



KLUB MŁODEGO
ODKRYWCY

Badacze KMO

Oko w oko z rozwielitką,
czyli jak zrealizować projekt badawczy
w Klubie Młodego Odkrywcy



Niniejsza publikacja powstała w oparciu o doświadczenia zebrane w trakcie projektu „Oko w oko z rozwielitką” realizowanego w ramach działania Badacze KMO z udziałem następujących klubów i ich opiekunek:

KMO #laboratorium z Żyrardowa **Małgorzata Sadowska**

KMO Eksploratorzy przyrody z Piaseczna **Dorota Strzyżewska**

KMO Experci z Ruśca **Olga Mentlewicz**

KMO Kolumbus z Błonia **Katarzyna Karcz**

KMO Molekuły z Dzbenina **Ewelina Samul**

KMO Nowe Miasto z Nowego Miasta **Gabriela Arczewska**

KMO Odkrywcy Natury z Piastowa **Anna Trębska**

KMO Poszukiwacze i odkrywcy z Huszlewa **Agnieszka Borysiuk**

KMO Sigma ze Starej Kornicy **Monika Wasiluk**

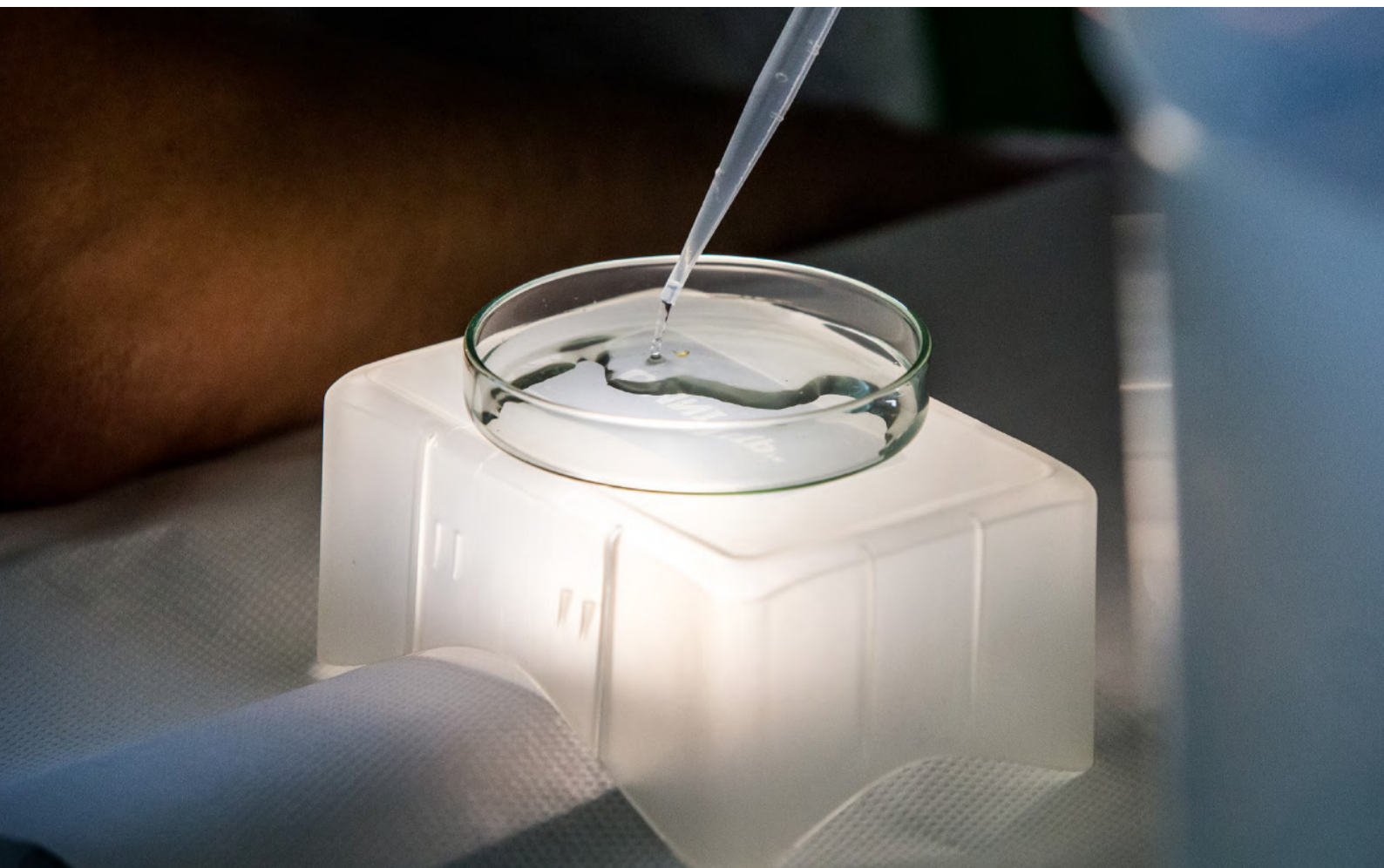
KMO Sowy z Warszawy **Barbara Andrzejczak**

KMO Szaleni Chemiccy z Warszawy **Beata Siwiec**

KMO Wulkany Energii z Warszawy **Monika Kokosza**

Dziękujemy klubom i ich opiekunkom za zaangażowanie w projekt i wkład w powstanie materiału.





Spis treści:

Wstęp	5
Kluby Młodego Odkrywcy	6
Dla kogo jest ten poradnik?	7
Czym są edukacyjne projekty badawcze?	8
Cykl metody badawczej – teoria i praktyka	10
Projekt "Okno w oko z rozwielitką"	13
Podstawowe informacje o projekcie	15
Praktyczne wskazówki dotyczące przygotowania do realizacji projektu	17
Budowanie zespołu	17
Formuła hybrydowa – narzędzia do komunikacji i pracy wspólnej	18
Rola opiekunów i zaangażowanie domowników	20
Realizacja projektu krok po kroku	22
Etap 1. Zakładanie hodowli, obserwacje i zbieranie informacji	22
Etap 2. Stawianie pytań badawczych i formułowanie hipotez	23
Etap 3. Planowanie eksperymentu	28
Etap 4. Realizacja eksperymentu i zbieranie danych	30
Etap 5. Analiza danych	31
Etap 6. Wyciągnięcie wniosków	32
Etap 7. Prezentacja wyników oraz dyskusja	33
Korzyści z realizacji projektu, czyli czego uczą się klubowicze	35
Umiejętność krytycznego myślenia	36
Praca zespołowa i komunikacja	36
Samodzielność i odpowiedzialność	37
Rozwój zainteresowań	38
Aneks	40
Ramowy harmonogram projektu	41
Instrukcja hodowli rozwielitek	42
Połowy rozwielitek	42
Rozwielitki kupione w sklepie akwarystycznym	42
Karmienie	42
Wymiana wody	43
Odławianie do doświadczeń	43
Lista potrzebnych materiałów	44
Sposób prezentacji wyników	44

Wstep

Kluby Młodego Odkrywcy

Spółeczność Klubów Młodego Odkrywcy liczy już kilka tysięcy osób, nie tylko w Polsce, ale też w Gruzji, Armenii czy na Ukrainie. Klubowicze i klubowiczki, niezależnie od wieku, przekonują się, jak fascynującym procesem może być poznawanie otaczającego nas świata i rządzących nim praw. Podczas zajęć w klubie wspólnie eksperymentują, prowadzą obserwacje, stawiają pytania i szukają na nie odpowiedzi. Uczą się samodzielności i odpowiedzialności, a jednocześnie pracy zespołowej.

Opiekunowie klubów również mogą zdobyć nowe umiejętności i rozwinąć swój warsztat pracy z dziećmi i młodzieżą. Wspieranie młodych odkrywców to doskonała lekcja nieszablonowego podejścia do edukacji, bez ławek, ocen i dzwonków. Opiekunowie mogą korzystać z organizowanych specjalnie dla nich warsztatów, a także udostępnianych na stronie programu KMO scenariuszy eksperymentów i przykładów rozmaitych aktywności – wycieczek, gier terenowych, pikników czy pokazów.

Więcej o programie KMO na stronie www.kmo.org.pl



Dla kogo jest ten poradnik?

W niniejszej publikacji chcemy zaproponować opiekunom gotowy przepis na poprowadzenie w swoim klubie edukacyjnego projektu badawczego. Nasz materiał oparty jest na doświadczeniach zebranych w trakcie projektu „Oko w oko z rozwielitką”, realizowanego od lutego do czerwca 2021 r. w województwie mazowieckim. Uczestniczyło w nim 12 klubów ze szkół podstawowych (klasy IV–VIII), liczących od 4 do 15 uczniów i uczennic – w sumie blisko 120 osób. Projekt odbywał się w okresie zdalnej edukacji spowodowanej pandemią COVID-19 – klubowicze i klubowiczki otrzymali zestaw potrzebnych sprzętów i materiałów, aby móc realizować badania w swoich domach. Uczestnicy i uczestniczki postępowali zgodnie z cyklem metody badawczej. Projekt prowadzony był pod kierunkiem Centrum Nauki Kopernik i przy wsparciu eksperta – mgr. Sebastiana Kwiatkowskiego, doktoranta w Zakładzie Regulacji Metabolizmu Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego, biologa molekularnego i popularyzatora nauki.

Inspiracją dla „Oko w oko z rozwielitką” był projekt „Środowisko czyni zwierzę” prowadzony przez dr Barbarę Pietrzak w ramach działania „Szkola bliżej nauki” (więcej na ten temat znaleźć można w broszurze [„Szkolne projekty badawcze. Szkoła bliżej nauki”](#)).

„Oko w oko z rozwielitką” to projekt przeznaczony dla pasjonatów przyrody, ale nie wymaga zaawansowanej wiedzy biologicznej. Skupia się przede wszystkim na poznaniu metody badawczej, zastosowaniu jej w praktyce oraz rozwoju kompetencji dzieci i młodzieży. Do jego realizacji nie potrzeba specjalistycznego sprzętu ani materiałów – niezbędne rzeczy znaleźć można w szkole i w domu.

Dla mnie jako niebiologa projekt na pewno nie był oczywisty. Biolog pewnie by wiedział, czego się spodziewać. Ja czułam się tak naprawdę jak dziecko, na równi z moimi klubowiczami. Czułam się więc jak uczestnik tego projektu. Wspólnie rozwiązywaliśmy problemy. Co zaskakujące, nasze hipotezy w ogóle się nie potwierdziły.

**Agnieszka Borysiuk,
KMO Poszukiwacze i odkrywcy**

Rekomendujemy przeprowadzenie projektu z klubowiczami i klubowiczkami z klas IV–VIII szkoły podstawowej. W trakcie jego realizacji młodsze dzieci mogą potrzebować na pewnych etapach większego wsparcia opiekunów niż starsi uczniowie, np. przy interpretowaniu zebranych w trakcie obserwacji danych. Projekt opisaliśmy krok po kroku, aby mogli go przeprowadzić także ci opiekunowie, którzy nie mieli do tej pory doświadczenia w tego typu działaniach. Nasz poradnik przydatny będzie także dla osób, które chciałyby wykorzystać metodę badawczą do przeprowadzenia ze swoim klubem edukacyjnych projektów badawczych dotyczące innej tematyki niż „Oko w oko z rozwielitką”.

**Czym są
edukacyjne
projekty
badawcze?**

Projekt badawczy jest jednym z rodzajów projektów edukacyjnych. Jego kluczową cechą jest bazowanie na metodzie badawczej – uczestnicy i uczestniczki mierzą się z wybranym problemem, stosując sposób postępowania wykorzystywany w nauce, tj.:

- zbierają informacje na temat zagadnienia,
- stawiają pytania i formułują hipotezy,
- weryfikują hipotezy poprzez projektowanie i realizowanie doświadczeń,
- gromadzą i analizują dane,
- wyciągają wnioski.

Powtórzyłam sobie przebieg projektu badawczego i usystematyzowałam wiedzę na temat tego, jak wygląda metoda projektowa. Teraz już wiem, że trzeba na spokojnie poczekać, nie ma co się denerwować, można powtórzyć eksperymenty i na to jest potrzebny czas. Nie trzeba szybko dążyć do wyniku.

Monika Kokosza, KMO Wulkany Energii

Metoda naukowa jest jedynym sposobem poznawania świata, który pozwala człowiekowi na dojście do obiektywnej prawdy dotyczącej otaczającej nas rzeczywistości. Wbrew pozorom nie trzeba być naukowcem, aby ją stosować. Z jej elementów z powodzeniem korzystają dzieci i młodzież w toku nauki szkolnej lub innych sytuacjach edukacyjnych.



Cykl metody badawczej – teoria i praktyka

Etapy metody badawczej

Cykl wykorzystywanej w edukacji metody badawczej rozpoczyna się od **obserwacji i zbierania informacji** dotyczących interesującego nas zjawiska. W drodze do szkoły, na wakacjach czy w trakcie hodowli rozwielitek możemy zaobserwować zdarzenia towarzyszące codziennym aktywnościom.

Obserwacja zachęca nas do zastanawiania się nad naturą dostrzeżonych zdarzeń. W ten sposób przechodzimy do drugiego elementu metody badawczej – **stawiania pytań badawczych**. Każde pytanie dotyczące otaczającego nas świata ma potencjał do bycia pytaniem badawczym. Należy jednak pamiętać, że zanim przystąpimy do dalszych etapów naszego projektu, przydatnym (i rozsądnym) zwyczajem jest sprawdzenie, czy interesującego nas zagadnienia już ktoś wcześniej nie zgłębiał. W tym celu warto poszukać na ten temat informacji w Internecie lub bibliotece i przeanalizować dostępne tam materiały. Może już ktoś odpowiedział na pytanie, które nas nurtuje? Warto to sprawdzić.

Pytaniu badawczemu zawsze towarzyszy **hipoteza badawcza**. Jest to przypuszczenie będące próbą odpowiedzi na wcześniej zadane pytanie. Sformułowanie hipotezy pozwala na późniejsze dokładne zaprojektowanie doświadczeń, które mają umożliwić nam znalezienie odpowiedzi na pytanie badawcze.

Projekt „Oko w oko z rozwielitką”

- założenie przez klubowiczów i klubowiczki hodowli rozwielitek w ich domach oraz nauka zapewniania im odpowiednich warunków do życia
- zapoznanie się z rozwielitką jako badanym organizmem poprzez codzienną obserwację założonej hodowli
- poszukiwanie informacji na temat funkcjonowania rozwielitek w dostępnych źródłach
- proponowanie przez uczniów i uczennice pytań badawczych wynikających z ich zainteresowania danym obszarem lub z obserwacji domowej hodowli rozwielitek
- wybór pytań, na które kluby zdołają odpowiedzieć z wykorzystaniem dostępnych im materiałów
- sformułowanie hipotez do wybranych pytań badawczych dotyczących żywotności rozwielitek
- stworzenie przy wsparciu opiekunów planów badawczych opisujących eksperymenty, które uczniowie i uczennice będą realizować w domu

W ten sposób dochodzimy do kolejnego etapu metody badawczej – **testowania (weryfikowania) hipotez**. Hipotezę możemy zweryfikować poprzez przeprowadzenie odpowiednio zaplanowanych doświadczeń, zgromadzenie danych i analizę wyników.

Zwieńczeniem cyklu metody badawczej jest **wyciąganie wniosków oraz odpowiedź na pytanie badawcze**. Na podstawie zebranych oraz przeanalizowanych informacji możemy jednoznacznie stwierdzić, czy postawiona hipoteza jest prawdziwa czy fałszywa. Jednocześnie jesteśmy w stanie odpowiedzieć na pytanie badawcze, które towarzyszy nam od samego początku.

Niezwykle istotne jest również **upowszechnienie wyników** swoich dociekań. Dopiero poddanie zweryfikowanych hipotez pod dyskusję w szerszym gronie specjalistów pozwala mieć pewność, że nasza odpowiedź jest uniwersalna i niezależnie od tego, kto będzie odpowiadał na to samo pytanie badawcze, uzyska zawsze tę samą odpowiedź co my. To wszystko to jednak dopiero początek niekończącej się drogi, ponieważ znalezienie odpowiedzi na pierwsze pytanie powoduje, że stawiamy kolejne i cały cykl rozpoczyna się od nowa.

- samodzielnie prowadzenie eksperymentów w domu na podstawie planu badawczego
- zbieranie danych do analizy i dyskusji w grupach – dane liczbowe, opisy, zdjęcia, nagrania
- spotkania online klubów, podczas których uczestnicy i uczestniczki omawiali przebieg eksperymentów i pojawiające się problemy
- minisymposium, czyli spotkanie finałowe online, podczas którego kluby mogły zaprezentować wyniki swoich badań, wymienić się opiniami i obserwacjami, przedyskutować przebieg eksperymentów

Szczegółowe opisy kolejnych etapów projektu badawczego wraz z rekomendacjami znaleźć można w rozdziale „Realizacja projektu krok po kroku”.

Jak działa nauka?

Cykl metody badawczej



Rys. 1. Cykl metody badawczej.

Źródło: „Szkolne projekty badawcze. Szkoła bliżej nauki”.

Szczegółowe omówienie teoretyczne realizacji projektów badawczych w Klubach Młodego Odkrywcy znajduje się w materiałach wideo autorstwa Dariusza Aksamita.

<http://kmo.org.pl/pl/filmy-edukacyjne>

Projekt „Oko w oko z rozwielitką”



Podstawowe informacje o projekcie

Fakty i liczby

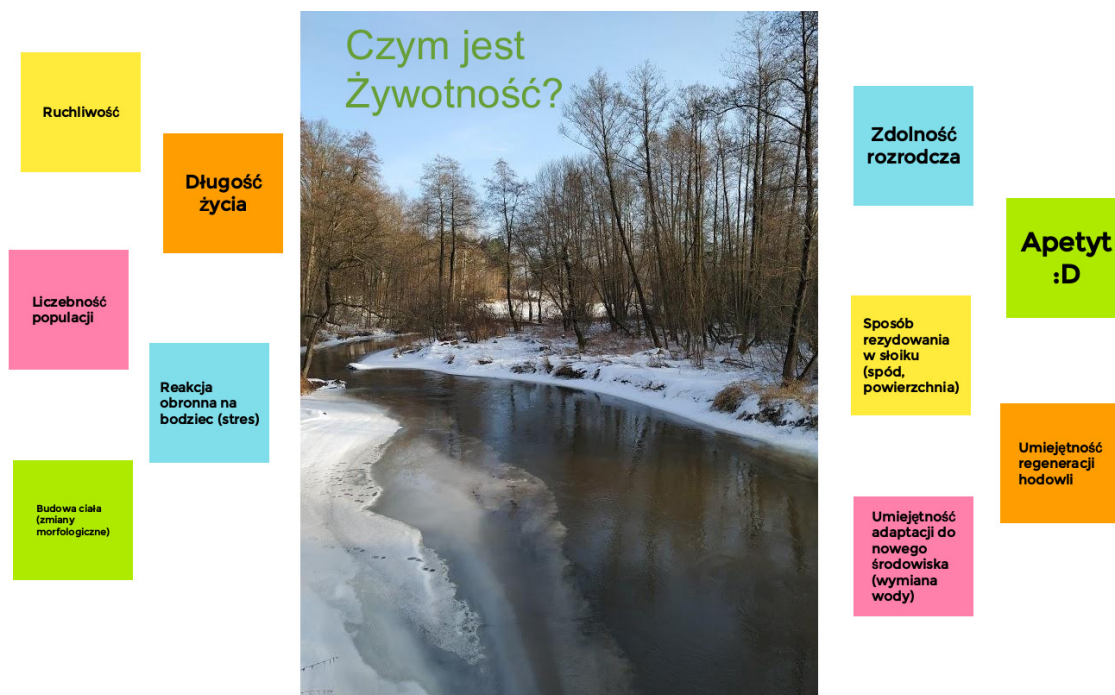
okres realizacji:	luty – czerwiec 2021
liczba uczestników:	około 120 osób (12 Klubów Młodego Odkrywcy z woj. mazowieckiego)
wiek uczestników:	dzieci i młodzież z klas IV–VIII ze szkół podstawowych
temat:	wpływ czynników środowiskowych na rozmnażanie oraz żywotność rozwielitek
formuła projektu:	hybrydowa (prowadzenie hodowli i eksperymentowanie w domu + spotkania online)

Obiektem, który został poddany badaniom prowadzonym przez Kluby Młodego Odkrywcy, była rozwielitka (*Daphnia* sp.) – jeden z najbardziej zastrzonych organizmów dla współczesnej biologii. Jest to organizm stosunkowo zaawansowany ewolucyjnie, natomiast każdy, niezależnie od swojego doświadczenia, może się z łatwością podjąć hodowlę rozwielitek w domowych warunkach.

Rozwielitki są wystarczająco duże, aby można je było łatwo obserwować gołym okiem. Dodatkowo dzięki ich przezroczystości można dokładnie poznać ich budowę, wykorzystując proste narzędzia optyczne (np. lupę lub mikroskop cyfrowy). Rozwielitki są wdzięcznym obiektem badawczym także dlatego, że rozmnażają się głównie partenogenetycznie, czyli bez udziału samców. Przez większość czasu osobniki w hodowli są genetycznie identyczne, co dodatkowo ułatwia analizę otrzymanych wyników. Dzięki temu można

założyć, że obserwowane w eksperymentach różnice nie wynikają z różnic genetycznych między osobnikami, tylko ze zmian w środowisku, które badacz wprowadza. Przy całym swoim skomplikowaniu rozwielitka jest idealnym organizmem do prowadzenia prostych eksperymentów w domowych warunkach.

Tematyką prowadzonych badań był szeroko pojęty wpływ czynników środowiskowych na rozmnażanie oraz żywotność hodowanych zwierząt. Kluby otrzymały też możliwość wyboru innego obszaru badawczego po konsultacji z ekspertem. O ile badanie rozmnażania rozwielitek było dla klubów stosunkowo proste do określenia, to tak szeroki obszar, jakim jest żywotność, wymagał zdefiniowania. Dla jednych klubów mogło to oznaczać badanie szybkości, z jaką poruszają się rozwielitki, natomiast dla innych analizowanie ich apetytu lub długości życia.



Rys. 2. Definiowanie terminu „żywotność” w klubach. Źródło: Notatki ze spotkania opiekunek KMO.

Realizacja projektu trwa około 12 tygodni. Niezbędnym elementem było pozyskanie zwierząt i założenie hodowli. Rozwielitki można odłowić z pobliskiego stawu czy rzeki, co będzie przygodą samą w sobie i dostarczy wielu ciekawych obserwacji. Połowy są możliwe od wiosny do wczesnej jesieni. Rozwielitki można też znaleźć w sklepach akwarystycznych. Hodowla może być prowadzona w pomieszczeniu, w dowolnym spokojnym miejscu o stabilnej temperaturze i z dostępem do światła. Ramowy harmonogram projektu, instrukcja, jak hodować rozwielitki, a także lista potrzebnych materiałów znajdują się w „Aneksie”.

Praktyczne wskazówki dotyczące przygotowania do realizacji projektu

Budowanie zespołu

Zanim kluby przystąpiły do pracy, zbudowały zespoły projektowe i określiły zasady dalszego działania. Zależnie od klubu, uczestnicy i uczestniczki wywodzili się z tych samych bądź różnych klas. Były nawet kluby, w których klubowicze i klubowiczki reprezentowały różne roczniki. Niezwykle ważne dla powodzenia przedsięwzięcia było zbudowanie zespołów z osób, które chciały uczestniczyć w projekcie dobrowolnie. Ich motywację do działania podtrzymywały opiekunki (wszystkimi klubami uczestniczącymi w projekcie opiekowały się kobiety). Mimo że projekt trwał kilka miesięcy i przyniósł wiele wyzwań, wszystkie kluby ukończyły go z sukcesem.

Łatwiej byłoby, gdyby to była grupa z tej samej klasy. Musieliśmy dograć czas, spotykaliśmy się popołudniami, gdy wszyscy skończą zajęcia i odpoczną. Pomogła nam edukacja zdalna – łatwiej było zebrać grupę niż podczas edukacji stacjonarnej, gdy dzieci mają po lekcjach różne zajęcia.

Agnieszka Borysiuk,
KMO Poszukiwacze i odkrywcy

W naszym projekcie uczestniczyli klubowicze z czterech różnych klas. Zespół projektowy spotykał się poza regularnymi spotkaniami klubu, nie wszyscy klubowicze byli zaangażowani w projekt. Spotykaliśmy się raz w tygodniu w przerwie obiadowej na Zoomie. Były to nasze „obiady czwartkowe”. Gdy miałam lekcje z klasą, w której byli uczestnicy projektu, zwykle poświęcaliśmy chwilę na rozmowę na jego temat.

Monika Kokosza,
KMO Wulkany Energii

Formuła hybrydowa – narzędzia do komunikacji i pracy wspólnej

Projekt „Oko w oko z rozwielitką” był prowadzony w okresie pandemii Covid-19. W warunkach edukacji zdalnej klubowicze i klubowiczki pracowali samodzielnie w domach. Każdy był odpowiedzialny za prowadzenie własnej hodowli (m.in. karmienie, wymianę wody, monitorowanie stanu kolonii), a na późniejszym etapie także za przeprowadzanie eksperymentów i zbieranie danych. Uczestnicy i uczestniczki podczas cotygodniowych spotkań online omawiali swoje obserwacje i odkrycia, poszukiwali rozwiązań dla problemów, decydowali o kolejnych krokach. W części klubów późniejsze fazy projektu były prowadzone w mniejszych grupach, stwarzając okazję do bliższej współpracy i dyskusji.

Dla mnie wyzwaniem było to, że pracowaliśmy online. Ale teraz już wiem, że taki projekt badawczy mogę z uczniami przeprowadzić nie tylko w szkole, lecz także w formie hybrydowej. Mogę z uczniami jakąś część pracy wykonać w szkole, a pozostałą część pracy zorganizować w domu. Możemy spotykać się online, zbierać wspólnie informacje.

Monika Kokosza, KMO Wulkany Energii

W większości klubów opiekuńki zorganizowały przestrzeń do codziennej komunikacji online, taką jak zespół na MS Teams czy czat w jednym z komunikatorów. Służyła ona do dzielenia się doświadczeniami, nagraniami i zdjęciami, ale także zapewniała wsparcie ze strony opiekuna oraz innych klubowiczów i klubowiczek.

Założyliśmy grupę na Messengerze, w której klubowicze pytali, jak czegoś nie wiedzieli. Mieliśmy także kanał na MS Teams, gdzie spotykaliśmy się raz w tygodniu. Klubowicze mogli pisać w każdej chwili. Starłam się jak najszybciej odpowiedzieć, żeby się nie przejmowali.

Ewelina Samul, KMO Molekuły

Jedną z metod zbierania rezultatów obserwacji i danych było prowadzenie wspólnego dziennika badawczego lub tabeli do zapisywania wyników zamieszczonych „w chmurze” z wykorzystaniem narzędzi Google lub Microsoft. Innym przykładem rozwiązania, które z powodzeniem było wykorzystane przez kluby, było prowadzenie wspólnej tablicy interaktywnej (np.: Jamboard, Padlet), w której zawarte były pytania ba-

dawcze, hipotezy, plany badawcze oraz wyniki. Zgromadzenie wszystkich tych danych w jednym miejscu pozwoliło uczestnikom na ciągły wgląd w wyniki pracy innych osób, a także stanowiło doskonałą platformę do wymiany informacji pomiędzy uczestnikami oraz opiekunką. Wszystkie te materiały mogły zostać wykorzystane na ostatnim etapie projektu, czyli w trakcie prezentacji wyników oraz dyskusji.



Rys. 3 Przykład wspólnej tablicy interaktywnej z KMO #laboratorium

Założyłam Padlet „Rozwielitka” dla dzieci, ponieważ jedne przysyłały materiały, inne nie, jeszcze inne miały różne problemy. Chciałam mieć jedno narzędzie, dzięki któremu wyniki będą widoczne dla wszystkich, a materiały będą mogły umieszczać dzieci, ale też ja będę mogła dodać to, co dostaję innymi kanałami. Dzieci często nie radzą sobie z umieszczeniem samodzielnym.

Dorota Strzyżewska,
KMO Eksploratorzy przyrody

Rola opiekunów i zaangażowanie domowników

Opiekunki klubów były koordynatorkami prac w klubach, organizowały przestrzeń do komunikacji oraz wymiany materiałów, pomagały je uporządkować. Niezwykle ważne było motywowanie klubowiczów i klubowiczek do działania, ale też współpracy, podtrzymywanie na duchu w sytuacjach problematycznych i pomoc w sytuacjach kryzysowych. Część opiekunek prowadziła hodowle i badania na równi z uczniami.

Największy zysk z mojego punktu widzenia to przypomnienie sobie, jak ważną rolę powinien pełnić koordynator projektu. Teraz lepiej rozumiem, jak ważną rolę mentorską, wspierającą pełni nauczyciel.

Anna Trębska, KMO Odkrywcy natury

Pełniłam rolę wspierającą, odpowiadałam na pytania, zachęcałam, podnosiłam na duchu, jak były problemy.

KMO Sigma

Podpowiadałam: jeśli nie masz rozwielitek (red. w przypadku, gdy u ucznia zamarta kolonia), może ktoś niedaleko ma i mógłbyś wziąć? A, rzeczywiście, mogę wziąć od Mai! Powoli zaczęli się wymieniać i problem z brakiem zniknął.

Monika Kokosza, KMO Wulkany Energii

Projekty byłyby trudne do zrealizowania bez pomocy rodziców i innych członków rodziny. Rodzice pomagali dzieciom przede wszystkim w kwestiach praktycznych, takich jak odbiór materiałów, zakładanie i prowadzenie hodowli. Niektórzy razem z klubowiczami i klubowiczkami prowadzili obserwacje i np. poszukiwali przyczyn zanikania hodowli, próbowali im zaradzić, wspólnymi siłami nagrywali filmiki i przygotowywali prezentacje. W jednym z klubów tata, który jest hydrobiologiem, przygotował prezentację dla klubu syna oraz doradzał przy planowaniu badania. W innym hodowlę po projekcie przejęło młodsze rodzeństwo.

Jeden z badaczy miał wsparcie siostry z klasy III. Ona ma przejąć tę hodowlę i dalej ją prowadzić, nawet w przyszłym roku szkolnym.

Anna Trębska, KMO Odkrywcy natury

Tata klubowiczki opowiadał, jak u nich padła hodowla i zastanawiał się, czy to nie z powodu chłodu. Czytał, że optymalną temperaturą jest dwadzieścia kilka stopni, a u nich jest chłodniej.

Rodzice angażowali się w prace i cieszyli, że dzieci odchodzą od komputera.

Małgorzata Sadowska, KMO #laboratorium



Realizacja projektu krok po kroku

Etap 1. Zakładanie hodowli, obserwacje i zbieranie informacji

W początkowym etapie projektu najważniejszym zadaniem stojącym przed uczestnikami było założenie hodowli głównej rozwielitek oraz jej odpowiednia aklimatyzacja do nowych warunków życia. Istotne było zapoznanie się z rozwielitką jako badanym organizmem. Jednocześnie był to etap poszukiwania w Internecie i innych dostępnych źródłach informacji dotyczących rozwielitek i ich funkcjonowania.

Start hodowli odbywał się z wykorzystaniem zakupionych w sklepie akwarystycznym rozwielitek, które następnie umieszczano w dużych naczyniach hodowlanych wypełnionych odstaną wodą kranową. Instrukcja dotycząca zakładania hodowli znajduje się w „Aneksie”. Tak założona główna hodowla była źródłem rozwielitek do przeprowadzenia późniejszych eksperymentów.



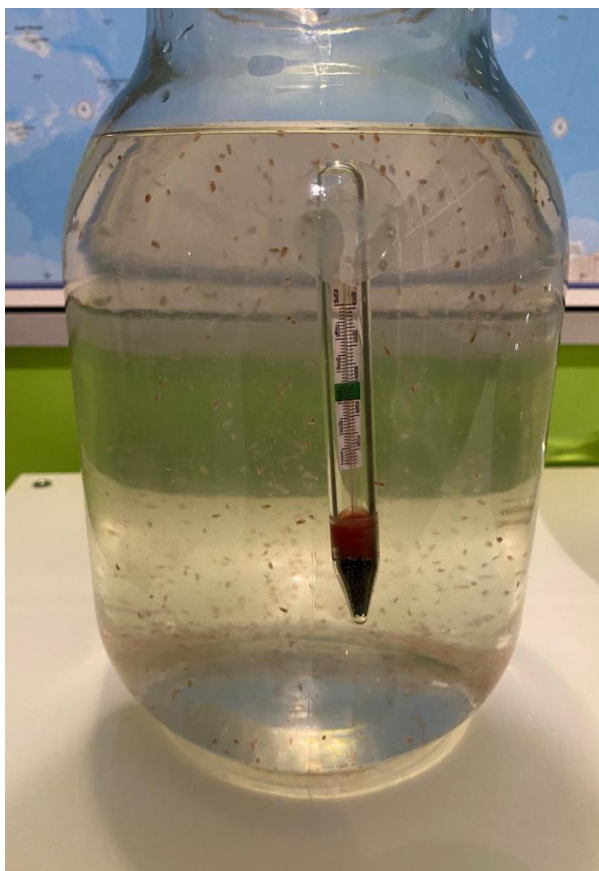
Etap zakładania hodowli był kluczowy z kilku powodów. Jednym z nich była **kwestia nauczania się przez uczestników, jak hodować rozwielitki**. Istot-

ne w tym przypadku było określenie, jak często i jaką ilością pokarmu rozwielitki należy karmić. Należało też ustalić, w jakim miejscu w domu danego uczestnika powinien znajdować się pojemnik hodowlany, aby zapewnić rozwielitkom odpowiednie warunki (np. czy lepiej trzymać pojemnik na parapecie okna w pokoju czy w kuchni). Ważna była również obserwacja, jak rozwielitki funkcjonują w wykorzystywanej wodzie.



Doskonałym przykładem są problemy jednego z uczestników projektu, który zaobserwował znaczną śmiertelność wśród dostarczonych zwierząt. Już na tym etapie pojawiło się pierwsze pytanie badawcze związane z przyczyną tak wysokiej śmiertelności. Problem udało się rozwiązać poprzez zastąpienie wody z kranu wodą źródlaną kupioną w sklepie spożywczym. Źródłem problemu była zatem woda kranowa, natomiast dokładna przyczyna wysokiej śmiertelności rozwielitek, w tym przypadku, pozostaje tematem do zbadania.

Innym problemem, z którym borykała się część uczestników, była obecność w hodowlach wyjściowych „nieproszonych gości”. Wśród nich były głównie larwy różnego typu owadów (np. komarów). Larwy te mogą być drapieżne, a ich obecność może wyraźnie zaburzać funkcjonowanie hodowli wyjściowej. Dlatego też, po umieszczeniu hodowli w naczyniu hodowlanym warto uważnie obejrzeć zawartość hodowli, a także przyrzeć się jej funkcjonowaniu. Odpowiednio szybkie znalezienie elementów, które mogą przypominać niewielkie jajeczka lub nawet rozwinięte larwy, pozwoli na szybkie wyłowienie i pozbycie się czynników negatywnie wpływających na kondycję hodowli.



Samodzielne prowadzenie hodowli przez uczestników projektu umożliwiło im dokładną obserwację ich codziennego funkcjonowania, a także stanowiło inspirację do tworzenia pytań badawczych związanych z funkcjonowaniem rozwielitek.

Etap 2. Stawianie pytań badawczych i formułowanie hipotez

W kolejnym etapie realizacji projektu uczestnicy i uczestniczki mieli za zadanie postawić pytania badawcze, na które odpowiedzi będą szukali w swoich dalszych badaniach. Musieli także sformułować hipotezy do zadanych pytań. W procesie tym kluczowe było zainteresowanie uczestników konkretnym obszarem, wynikające z ich doświadczenia, obserwacji poczynionych w czasie prowadzenia własnej hodowli głównej lub znalezionych wcześniej informacji.

Przykład 1

Ciekawym przykładem takiego podejścia było badanie dotyczące wpływu dwóch gatunków muzycznych na żywotność rozwielitek na przykładzie muzyki klasycznej Vivaldiego „Cztery pory roku – Wiosna” oraz muzyki pop w wykonaniu zespołu ABBA. Pytanie zrodziło się w głowie jednej z uczestniczek, która zauważyła, że rozwielitki reagują na muzykę puszczaną z komputera. Obserwacje znalazły odzwierciedlenie również w hipotezach: „Rozwielitki poruszają się szybciej i płyną ku górze zbiornika podczas muzyki pop” oraz „Rozwielitki poruszają się wolniej i płyną ku dołowi zbiornika podczas muzyki klasycznej”.

Przykład 2

Innym przykładem inspiracji obserwacjami prowadzonymi w czasie hodowli było badanie wpływu pokarmu na zabarwienie i żywotność rozwielitek. W początkowym etapie projektu jedna z uczestniczek postanowiła sprawdzić, jak dodanie soku z buraka do pokarmu wpłynie na barwę rozwielitek. Okazało się, że rozwielitki zabarwiły się na różowo. Zainspirowało to cały klub do postawienia szerszego pytania o wpływ zmiany pokarmu na żywotność rozwielitek oraz hipotezy, że zwierzęta karmione glonami zabarwią się na zielono.

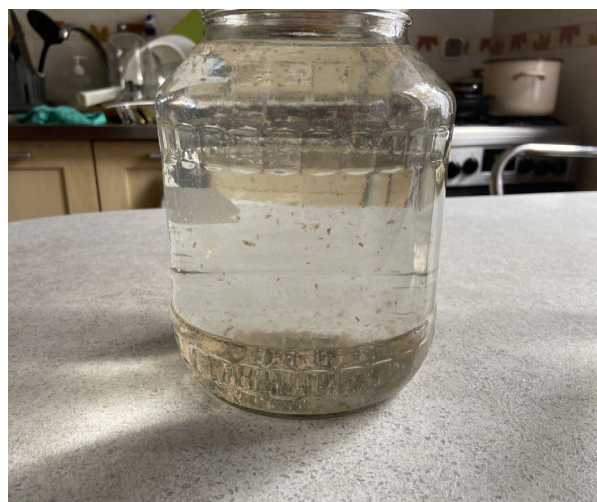


Co ciekawe, ten przykład był inspirujący również dla innych klubów. Po jednym ze spotkań opiekunek KMO został on omówiony na spotkaniu innego klubu. Za-

gadnienie zafascynowało klubowiczów i klubowiczki oraz zachęciło ich do przeprowadzenia doświadczeń związanych właśnie ze zmianą koloru rozwielitek w zależności od barwnika spożywczego, który był dodawany do drożdży.

Przykład 3

Przykładem innej motywacji do stawiania pytań jest chęć zdobycia wiedzy, która może być wykorzystana w przyszłości. W tym przypadku jeden z klubów podjął próbę odpowiedzi na pytanie, jaki sposób i częstotliwość karmienia są najbardziej optymalne dla rozwielitek.



Celem badań naszego klubu było określenie najlepszego sposobu karmienia rozwielitek – tak, żeby nikt już nie miał wątpliwości, w jaki sposób należy je żywić.

Katarzyna Karcz, KMO Kolumbus

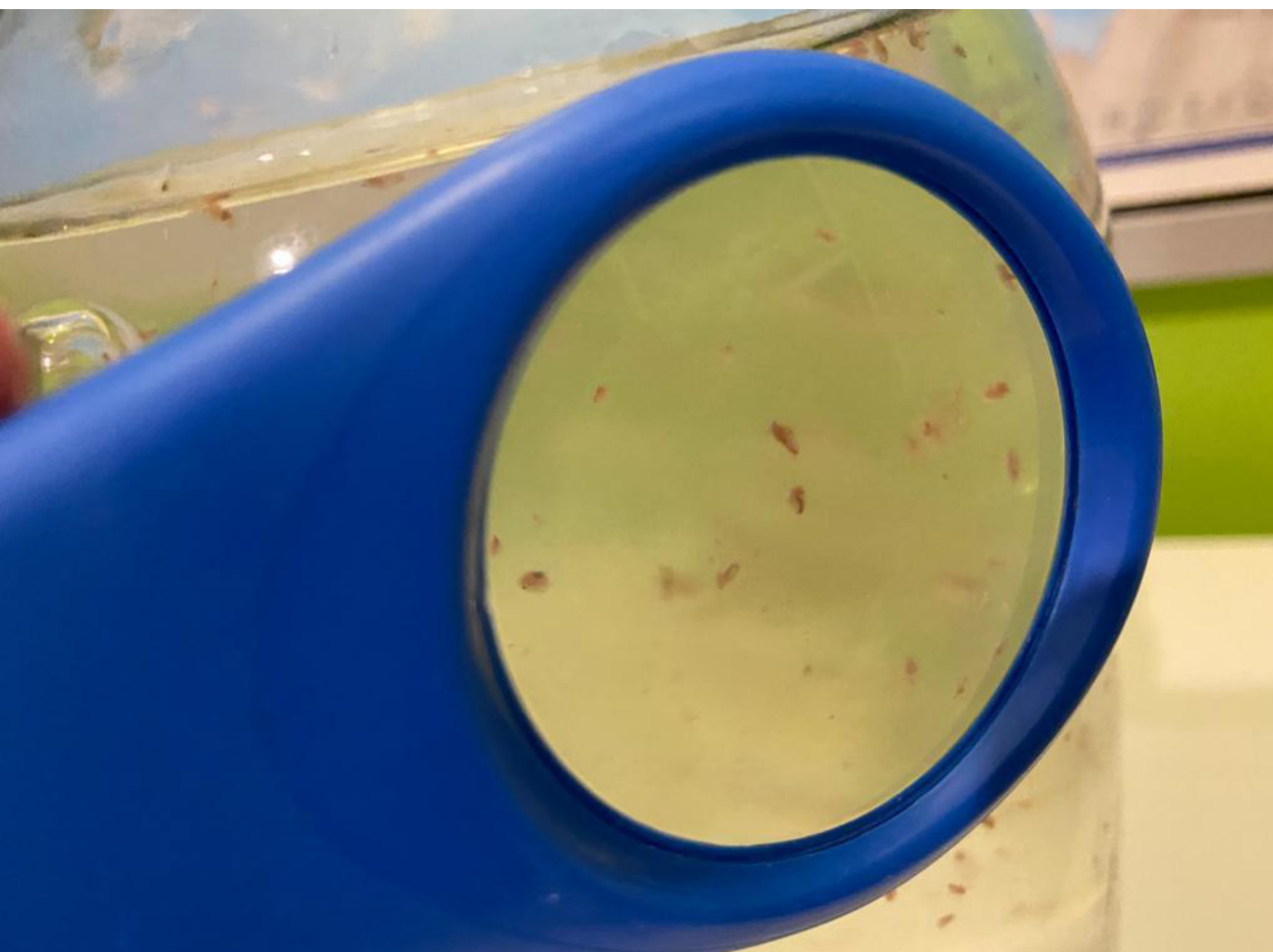
Przykład 4

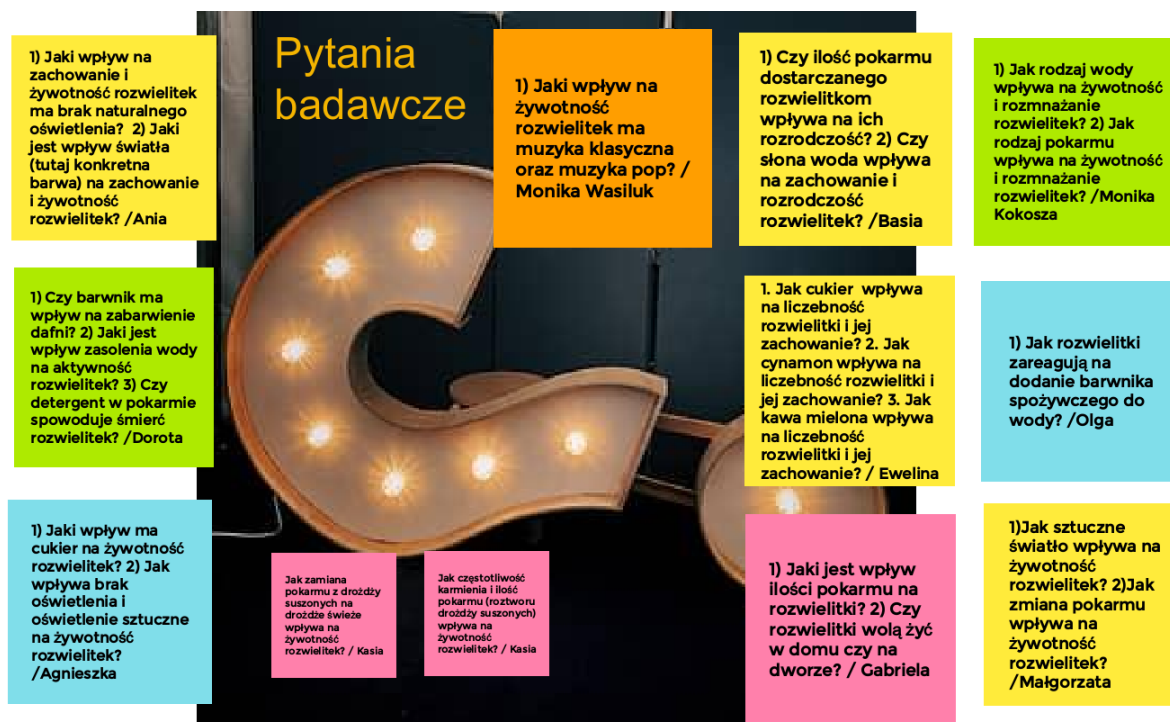
Wpływ na wybór pytań badawczych miała też etyka prowadzonych badań. Wiele klubów od początku chciało uniknąć eksperymentów, które miałyby docelowo uśmiercić rozwielitki. Było to o tyle problematyczne, że często nie jesteśmy w stanie przewidzieć, czy dane badania nie zakończą się nagłą śmiercią badanego organizmu.

Klubowicze chcą pracować nad problemem, który nie przyczyni się do śmierci rozwielitek, np. zmiana pokarmu z drożdży na glony, sprawdzenie, ile drożdży

rozwielitki są w stanie zjeść albo jak będą się rozwijać w wodzie z naturalnego zbiornika. Nie chcą zajmować się czynnikami, o których z góry wiadomo, że uśmiercą rozwielitki, takimi jak sól czy detergent.

Małgorzata Sadowska, KMO
#laboratorium





Rys. 4. Pytania badawcze, nad którymi pracowały kluby. Źródło: Notatki ze spotkania opiekunek KMO.

Jak widać na powyższych przykładach, dróg do sformułowania pytania badawczego i towarzyszących mu hipotez jest wiele. Aby każdy z uczestników projektu mógł wziąć aktywny udział w procesie tworzenia pytań badawczych, warto na tym etapie postawić na **metodę burzy mózgów**. Stworzenie bazy pytań badawczych daje opiekunowi doskonały wgląd w to, co daną grupę interesuje.

Na pierwszym spotkaniu rozmawialiśmy o wszystkim, co dzieci interesuje. Tydzień później z tych pytań wybraliśmy te, które są badawczymi. Dotyczyły

głównie wpływu na funkcjonowanie rozwielitek substancji takich jak cukier, sól czy pokarm dla rybek.

Olga Mentlewicz, KMO Experci

Następnym krokiem było **wybranie spośród wszystkich pytań takich, na które odpowiedzi można udzielić z wykorzystaniem dostępnych uczestnikom narzędzi**. Interesujące (i zapewne zasadne) jest pytanie badawcze o wpływ braku grawitacji na żywotność rozwielitek, jednak szukanie odpowiedzi na to pytanie zdaje się być problematyczne w warunkach ziemskich.

Klubowiczów i klubowiczki zafascynowała temperatura, ale badanie wpływu tego czynnika byłoby zbyt trudne do zrealizowania. Ciężko chłodzić hodowlę lodem. Nie mieli też grzałek.

Małgorzata Sadowska, KMO #laboratorium

Dzieci chciały badać sposoby rozmnażania się rozwielitek, ale po zagłębieniu się w szczegóły uznali, że nie mają technicznych możliwości do badania tego obszaru.

Katarzyna Karcz, KMO Kolumbus

Warto zwrócić również uwagę na to, że **pierwsze pytania badawcze mogą być prostsze, a dopiero dalsza praca prowadzi do pomysłów na analizę bardziej szczegółowych zagadnień**. Za przykład niech posłuży pytanie: Czy rozwielitkom żyje się lepiej w domu, czy na dworze? Pytanie dotyczy realnego problemu, który można zbadać z wykorzystaniem dostępnych narzędzi. Do pytania tego można sformułować szereg hipotez, które będą zgodne z metodą badawczą, czyli będą mogły zostać zweryfikowane w sposób eksperymentalny.

Jedna z nich może brzmieć: „Rozwielitkom lepiej żyje się na dworze, ponieważ jest to dla nich naturalne środowisko”. Można również odpowiednio zdefiniować kryteria, które pozwolą na odpowiedź na pytanie.

W tym przypadku badanym przez uczestniczki obszarem była zdolność do rozmnażania się rozwielitek hodowanych w domu i na zewnątrz. Dla klubowiczek „lepiej” było równoznaczne ze wzrostem liczebności rozwielitek, natomiast „gorzej” z brakiem wzrostu hodowli. Po realizacji badań i uzyskaniu danych wskazujących na to, że rozwielitki lepiej żyją w konkretnym środowisku, można w kolejnym kroku zadać sobie pytanie o przyczynę. Posiadając zdobyte we wcześniejszych eksperymentach doświadczenie, można swobodnie rozszerzać swoje badania na kolejne czynniki, pamiętając jednocześnie, żeby badania dotyczyły jednej zmiennej. Aby mieć pewność, że negatywny wpływ na rozwielitki mają np.: wahania dobowej temperatury, należy opracować plan badawczy, w którym jedynym zmiennym czynnikiem będzie temperatura.

Pytanie badawcze postawione w projekcie dotyczyło różnych obszarów i koncentrowały się na rozmaitych problemach. Wyraźnie widoczne było, że wiek osób stawiających pytania ma wpływ na ich treść. Młodszy klubowicze zadawali pytania badawcze dużo mniej skomplikowane, bardziej ogólne, dotyczące prostych i łatwych do wytłumaczenia zjawisk, nie wnikając w ich podstawy.

Tworzenie pytań badawczych oraz formułowanie hipotez jest jednym z najważniejszych elementów metody badawczej. Prawidłowo sformułowane pytanie odnosi się do obszaru, który może być zbadany z wykorzystaniem dostępnych nam narzędzi, metod oraz zmysłów. Warto, aby pytania badawcze jak najbardziej odzwierciedlały wewnętrzną ciekawość oraz potrzebę zbadania danego obszaru przez uczestników projektu.

Etap 3. Planowanie eksperymentu

Kluczowe w przygotowaniu się do eksperymentu, który będzie przeprowadzony w zgodzie z metodą badawczą, jest dokładne opracowanie planu badaw-

czego, w którym zawarte będą **informacje dotyczące badanego czynnika** (zmiennej zależnej) oraz **opis przygotowania i przeprowadzenia eksperymentu**.

Zmienna zależna i niezależna

Zmienną zależną nazywamy taką zmianę środowiska, na którą bezpośredni wpływ ma badacz lub badaczka. Może to być np. dodanie konkretnej substancji chemicznej do hodowli rozwielitek (np. soli). Zmienną niezależną nazywamy taką zmianę środowiska, na którą badacz lub badaczka nie ma wpływu. Przykładem takiej zmiennej może być nagła zmiana warunków panujących w pomieszczeniu, w którym hodowane są rozwielitki (np. zmiana temperatury wynikająca z awarii klimatyzacji lub ogrzewania). Istotne jest to, że pomimo braku wpływu na zmienną niezależną, mamy obowiązek opisać w wynikach wszystkie takie zmiany, które udało się zaobserwować. Oczywiście nie zawsze jesteśmy w stanie opisać wszystkie zmienne niezależne, które pojawiły się w czasie naszych badań. Należy jednak dołożyć wszelkich starań, aby to robić, ponieważ mogą mieć one realny wpływ na ostateczne wyniki naszych badań.

W naszym projekcie każdy klub stworzył swój plan badawczy, w którym określono:

- materiały i narzędzia potrzebne do przeprowadzenia eksperymentu,
- sposób przygotowania rozwielitek do eksperymentu, w tym: liczbę odłowionych osobników do próby kontrolnej oraz próby badawczej, objętość naczyń badawczych, karmienie lub jego brak, miejsca hodowli,
- sposób i czas prowadzenia eksperymentu,
- sposób prowadzenia obserwacji,
- sposób gromadzenia wyników z doświadczenia, np. obserwacje własne, notatki,
- liczbę powtórzeń (więcej na temat powtórzeń znajduje się w rozdziale „Analizy danych”).

Próba badawcza i kontrolna

Próbą kontrolną nazywamy wariant eksperymentu, do którego porównujemy wyniki uzyskane w próbie badawczej. W próbie kontrolnej nie wprowadzamy żadnych zmian. Próbą badawczą nazywamy natomiast taki wariant eksperymentu, w którym wprowadzamy interesujące nas zmiany, mogące, zgodnie z postawioną wcześniej hipotezą, mieć wpływ na obiekt badania.

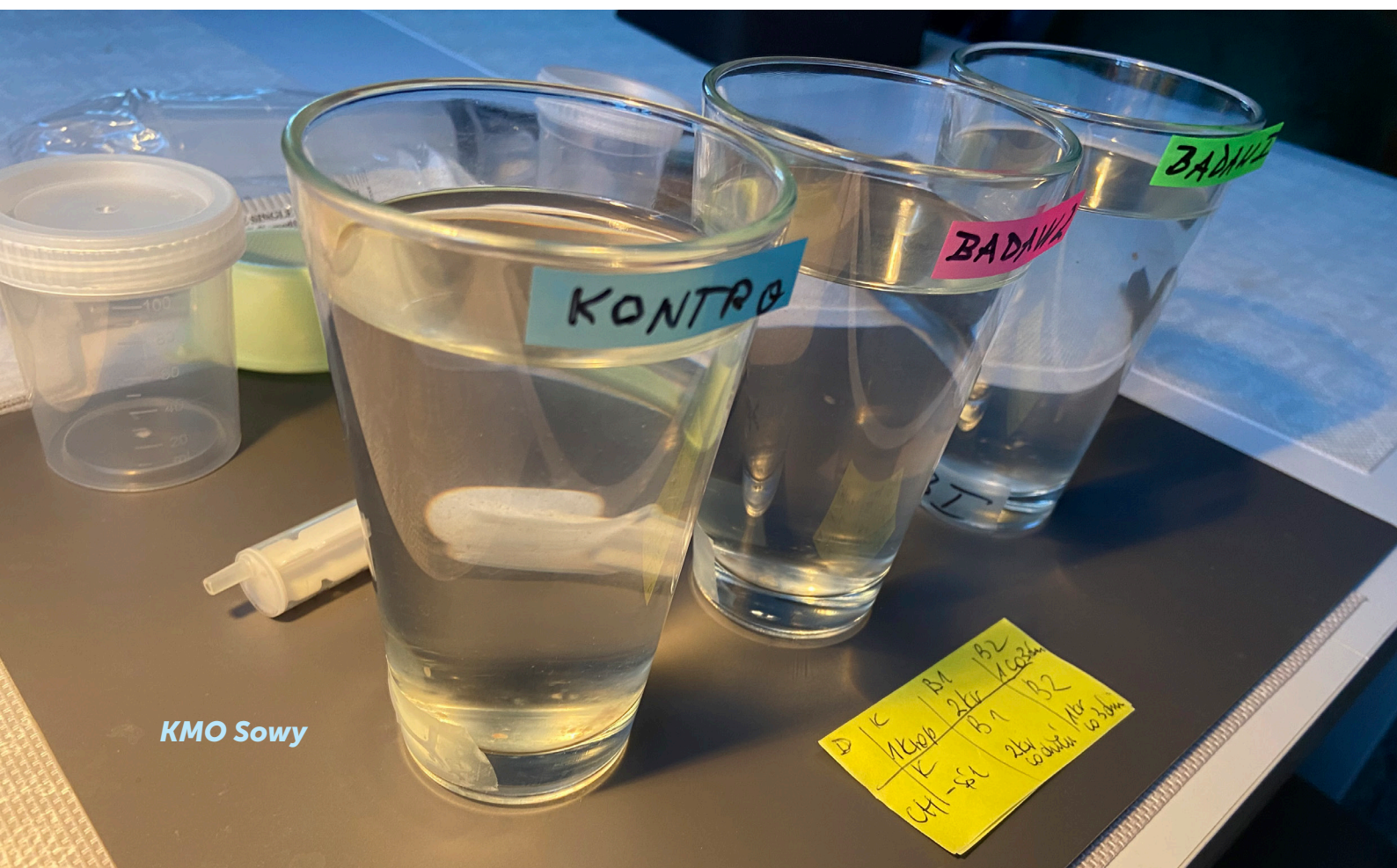
Uczestnicy i uczestniczki zwrócili uwagę, że w trakcie badania wpływu określonego czynnika na zachowanie rozwielitek (np. cukru lub barwnika spożywczego) **ważne jest, aby każdy z eksperymentatorów postępował w ten sam sposób** i korzystał z produktów tych samych producentów.

Podejście to zastosował jeden z KMO, który badał wpływ barwnika spożywczego na rozwielitki. Opiekunka klubu przygotowała jeden roztwór barwnika, który następnie rozdała wszystkim klubowiczom i klubowiczkom. Dzięki temu ograniczony został potencjalny wpływ różnic w składzie barwników różnych marek na ostatecznie otrzymane wyniki.

Oczywiście należy mieć świadomość, że żaden badacz czy badaczka nie jest w stanie przewidzieć wszystkich zmiennych niezależnych, które mogą ob-

jawić się w trakcie wykonywania eksperymentów. Dlatego tym bardziej istotna jest świadomość oraz **skrupulatne dokumentowanie doświadczeń** (o czym będzie w dalszej części tekstu).

Ostatnim ważnym elementem w planowaniu doświadczenia jest **dobranie rozwielitek w odpowiednim stadium rozwoju**. Jest to szczególnie istotne, jeżeli uczestnicy za badany parametr przyjmą rozmnażanie się zwierząt. Do badań należy wybierać zwierzęta, których rozmiar jest zbliżony i unikać doboru osobników, które są wyraźnie większe od pozostałych, ponieważ mogą być blisko rozmnożenia się. W takiej sytuacji, jeżeli badanie dotyczy wpływu określonego czynnika na rozmnażanie się rozwielitek, pojawienie się młodych może znacząco zaburzyć otrzymany wynik i doprowadzić do wyciągnięcia błędnych wniosków.



Etap 4. Realizacja eksperymentu i zbieranie danych

Gdy postawimy pytanie badawcze, sformułujemy hipotezę oraz opracujemy plan badawczy, następuje etap, na który czeka każdy badacz i badaczka – realizacja eksperymentu oraz zbieranie danych. Realizacja eksperymentu w zdecydowanej mierze polega na skrupulatnym podążaniu za planem badawczym (dlatego tak istotne jest dokładne jego opisanie). Należy jednak pamiętać, że w trakcie eksperymentowania mogą pojawić się czynniki (zmienne niezależne), na które nie mamy wpływu. Tak jak już wcześniej podkreślaliśmy, wystąpienie każdej zmiennej niezależnej należy odnotować w trakcie prowadzenia eksperymentu i uwzględnić w późniejszych analizach.

W tym miejscu za przykład postużyć może prowadzenie hodowli wyjściowej na oknie przez uczestników projektu. Analogiczna sytuacja może się wydarzyć podczas prowadzenia eksperymentu. W związku z tym, że badania były realizowane na Mazowszu, pominiemy w tym miejscu różnice szerokości geograficznej. Wszyscy uczestnicy rozpoczęli hodowle trzymając je w oknach z dostępem do naturalnego

światła. Jednak po pewnym czasie część z nich zauważyła niepokojące objawy, w tym zmniejszenie żywotności hodowli. Jedną z hipotez postawionych przez uczestników było negatywne oddziaływanie na hodowlę intensywnego światła słonecznego, które padało bezpośrednio na zbiornik. Problem nie pojawił się u osób, u których przez okno nie wpadało bezpośrednio światło słoneczne. W takiej sytuacji istotne jest, aby uwzględnić w czasie opracowania wyników konkretne miejsce i warunki, jakie panowały w trakcie hodowli i prowadzenia eksperymentu.

Podczas realizacji eksperymentów uczestnicy i uczestniczki pozyskiwali dane, takie jak liczba rozwielitek, opis położenia rozwielitek w naczyniu, zdjęcia dokumentujące wygląd pojedynczych osobników czy nagrania pokazujące prędkość poruszania się. Aby zgromadzić dane, prowadzili bezpośrednie obserwacje. Korzystali z kamer w telefonach oraz mikroskopów cyfrowych, żeby nagrywać zachowania rozwielitek, zmianę ich barwy lub ewentualne zmiany w budowie ich ciała w efekcie działania różnych czynników.



Ania i Lilly



KMO Nowe Miasto

Etap 5. Analiza danych

Każde doświadczenie naukowe, w czasie którego prowadzone i dokumentowane są obserwacje, prowadzi do powstania zbioru danych, które należy poddać dokładnej analizie. Dopiero uważne przestudiowanie wyników pozwala na wyciągnięcie wniosków płynących z przeprowadzonych badań i ostatecznie umożliwia podjęcie decyzji, czy postawiona hipoteza okazała się fałszywa czy prawdziwa.

Każdy wynik niesie ze sobą wartość, jednak należy zachować ostrożność w przypadku wyników pojedynczych doświadczeń. **Aby zwiększyć prawdopodobieństwo prawidłowego wyniku, należy powtórzyć doświadczenie kilkakrotnie.** Każde kolejne powtórzenie eksperymentu i otrzymanie takiego samego lub zbliżonego wyniku zwiększa jego „siłę statystyczną”. Oznacza to, że im dłużej otrzymujemy ten sam wynik, tym większe jest prawdopodobieństwo, że obserwowane zjawisko jest prawdziwe, a nie jest rezultatem przypadku lub błędu badacza. Zebranie kilku wyników pochodzących z eksperymentów przeprowadzonych przez różnych badaczy pozwala również na wychwycenie, czy któryś z otrzymanych wyników znacząco odbiega od pozostałych. Taka sytuacja może sugerować, że w procesie badawczym mógł zostać popełniony błąd i konkretny badacz może podjąć próbę powtórzenia doświadczenia i poddania weryfikacji swoich dotychczasowych działań.

W naszym projekcie edukacyjnym realizowanym zdalnie przeprowadzenie kilku czy kilkunastu powtórzeń danego eksperymentu przez pojedynczego uczestnika czy uczestniczkę byłoby trudne do uzyskania. Jednak dzięki samodzielnej realizacji badań przez każdego klubowicza i klubowiczkę mogliśmy uzyskać więcej

wyników dla danego eksperymentu, oczywiście pamiętając o zachowaniu tych samych warunków jego prowadzenia. Dobrym przykładem jest poszukiwanie odpowiedzi na pytanie o wpływ ilości pokarmu na żywotność rozwielitek, które zostało postawione przez kilka klubów. Ograniczenie liczby pytań badawczych w danym klubie do jednego lub dwóch na początku projektu pozwoliło na zaangażowanie większej liczby osób w poszukiwanie odpowiedzi na dane pytanie. Stworzyło również przestrzeń do wymiany spostrzeżeń oraz uwag dotyczących wykonywanych doświadczeń w obrębie klubu.

Wyniki otrzymane przez indywidualnych klubowiczów i klubowiczki mogą zostać następnie zebrane w jeden zbiór, przedyskutowane wewnątrz KMO i stanowić podstawę do wspólnego wyciągnięcia wniosków.

Etap 6. Wyciąganie wniosków

Bardzo ważne jest, aby poświęcić odpowiednio dużo uwagi na wnioskowanie na podstawie wyników otrzymanych w prowadzonych przez klubowiczów eksperymentach. **Dopiero po dokładnej analizie danych jesteśmy w stanie wyciągnąć wnioski, czy postawione przez nas hipotezy badawcze potwierdziły się w badaniach, czy okazały się fałszywe.** W większości klubów biorących udział w projekcie, hipotezy okazały się fałszywe. Część z klubowiczów została przez to dodatkowo zmotywowana, aby zmodyfikować wcześniejsze hipotezy i kontynuować swoje badania z wykorzystaniem rozwielitek.

Etap wnioskowania jest również istotny z innego powodu. **Dużo uwagi należy poświęcić, aby wnioski były**

odpowiednio sformułowane. Dobrym przykładem jest tutaj pytanie badawcze dotyczące wpływu cukru na żywotność rozwielitek (jedna z hipotez brzmiała: „Cukier nie zaszkodzi rozwielitkom”). W efekcie prowadzonych badań cała hodowla eksperymentalna została uśmiercona, natomiast klub wyciągnął wniosek, że cukier ma negatywny wpływ na żywotność rozwielitek. Okazało się jednak, że badacze dodawali do hodowli bardzo dużo cukru. Dopiero podczas dyskusji wyników klubowicze i klubowiczki uświadomili sobie, na czym polegał błąd ich wnioskowania i zmienili swój wniosek („5 g cukru w 0,5 l hodowli rozwielitek ma negatywny wpływ na żywotność rozwielitek”) oraz wyciągnęli kolejny, że powinni przeprowadzić badania ponownie, tylko z mniejszą ilością cukru.



Etap 7. Prezentacja wyników oraz dyskusja

Ten etap metody badawczej jest niezwykle istotny przede wszystkim ze względu na możliwość skonfrontowania otrzymanych wyników oraz wyciągniętych wniosków z badaczami, którzy prowadzili lub chcieliby przeprowadzić podobne badania w swoich warunkach. Istnieje wiele sposobów, aby komunikować wyniki swoich badań. Najpopularniejsze z nich to prezentacja z wykorzystaniem slajdów, plakat naukowy (poster) oraz prezentacja *flash* – bardzo krótka prezentacja, uwzględniająca jedynie najważniejsze informacje i wyniki związane z projektem. Opisy poszczególnych form prezentacji znajdują się w „Aneksie”.

W naszym projekcie zdecydowaliśmy się postawić na ostatnią formę prezentacji. Zwieńczeniem projektu „Oko w oko z rozwielitką” było spotkanie finałowe online wszystkich KMO uczestniczących w projekcie.

Kluby, wspierając się prezentacjami bądź nie, przedstawiły wyniki oraz wnioski pochodzące ze swoich badań. To minisymposium pozwoliło uczestnikom na zaprezentowanie swojej pracy „na zewnątrz” oraz stworzyło platformę do swobodnej wymiany opinii, obserwacji. Było okazją do otwartej dyskusji nad badaniami, zwłaszcza dla klubowiczów i klubowiczek zajmujących się podobnym pytaniem badawczym, np. prezentacje dotyczące wpływu zmiany pokarmu na żywotność rozwielitek zakończyły się ożywionymi dyskusjami nad tym, jak najlepiej karmić rozwielitki.

Konfrontacja wyników z szerszym środowiskiem badaczy – podobnie jak zwiększenia liczby przeprowadzonych eksperymentów opisane w poprzednim rozdziale – pozwala na zweryfikowanie, czy nasze hipotezy były prawidłowe oraz czy nie popełniliśmy błędów na którymś z etapów realizacji projektu.



Marysia



**Korzyści
z realizacji
projektu, czyli
czego uczą się
klubowicze**

Umiejętność krytycznego myślenia

Edukacyjne projekty badawcze są jednym z narzędzi umożliwiających zrozumienie, czym jest i jak powstaje wiedza naukowa. Rozwijają także u dzieci i młodzieży umiejętność krytycznego myślenia niezbędną do radzenia sobie z wyzwaniami współczesnego świata. Uczą **oceny wiarygodności informacji, rozumienia związków przyczynowo-skutkowych, logicznego argumentowania, analizy danych i wyciągania wniosków**.

Widoczne to było np. podczas minisymposium kończącego projekt. Młodzi badacze i badaczki z pełną swobodą komentowali wyniki rówieśników: „To było zaskakujące [red. w waszym badaniu], że detergent nie wpłynął na żywotność rozwielitek”, „Podziwiam, że tak potrafiliście nagrać rozwielitki pod mikroskopem”. Dopytywali o szczegóły przeprowadzonych eksperymentów: „Chciałabym wiedzieć, jakimi barwnikami, kolorami była pobarwiona woda”. Chętnie przedstawiali własne wnioski: „Wydaje mi się, że to [red. żywotność kolonii karmionej glonami wyższa] jest spowodowane tym, że w ogóle rozwielitki w naturalnym środowisku jedzą glony, więc jest to ich pokarm naturalny (...)”. Trafnie i z przekonaniem bronili własnego przedsięwzięcia, np. w sytuacji, gdy inna klubowiczka zarzuciła, że lepsze efekty byłyby w przypadku wykorzystania glonów jako pokarmu w badaniu: „Ale my sprawdzaliśmy, jak długo one będą żyć i jak się będą rozwijały pod wpływem drożdży. To jest prosty sposób na utrzymanie ich, a też może być bardzo efektywny”.

Klubowicze potrafili również krytycznie odnieść się

do przedstawionych informacji. Podczas omawiania wyników doświadczeń klubów przez eksperta, słysząc słowa odnoszące się do prezentacji jednego z klubów: „Rozwielitki lepiej żyją w domu niż na dworze (...)”, jedna z klubowiczek zdecydowanie wtrąciła: „Ale na dworze jest gorzej, bo jest zmiana temperatury. A w domu jest dobrze, bo nie ma tych zmian temperatur (...)”.

Praca zespołowa i komunikacja

Udział w projekcie badawczym rozwija również u dzieci i młodzieży kompetencje związane ze współpracą i komunikacją. Badania są realizowane zespołowo, dzięki temu uczestnicy i uczestniczki uczą **pracy w grupie, wspólnego planowania i omawiania pracy, podziału zadań i obowiązków, dzielenia się wiedzą, dyskusowania i przedstawiania własnego zdania**.

Były osoby, które mówiły, że u mnie to jest to i tamto. Inna osoba wtedy zaznaczała, że u niej jest inaczej. A jeszcze ktoś inny mówił: „Bo Ty pewnie to zrobisz tak i tak”, na co padała odpowiedź „Nie, ja to zrobiłem tak” i uczeń pokazywał stół. Takie to były dyskusje między nimi.

Monika Kokosza, KMO Wulkany Energii

Był taki moment, że zajmowaliśmy się innym tematem na lekcji i odnosiłam się do naszego projektu. Moje dzieci z projektu rozwielitkowego wypowiadały się z pełną swobodą i znanstwem rzeczy. Uważam, że to też jest zysk – pewność tego, o czym mówią, występowanie jako eksperci.

Anna Trębska, KMO Odkrywcy natury

Samodzielność i odpowiedzialność

Praca w Klubie Młodego Odkrywcy z wykorzystaniem edukacyjnych projektów badawczych pozwala klubowiczom i klubowiczkom **usamodzielić się, poczuć sprawczość i odpowiedzialność** za własny proces uczenia się. Stwarza okazję do doświadczenia ekscytującego (aczkolwiek także trudnego i czasem przyносяcego zawód) procesu badawczego. Zwiększa świadomość swoich możliwości w poznawaniu świata i dochodzenia do wiedzy na drodze badawczej. Rezultatem realizacji projektu jest również wzmocnienie poczucia własnej wartości oraz pewności siebie. W tym przypadku istotne jest znaczące przesunięcie odpowiedzialności za zdobywanie wiedzy z edukatora w stronę ucznia.

Z jednej strony dla wielu klubowiczów projekt badawczy był czymś nowym, wobec tego ważne było poznanie metody – co się za nią kryje, jak wygląda taki proces. (...) Z drugiej strony była to też próba ich samodzielności. Musieli samodzielnie pracować, przypilnować wszystkiego itd.

Na początku trudnością była forma online. Nie mogłam jak ta kwoka siedzieć i tego pilnować. W szkole każdy by przychodził na przerwie, każdy robił swoje słoiki, a ja miałabym to pod nadzorem. Ale myślę, że dzięki temu dzieciaki nauczyły się też pewnej samodzielności, musiały być za to odpowiedzialne. Więc być może to, co dla opiekunek było trudnością, dla nich było zyskiem. (...) Czasami my

jako nauczyciele tak szybko odpowiadamy, mimo że mówi się, żeby poczekać 10 sekund. W szkole być może za dużo bym podpowiadała, a dzięki formie online to oni musieli porozmawiać, poszukać i poczytać. Ja zawsze mówiłam: „A czytałeś?”, „A czytałaś?”, „A poszukałeś w Internecie?”. Okazywało się, że oni czytali i szukali. To też było fajne.

Monika Kokosza, KMO Wulkany Energii

Rozwój zainteresowań

Opiekunki, które zrealizowały projekt w klubach, podkreślały **zainteresowanie tematem** projektu u klubowiczów, a także szersze **zaciekawienie otaczającą przyrodą**. Hodowla rozwielitek okazała się interesującym doświadczeniem także dla samych opiekunek.

Zgłosiłem się do projektu, ponieważ (...) chciałem zobaczyć, jak się żyje oko w oko z rozwielitką. Dotąd nie słyszałem nic o rozwielitkach, dlatego byłem ich bardzo ciekawy. Jak żyją? Jak wyglądają? I tym podobne.

Dlatego ten projekt okazał się dla mnie bardzo dobrym doświadczeniem. A! I miałem jeszcze fajnych współlokatorów w moim pokoju, których, muszę przyznać, będzie mi brakowało.

Klubowicz, KMO #laboratorium

Zainteresowania biologiczne się rozwinęły, potwierdziły. Nawet dziś [red. 3 tygodnie po zakończeniu projektu] dziewczynka z tego eksperymentalnego projektu podeszła do mnie i podniecona powiedziała, że będzie weterynarzem.

Anna Trębska, KMO Odkrywcy natury

Na pewno dużo dowiedziałam się o rozwielitkach. Sama nie jestem biologiem i to była dla mnie nowość, więc sama się zaangażowałam w ten projekt i w hodowlę. Zainteresowało mnie to bardzo.

Agnieszka Borysiuk,
KMO Poszukiwacze i odkrywcy

Klubowiczów **wciągnął także sam proces badawczy**, nawet jeśli początkowo nie u wszystkich wywołał entuzjazm.

Projekt rozbudził ciekawość klubowiczów, chęć przeprowadzenia go i zobaczenia wyniku. Realizowaliśmy projekt z dużymi problemami, ciężko nam było utrzymać hodowlę, a mimo przeszkód oni próbowali kolejny raz. Już kończyliśmy prace z rozwielitkami, które udało się utrzymać przy życiu, a jeden z uczniów zdecydował, że spróbuje jeszcze raz i zobaczy, co mu wyjdzie, już poza projektem.

Olga Mentlewicz, KMO Experci

Na początku, gdy się o projekcie dowiedziałem, w ogóle mnie to nie ciekawiło. Coś mi się nie podobało. Bałem się, że wyjdą z tego nowe obowiązki, a zbliżał się koniec roku, więc nie chciałem aż tak dużo robić. Gdy zaczęliśmy wypełniać tabele, zaciekawiło mnie, jak wpływa karmienie na ruchliwość, na wszystko. Na początku zajmowałem się nimi tak, że dawałem im jedzenie i nic więcej, zostawiałem je. Teraz wydaje mi się, że to był bardzo ciekawy projekt.

Klubowicz, KMO Kolumbus

Aneks

Ramowy harmonogram projektu

Etap 1 i 2	4 tygodnie	Prowadzenie hodowli głównej, obserwacja rozwielitek w środowisku wyjściowym i zbieranie informacji. Dzięki prowadzonym obserwacjom wzrasta zainteresowanie rozwielitkami jako przedmiotem badań. Klubowicze i klubowiczki uczą się uważności i systematyczności. Mają okazję rozwinąć takie cechy jak wytrwałość, ostrożność, dociekliwość. Stawianie pytań badawczych i hipotez. Proces ten jest znacznie łatwiejszy dzięki wcześniejszym obserwacjom, to w ich toku rodzą się pytania.
Etap 3	2 tygodnie	Planowanie eksperymentów.
Etap 4 i 5	3 tygodnie	Odtawianie osobników do osobnych zbiorników i prowadzenie doświadczeń. Gromadzenie danych.
Etap 6	2 tygodnie	Analiza i opracowanie otrzymanych wyników w klubie. Wyciąganie wniosków – próby odpowiedzenia na postawione wcześniej pytania badawcze.
Etap 7	1 tydzień	Przygotowanie otrzymanych wyników do prezentacji i udział w spotkaniu finałowym.

Instrukcja hodowli rozwielitek

Połowy rozwielitek	Jeśli w projekcie planowane są połowy rozwielitek, polecamy kierowanie się wskazówkami znajdującymi się w opisie projektu „Środowisko czyni zwierzę” zawartym w publikacji „Szkolne projekty badawcze. Szkoła bliżej nauki”.	
Rozwielitki kupione w sklepie akwarystycznym	Rozwielitki nabywane w sklepach akwarystycznych są sprzedawane w woreczkach. Od razu po ich otrzymaniu należy przenieść je do uprzednio przyszykowanego naczynia z odpowiednio przygotowaną wodą. Woda nie powinna pochodzić bezpośrednio z sieci wodociągowej, ale powinna być wodą odstaną przez co najmniej 7 dni (w słoiku lub otwartej butelce). Nie należy przelewać zawartości woreczka z hodowlą bezpośrednio do pojemnika, lecz przenieść zwierzęta poprzez zanurzenie woreczka i wypuszczenie ich do pojemnika hodowlanego. Przelewanie rozwielitek może skutkować gromadzeniem się powietrza pod pancerzykiem. To może spowodować unoszenie się rozwielitek na powierzchni wody, co może doprowadzić do śmierci zwierząt. W woreczku hodowlanym mogą znajdować się pancerzyki rozwielitek, które łatwo można pomylić z martwymi zwierzętami. Zjawisko to jest normalne i nie należy się tym przejmować. Przy przenoszeniu hodowli do nowego pojemnika rozwielitki potrzebują od 12 do 24 godzin, aby wrócić do normalnej żywotności. Hodowla nie powinna być trzymana na otwartym słońcu. Powinna być prowadzona w pomieszczeniu, w którym panuje stała temperatura. Wszystkie naczynia wykorzystywane w hodowli powinny być dokładnie wypłukane wodą.	WAŻNE! Nie należy stosować żadnych detergentów (płynu do zmywania, mydła itp.) do mycia naczyń hodowlanych, ponieważ może to doprowadzić do śmierci całej hodowli.
Karmienie	Rozwielitki należy karmić raz dziennie uprzednio przygotowaną zawiesiną drożdży liofilizowanych lub świeżych. W przypadku drożdży liofilizowanych w niewielkim naczyniu z odstanną wodą (np. w szklance) należy rozpuścić pół łyżeczki drożdży instant, a następnie dokładnie zamieszać, aby na dnie nie pozostały resztki drożdży. Tak przygotowaną zawiesinę można przechowywać maksymalnie dwa tygodnie w lodówce, pamiętając, że przed każdym karmieniem należy ją zamieszać. W przypadku drożdży świeżych mały kawałek rozprowadzamy w niewielkim naczyniu z odstanną wodą.	

	Hodowlę należy karmić poprzez dodanie do niej kilku kropel zawiesiny drożdży. Należy uważać, żeby nie przekarmić rozwielitek. Dodanie zbyt dużej ilości drożdży może doprowadzić do zatrzymania, a nawet śmierci całej hodowli. Karmiąc rozwielitki należy uważnie obserwować, jak zachowuje się cała hodowla oraz jaki jest stan wody. Jeżeli hodowla wykazuje niższą żywotność (np. rozwielitki poruszają się wolniej niż zazwyczaj, pływają tylko w pobliżu dna pojemnika hodowlanego), należy zmniejszyć częstotliwość karmienia. Podobnie należy zareagować w sytuacji, gdy woda hodowlana zaczyna intensywnie pachnieć drożdżami. W takiej sytuacji należy zmniejszyć częstotliwość karmienia oraz wymienić $\frac{1}{4}$ objętości wody (patrz: „Wymiana wody”). Rozwielitki można karmić także wyhodowanymi wcześniej glonami. Aby wyhodować glony, można wykorzystać mały zbiornik z wodą (np. słoik), do którego dodamy mączkę rybną lub pożywkę dla glonów. Słoik należy następnie umieścić w dobrze naświetlonym miejscu, aby ułatwić rozwój glonów. Wodę w słoiku warto stale napowietrzać.	WAŻNE! Do karmienia można wykorzystywać pipetę plastikową, którą po każdym użyciu należy porządnie wypłukać wodą.
Wymiana wody	Wodę w hodowli należy wymieniać nie częściej niż raz na półtora tygodnia. Nie można zmieniać jej zbyt często, ale nie można również dopuścić, aby stała się mętna. Nie należy wymieniać całej wody na raz, tylko około $\frac{1}{4}$ objętości hodowli. W tym celu powinniśmy stosować odstaną wodę. Należy wylewać wodę do zlewu przez sitko w taki sposób, aby wyłapać rozwielitki, które mogą wypłynąć razem z nią. W celu wymiany wody można również zastosować czerpak kuchenny, jednak jego zawartość należy za każdym razem sprawdzić na obecność rozwielitek.	WAŻNE! Nie należy stosować czerpaka wykonanego z metalu, tylko z plastiku. Czerpak nie może być myty z wykorzystaniem detergentów w czasie wykorzystywania go w procesie hodowli.
Odtławianie do doświadczeń	Każde zaplanowane doświadczenie należy prowadzić w mniejszych hodowlach badawczych. W tym celu należy przygotować mniejsze naczynia z odstaną wodą, a następnie przenieść do nich odpowiednio zaplanowaną liczbę rozwielitek. Rozwielitki mogą zostać przeniesione z wykorzystaniem drobnego sitka, niewielkiego plastikowego pojemnika lub czerpaka kuchennego.	WAŻNE! Odtławiając osobniki do grupy badanej, należy unikać kontaktu skóry badającego z wodą hodowlaną

Lista potrzebnych materiałów

Rozwielitki	2 woreczki (w przypadku zakupu w sklepie)
Stój	3 l
Siatka akwarystyczna z drobnym oczkiem	
Termometr szklany do akwarium	
Lupa szkolna	
Szalki Petriego z tworzywa	4 sztuki
Pipetki plastikowe	10 sztuk
Drożdże suszone	5 paczek 7 g na osobę

Każdy klub otrzymał 2 minimikroskopy cyfrowe na USB, które uczestnicy i uczestniczki wypożyczyli od opiekunów.

Sposoby prezentacji wyników

Wyniki projektu można przedstawić wykorzystując jeden z trzech sposobów:

prezentację	najczęściej złożoną ze slajdów, pokazującą sposób przeprowadzenia eksperymentu (metodologię), wyniki oraz wnioski, które badacz/prezentujący wyciągnął ze swoich badań;
plakat naukowy (poster)	zawierający niezbędne minimum informacji teoretycznych dotyczących projektu oraz najważniejsze wyniki otrzymane w czasie jego realizacji. Plakat musi być dobrze zaplanowany i nie przedstawiać zbyt wielu szczegółowych informacji z racji na ograniczoną przestrzeń. W tym przypadku mniej znaczy więcej;
prezentację flash	będącą niejako połączeniem dwóch pierwszych metod komunikacji naukowej. Jest to bardzo krótka prezentacja, w trakcie której przedstawiamy tylko najważniejsze informacje i wyniki związane z projektem. Może stanowić formę wyłącznie ustną, może jej towarzyszyć od jednego do trzech slajdów.

POSTER Jak zrobić to dobrze?

CO TO JEST?

- graficzna forma prezentacji
- skondensowane informacje
- wizytówka
- informacje przedstawione tak, by można zrozumieć temat bez tłumaczenia

NAJCZĘSTSZE BŁĘDY:

- za wiele „upchanych” informacji
- za dużo tekstu
- za długi tytuł pracy
- za mało ilustracji, grafik
- za mało wolnej przestrzeni między blokami tekstu a grafikami
- za mała czcionka
- za dużo detali na obrazkach / wykresach
- za mocne kolory lub ich brak
- za mocne ramki, np. dla tekstu
- za małe marginesy dla tekstów w ramach nielogiczność przestrzennej prezentacji

.....
mniej znaczy więcej
krótkie teksty
grafika lepsza niż tekst
porządek
.....

min. 0,5 cm
←→

W CZYM ROBIĆ?

Poster można robić ręcznie, bez komputera.

Jak to zrobić w PowerPoint:

projektowanie → rozmiar slajdu → niestandardowy → szerokość: 59,4 cm, wysokość 84,1 cm
potem trzeba zapisać w formacie pdf:
plik → eksportuj → utwórz plik pdf

JAK POWINIEN WYGLĄDĄĆ?

Format jak plakat – A1 lub inny możliwie duży, pionowy lub poziomy.

Czcionka prosta. Poster ma być czytelny również z daleka.

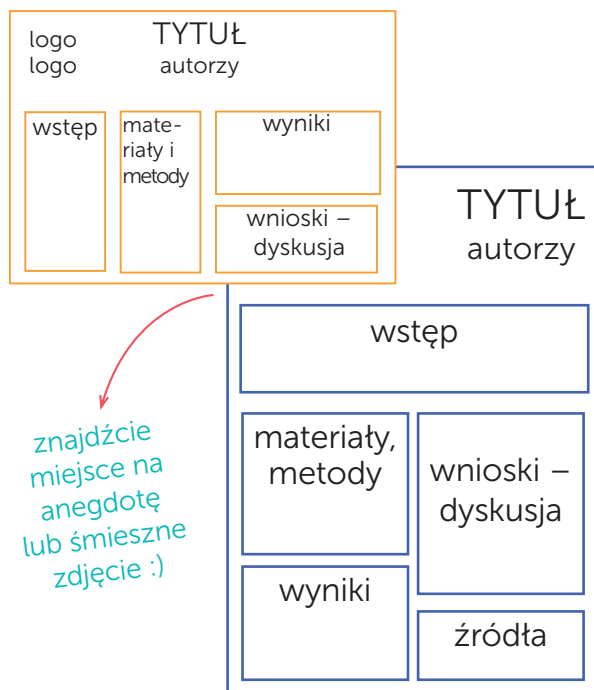
Ile tekstu? Niewiele. Bloki tekstowe nie powinny być też zbyt długie i szerokie.

Zdjęcia są konieczne! Grafiki powinny być odpowiednio duże i czytelne.

Żaden element nie powinien znajdować się bliżej krawędzi niż 0,5 cm.

Kolory – odpowiedni kontrast. Ciemne tło nie jest najlepszym pomysłem.

Język prosty, lakoniczny. Poster powinien być poprawny językowo (ortografia, interpunkcja, stylistyka).



Rys. 5. Wskazówki dotyczące tworzenia plakatów naukowych.

Źródło: „Szkolne projekty badawcze. Szkoła bliżej nauki”

Wypowiedzi opiekunek zamieszczone w publikacji zostały zarejestrowane podczas spotkań odbywających się w trakcie projektu.

Koordynatorki projektu

Sylwia Jędra, Centrum Nauki Kopernik

Joanna Olejniczak, Centrum Nauki Kopernik

Zespół redakcyjny niniejszej publikacji

Sebastian Kwiatkowski, Wydział Biologii Uniwersytetu Warszawskiego

Sylwia Jędra, Centrum Nauki Kopernik

Beata Jurkiewicz, Centrum Nauki Kopernik

Redakcja

Katarzyna Łukaszewska

Skład i oprawa graficzna

Maria Szyprzak

Publikacja „Oko w oko z rozwielitką, czyli jak zrealizować projekt badawczy w Klubie Młodego Odkrywcy” jest dostępna na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa – Użycie niekomercyjne 4.0 Międzynarodowa. Pewne prawa zastrzeżone na rzecz Centrum Nauki Kopernik. Utwór powstał w ramach Programu Klub Młodego Odkrywcy realizowanego przez Centrum Nauki Kopernik przy wykorzystaniu środków Polsko-Amerykańskiej Fundacji Wolności. Zezwala się na dowolne wykorzystanie treści – pod warunkiem zachowania niniejszej informacji, w tym informacji o stosowanej licencji, posiadanych praw oraz o Programie Klub Młodego Odkrywcy. Treść licencji jest dostępna na stronie: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.pl>

Koordynator Programu:

Partner Strategiczny Programu:

**CENTRUM
NAUKI
KOPERNIK**

POLSKO-AMERYKAŃSKA
FUNDACJA WOLNOŚCI



POLISH-AMERICAN
FREEDOM FOUNDATION

