

KWARTALNIK ISSN 1643-8779

# EDUKACJA

**BIOLOGICZNA I ŚRODOWISKOWA**

NUMER **4(48)**

ROK **2013**

## Ochrona patentowa leków

Biologia syntetyczna

Nowe narzędzia edukacji technicznej

Lekcja biologii w terenie

NAUKA

biologia, geografia, zdrowie, chemia, badania, fizyka, środowisko, przyroda

- 3 Damian Bauer, Jacek Neska, Karolina Archacka  
Część III – komórki macierzyste organizmów dorosłych
- 11 Karolina Rokosz  
Składniki spliceosomu jako cel terapii przeciwnowotworowych
- 17 Anna Miścicka  
Biologia syntetyczna – nowa gałąź biologii
- 23 Joanna Uchańska  
Ochrona patentowa produktów leczniczych – polska perspektywa

NAUKA – artykuły przede wszystkim o charakterze przeglądowym, adresowane do osób zainteresowanych naukami przyrodniczymi – dotyczą głównie zagadnień biologii i biochemii, ale mogą też obejmować problematykę pozostałych dyscyplin przyrodniczych. W naszym zamierzeniu mają zarówno dostarczyć rzetelną wiedzę, jak i skłonić do dyskusji, jakie treści i w jakiej formie warto proponować nauczycielom, by pomóc im w nauczaniu. Sprawia to, że dział ten ma charakter przede wszystkim pedagogiczny.

SZKOŁA

jak uczyć, narzędzia dydaktyczne, pomysły, scenariusze zajęć, narzędzia w internecie, jak zainteresować zadania

- 31 Katarzyna Białas, Agnieszka Cieszyńska  
ADHD – żywioł podczas lekcji przyrody
- 38 Marcin Zaród  
Fabryka edukacji. Laboratoria wytwórcze jako nowe narzędzie edukacji technicznej
- 45 Irmina Buczek, Małgorzata Musiałik, Marcin M. Chrzanowski  
Chemia bez eksperymentów?
- 52 Sebastian Pilichowski **KONSPEKT**  
Galasy – teoria w praktyce
- 58 Agnieszka Romaneczko **KONSPEKT**  
Ziemia sama się sobą zachwyca – natura w poetyckim i malarskim kalejdoskopie
- 66 Pracownia Przedmiotów Przyrodniczych IBE  
Nowe zadania PPP
- 77 Włodzimierz Natorf  
PROPOZYCJE: Plebiscyt dydaktyczny na smaczne wątki tematyczne w *przyrodzie*

SZKOŁA – artykuły lub materiały przedstawiające rozmaite źródła informacji (np. serwisy i kursy internetowe), uwarunkowania nauczania (m.in. prawne i społeczne), a także metody pracy z uczniami, konspekty i scenariusze lekcji. W każdym numerze – najnowsze zadania Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych IBE.

KRÓTKO

recenzje, wydarzenia, informacje, najnowsze odkrycia

- 81 Jak uczyć chemii?  
– Centrum Chemii w Małej Skali
- 85 Recenzja książki
- 86 Nowości ze świata nauki

W ZAŁĄCZNIKU – MATERIAŁY

szukuje się ważne wydarzenie?  
poinformuj nas o nim  
[ebis@ibe.edu.pl](mailto:ebis@ibe.edu.pl)

KRÓTKO – recenzje (książek, a nawet płyt z muzyką), zapowiedzi wydarzeń i relacje z nich, depesze o nowościach ze świata nauki oraz dyskusje i komentarze.

NAUKA

SZKOŁA

KRÓTKO

## Redakcja

Redaktor naczelny: Takao Ishikawa

Sekretarz redakcji: Marcin Trepczyński

Redaktorzy merytoryczni:

Urszula Poziomek, Jolanta Korycka-Skorupa

Kontakt z redakcją i propozycje tekstów: [ebis@ibe.edu.pl](mailto:ebis@ibe.edu.pl)

Strona internetowa: [ebis.ibe.edu.pl](http://ebis.ibe.edu.pl)

Adres redakcji: ul. Górczewska 8, 01-180 Warszawa

## Rada naukowa

przewodniczący Rady: prof. zw. dr hab. Adam Kołataj  
(Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN, Jastrzębiec),

zast. przewodniczącego: prof. dr hab. Katarzyna Potyrała  
(Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie),

a także: dr hab. Ondrej Hronec (Uniwersytet w Presowie, Słowacja),  
prof. dr hab. Daniel Raichvarg (Uniwersytet Burgundzki w Dijon,  
Francja), prof. dr hab. Valerij Rudenko (Wydział Geograficzny,  
Uniwersytet w Czerniowcach, Ukraina),  
prof. zw. dr hab. Wiesław Stawiński (emerytowany profesor  
Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie),  
dr Renata Jurkowska (Uniwersytet w Stuttgarcie, Niemcy)

Poza radą czasopismo posiada również zespoły doradcze oraz stałych recenzentów – zob. na stronie: [ebis.ibe.edu.pl](http://ebis.ibe.edu.pl)

## Wydawnictwo

Wydawca: Instytut Badań Edukacyjnych,  
ul. Górczewska 8, 01-180 Warszawa

Projekt okładki: Marcin Broniszewski

Redakcja techniczna: Elżbieta Gątarek

Skład i łamanie: Marcin Trepczyński

czasopismo punktowane: 5 punktów,  
indeksowane w bazach CEJSH i Index Copernicus

wersją referencyjną czasopisma jest wydanie elektroniczne  
opublikowane na stronie: [ebis.ibe.edu.pl](http://ebis.ibe.edu.pl)

## Od redakcji

Takao Ishikawa

Szanowni Państwo,  
w ostatniej chwili przed Świętami Bożego Narodzenia dostarczamy Państwu ostatni numer Edukacji Biologicznej i Środowiskowej w 2013 r. Ze względu na tematy, jakie znalazły się w niniejszym numerze EBiŚ, jestem pewien, że będzie on znakomitym podsumowaniem mijającego roku.

Dział NAUKA otwiera trzeci i ostatni artykuł z serii Komórki macierzyste autorów z Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego. Czytelnikom, którzy nie mieli jeszcze okazji przeczytać wcześniejszych prac z tej serii, gorąco polecam numery 2013/1 i 2013/2. Przeczytanie wszystkich trzech artykułów z pewnością wprowadzi Czytelnika w świat najnowszych odkryć z dziedziny komórek macierzystych. Innym rodzajem podsumowania jest artykuł dotyczący biologii syntetycznej. Anna Miścicka przybliży Czytelnikom ideę nowej dziedziny biologii, jaką jest biologia syntetyczna, a także podsumuje sukces tegorocznej drużyny z Warszawy, która zdobyła złoty medal na międzynarodowym konkursie biologii syntetycznej.

Dzięki artykułowi mgr. inż. Marcina Zaroda w dziale SZKOŁA, mogą Państwo zyskać nową per-

spektywę na edukację pozaformalną. W tym numerze nie zabrakło także propozycji lekcji z gotowym do wykorzystania scenariuszem. Tym razem zachęcamy Państwa do zgłębiania tematu galasów. Jeśli należą Państwo do tej części Czytelników, dla których „galasy” brzmią obco, tym bardziej zachęcam do lektury!

Jak zwykle nie zabrakło nowości ze świata nauki. Proszę więc pamiętać także o części KRÓTKO kwartalnika EBiŚ, gdzie znajdą Państwo ciekawe tematy opisane w formie krótkich artykułów.

Oddając w Państwa ręce numer 2013/4 EBiŚ, jednocześnie zwracamy się z prośbą o podzielenie się z nami wrażeniami i przemyśleniami na temat kwartalnika, żebyśmy mogli w rozpoczynającym się roku dostarczać jeszcze lepiej dopasowany do Państwa potrzeb kwartalnik EBiŚ. Zapraszamy Państwa na stronę EBiŚ w serwisie Facebook oraz do kontaktowania się z nami za pośrednictwem poczty elektronicznej: [ebis@ibe.edu.pl](mailto:ebis@ibe.edu.pl)

Życzę Państwu spokojnych i radosnych Świąt Bożego Narodzenia, a także samych pozytywnych chwil w nadchodzącym Nowym Roku. Mam nadzieję, że niejeden artykuł EBiŚ w 2014 r. zaskoczy Państwa



pozytywnie i pomoże w pracy i nauce. W tym roku szykujemy dla Państwa pewne nowości w kwartalniku. Liczę więc na to, że będą Państwo z nami również w 2014 r.

Takao Ishikawa

# Komórki macierzyste

## Część III – komórki macierzyste organizmów dorosłych

Damian Bauer, Jacek Neska, Karolina Archacka

### Streszczenie:

Komórki macierzyste obecne w dorosłych organizmach są w większości komórkami uni- lub multipotencjalnymi. Ich podstawową rolą jest udział w procesach wzrostu i regeneracji tkanek, w których się znajdują. W niniejszym artykule omówiono wybrane rodzaje komórek macierzystych występujących w dorosłych organizmach, między innymi hematopoetyczne komórki macierzyste oraz mezenchymalne komórki macierzyste. Przedstawiono także informacje na temat rzeczywistego i potencjalnego zastosowania komórek macierzystych dorosłych organizmów w nauce i medycynie. Na zakończenie porównano komórki macierzyste organizmów dorosłych z komórkami pluripotencjalnymi, omówionymi w poprzedniej części cyklu.

**Słowa kluczowe:** komórki macierzyste dorosłych organizmów, regeneracja tkanek, medycyna regeneracyjna, terapia komórkowa, unipotencja, multipotencja

otrzymano: 12.08.2013; przyjęto: 3.09.2013; opublikowano: 12.12.2013



**Damian Bauer:** Zakład Cytologii, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski; d.bauer@10g.pl



**Jacek Neska:** Zakład Cytologii, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski; archont7@gmail.com



**dr Karolina Archacka:** Zakład Cytologii, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski; kczaja@biol.uw.edu.pl

### Wstęp

W drugiej części materiału na temat komórek macierzystych (*Komórki macierzyste. Część II – pluripotencjalne komórki macierzyste*. EBiŚ 2/2013) przedstawiona została charakterystyka pluripotencjalnych komórek macierzystych, do których należą między innymi zarodkowe komórki macierzyste (komórki ES, ang. *embryonic stem cells*) oraz indukowane pluripotencjalne komórki macierzyste (komórki iPS, ang. *induced pluripotent stem cells*). Niniejszy artykuł, zamykający cykl poświęcony komórkom macierzystym, dotyczy komórek macierzystych obecnych w dorosłych organizmach. W porównaniu z pluripotencjalnymi komórkami macierzystymi, zdolnymi do różnicowania we wszystkie rodzaje komórek i tkanek budujących organizm ssaka, komórki macierzyste obecne w dorosłych organizmach wykazują znacznie mniejszy potencjał do różnicowania,

### Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

#### Biologia – IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony:

treści nauczania VI.8.6 oraz VI.8.8 – Uczeń przedstawia sposoby i cele otrzymywania komórek macierzystych oraz dyskutuje problemy etyczne związane z rozwojem inżynierii genetycznej i biotechnologii, w tym przedstawia kontrowersje towarzyszące badaniom nad klonowaniem terapeutycznym człowieka i formułuje własną opinię na ten temat.

Artykuł powstał podczas realizacji projektu „Modification of myogenic potential of pluripotent stem cells – the role of sonic hedgehog and interleukin 4” realizowanego w ramach programu POMOST Fundacji na rzecz Nauki Polskiej współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

tn. są multi- lub unipotencjalne. Warto przypomnieć, że komórki multipotencjalne są zdolne do przekształcania się w kilka rodzajów wyspecjalizowanych komórek, natomiast komórki unipotencjalne najczęściej różnicują tylko w jeden rodzaj komórek, charakterystyczny dla danej tkanki. Z tego powodu unipotencjalne komórki macierzyste dorosłych organizmów są często określane w literaturze jako ukierunkowane tkankowo komórki macierzyste.

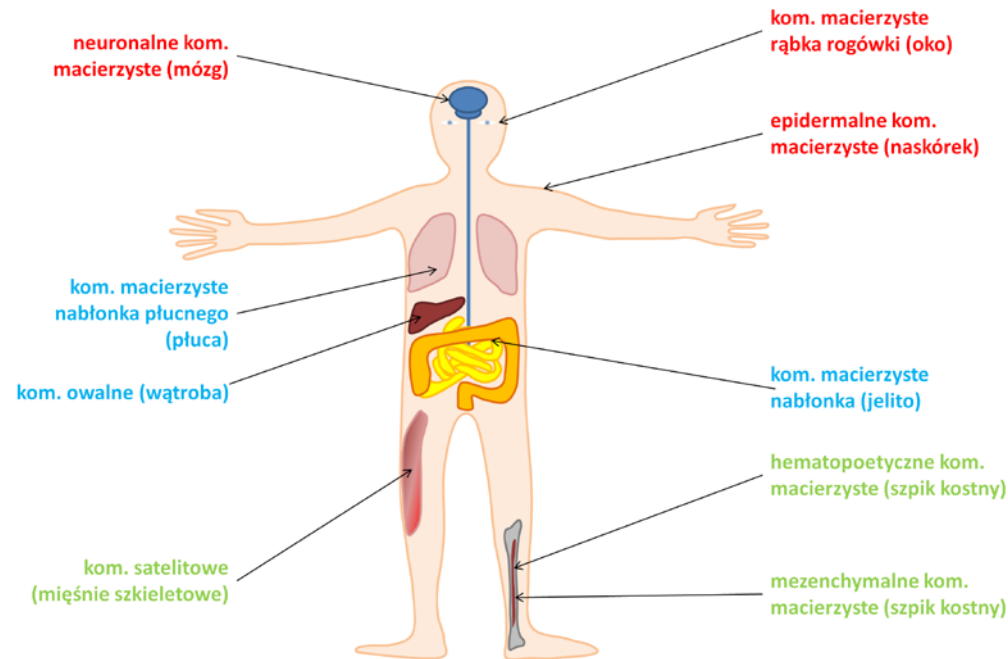
### W jakich tkankach dorosłych organizmów obecne są komórki macierzyste?

W pierwszym artykule dotyczącym komórek macierzystych (*Komórki macierzyste. Część I – wprowadzenie*. EBiŚ 1/2013) wspomniano, że komórki te występują w wielu tkankach i narządach dorosłych organizmów. Przykładowo, u człowieka znaleziono je między innymi w szpiku kostnym, mięśniach szkieletowych, wątrobie, rogówce oka, naskórku oraz tkance tłuszczowej (Fraser i wsp., 2006; Mimeault i wsp., 2007) (**ryc. 1**). Podstawową rolą komórek macierzystych organizmów dorosłych jest udział w procesach wzrostu i regeneracji tkanek i narządów. Jest to możliwe dzięki ich zdolności do samoodnawiania własnej populacji oraz różnicowania w wyspecjalizowane komórki, budujące daną tkankę lub narząd (**ryc. 2**). Wiele informacji na temat właściwości komórek macierzystych dorosłych organizmów uzyskano dzięki doświadczeniom z wykorzystaniem komórek i tkanek pochodzenia zwierzęcego. Wiadomo, że niektóre komórki macierzyste, np. te, obecne w jelicie i szpiku kostnym, dzielą się regularnie. Dzięki temu powstają nowe komórki, które zastępują te naturalnie obumierające w trakcie życia. Z kolei komórki macierzyste występujące w innych niszach w organizmie, np. zlokalizowane w mięśniach szkieletowych czy trzustce dzielą się tylko w specjalnych warunkach,

na przykład wtedy, gdy narząd lub tkanka, w której się znajdują ulegnie uszkodzeniu. Zazwyczaj jednak komórki te pozostają w stanie uśpienia, tzn. są nieaktywne metabolicznie i nie ulegają podziałom komórkowym (Blainpain i Simons, 2013). Komórki macierzyste mogą pozostawać w stanie uśpienia przez długi czas. Do ich „przebudzenia” (aktywacji) dochodzi najczęściej na skutek urazu tkanki/narządu, w których występują lub rozwoju choroby. Aktywowane komórki macierzyste rozpoczynają podziały komórkowe, a następnie prze-

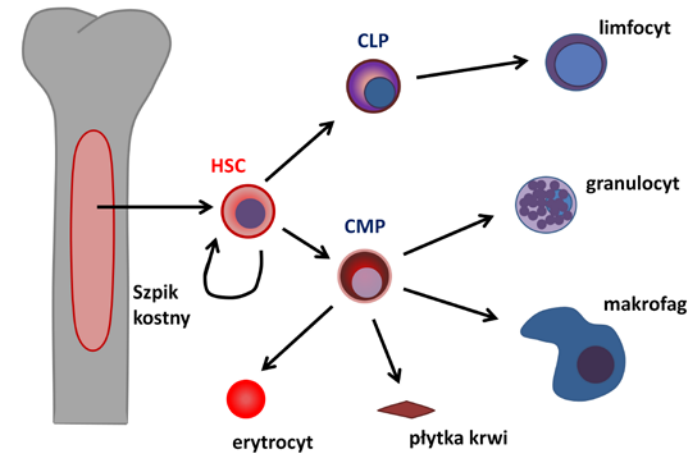
kształcają się w wyspecjalizowane komórki, niezbędne do regeneracji (odbudowy) tkanki/narządu. Mimo zdolności do samoodnawiania własnej populacji liczba komórek macierzystych obecnych w dorosłych organizmach zmniejsza się z wiekiem. W konsekwencji dochodzi do stopniowego ograniczenia zdolności do regeneracji tkanek i narządów towarzyszącemu procesowi starzenia się organizmu (Shyh-Chang i wsp., 2013). Pula komórek macierzystych występujących w danej tkance może ulec szybszemu wyczerpaniu w przypadku roz-

woju tzw. chorób degeneracyjnych. Ich przykładem są dystrofie mięśniowe – choroby genetyczne mięśni szkieletowych. U osób cierpiących na dystrofie mięśniowe obserwuje się zaburzenia w strukturze mięśni szkieletowych. Występowanie tych nieprawidłowości powoduje ciągłą aktywację komórek macierzystych mięśni szkieletowych nazywanych komórkami satelitowymi (Archacka i wsp., 2013). Proces ten prowadzi do wyczerpania populacji komórek satelitowych, a w konsekwencji – do degeneracji i zaniku mięśni szkieletowych.



Ryc. 1. Lokalizacja komórek macierzystych w organizmie człowieka

Strzałkami zaznaczono przykładowe struktury w organizmie dorosłego człowieka, w których obecne są komórki macierzyste. Kolorem czerwonym zaznaczono komórki macierzyste obecne w strukturach wywodzących się z ektodermy, niebieskim – z endodermy, a zielonym – z mezodermy.



Ryc. 2. Zarys hematopoezy w szpiku kostnym

Przykładem komórek macierzystych dorosłych organizmów są hematopoetyczne komórki macierzyste (HSC, ang. *hematopoietic stem cells*), występujące między innymi w szpiku kostnym. Komórki te są zdolne do samoodnawiania własnej populacji, tj. do tworzenia takich samych, niezróżnicowanych komórek macierzystych (czerwona strzałka). HSC mogą także przekształcić się w tzw. komórki prekursorowe (oznaczone na schemacie skrótami CMP i CLP, ang. *common myeloid progenitor* oraz *common lymphoid progenitor*; niebieska strzałka), z których powstają wyspecjalizowane komórki krwi (czarna strzałka), zróżnicowane pod względem budowy i funkcji. Należą do nich: erytrocyty (niezawierające jąder komórkowych, zdolne do transportu tlenu w organizmie), trombocyty (inaczej płytki krwi, zaangażowane w proces tworzenia się skrzepów i gojenia się ran), granulocyty (zdolne do fagocytozy, czyli pochłaniania i eliminowania obcych komórek), makrofagi (komórki żerne, odpowiedzialne za obronę organizmu przed bakteriami, grzybami i pasożytami) oraz limfocyty (odpowiedzialne za produkcję przeciwciał i obronę organizmu).

Dystrofie mięśniowe, podobnie jak wiele innych chorób degeneracyjnych, pozostają nieuleczalne. Duże nadzieje wiąże się z możliwością potencjalnego wykorzystania komórek macierzystych w terapii tych chorób. Transplantacja komórek macierzystych jest już z powodzeniem stosowana w leczeniu innych chorób. Przykładowo, wiele chorób hematologicznych takich, jak białaczki czy niedokrwistość aplastyczną można wyleczyć przeprowadzając zabieg powszechnie znany jako przeszczep szpiku kostnego (Miller i wsp., 2013). To właśnie szpik kostny był pierwszym poznanym rezerwuarem komórek macierzystych dorosłych organizmów.

### Jakie komórki zawiera szpik kostny?

Odkrycie komórek macierzystych szpiku kostnego związane jest z wydarzeniami w sierpniu 1945 roku, kiedy doszło do zbombardowania Hiroszimy i Nagasaki. U osób, które przeżyły bezpośrednią ekspozycję na promieniowanie po wybuchu bomby atomowej stwierdzono zaburzenia funkcjonowania układu krwiotwórczego prowadzące do śmierci. Badania przeprowadzone na zwierzętach laboratoryjnych, dotyczące wpływu promieniowania na funkcjonowanie organizmów, potwierdziły, że napromieniowanie całego ciała prowadzi do zaburzeń identycznych jak te, które zaobserwowano u ofiar tragicznych wydarzeń z 1945 roku. Wykazano także, że osłonięcie przed promieniowaniem pojedynczej kości udowej chroni myszy przed niewydolnością układu krwiotwórczego (Jacobsen i wsp., 1949). Później wykonane doświadczenia pozwoliły na stwierdzenie, że przeszczepienie komórek obecnych w szpiku kostnym pozwala na odbudowanie zniszczonego w wyniku napromienienia układu krwiotwórczego (Little i Storb, 2002). Dzisiaj wiadomo, że w szpiku kostnym znajdują się hematopoetyczne komórki macierzyste (HSC, ang. *hematopoietic stem cells*), odgrywające kluczową

rolę w procesie powstawania elementów morfotycznych krwi, czyli w hematopoezie. Z HSC powstają wszystkie rodzaje wyspecjalizowanych komórek krwi (zobacz ryc. 2), które – ze względu na fundamentalną rolę w organizmie, m.in. transport tlenu czy obronę organizmu – muszą być stale uzupełniane w ciągu życia. Zaburzenia w funkcjonowaniu HSC mogą prowadzić do rozwoju poważnych chorób hematologicznych, na przykład wspomnianej już niedokrwistości aplastycznej, której przejawem jest znaczne obniżenie liczby elementów morfotycznych krwi. Jednym ze sposobów leczenia tej choroby jest przeszczep HSC, które można pobrać z organizmu między innymi poprzez punkcję kości biodrowej. Zabieg ten przeprowadzany jest w znieczuleniu ogólnym i polega na wielokrotnym nakłuwaniu kości biodrowej pacjenta (Chen i wsp., 2013). Obecnie HSC coraz częściej uzyskiwane są z krwi obwodowej pacjentów, którym – na kilka dni przed pobraniem krwi – podawany jest czynnik stymulujący tworzenie kolonii granulocytów, określane skrótem G-CSF (ang. *granulocyte colony-stimulating factor*). Działanie G-CSF polega na stymulacji hematopoezy i uwolnieniu komórek ze szpiku kostnego do krwi obwodowej (Petit i wsp., 2002). Krew pacjentów, którym podany został G-CSF określa się jako mobilizowaną krew obwodową. Za pomocą specjalnego sztucznego obiegu krwi większość komórek pobranych z krwi, w tym krwinki czerwone, wraca do dawcy. Z krwi „wybierane” są tylko te komórki, w których błonie komórkowej obecne jest białko CD34, należące do rodziny białek określane skrótem CD (cluster of differentiation). Wśród wyselekcjonowanych komórek obecne są HSC, które stanowią od 5 do 20% wszystkich komórek. Po odpowiednim przygotowaniu HSC mogą zostać przeszczepione biorcy. Jeszcze innym źródłem HSC jest krew pępowinowa, którą można uzyskać w trakcie narodzin dziecka. Należy jednak zaznaczyć, że z kilkudziesięciu mililitrów krwi pępowinowej

uzyskuje się znacznie mniej HSC niż ze szpiku kostnego czy mobilizowanej krwi obwodowej dorosłego człowieka (Ballen i wsp., 2013).

HSC to nie jedyne multipotencjalne komórki macierzyste obecne w szpiku kostnym i krwi pępowinowej. Drugim ich przykładem są mezenchymalne komórki macierzyste (MSC, ang. *mesenchymal stem cells*), występujące zarówno w szpiku kostnym, jak i wielu innych niszach w organizmie, między innymi w tkance tłuszczowej (ryc. 3). MSC zostały odkryte w 1966 roku przez Friedensteina i współpracowników, którzy stwierdzili, że komórki pochodzące ze szpiku kostnego mogą tworzyć nie tylko komórki krwi, ale także komórki tkanki kostnej (osteoblasty), chrzęstnej (chondrocyty) i tłuszczowej (adipocyty) (Friedenstein i wsp., 1966). Podstawową rolą MSC obecnych w szpiku kostnym jest wydzielanie czynników tworzących odpowiednio mikrośrodowisko, w którym może zajść hematopoeza. Wiadomo także, że MSC mogą wpływać na funkcjonowanie układu odpornościowego, na przykład hamując aktywność limfocytów T i komórek NK, odpowiedzialnych za obronę organizmu (Uccelli i wsp., 2006; Chamberlain i wsp., 2007). W ostatnich latach obserwuje się wzrost zainteresowania możliwością pozyskiwania MSC z tkanki tłuszczowej i wykorzystania tych komórek między innymi do uzupełniania ubytków tkanki chrzęstnej. Ciągłe otwarta pozostaje kwestia, czy MSC pochodzące z różnych źródeł (np. szpiku kostnego i tkanki tłuszczowej) mają dokładnie te same właściwości.

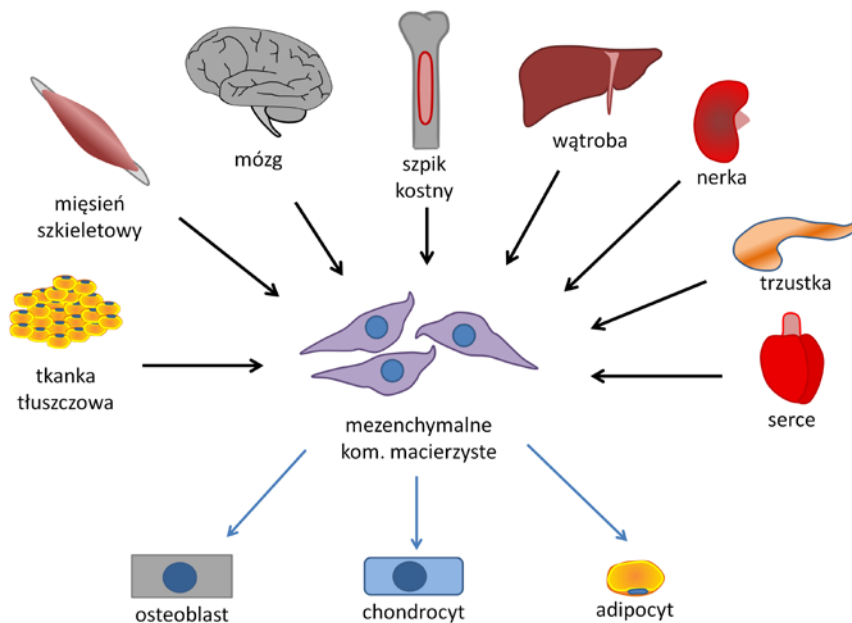
### Jakie jest zastosowanie komórek macierzystych dorosłych organizmów w medycynie?

MSC to nie jedyne komórki, z którymi związane są nadzieje na wykorzystanie w terapii różnych chorób. Mimo ogromnego postępu w medycynie podstawowym problemem nadal pozostaje niedobór narządów do

przeszczepów. Ponadto, istnieje wiele chorób degeneracyjnych, rozwijających się na skutek zaniku lub braku określonych rodzajów komórek w organizmie. Do chorób tych należą między innymi choroba Parkinsona, cukrzyca, a także wspomniane już dystrofie mięśniowe, które pozostają nieuleczalne. Jednym z proponowanych

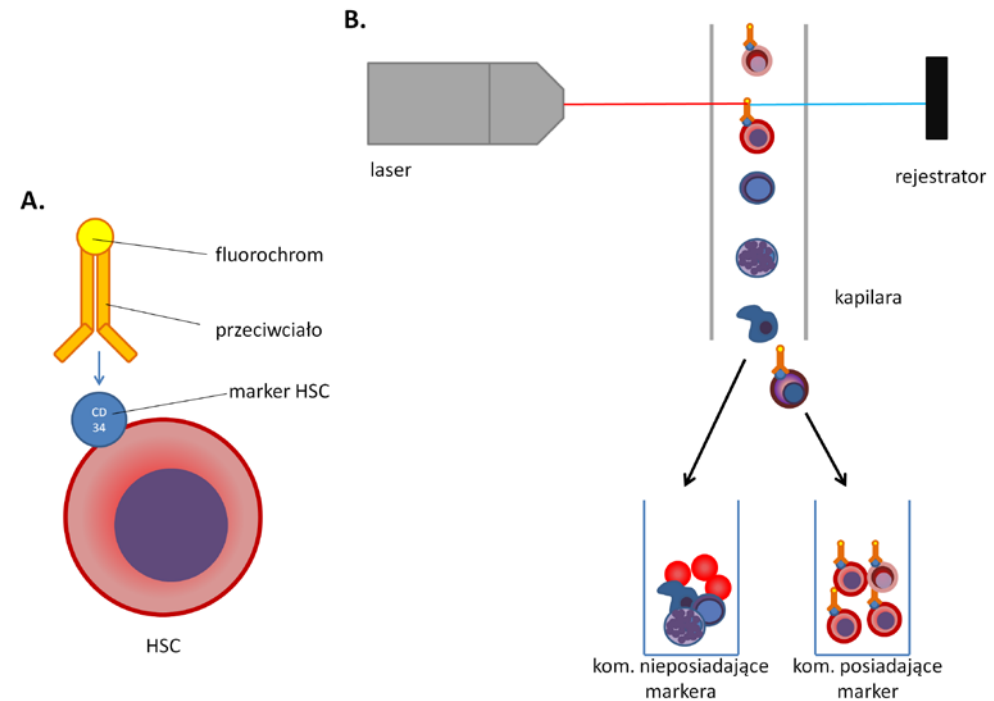
sposobów leczenia chorób degeneracyjnych jest transplantacja komórek macierzystych pochodzących z tkanek i narządów dorosłych organizmów. Strategia ta okazała się skuteczna w przypadku przeszczepów szpiku kostnego, które są z powodzeniem wykonywane od przeszło 50 lat. Pionierem tej procedury był dr Edward

Donnall Thomas (1920–2012) – amerykański lekarz i fizjolog, absolwent medycyny na Uniwersytecie Harvarda. W 1957 roku przeprowadził on pierwszy udany przeszczep szpiku kostnego, wykorzystując komórki pobrane od brata bliźniaka pacjenta. Za swoje osiągnięcia dr Thomas został uhonorowany w 1990 roku Nagro-



Ryc. 3. Występowanie mezenchymalnych komórek macierzystych w dorosłych organizmach

Niezależnie od miejsca, w którym zlokalizowane są MSC mają one zdolność do różnicowania w osteoblasty, chondrocyty i adipocyty.



Ryc. 4. Izolacja komórek macierzystych z heterogennej populacji na przykładzie HSC

Pierwsze metody pozwalające na izolację i hodowlę HSC zostały wprowadzone w latach 60. XX wieku. Techniki te są ważnym narzędziem w diagnostyce chorób hematologicznych.

A. Zawiesina komórek inkubowana jest z roztworem specyficznych przeciwciał rozpoznających białka powierzchniowe charakterystyczne dla komórek macierzystych. Przeciwciała połączone są z fluorochromami, czyli barwnikami fluorescencyjnymi, które po odpowiednim wzbudzeniu są zdolne do emitowania światła o określonej długości fali. W przykładzie przeciwciało przyłącza się do białka CD34 obecnego na powierzchni HSC.

B. Po inkubacji z przeciwciałem (przeciwciałami) zawiesina komórek przepuszczana jest przez cienkie kapilary, w których komórki przepływają jedna za drugą. Światło emitowane przez laser wzbudza fluorochromy przyłączone do przeciwciała, dzięki czemu emitują one światło o określonej długości fali. „Świecące” komórki oddzielane są od pozostałych, co pozwala na uzyskanie populacji komórek posiadających określone markery powierzchniowe, np. białko CD34.

dą Nobla w dziedzinie medycyny lub fizjologii (Storb, 2012). Według informacji podanych przez Poltransplant w 2012 roku w Polsce przeprowadzono 449 przeszczepów szpiku kostnego, zaś według danych National Marrow Donor Program (NMDP) na świecie przeprowadza się ok. 30 000 przeszczepów rocznie. Warto zaznaczyć, że nie byłoby to możliwe bez istnienia rejestrów dawców szpiku – specjalnych baz danych, w których gromadzone są informacje o osobach, które chcą pomóc innym przekazując swój szpik.

Innym przykładem udanego wykorzystania komórek macierzystych w medycynie jest przeszczepianie komórek macierzystych rąbka rogówki. W przypadku uszkodzenia rogówki spowodowanego np. działaniem kwasu czy poparzeniem gorącym opiłkiem metalu komórki macierzyste rąbka rogówki są niezbędne do jej odbudowy. Jeśli uszkodzeniu ulegnie także rąbek rogówki, rogówka nie może zostać odtworzona. Powierzchnia gałki ocznej zostaje wówczas pokryta siecią naczyń krwionośnych i tkanką łączną, co prowadzi do utraty zdolności widzenia (Singh i wsp., 2013). Pionierskie badania przeprowadzone przez zespół dr Grazielli Pelegrini wykazały, że przeszczepienie komórek macierzystych uzyskanych z rąbka rogówki nieuszkodzonego oka prowadzi do odbudowania zniszczonej rogówki (Pellegrini i wsp., 2010). Komórki do przeszczepu otrzymywane są z wycinka wielkości 1 mm<sup>2</sup> pobranego z rąbka rogówki pacjenta. Wyizolowane komórki są namnażane *in vitro*, a następnie przeszczepiane – z wykorzystaniem specjalnego żelu – do uszkodzonego oka pacjenta. Wyniki badań wskazują, że w ponad 70% przypadków zabieg ten prowadzi do trwałego odzyskania zdolności widzenia (Rama i wsp., 2010).

Pozytywne wyniki terapii z wykorzystaniem komórek macierzystych rąbka rogówki lub HSC stanowią zachętę do poszukiwania innych rodzajów komórek macierzystych o potencjalnym zastosowaniu klinicznym.

Obecnie prowadzonych jest szereg badań mających na celu określenie roli wybranych rodzajów komórek macierzystych w leczeniu np. cukrzycy czy udaru mózgu. Przykładem mogą być badania Guo i współpracowników, którzy wykazali, że wprowadzenie do MSC trzech czynników: PDX-1, NeuroD1 i MafA prowadzi do ich przekształcenia w komórki produkujące insulinę (Guo i wsp., 2012). Wykorzystane w doświadczeniu czynniki są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania komórek beta trzustki odpowiedzialnych za syntezę insuliny. Wykazano, że PDX-1 odpowiada za powstawanie i dojrzewanie komórek beta trzustki, NeuroD1 – za ich różnicowanie, zaś MafA promuje produkcję insuliny w komórkach beta trzustki (Jonsson i wsp., 1994, Kataoka i wsp., 2002, Dioum i wsp., 2011). W literaturze naukowej, a także w mediach coraz częściej pojawiają się informacje na temat wykorzystania MSC w ortopedii i chirurgii. Szerokim echem odbiło się doniesienie o pierwszym przeszczepie tchawicy „wytworzonej” w laboratorium dzięki współpracy lekarzy i naukowców z Hiszpanii, Włoch i Wielkiej Brytanii. Pacjentką była Claudia Castillo, u której gruźlica spowodowała zapadnięcie się tchawicy i oskrzeli. Zespół chirurgów pobrał tchawicę od 51-letniej dawczyni. Po odpowiednim oczyszczeniu i przygotowaniu tchawicy otrzymano „rusztowanie”, na którym umieszczono komórki wyizolowane ze szpiku kostnego Claudii Castillo. Cztery dni później dokonano przeszczepu, który zakończył się sukcesem. Obecnie planowane są badania kliniczne, które pozwolą na kompleksową i rzetelną ocenę skutków takiej terapii (Gonfiotti i wsp., 2013). Warto bowiem zaznaczyć, że mimo osiągnięcia zamierzonego efektu terapeutycznego opisany powyżej przypadek stanowi przykład terapii eksperymentalnej, czyli takiej, której skutki są jeszcze trudne do przewidzenia i która – w związku z tym – nie może być rutynowo stosowana do leczenia ludzi. Wiele cennych informacji na temat skutków transplantacji ko-

mórek macierzystych dorosłych organizmów uzyskano dzięki badaniom *in vivo*, przeprowadzonym z wykorzystaniem zwierząt laboratoryjnych. Szczególnie cenne dla tego rodzaju badań są tzw. zwierzęce modele ludzkich chorób, czyli zwierzęta, u których obserwuje się te same objawy, co u ludzi chorujących na daną chorobę. Badania z wykorzystaniem komórek zwierzęcych dostarczają także innych ważnych informacji dotyczących komórek macierzystych dorosłych organizmów, w tym sposobów ich identyfikacji, izolacji i hodowli *in vitro*. W wielu przypadkach brak odpowiednich metod stanowi podstawowe ograniczenie w opracowywaniu terapii z wykorzystaniem komórek macierzystych dorosłych organizmów.

### Co jest niezbędne do opracowania skutecznej terapii z wykorzystaniem komórek macierzystych dorosłych organizmów?

Obecność komórek macierzystych w wielu tkankach i narządach dorosłych organizmów obudziła ogromne nadzieje na opracowanie skutecznej terapii nieuleczalnych wcześniej chorób. Jednakże szybko okazało się, że droga do celu nie jest wcale prosta. Skuteczna terapia komórkowa wymaga przede wszystkim uzyskania odpowiedniej liczby komórek do przeszczepu. W wielu przypadkach jest to bardzo trudne ponieważ komórki macierzyste stanowią tylko niewielki odsetek wszystkich komórek budujących daną tkankę czy narząd. Przykładowo, tylko jedna na sto tysięcy komórek występujących w szpiku kostnym to HSC. W innych niszach w organizmie, np. w sercu czy mózgu komórki macierzyste występują jeszcze rzadziej. Kolejną kwestią jest możliwość odróżnienia „prawdziwej” komórki macierzystej od innych komórek obecnych w tkance, np. komórek prekursorowych i zróżnicowanych (zobacz ryc. 2). Najczęściej stosowaną metodą identyfikacji ko-

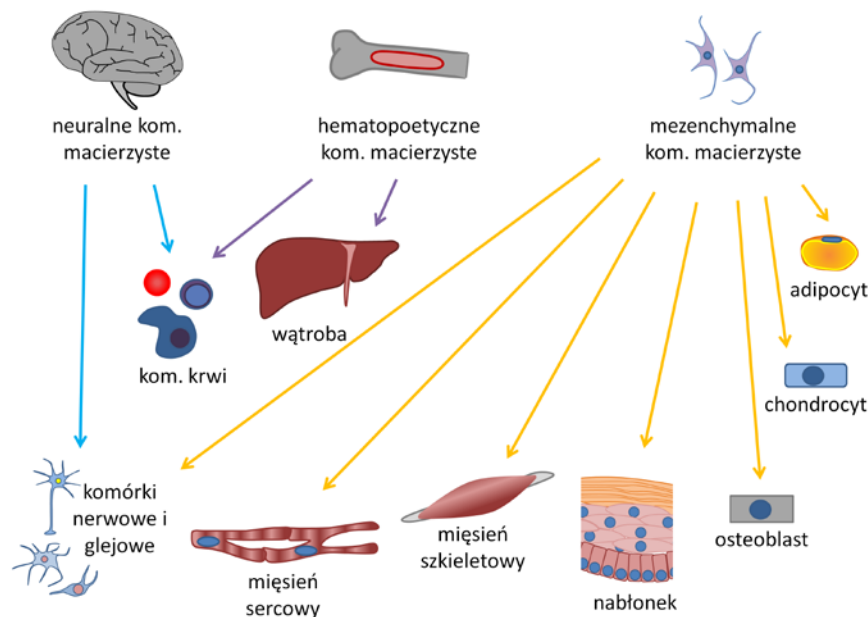


mórek macierzystych jest sprawdzenie określonych białek na ich powierzchni. Wiele komórek posiada w błonie komórkowej charakterystyczne białka, określane jako markery powierzchniowe. Przykładowo, markerem HSC jest wspomniane wcześniej białko CD34, którego odkrycie było przełomem w identyfikacji tych komórek (ryc. 4). Komórki macierzyste obecne w różnych tkankach i narządach różnią się pod względem zestawu charakterystycznych dla nich markerów powierzchniowych. Należy jednak podkreślić, że nie ma markerów idealnych, tzn. takich, które występowałyby wyłącznie w jednym rodzaju komórek. Większość markerów powierzchniowych wykrywanych jest w błonie komór-

kowej różnych komórek, co utrudnia odróżnienie tych komórek od siebie. Warto jednak pamiętać, że białka powierzchniowe nie są jedynymi markerami poszczególnych rodzajów komórek macierzystych. Znanych jest szereg czynników zlokalizowanych np. w jądrze komórkowym, których obecność jest charakterystyczna dla danego rodzaju komórek. Przykładem może być białko Oct-4 (ang. *octamer-binding transcription factor* – czynnik transkrypcyjny wiążący oktamer), które jest markerem pluripotencjalnych komórek macierzystych (Suwińska i Ciemerych, 2011) czy białko Pax 7 (ang. *paired box protein 7*), które jest charakterystyczne dla ko-

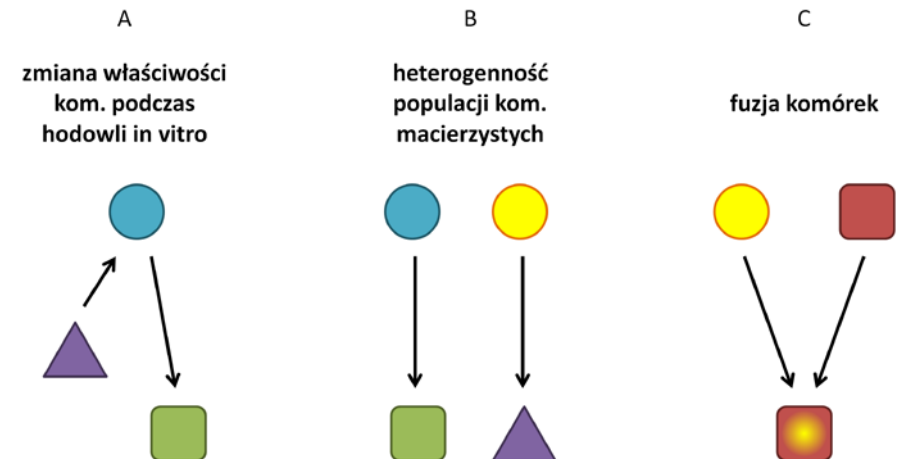
mórek macierzystych mięśni szkieletowych – komórek satelitowych (Seale i wsp., 2000).

Ponieważ liczba komórek macierzystych uzyskiwanych z tkanek dorosłych organizmów jest niewielka, uzyskanie odpowiedniej liczby komórek do transplantacji wymaga ich namnożenia *in vitro*. W odróżnieniu od pluripotencjalnych komórek macierzystych, które w trakcie hodowli *in vitro* dzielą się niezwykle szybko, w niemal nieograniczony sposób, większość komórek macierzystych wyizolowanych z tkanek dorosłych organizmów i umieszczonych w hodowli *in vitro* wykazuje ograniczoną zdolność do podziałów komórkowych. Wiadomo także, że izolacja komórek macierzystych



Ryc. 5. Plastyczność komórek macierzystych obecnych w dorosłych organizmach

Na schemacie przedstawiono wybrane rodzaje komórek macierzystych oraz komórki określonych tkanek, w które mogą się one przekształcić. Należy jednak pamiętać, że wyniki badań dotyczących potencjału do różnicowania komórek macierzystych są często sprzeczne, a ich interpretacja wymaga daleko idącej ostrożności.



Ryc. 6. Zjawiska biologiczne, które mogą leżeć u podłoża tzw. „plastyczności” komórek macierzystych

Kolorowe kształty oznaczają różne komórki o różnych właściwościach.

z mikrośrodowiska, w którym znajdują się w organizmie prowadzi do ich aktywacji, a w konsekwencji – do zmiany ich właściwości. Przykładowo, wykazano, że zdolność komórek satelitowych do odbudowy mięśni szkieletowych zmniejsza się tysiąckrotnie w przypadku ich izolacji z mięśni i hodowli *in vitro* (Montarras i wsp., 2005). Naukowcy nie ustają jednak w dążeniu do poznania mechanizmów regulujących właściwości komórek macierzystych dorosłych organizmów i ustalenia optymalnych warunków ich hodowli. Jest to niezbędne nie tylko do opracowania terapii z wykorzystaniem komórek macierzystych, ale także do prowadzenia badań naukowych, których celem jest uzyskanie informacji na temat mechanizmów rozwoju określonych chorób czy określenie wpływu leków na właściwości komórek. Warto wspomnieć o tym, że wyizolowane komórki macierzyste można zamrozić i przechowywać przez długi czas w bardzo niskiej temperaturze (ok.  $-190^{\circ}\text{C}$ ). Wiele instytucji naukowych i prywatnych, także w Polsce, oferuje usługę tzw. bankowania komórek macierzystych.

### Czy komórki macierzyste są „plastyczne”?

Najczęściej komórki macierzyste dorosłych organizmów przekształcają się w komórki tkanki, w której rezydują. Dzięki temu są one źródłem „cegielek” budujących daną tkankę czy narząd. Przykładowo, komórki satelitowe obecne w mięśniach szkieletowych różnicują w mioblasty, jednojądrowe komórki mięśniowe. W okresie pourodzeniowym komórki te włączane są do mięśni szkieletowych, co prowadzi do ich powiększenia, a tym samym umożliwia wzrost organizmu. W dojrzałych osobnikach komórki satelitowe odpowiadają za odbudowę mięśni szkieletowych w przypadku ich uszkodzenia lub rozwoju choroby.

Z procesem różnicowania komórek macierzystych w wyspecjalizowane komórki związane jest zagadnie-

nie „plastyczności” komórek macierzystych. Termin ten stał się popularny na początku XXI wieku, kiedy pojawiło się szereg doniesień wskazujących na to, że komórki macierzyste określonej tkanki mogą przekształcać się także w komórki charakterystyczne dla innej tkanki. Przykładowo, z komórek satelitowych mogłyby powstawać komórki krwi, zaś z HSC – komórki wątroby (ryc. 5). Ta właściwość komórek macierzystych została określona jako plastyczność i oznaczać miała zdolność komórek macierzystych do różnicowania w komórki innej linii niż ta, do której są one „przypisane”. Doniesienia na temat plastyczności komórek macierzystych dorosłych organizmów wzbudziły duże zainteresowanie w środowisku naukowym i medycznym, i stały się początkiem debaty na temat rzeczywistego potencjału tych komórek do różnicowania. Z czasem jednak okazało się, że obserwowane przez naukowców efekty mogą być związane z innymi niż plastyczność komórek zjawiskami biologicznymi (Wagers i Weissmann, 2004; ryc. 6). Dokładna analiza właściwości komórek hodowanych *in vitro* wykazała, że długotrwała hodowla może spowodować m.in. zmianę ekspresji genów w komórkach, a w konsekwencji zmianę ich właściwości, w tym także potencjału do różnicowania. W wyniku takiego procesu komórka, z której zwykle powstają np. mioblasty mięśni szkieletowych, może nabrać zdolności do przekształcenia się np. w czerwoną krwinkę (ryc. 6A). Innym wyjaśnieniem zjawiska „plastyczności” komórek macierzystych może być heterogenność (niejednorodność) populacji tych komórek w organizmie. Oznacza to, że w zawiesinie komórek wyizolowanych np. z mięśni szkieletowych mogą znajdować się nie tylko komórki różnicujące w mioblasty, lecz także komórki zdolne do przekształcenia się w komórki nabłonkowe czy nerwowe (ryc. 6B). Jeszcze innym, potwierdzonym doświadczalnie zjawiskiem tłumaczącym „plastyczność” komórek macierzystych jest fuzja różnych rodza-

jów komórek. Jeśli np. HSC zostaną przeszczepione do wątroby, to mogą one ulec fuzji (scaleniu, połączeniu) z komórkami wątroby. W wyniku fuzji dwóch różnych rodzajów komórek powstaje komórka hybrydowa, która może mieć właściwości obu połączonych komórek (ryc. 6C). Podsumowując, wyniki badań prowadzonych w ostatnich latach wskazują, że większość, jeśli nie wszystkie komórki macierzyste obecne w dorosłych organizmach, mają zdolność do różnicowania w jeden lub najwyżej kilka rodzajów „spokrewnionych” ze sobą typów komórek.

### Podsumowanie

Choć od momentu odkrycia pierwszych komórek macierzystych dorosłych organizmów minęło już kilkadziesiąt lat, wiedza na ich temat ciągle jest niepełna. Wiele pytań ciągle pozostaje bez odpowiedzi, np. ile jest rodzajów komórek macierzystych? W jaki sposób powstają te komórki? Jak to się dzieje, że komórki macierzyste pozostają niezróżnicowane podczas, gdy sąsiadujące z nimi komórki różnicują? Badania poświęcone tym i innym zagadnieniom dotyczącym komórek macierzystych to jeden z najszybciej rozwijających się obszarów współczesnej biologii. Na przestrzeni ostatnich lat powstał szereg czasopism poświęconych badaniom nad komórkami macierzystymi, m.in. *Stem Cells*, *Stem Cells and Development*, *Stem Cells Research* czy *Stem Cell Reviews and Reports*. Warto w tym miejscu przytoczyć dane statystyczne serwisu *PubMed*, według których liczba publikacji dotyczących komórek macierzystych stale rośnie. Należy przypomnieć, że bez względu na pochodzenie wszystkie komórki macierzyste wykazują zdolność do samoodnawiania własnej populacji i różnicowania w wyspecjalizowane komórki. Istnieje jednak wiele różnic między komórkami macierzystymi pochodzenia zarodkowego, płodowego i tymi,

które występują w organizmach dorosłych. Przykładowo, o ile możliwe jest wydajne uzyskiwanie komórek ES i ich hodowla w optymalnych warunkach, to w przypadku wielu komórek macierzystych dorosłych organizmów jest to trudne. Pozytywne efekty wybranych terapii z zastosowaniem komórek macierzystych dorosłych organizmów są jednak najlepszym dowodem na to, że warto szukać sposobów pokonania tych ograniczeń. Należy także przypomnieć, że w przeciwieństwie do komórek ES pochodzenie komórek macierzystych organizmów dorosłych nie budzi kontrowersji etycznych, a także nie wymaga stosowania modyfikacji genetycznych, jak w przypadku komórek iPS.

Wszystkie zamieszczone w artykule zdjęcia i schematy zostały wykonane przez autorów tekstu.

## Literatura

Archacka K, Kowalski K, Brzońska E. (2013). Czy komórki satelitowe są macierzyste? *Postępy Biochemii* 59(2):205-218.

Ballen KK, Gluckman E, Broxmeyer HE. (2013). Umbilical cord blood transplantation: the first 25 years and beyond. *Blood* 122(4):491-498.

Blanpain C, Simons BD. (2013). Unravelling stem cell dynamics by lineage tracing. *Nat Rev Mol Cell Biol.* 14(8):489-502.

Chamberlain G, Fox J, Ashton B, Middleton J (2007). Mesenchymal stem cells: their phenotype, differentiation capacity, immunological features and potential for homing. *Stem Cells* 25(11):2739-2749.

Chen SH, Wang TF, Yang KL. (2013). Hematopoietic stem cell donation. *Int J Hematol.* 97(4):446-455.

Dioum EM, Osborne JK, Goetsch S, Russell J, Schneider JW, Cobb MH. (2011). A small molecule differentiation inducer increases insulin production by pancreatic  $\beta$  cells. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 108(51):20713-20718.

Fraser JK, Wulur I, Alfonso Z, Hedrick MH (2006). Fat tissue: an underappreciated source of stem cells for biotechnology. *Trends in Biotechnology* 24(4):150-154.

Friedenstein AJ, Piatetzky-Shapiro II, Petrakova KV (1966). Osteogenesis in transplants of bone marrow cells. *J. Embryol. Exp Morphol.* 16, 54-56.

Gonfiotti A, Jaus MO, Barale D, Baiguera S, Comin C, Lavorini F,

Fontana G, Sibila O, Rombolà G, Jungebluth P, Macchiarini P. (2013). The first tissue-engineered airway transplantation: 5-year follow-up results. *Lancet* 6736(13); 62033-62034.

Guo QS, Zhu MY, Wang L, Fan XJ, Lu YH, Wang ZW, Zhu SJ, Wang Y, Huang Y. (2012) Combined transfection of the three transcriptional factors, PDX-1, NeuroD1, and MafA causes differentiation of bone marrow mesenchymal stem cells into insulin producing cells. *Exp Diabetes Res.* 2012:672013.

Jacobsen LO, Marks EK, Gaston EO, Zirkle RE. (1949). Effect of spleen protection on mortality following X-irradiation. *J Lab Clin Med.* 34; 1538-1543.

Jonsson J, Carlsson L, Edlund T, Edlund H. (1994) Insulin-promoter-factor 1 is required for pancreas development in mice. *Nature.* 371(6498):606-609.

Kataoka K, Han SI, Shioda S, Hirai M, Nishizawa M, Handa H. (2002) MafA is a glucose-regulated and pancreatic beta-cell-specific transcriptional activator for the insulin gene. *J Biol Chem.* 277(51):49903-49910.

Little MT, Storb R (2002). History of hematopoietic stem-cell transplantation. *Nature Reviews Cancer* 2, 231-238.

Miller PH, Knapp DJ, Eaves CJ. (2013). Heterogeneity in hematopoietic stem cell populations: implications for transplantation. *Curr Opin Hematol* 20(4):257-264.

Mimeault M, Hauke R, Batra SK. (2007). Stem cells: a revolution in therapeutics—recent advances in stem cell biology and their therapeutic applications in regenerative medicine and cancer therapies. *Clin Pharmacol Ther.* 82(3), 252-264.

Montarras D, Morgan J, Collins C, Relaix F, Zaffran S, Cumano A, Partridge T, Buckingham M. (2005) Direct isolation of satellite cells for skeletal muscle regeneration. *Science* 309(5743):2064-7.

Pellegrini G, Rama P, De Luca M. (2010) Vision from the right stem. *Trends Mol Med.* 1-7.

Petit I, Szyper-Kravitz M, Nagler A, Lahav M, Peled A, Habler L, Ponomaryov T, Taichman RS, Arenzana-Seisdedos A, Fujii N, Sandbank J, Zipori D, Lapidot T (2002). G-SCF induces stem cell mobilization by debreasing bone marrow SDF-1 and up-regulating CXCR4. *Nature immunology* 3(7):687-694

Rama P, Matuska S, Paganoni G, Spinelli A, De Luca M, Pellegrini G (2010). Limbal Stem-Cell Therapy and Long-Term Corneal Regeneration. *N Engl J Med* 363:147-155

Shyh-Chang N, Daley GQ, Cantley LC. (2013). Stem cell metabolism in tissue development and aging. *Development* 140(12):2535-2547.

Seale P, Sabourin LA, Girgis-Gabardo A, Mansouri A, Gruss P, Rudnicki MA. (2000). Pax7 is required for the specification of myogenic satellite cells. *Cell* 102(6):777-786.

Singh P, Tyagi M, Kumar Y, Gupta KK, Sharma PD. (2013). Ocular chemical injuries and their management. *Oman J Ophthalmol.* 6(2):83-86.

Storb R (2012). Edward Donnall Thomas (1920-2012). *Nature.* 491(7424):334.

Suwinska A, Ciemerych MA. (2011). Factors regulating pluripotency and differentiation in early mammalian embryos and embryo-derived stem cells. *Vitam Horm.* 87:1-37.

Uccelli A, Moretta L, Pistoia V (2006). Immunoregulatory function of mesenchymal stem cells. *Eur J Immunol* 36:2566-2573.

Wagers AJ, Weissman IL. (2004). Plasticity of adult stem cells. *Cell* 116(5): 639-648.

## Stem cells. Part III – adult stem cells

Damian Bauer, Jacek Neska, Karolina Archacka

Most of the stem cells residing in adult organisms are unipotent or multipotent. These cells play the key role in the growth and regeneration of tissues. In the present article we characterized selected types of adult stem cells, inter alia hematopoietic stem cells and mesenchymal stem cells. Next, information about current and potential use of adult stem cells in science and medicine has been discussed. Finally, we summarized information about adult stem cells and pluripotent stem cells that have been described in the previous article.

**Keywords:** adult stem cells, tissue regeneration, regenerative medicine, cell therapy, unipotency, multipotency

# Składniki spliceosomu jako cel terapii przeciwnowotworowych

Karolina Rokosz

zgodność z PP – zob. s. 16

## Streszczenie:

Splicing jest katalizowany przez spliceosom – duży kompleks białek i RNA, składający się z pięciu małych jądrowych nukleoprotein (snRNP). Rekrutacja białek do spliceosomu jest procesem dynamicznym i angażującym wiele czynników. Reakcje splicingu mogą spełniać istotną rolę podczas kancerogenezy. Nowo odkryte dwie struktury chemiczne naturalnego pochodzenia, skierowane przeciw spliceosomom, wykazały potencjał przeciwnowotworowy. Obydwie te substancje, pladienolid i spliceostatyna A wiążą się do SF3b – podjednostki U2 snRNP, kluczowego składnika spliceosomu. Ostatnie doniesienia na temat substancji skierowanych przeciw spliceosomom i wykazujących aktywność przeciwnowotworową stwarzają nowe możliwości terapeutyczne.

**Słowa kluczowe:** splicing, spliceosom, leki przeciwnowotworowe, białka SR

otrzymano: 3.09.2013; przyjęto: 23.12.2013; opublikowano: 23.12.2013



**mgr Karolina Rokosz:** absolwentka Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego; obecnie doktorantka w Instytucie Biologii Doświadczalnej im. Nenckiego Polskiej Akademii Nauk

## Wstęp

Jednym z największych problemów terapii przeciwnowotworowych jest niska skuteczność leków, której towarzyszy wysoka toksyczność wobec zdrowych komórek organizmu. Nowoczesne terapie przeciwnowotworowe w odróżnieniu od starszych działają wybiórczo na nieprawidłowo funkcjonujące komórki, oszczędzając przy tym zdrowe tkanki. W dużym uproszczeniu można stwierdzić, że choroba nowotworowa polega na utracie kontroli nad szlakami metabolicznymi w komórce, która zaczyna dzielić się w sposób niekontrolowany. Potencjalnie każdy element ciągu zdarzeń prowadzących do choroby nowotworowej może być celem dla nowoczesnej terapii onkologicznej. Dwie najważniejsze grupy obecnie stosowanych leków to przeciwciała monoklonalne oraz drobnocząsteczkowe inhibitory kinaz tyrozynowych.

Na powierzchni większości komórek nowotworowych znajdują się receptory służące komunikacji komórki z otoczeniem. Receptory mogą oddziaływać z takimi cząsteczkami jak czynniki wzrostu, a następnie przekazywać do wnętrza komórki informacje (np. o konieczności przeprowadzenia podziału komórkowego) w postaci odpowiednich substancji chemicznych. Wiedza o takim szlaku przekazywania informacji przyczyniła się do zaprojektowania przeciwciał monoklonalnych, które blokują pracę receptorów komórki rakowej i uniemożliwiają jej funkcjonowanie. Spośród wielu receptorów, które skupiły uwagę naukowców, do najlepiej poznanych należy rodzina receptorów naskórkowego czynnika wzrostu, a wśród nich EGFR (ang. *epidermal growth factor receptor*) i HER2 (ang. *human epidermal growth factor receptor 2*).

Drugi wariant leków mających zastosowanie w terapii celowanej stanowią inhibitory kinaz tyrozynowych, które często stanowią domenę wewnątrzkomórkową re-

ceptora błonowego. Taki rodzaj kinaz tyrozynowych jest niezbędny do prawidłowego funkcjonowania receptora, przede wszystkim w aktywacji białek przekazujących sygnały do wnętrza komórki. Inhibitory kinaz tyrozynowych, które blokują dostęp do miejsc wiążących ATP, uniemożliwiają przekazanie sygnału odebranego przez receptory. Działanie leków z tej grupy jest szczególnie efektywne, jeśli aktywacja kinazy tyrozynowej jest zjawiskiem dominującym w danym rodzaju guza.

Mimo, że nowe leki stanowią przełom w badaniach nad nowotworami, terapia celowana nie działa w taki sam sposób na wszystkich pacjentów. Dopiero wiedza na temat nabywania cech nowotworu przez zdrowe komórki przyczyniła się do zmiany standardów w leczeniu raka (Hamton i Sikora, 2007). Przykłady nowoczesnych terapii przeciwnowotworowych zostały opisane w tabeli 1.

## Leki skierowane przeciw spliceosomom

Stopień skomplikowania procesów molekularnych dotyczących procesów nowotworowych wpływa na mnogość badanych obecnie potencjalnych terapeutyków, a także rozwój nowych leków przeciwnowotworowych. Do niedawna badania skupiały się przede wszystkim na poziomie mutacji DNA, jednak stosunkowo niedawno opisano mechanizmy zaburzeń splicingu wywołujące kilka rodzajów raka (Ward i Cooper, 2010). Można się spodziewać, że substancje skierowane przeciw spliceosomom – pladienolid i spliceostatyna – stworzą nową klasę leków przeciwnowotworowych.

Splicing jest procesem zapewniającym ogromną różnorodność białek występujących w organizmie, mimo ograniczonej często liczby genów. Dzieje się tak dzięki temu, że geny w organizmach eukariotycznych są nieciągłe; występują w nich rejony kodujące białka (eksony) i fragmenty oddzielające je od siebie (intro-

Mechanizm działania	Charakterystyka terapeutyku
Inhibitory przekazywania sygnałów w komórce	Zakłócenie przekazywania sygnałów w komórce prowadzi do niekontrolowanych podziałów komórkowych, zahamowania apoptozy, promocji i progresji nowotworu. Ważną funkcję podczas przekazywania sygnałów spełniają białka regulatorowe o aktywności kinaz tyrozynowych. Proces przenoszenia sygnałów komórkowych składa się z wielu etapów, co daje możliwości ingerowania w jego przebieg na różnych poziomach (Paul i Mukhopadhyay, 2004).
Substancje wpływające na cykl komórkowy	Modyfikacja aktywności kinaz cyklinozależnych CDK (ang. <i>cyclin-dependent kinases</i> ) (Shapiro, 2004).
Inhibitory białek opiekuńczych	Białka opiekuńcze należące do rodziny Hsp70 (ang. <i>heat shock proteins</i> ) hamują apoptozę. Białka należące do rodziny Hsp90 oddziałują z tzw. kinazami stresowymi, których mutacje powodują nowotworzenie (Sausville i wsp., 2001).
Inhibitory proteasomu	Komórki nowotworowe mogą odznaczać się zwiększoną aktywnością proteasomu 26S, co skutkuje podwyższeniem aktywności jądrowego czynnika NF-κB. Jest on zaangażowany w produkcję białek skierowanych przeciw apoptozie, rozprzestrzenianie komórek i kontrolę cyklu komórkowego (Chauhan i wsp., 2007).
Inhibitory deacylaz histonowych	Następstwem deacetylacji białek histonowych jest zahamowanie transkrypcji na skutek skondensowania chromatyny (Karagiannis i wsp., 2010).
Inhibitory angiogenezy	Do tej grupy można zaliczyć m.in. przeciwciała skierowane przeciw ligandom VEGFR (ang. <i>vascular endothelial growth factor receptor</i> ), a także inhibitory domeny kinazowej receptora VEGFR (Tortora i wsp., 2004).
Inhibitory metaloproteinaz macierzy	Związki z tej grupy zaangażowane są w hamowanie enzymów stabilizujących macierz zewnątrzkomórkową. Efektem jest zakłócenie inwazji i przerzutów nowotworów (Low i wsp., 1996).
Inhibitory lekooporności	Utрудniają rozwinięcie się wtórnej oporności na cytostatyki. W powstawanie oporności wielolekowej (MDR; ang. <i>multidrug resistance</i> ) zaangażowana jest glikoproteina P (PGP), składnik błony komórkowej, która ma funkcję pompy usuwającej obce substancje z organizmu (w tym leki cytostatyczne). W komórkach wielu nowotworów zaobserwowano zwiększoną ekspresję MDR-1 – genu kodującego PGP (Szakács i wsp., 2006).
Przeciwciała monoklonalne	Przeciwciała skierowane przeciw antygenom nowotworowym stymulują układ odpornościowy do aktywności przeciwko komórkom nowotworowym lub bezpośrednio „kierują” terapeutyk do docelowej komórki. Do przeciwciała naprowadzającego do komórek przyłączane są cząsteczki o działaniu przeciwnowotworowym, których aktywność skupia się w miejscu docelowym (Oldham i Dillman, 2008).
Terapia genowa	Obecne badania skupiają się na naprawie defektów genowych promujących onkogenezę (zastąpienie zmutowanego genu genem prawidłowym) lub niszczenie komórek nowotworowych przez wprowadzanie do ich genomu nowych, obcych genów uczulających komórkę na określone związki (geny samobójcze) albo wywołujących zwiększoną odpowiedź immunologiczną (Węgleński, 2000).

Tabela 1. Mechanizmy działania niektórych leków przeciwnowotworowych

ny). W wyniku transkrypcji genu powstaje najpierw pre-mRNA zawierający zarówno eksony, jak i introny, lecz po splicingu (czyli tzw. złożeniu eksonów) powsta-

je dojrzała cząsteczka mRNA służąca jako matryca do syntezy białek w rybosomie, która składa się wyłącznie z eksonów. Wycinaniem intronów z cząsteczki

pre-mRNA zajmuje się kompleks składający się z białek i RNA, określane mianem spliceosomu. Ze względu na to, że błędy przy splicingu mogą powodować powstawanie białek istotnie różniących się od prawidłowych (np. z powodu przesunięcia ramki odczytu) i prowadzić do zmian nowotworowych, leki skierowane przeciwko spliceosomom mogą być dobrym celem terapeutycznym.

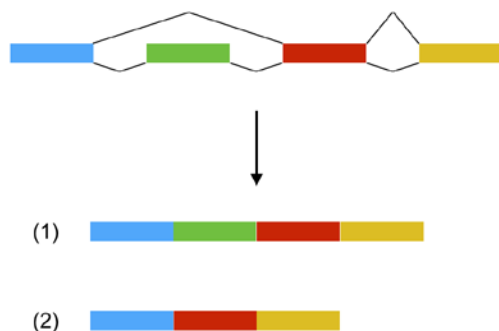
## Składniki spliceosomu

W ostatniej dekadzie ubiegłego wieku wiedza na temat organizacji splicingu poszerzyła się. Niezwykle dynamicznie rozwinęły się techniki immunocytochemiczne oraz metoda hybrydyzacji *in situ*, dzięki temu poznano jakie są wzajemne przestrzenne relacje między elementami spliceosomu. Okazało się, że makrocząsteczki biorące udział w splicingu – snRNP (ang. *small nuclear ribonucleoproteins*) i snRNA (ang. *small nuclear RNA*) – zajmują w jądrze precyzyjnie określone miejsca (Lamond i Spector, 2003). U wszystkich organizmów eukariotycznych w pre-mRNA występują stałe złącza intron-ekson. Lewe złącze łączy się z U1 snRNA, natomiast do miejsca rozgałęzienia dołącza się U2 snRNA. Poza tym swój wkład w proces wycinania intronów mają kompleksy: U4/U6 snRNA i U5 snRNA. U wszystkich eukariota splicing odbywa się podobnie; najpierw pęka wiązanie na lewym styku ekson-intron, następnie wolny koniec 5' intronu (nukleotyd G) tworzy wiązanie 2'-5' z nukleotydem A w miejscu rozgałęzienia, co prowadzi do pęknięcia wiązania na prawym styku intron-ekson. W tym samym czasie eksony ulegają połączeniu (Węgleński, 2000). Produktem splicingu jest więc dojrzała cząsteczka mRNA, która może zostać poddana translacji, czyli użyta do syntezy białek w rybosomie. Warto jednak podkreślić, że reguła ta nie zawsze obowiązuje, ponieważ istnieje zjawisko alternatywne-

go splicingu, w wyniku którego z jednego pre-mRNA mogą powstawać odmienne cząsteczki dojrzałego mRNA (ryc. 1). W ten sposób jeden rodzaj pre-mRNA (czyli także gen) może kierować syntezą różnych białek (Brown, 2009).

## Miejsce podjednostki SF3b w strukturze spliceosomu

U2 snRNP jest dołączany do kompleksu poprzez dwie podjednostki SF3a i SF3b. Przyłączanie przebiega podczas pierwszego zależnego od ATP etapu powstawania struktury, w obrębie której zachodzi splicing. Podjednostka SF3b jest zbudowana z siedmiu białek: SAP155, SAP145, SAP130, SAP49, SAP14a, SAP14b i SAP10. SF3b w sposób bezpośredni ułatwia przyłączenie kompleksu U2 poprzez związanie heterodimeru U2AF65-U2AF35 oddziałującego z końcem 3' intronu. Ten etap ma duże znaczenie podczas alter-



Ryc. 1. Splicing pre-mRNA i powstawanie dojrzałych cząsteczek mRNA

Kolorowymi kwadratami oznaczono eksony (części kodujące białko w pre-mRNA). Elementy te mogą łączyć się wszystkie razem (wariant 1.; tzw. splicing konstytutywny) lub z pominięciem jednego lub kilku z nich (wariant 2.; tzw. alternatywny splicing).

natywnego splicingu. Mimo wielu przeprowadzonych testów nie określono w sposób precyzyjny funkcji poszczególnych białek. Nadal nie wiadomo też, czy słabo związane ze sobą SF3a i SF3b działają w oderwaniu od kompleksu U2 snRNP podczas składania mRNA, czy są z nim powiązane (Rymond, 2007).

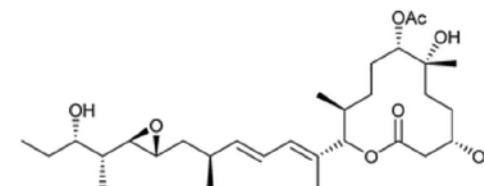
Być może dzięki nowo odkrytym substancjom, naturalnym i półsyntetycznym inhibitorom podjednostki SF3b kompleksu U2 snRNP, uda się znaleźć odpowiedź na to pytanie. Substancje te wpływają na ekspresję genów, przede wszystkim blokując proces splicingu, co skutkuje wyeksportowaniem z jądra komórkowego do cytoplazmy błędnych, potencjalnie szkodliwych cząsteczek mRNA wciąż zawierających introny. Dostrzega się w tym zjawisku szansę na jego wykorzystanie w walce z nowotworami. Warto zaznaczyć, że większość pierwotnych pre-mRNA genów eukariotycznych pozostaje w jądrze, dopóki introny nie zostaną z nich usunięte. Z tego powodu uważa się, że znacząca część chorób genetycznych człowieka, w tym wiele nowotworów, jest spowodowana zaburzeniami splicingu. Niestety pozostaje kwestią niewyjaśnioną sposób i powód występowania tych zaburzeń w komórce (Rymond, 2007).

Nowo odkryte inhibitory splicingu – pladienolid i spliceostatyna – mogą więc w znacznej mierze ułatwić badanie funkcji i mechanizmu działania spliceosomu, a nawet stanowić punkt wyjścia do stworzenia nowej klasy leków przeciwnowotworowych.

## Pladienolid

W 2004 r. odkryto siedem związków wyizolowanych z bakterii *Streptomyces platensis*, które zainteresowały badaczy ze względu na właściwości przeciwnowotworowe (Sakai i wsp., 2004). Strukturę tych związków, określaną jako pladienolidy, udało się dokładnie określić za pomocą technik NMR (ang. *nuclear mag-*

*netic resonance*). Cechą wspólną siedmiu pochodnych pladienolidu są dwunastoczłonowe pierścienie laktonu i dwanaście łańcuchów węglowych zawierających grupy epoksydowe (ryc. 2). Pladienolidy zostały odkryte w trakcie badań przesiewowych, które miały doprowadzić do identyfikacji inhibitorów czynnika wzrostu śródbłonna naczyniowego VEGF (ang. *vascular endo-*



Ryc. 2. Struktura pladienolidu-B (Alemán i Cabrera, 2013)

*thelial growth factor*), białka odpowiadającego za rozwój naczyń krwionośnych (także w guzach nowotworowych). Okazało się, że pladienolidy, hamując ekspresję VEGF, spowalniały proliferację ludzkich komórek glejaka *in vitro*. Najskuteczniejszym związkiem z tej grupy jest pladienolid B (Pla-B), który hamuje ekspresję genów z  $IC_{50}$  (ang. *half maximal inhibitory concentration*)<sup>1</sup> o wartości 1,8 nM, i proliferację komórek glejaka z  $IC_{50}$  o wartości 3,5 nM (Kotake i wsp., 2007).

Odkryto również, że pochodne pla-B, antybiotyki z grupy makrolidów, wiążą się z SAP130; zaobserwowano bowiem, że związki te gromadzą się w rejonach jądra komórkowego bogatych w snRNP, natomiast w komórkach pozbawionych składników SF3b (m.in. SAP130) nie zauważono takiej zależności. Obecność pladienolidu powodowała także akumulację niekompletnego pre-

<sup>1</sup>  $IC_{50}$  jest miarą skuteczności leku; wartość ta wskazuje, ile danego leku potrzeba do zahamowania badanego procesu biologicznego dokładnie o połowę.

-mRNA, który powstawał z powodu zaburzeń splicingu wywołanych zakłóceniami w działaniu U2 snRNP. Co ciekawe i ważne z punktu widzenia ewentualnych zastosowań terapeutycznych, wiązanie pochodnych pladienolidu do SF3b powoduje także skuteczne hamowanie wzrostu komórki (Kotake i wsp., 2007).

## Spliceostatyna

W 1996 r., naukowcy donieśli o odkryciu trzech nowych związków, różniących się jedynie podstawnikami w pierścieniu piranowym. Nazwano je FR901463, FR901464 i FR901465 (Kaida i wsp., 2007). Badania potwierdziły, że ich odpowiednio zmodyfikowane pochodne mogą mieć znaczenie w terapii przeciwnowotworowej.

Szczególne uwagę badaczy skupiła substancja określona jako FR901464, wykazująca największą aktywność biologiczną, wyizolowana z fermentującego szczepu bakterii z rodzaju *Pseudomonas* (ryc. 3). Odkryto, że FR901464 powoduje m.in. zatrzymanie cyklu komórkowego w fazie G1 lub G2/M i nie dopuszcza do podziałów komórkowych. Aby uzyskać wgląd w mechanizm stojący za zahamowaniem cyklu komórkowego przez FR901464, zbadano jego wpływ na ekspresję kilku regulatorów cyklu komórkowego w modelowych

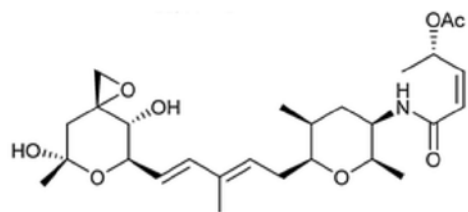
komórkach człowieka, komórkach HeLa (Kaida i wsp., 2007). W wyniku tych badań wykazano, że FR901464 hamuje ekspresję VEGF zapobiegając w ten sposób angiogenezie. Dowiedzono również, że FR901464 redukuje parakryne działanie czynnika VEGF, co oznacza, że inhibitor ten szczególnie efektywnie hamował wzrost naczyń krwionośnych w obrębie guza (Furumai i wsp., 2010).

Cytotoksyczne właściwości FR901464 w stosunku do różnych linii komórek nowotworowych człowieka znajdują odzwierciedlenie także w wydłużeniu życia myszom laboratoryjnym chorym na raka. Modyfikacja chemiczna polegająca na dołączeniu grupy metylowej do FR901464 doprowadziła do otrzymania formy o podwyższonej aktywności biologicznej, którą nazwano spliceostatyną A (SSA) i wykazano również, że zwią-

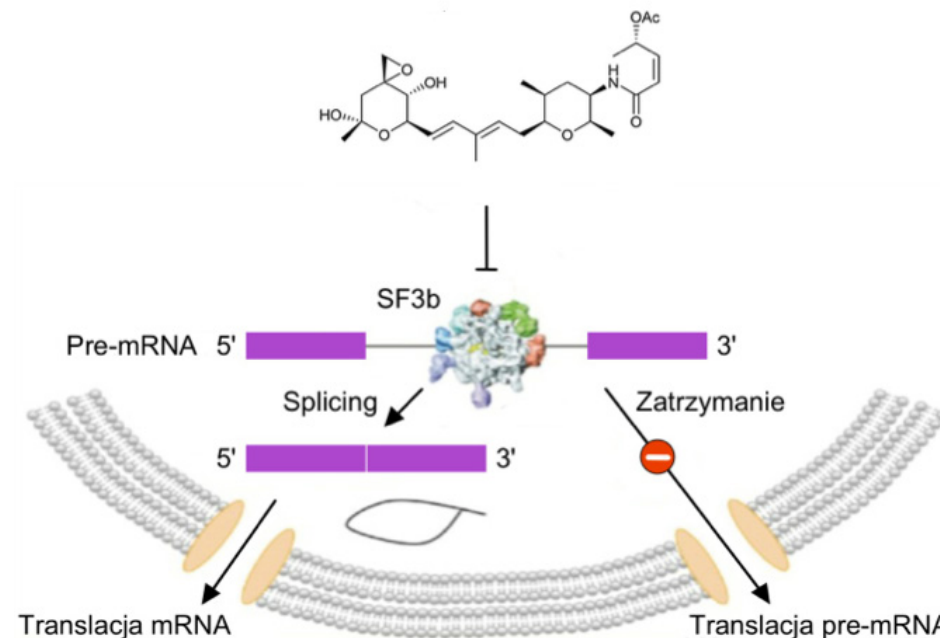
zek ten hamuje splicing zarówno *in vitro*, jak i *in vivo*. Zahamowanie splicingu może odbywać się poprzez bezpośrednie zaburzenie funkcjonowania spliceosomu lub wynikać ze zmienionej ekspresji genów czynników splicingowych (ryc. 4).

## Mechanizm hamowania splicingu przez spliceostatynę A

Badacze, szukając mechanizmu wpływającego na zahamowanie splicingu, zaobserwowali, że obecność SSA w hodowli komórek człowieka wpływała na wielkość i liczbę skupisk białek przeprowadzających splicing pre-mRNA. Skupiska te nazywane są ziarnistościami międzychromatynowymi lub, prościej z języka angielskiego, tzw. specklami. Speckle można więc



Ryc. 3. Struktura FR901464 (Alemán i Cabrera, 2013).



Ryc. 4. Mechanizm hamowania splicingu przez spliceostatynę i zatrzymanie pre-mRNA w jądrze komórkowym.

zdefiniować jako wewnętrzjądrowe struktury bogate w czynniki splicingowe. Są to bardzo dynamiczne struktury, a badania nad ich funkcją przyniosły wiele informacji na temat procesów prowadzących do prawidłowej ekspresji genów, w tym oczywiście łączenia eksonów i wycinania intronów z pre-mRNA (Lamond i Spector, 2003).

Jeśli proces splicingu jest zaburzony, w mRNA pozostaje intron, który powinien być usunięty. Takiej sytuacji towarzyszy duże prawdopodobieństwo, że w cząsteczce mRNA znajdzie się kodon *stop* (którego nie powinno być w prawidłowej cząsteczce), ponieważ kodon ten może być w intronie. Do tej pory poznano kilka systemów służących do powstrzymywania wadliwego pre-mRNA przed eksportem do cytoplazmy i translacji. Jednym z nich jest system NMD (ang. *nonsense-mediated decay*). Polega on na rozpoznawaniu i degradowaniu mRNA zawierających przedwczesny kodon *stop* (Bhuvanagiri i wsp., 2010). Jednak badania nad SSA wykazały, że mechanizm ten nie działał prawidłowo, ponieważ stwierdzono obecność nieprawidłowych mRNA zawierających introny poza jądrem komórkowym (Kaída i wsp., 2007).

W badaniach przeprowadzonych na prostym organizmie eukariotycznym, jakim są drożdże piekarnicze *Saccharomyces cerevisiae*, stwierdzono, że mutacje w czynnikach splicingowych (w tym składników kompleksu U2 snRNP) również prowadzą do nieprawidłowego przemieszczania się pre-mRNA z jądra komórkowego do cytoplazmy. Tego rodzaju międzygatunkowe porównania mogą przyczynić się do określenia innych czynników odpowiadających za nagromadzenie pre-mRNA w jądrze komórkowym ssaków. Dzięki badaniom, w których wykorzystano m.in. SSA, obecnie wiadomo, że hamowanie SF3b wyraźnie wpływa na skupianie pre-mRNA i etapy splicingu, które zależą od U2 snRNP (Rymond, 2007).

## Perspektywy zastosowania leków skierowanych przeciwko spliceosomom

Współcześnie, projektowanie i rozwój nowych leków przeciwnowotworowych jest procesem bardzo złożonym pod względem logistycznym, technicznym, ekonomicznym i prawnym. Dystans dzielący odnalezienie nowej substancji i określenie jej skuteczności terapeutycznej jest duży i wymaga ogromnych nakładów pracy i czasu. Aktualnie ważną rolę podczas badań nad lekami przeciwnowotworowymi spełnia bioinformatyka (modelowanie struktur chemicznych i mechanizmu ich działania). Poza tym stale próbuje się udoskonalać i optymalizować efektywność już poznanych cząsteczek (Walter, 2004).

Badania nad substancjami skierowanymi przeciwko spliceosomom skłaniają do postawienia kilku pytań dotyczących natury interakcji między SF3b z potencjalnym terapeutycznym i komórkowej funkcji SF3b. Na przykład, czy związki takie jak Pla-B i SSA wiążą podobne, nachodzące na siebie miejsca docelowe, czy są one od siebie oddalone lub zupełnie niezależne? Czy grupy funkcyjne potencjalnego terapeutycznego przyczyniają się do specyficzności względem wiązanego białka? Czy interakcje między substancjami występują tylko w kontekście nienaruszonego kompleksu SF3b? Czy oddziaływanie między terapeutycznym a SF3b, wpływają na składanie i stabilność kompleksu SF3b z U2 snRNP? A może oddziaływanie te bezpośrednio zaburzają wiązanie U2 snRNP z spliceosomem? Czy wszystkie substraty splicingu są równie podatne na zahamowanie?

Obecne i przyszłe badania z pewnością określą wartość terapeutyczną Pla-B i SSA w walce z rakiem. Wnioski płynące z badań prowadzonych nad różnymi gatunkami mogą okazać się przydatne podczas projektowania terapii infekcji pasożytniczych i grzybiczych. Może się bowiem okazać, że wśród różnych gatunków

istnieją zbliżone związki, które specyficznie modulują proces splicingu wybranych genów.

Cecha, która wyróżnia SSA i Pla-B na tle innych substancji hamujących proliferację guzów nowotworowych, to wybiórczy wpływ na cykl komórkowy – oba wyżej wymienione związki wstrzymują cykl komórkowy w komórkowych ssaków w fazie G1 lub G2/M. Interakcja ze spliceosomem prowadzi do zahamowania składania dojrzałego mRNA, a w konsekwencji następuje wyciek niezłożonego i nieprawidłowego mRNA z jądra komórkowego do cytoplazmy. Pierwszy z omawianych związków – SSA, wykazuje aktywność w modelach zwierzęcych raka *in vivo*, ale w stosunkowo wąskim zakresie terapeutycznym. Natomiast pochodne Pla-B przejawiają szerokie działanie terapeutyczne (Rymond, 2007).

Syntetyczna pochodna Pla-B nawet została skierowana do badań klinicznych (Lagiseti i wsp., 2008). Mimo, że w obu przypadkach – SSA i Pla-B – mechanizm, poprzez który hamowanie splicingu skutkuje wybiórczym uśmiercaniem komórek rakowych, do tej pory pozostaje niejasny, związki te mają szansę reprezentować nową klasę leków przeciwnowotworowych.

## Literatura

- Alemán J, Cabrera S (2013). Applications of asymmetric organocatalysis in medicinal chemistry. *Chem Soc Rev*. 42:774-793.
- Bhuvanagiri M, Schlitter AM, Hentze MW, Kulozik AE (2010). NMD: RNA biology meets human genetic medicine. *Biochem J*. 430:365-377.
- Brown TA (2009). *Genomy*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Chauhan D, Sindgh A, Brahmandam M, Podar K, Hideshima T, Richardson P, Munshi N, Palladino MA, Anderson KC (2007). Combination of proteasome inhibitors bortezomib and NPI-0052 trigger *in vivo* synergistic cytotoxicity in multiple myeloma. *Blood J*. 111:1654-1664.
- Furumai R, Uchida K, Komi Y, Yoneyama M, Ishigami K, Watanabe K, Kojima S, Yoshida M (2010). Spliceostatin A blocks angioge-



- nesis by inhibiting global gene expression including VEGF. *Cancer Sci.* 101:2483-2489.
- Hamton GM, Sikora K (2007). Genomics in cancer drug discovery and development. *Advances in Cancer Research*, Academic Press.
- Kaida D, Motoyoshi H, Tashiro E, Nojima T, Hagiwara M, Ishigami K, Watanabe H, Kitahara T, Yoshida T, Nakajima H, Tani T, Horinouchi S, Yoshida M (2007). Spliceostatin A targets SF3b and inhibits both splicing and nuclear retention of pre-mRNA. *Nature Chem. Biol.* 3:576-583.
- Karagiannis TC, Lin AJE, Ververis K, Chang L, Tang M M, Okabe J, El-Osta A (2010). Trichostatin A accentuates doxorubicin-induced hypertrophy in cardiac myocytes. *Aging.* 2:659-668.
- Kotake Y, Sagane K, Owa T, Mimori-Kiyosue Y, Shimizu H, Uesugi M, Ishihama Y, Iwata M, Mizui Y (2007) Splicing factor SF3b as a target of the antitumor natural product pladienolide. *Nature Chem Biol.* 3:570-575.
- Lagiseti C, Pourpak A, Jiang Q, Cui X, Goronga T, Morris SW, Webb TR (2008) Antitumor compounds based on a natural product consensus pharmacophore. *J Med Chem.* 51:6220-6224.
- Lamond AI, Spector DJ (2003) Nuclear speckles: a model for nuclear organelles. *Nat Rev Mol Cell Biol.* 4:605-612.
- Low JA, Johnson MD, Bone EA, Dickson RB (1996). The matrix metalloproteinase inhibitor batimastat (BB-94) retards human breast cancer solid tumor growth but not ascites formation in nude mice. *Clin Cancer Res.* 2:1207-1214.
- Oldham RK, Dillman RO (2008). Monoclonal antibodies in cancer therapy: 25 years of progress. *J Clin Oncol.* 26:1774-1777.
- Paul MK, Mukhopadhyay AK (2004). Tyrosine kinase – role and significance in cancer. *Int J Med Sci.* 1:101-115.
- Rymond B (2007). Targeting the spliceosome. *Nature Chem Biol.* 3:533-535.
- Sakai T, Sameshima T, Matsufuji M, Kawamura N, Dobashi K, Mizui Y (2004) Pladienolides, new substances from culture of *Streptomyces platensis* Mer-11107. I. Taxonomy, fermentation, isolation and screening. *J Antibiotics.* 57:173-179.
- Sausville EA, Johnson JI, Cragg GM, Decker S (2001). Cancer drug discovery and development: new paradigms for a new millennium. ACS Symposium series.
- Shapiro GI (2006). Cyclin-dependent kinase pathways as targets for cancer treatment. *J Clin Oncol.* 24:1770-1783.
- Szakács G, Paterson JK, Ludwig JA, Booth-Genthe C, Gottesman MM (2006). Targeting multidrug resistance in cancer. *Nat Rev Drug Dis.* 5:219-234.
- Tortora G, Melisi D, Ciardiello F (2004). Angiogenesis: a target for cancer therapy. *Curr Pharm Des.* 10:11-26.
- Ward AJ, Cooper TA (2000). Pathobiology of splicing. *J Pathol.* 220:152-163.
- Węgleński P (2000). Genetyka molekularna. Wydawnictwo Nauko-

we PWN, Warszawa.

Zahler AM, Neugebauer KM, Lane WS, Roth MB (1993). Distinct functions of SR proteins in alternative pre-mRNA splicing. *Science* 260:219-222.

### Components of spliceosomes as a target of anti-cancer therapy

Karolina Rokosz

Splicing is catalyzed by the spliceosome, which is a large RNA-protein complex composed of five small nuclear ribonucleoproteins (snRNP). Spliceosome assembly is a highly dynamic process in which a number of factors is involved. Splicing reactions may play a vital role in cancerogenesis. Recently, two chemically different microbial natural products with cancer cell inhibiting potential were found to target the spliceosome. Both compounds, the pladienolide derivatives and spliceostatin A appear to bind to SF3b, a subcomplex of U2 snRNP, which is an essential part of spliceosome. The recent discovery that the spliceosome is a target for novel compounds with anti-cancer activity opens up new therapeutic avenues.

**Key words:** splicing, spliceosom, leki przeciwnowotworowe, białka SR

### Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

#### Biologia – IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony:

VI. Genetyka i biotechnologia

3. Informacja genetyczna i jej ekspresja. Uczeń:

2) przedstawia proces potranskrypcyjnej obróbki RNA u organizmów eukariotycznych.

# Biologia syntetyczna – nowa gałąź biologii

Anna Miścicka

zgodność z PP – zob. s. 22

## Streszczenie:

Biologia syntetyczna to dziedzina nauki, zajmująca się projektowaniem i tworzeniem sztucznych układów biologicznych na podstawie już istniejących elementów w naturze. Jest to interdyscyplinarna nauka, będąca połączeniem biologii molekularnej, inżynierii genetycznej, chemii organicznej i bioinformatyki. Cechą szczególną biologii syntetycznej, wyróżniającą ją na tle dobrze znanych metod inżynierii genetycznej, jest standaryzacja elementów genetycznych, co umożliwia ich bardzo łatwe łączenie i tworzenie nowych układów biologicznych.

Ze względu na to, że biologia syntetyczna jest wciąż stosunkowo młodą dziedziną nauki, co roku organizowany jest konkurs biologii syntetycznej iGEM skierowany do studentów uczelni wyższych, który ma popularyzować biologię syntetyczną wśród młodych naukowców, promować aktywność studencką i wzbogacać rejestr standardowych części biologicznych.

**Słowa kluczowe:** biologia syntetyczna, iGEM, BioBrick

otrzymano: 3.09.2013; przyjęto: 23.12.2013; opublikowano: 23.12.2013

Liczby w nawiasach kwadratowych odnoszą się do pozycji w wykazie stron internetowych.



**Anna Miścicka:** studentka I roku studiów drugiego stopnia na kierunku biotechnologia (specjalność: biotechnologia molekularna) Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego. Członkini zespołu iGEM 2013 Team Warsaw, który zdobył złoty medal w konkursie biologii syntetycznej iGEM w 2013 r.

## Wprowadzenie

Najczęściej stosowana i najobszerniejsza definicja biologii to *nauka o życiu, jego ogólnych przejawach i właściwościach* (Wielka Encyklopedia Powszechna PWN, 1962). W ostatnich dziesięcioleciach wyodrębniły się z niej coraz to nowe dziedziny, takie jak biochemia, biofizyka, genetyka, czy biologia molekularna. Jednym z najmłodszych dzieci biologii jest biologia syntetyczna [4,7].

Biologia syntetyczna to, najogólniej mówiąc, dziedzina nauki zajmująca się projektowaniem i tworzeniem sztucznych układów biologicznych na podstawie już istniejących w naturze elementów. Szczególną cechą biologii syntetycznej jest jej interdyscyplinarny charakter, który łączy biologię molekularną, inżynierię genetyczną, chemię organiczną i bioinformatykę (Peccoud i wsp., 2012). Innymi słowy, biologia syntetyczna to nic innego, jak inżynieria, w której istotne miejsce zajmuje *projektowanie* i *konstruowanie* układów biologicznych. Biologia syntetyczna jest więc dziedziną nauki, która leży u korzeni wielu innych dyscyplin, a także wprowadza zupełnie nowy sposób myślenia do współczesnej biologii.

Celem biologii syntetycznej jest m.in. projektowanie organizmów o najmniejszych możliwych genomach, co często wiąże się z budową komórki od zera. Badacze zajmujący się biologią syntetyczną również projektują szlaki metaboliczne, tak by otrzymywać pożądane związki chemiczne w organizmach, w których nie występują one w sposób naturalny (np.  $\beta$ -karoten w ryżu). Planowane jest także stworzenie organizmów ortogonalnych o rozszerzonym kodzie genetycznym, w którym zamiast czterech rodzajów zasad azotowych występowałyby ich sześć albo dwanaście. Umożliwiłoby to zapisanie w cząsteczkach DNA znacznie większego zasobu informacji [9].



Ryc. 1. Logo iGEM (źródło: igem2013.org)

Istotną cechą biologii syntetycznej jest standaryzacja i tworzenie biblioteki tzw. BioBricków, o których więcej będzie w dalszej części artykułu [4,7,9].

Mimo, że biologia syntetyczna jest wciąż młodą dziedziną nauki, rozwija się ona bardzo prędko. Duży wkład w jej rozwój i popularyzację ma międzynarodowy konkurs biologii syntetycznej iGEM (*International Genetically Engineered Machine*) (ryc. 1) organizowany przez Instytut Technologiczny w Massachusetts (MIT) od 2003 roku. Wielu studentów pierwszy raz słyży o biologii syntetycznej w kontekście konkursu iGEM, a moja przygoda z tą dziedziną nauki również zaczęła się właśnie z tegorocznym iGEM. W niniejszym artykule chciałabym przybliżyć fascynującą, młodą dziedzinę nauki, jaką jest biologia syntetyczna.

## Rys historyczny

Termin „biologia syntetyczna” pierwszy raz został użyty przez francuskiego biologa Stéphane Leduc’a w publikacjach „*Théorie physico-chimique de la vie et générations spontanées*” (1910) i „*La Biologie Synthétique*” (1912). Jednak do powszechnego użycia wprowadził go w 1974 roku polski genetyk, Waław Szybalski, określając biologię syntetyczną jako „*pole do popisu o niczym nie ograniczonym potencjale badawczym*”, w którym „*będziemy wymyślać nowe elementy kontrol-*

ne i wprowadzać je do genomów lub tworzyć od podstaw nowe genomy” (Szybalski, 1974).

Koniec XX wieku był czasem dynamicznego rozwoju biologii molekularnej, inżynierii genetycznej i bioinformatyki, dzięki którym wizja Szybalskiego powoli stawała się rzeczywistością. Ogromny wkład w rozwój biologii syntetycznej miał amerykański biolog i przedsiębiorca Craig Venter, twórca m.in. pierwszego sztucznego organizmu zdolnego do rozmnażania się [10,12] (Lartigue i wsp., 2007; Gibson i wsp., 2008). Genom tego organizmu został od nowa poddany syntezie (na wzór najmniejszego genomu bakteryjnego, należącego do *Mycoplasma genitalium* i *M. mycoides*), po czym został wprowadzony do zupełnie innej bakterii z rodzaju *Mycoplasma*, *M. capricolum*, uprzednio pozbawionej całego materiału genetycznego. W ten sposób stworzony organizm zaczął funkcjonować według informacji zapisanej w sztucznie zsyntetyzowanym genomie. Pewną ciekawostką jest fakt, że naukowcy zakodowali w nim wszystkie litery alfabetu, swoje nazwiska, a także adres e-mail, na który należy wysłać wiadomość, w przypadku znalezienia tego fragmentu DNA w innym organizmie (Gibson i wsp., 2010). W prasie popularnej, sztuczne życie, utworzone przez Ventera i jego grupę, zostało nazwane *M. laboratorium* lub szerzej *Synthia*, chociaż sami twórcy nie nadali mu żadnej odrębnej nazwy, określając go jako organizm stworzony w wyniku wprowadzenia sztucznego genomu *M. mycoides* (ang. *M. mycoides* JCVI-syn1.0 genome) (Gibson i wsp., 2008).

Szersze zainteresowanie biologią syntetyczną w świecie naukowym zaczęło się w 2000 roku, kiedy w szanowanym czasopiśmie naukowym *Nature* opublikowano dwa artykuły o syntetycznych układach (Elo-witz i wsp., 2000; Gardner i wsp., 2000). Jednakże to w roku 2003 biologia syntetyczna weszła na dobre do środowiska naukowego. Wówczas odbyła się pierwsza

konferencja poświęcona biologii syntetycznej, pierwszy konkurs iGEM i została stworzona strona o biologii syntetycznej na Wikipedii (Peccoud i wsp., 2012).

Dawniej biologia syntetyczna była definiowana jako łączenie różnych dyscyplin badawczych w celu opisanie danego zjawiska lub systemu biologicznego („synteza” w rozumieniu „połączenia ze sobą różnych elementów”, a nie „tworzenia nowych”). Współcześnie zajmuje się tym biologia systemów, a biologia syntetyczna zdecydowanie stała się nauką o „tworzeniu nowych” form życia [7].

### Kontrowersje wokół biologii syntetycznej

Biologia syntetyczna opiera się na ingerencji w genom różnych organizmów. Praktyka ta zawsze wzbudzała kontrowersje. Krytycy biologii syntetycznej obawiają się, że sztuczne geny oraz syntetyczne organizmy przenikną do środowiska naturalnego. Wówczas mogłyby powstać na przykład patogeny odporne na konwencjonalne antybiotyki.

Ponadto część opinii publicznej wydaje się nieprzychylna biologii syntetycznej, określając ją „zabawą w Boga”. Modyfikacja układów naturalnych czy tworzenie sztucznych jest uważana przez wiele osób za nietetyczne [7,10,12].

Obawy wynikające ze specyfiki biologii syntetycznej są słuszne, lecz naukowcy od początku zdawali sobie z nich sprawę. Biolog syntetyczny dba o to, aby stworzony przez niego organizm lub jego składowe (np. fragmenty DNA) nie przedostały się do środowiska. Począwszy od prawidłowej utylizacji odpadów z laboratorium (sterylizacja przed wyrzuceniem) po wprowadzanie genów, uniemożliwiających życie poza probówką. Takim genem może być tzw. „włącznik śmierci” (*kill switch*), którego produkt białkowy (np. białko regulatorowe) włącza geny wprowadzające komórkę na drogę apoptozy, gdy

nastąpi zmiana środowiska (np. zabraknie wybranego związku chemicznego zawsze obecnego w pożywce stosowanej w laboratorium). Innym sposobem jest tworzenie organizmów auksotroficzných, które nie są w stanie przeżyć bez specyficznych związków, np. aminokwasów zawartych w pożywce. Dzięki „włącznikom śmierci” i auksotrofii *M. laboratorium* Craiga Ventera jest w stanie żyć jedynie w ściśle zdefiniowanych warunkach laboratoryjnych [4,7,12]. Nie ma więc szczególnych powodów do obawy, że nastąpi ekspansja *M. laboratorium* w środowisku naturalnym, nawet gdyby „nieuważny student” wylał ją do zlewu!

### Standaryzacja

Głównym założeniem biologii syntetycznej jest tworzenie układów, które będą miały w przyszłości zastosowanie praktyczne, ponadto będą łatwe do dalszej rozbudowy i modyfikacji. W tym właśnie celu powstał format BioBrick [3,5,6].

BioBricki są często porównywane do klocków LEGO. Są to fragmenty DNA zawierające miejsca cięcia dla enzymów restrykcyjnych na obu końcach (EcoRI, NotI oraz XbaI na końcu 5' oraz SpeI, NotI oraz PstI na końcu 3'). Taki BioBrick jest umieszczony na kolistym plazmidzie niosącym oporność na wybrany antybiotyk (najczęściej chloramfenikol, ale są również plazmidy z genem oporności na ampicylinę, kanamycynę lub tetracyklinę).

Warto podkreślić, że DNA po trawieniu enzymami XbaI oraz SpeI tworzą komplementarne końce, dzięki czemu można łatwo budować duże układy genetyczne z części składowych o wspólnym formacie, niczym ze wspomnianych wcześniej klocków (ryc. 2).

W zależności od stopnia złożoności wyróżnia się trzy rodzaje sekwencji. „Części” (*parts*) to najprostsze elementy pełniące określoną funkcję biologiczną,

np. sekwencje kodujące białka, czy obszary promotowe rozmaitych genów. Większość z nich powstała poprzez ulepszenie już istniejących elementów albo na podstawie układów występujących w naturze (Peccoud i wsp., 2012). „Urządzenia” (*devices*) zbudowane są z kilku części i pełnią zdefiniowaną przez konstruktora rolę, np. produkują białka regulujące ekspresję genów w odpowiedzi na bodziec chemiczny w środowisku. Natomiast „systemy” (*systems*) odpowiedzialne są za zadania, wpływające na cały organizm, np. zmiana profilu metabolicznego [5,6,7].

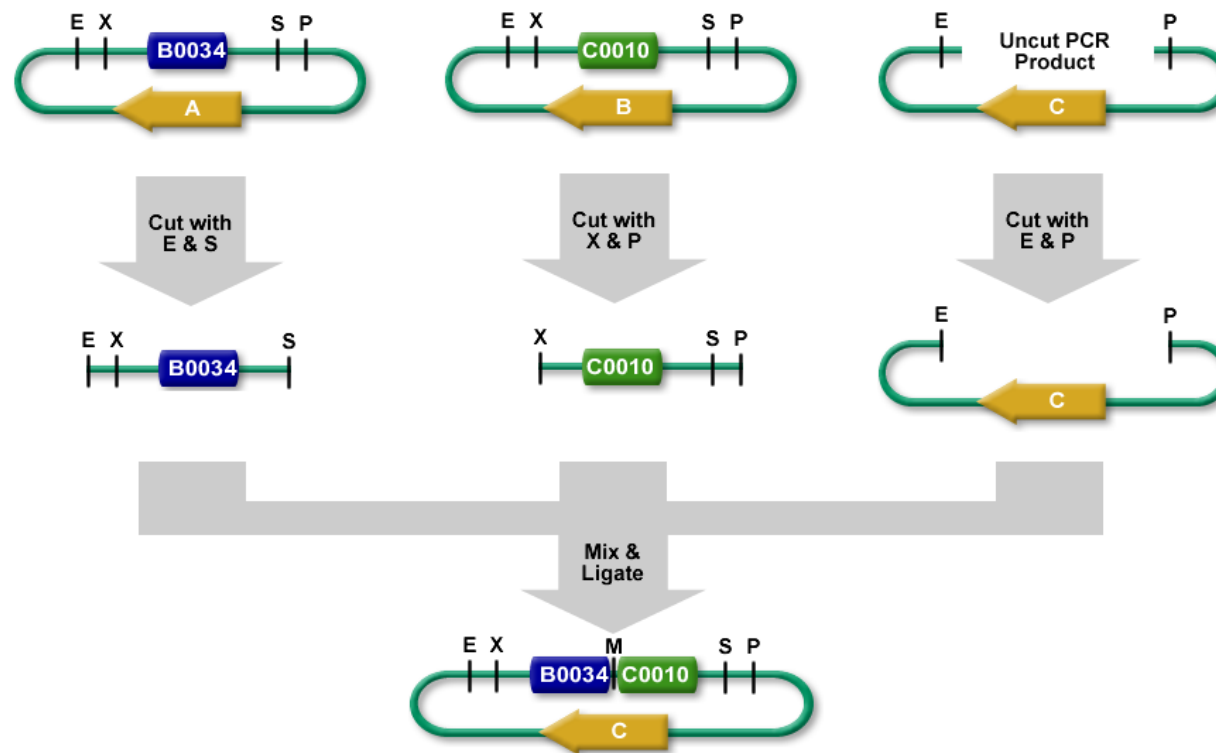
Format BioBrick został opracowany w 2003 roku przez Toma Knighta, Drewa Andyego oraz Christophera Voigta, a obecnie najbogatszą kolekcją BioBricków jest *The Registry of Standard Biological Parts* ([parts.igem.org](http://parts.igem.org)) [5], który pełni rolę także bazy danych. Dzięki temu można z łatwością sprawdzić, jakie BioBricki do tej pory zostały opracowane, a jakich wciąż brakuje. Warto zwrócić także uwagę na fakt, że większość części w rejestrze jest wystandaryzowana na organizmy prokariotyczne, głównie bakterie *E. coli* (Peccoud i wsp., 2012).

Konkurs iGEM promuje wykorzystywanie BioBricków, bowiem jednym z kryteriów medalowych dla drużyny startującej w zawodach jest wprowadzenie do rejestru nowych części lub ulepszenie istniejących BioBricków [11].

## Interdyscyplinarność – dziedziny, z których korzysta biologia syntetyczna

### Biologia molekularna

Nauka ta zajmuje się poznaniem i wytłumaczeniem procesów zachodzących w komórkach. Często stosowaną strategią w badaniach z zakresu biologii molekularnej jest usunięcie wybranego elementu, np. genu kodujące-



Ryc. 2. Klonowanie metodą 3A Assembly z wykorzystaniem plazmidów w standardzie BioBrick z opornością na trzy rodzaje antybiotyków

Część, która ma znajdować się „na początku” (np. promotor), trawiona jest za pomocą EcoRI (E) i SpeI (S), natomiast część, która ma być za nią (np. gen kodujący jakieś białko), trawiona jest za pomocą XbaI (X) i PstI (P). Natomiast plazmid trawiony jest przez EcoRI i PstI. Następnie wszystko to zostaje zmieszane i poddane ligacji. SpeI i XbaI tworzą kompatybilne końce, przez co łączą się ze sobą. EcoRI i PstI tworzą niekompatybilne końce, przez co plazmid się nie zamyka. Ważne jest, aby plazmid, do którego zostaną wligowane wstawki, niósł oporność na inny antybiotyk niż plazmidy niosące części. Wówczas, po transformacji i wysianiu na szalki z odpowiednim antybiotykiem, zwiększamy szansę uzyskania prawidłowego transformanta. Źródło: [parts.igem.org](http://parts.igem.org).

go białko będące obiektem badań i wnioskowanie o jego funkcji na podstawie zmian zachodzących w komórce. Jednak ze względu na to, że układy biologiczne są często bardzo złożone, nie zawsze efekt takiej strategii badawczej jest widoczny od razu. Pomocna wówczas może okazać się biologia syntetyczna, która opiera się

na zupełnie innym podejściu badawczym; na podstawie obserwacji *in vivo*, tworzone są uproszczone modele, które pomagają zweryfikować postawione hipotezy. Mogą to być czysto teoretyczne modele matematyczne, ale także syntetyczne konstrukcje działające *in vitro*, a następnie wprowadzane do komórek [4,7]. Przykła-

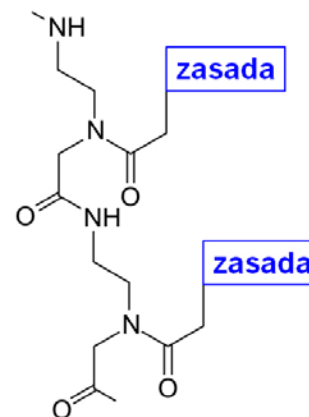
dem mogą być badania grupy Michaela Elowitza, dotyczące genetycznych układów regulatorowych. Użyli oni trzech systemów represorowych, nie będących częścią żadnego naturalnego biologicznego zegara, do zbudowania w bakteriiach *E. coli* oscylującej sieci, którą nazwali represilatorem. Sieć ta cyklicznie indukowała syntezę zielonego białka fluorescencyjnego (*green fluorescent protein*, GFP) obrazującego stan represilatora w poszczególnych komórkach. Sygnał ten występował w równych odstępach czasowych, jednakże dłuższych niż cykl komórkowy bakterii, co wskazywało na to, że stan represilatora był przekazywany z pokolenia na pokolenie, mimo podziałów komórkowych (Elowitz i wsp., 2000).

### Chemia organiczna

Biolodzy syntetyczni zajmują się nie tylko syntezą nowych związków (cząsteczek czynnych biologicznie, białek i kwasów nukleinowych o określonych właściwościach), ale również prowadzą badania nad biogenezą i możliwością tworzenia całkowicie sztucznych organizmów [4,7].

Przykładem udziału biologii syntetycznej w badaniach nad biogenezą jest zsyntetyzowanie kwasu peptydonukleinowego (*Peptide Nucleic Acid*, PNA) (ryc. 3) [8]. Jest to cząsteczka przypominająca DNA i RNA, ale zamiast szkieletu fosforanowo-cukrowego znajduje się poliamid składający się z pochodnych glicyny (*N*-[2-aminoetylo]glicyny), połączonych ze sobą wiązaniami peptydowymi. PNA ma zdolność do tworzenia dwuniciowych struktur według reguły komplementarności zasad azotowych oraz może hybrydować z DNA lub RNA. Z powodu swojej prostej budowy i dużej stabilności jest brany pod uwagę jako cząsteczka informacyjna funkcjonująca jeszcze przed „światem RNA”, choć nie ma ona zdolności do autoreplikacji (Nielsen i wsp., 1991). PNA silnie oddziałuje

Ryc. 3. PNA. Kwas nukleinowy, w którym szkielet cukrowo-fosforanowy został zastąpiony przez aminokwasy  
Źródło: Wikipedia.



z DNA i RNA, stąd planuje się je używać w terapii genowej, jako cząsteczkę blokującą ekspresję genów poprzez wiązanie z mRNA.

### Inżynieria genetyczna i modelowanie matematyczne

Efekty pracy biologów syntetycznych można wykorzystać w przemyśle, medycynie, produkcji energii, a nawet ochronie środowiska. Dzięki rozwojowi takich dziedzin jak biotechnologia czy inżynieria genetyczna, obecnie biologia przez inżynierów jest postrzegana również jako gałąź technologii. W ten sposób powstały na przykład mikroorganizmy produkujące ludzką insulinę lub rośliny odporne na wybrane szkodniki [4,7].

Organizmy można zmieniać nie tylko poprzez wprowadzanie do nich nowych genów. Często obiektem badań biologii syntetycznej jest modulowanie aktywności wybranego enzymu i regulowanie określonych szlaków metabolicznych. Za przykład może służyć bakteria *E. coli*, która „widzi światło”. Jej twórcy wprowadzili elementy regulacji ekspresji niektórych genów, dzięki którym tempo powstawania kodowanych przez nie

białek było uzależnione od natężenia światła (Levskaya i wsp., 2005).

Wraz z pojawieniem się komputerów i stale zwiększającej się ich mocy obliczeniowej, możliwe stało się także modelowanie matematyczne układów biologicznych. Umożliwia ono projektowanie sieci zależności między cząsteczkami w komórce oraz badanie ich *in silico*, gdy obserwacje *in vivo* lub *in vitro* są utrudnione, bądź niemożliwe. Niekiedy tworzenie modeli matematycznych układów biologicznych pozwala przewidzieć pewne ich cechy, co później może być cenne przy próbie ich wykorzystania w układach ożywionych. Dzięki modelowaniu matematycznemu możliwe jest również zoptimalizowanie produkcji białek, w tym leków [4,7,9].

### Szanse biologii syntetycznej

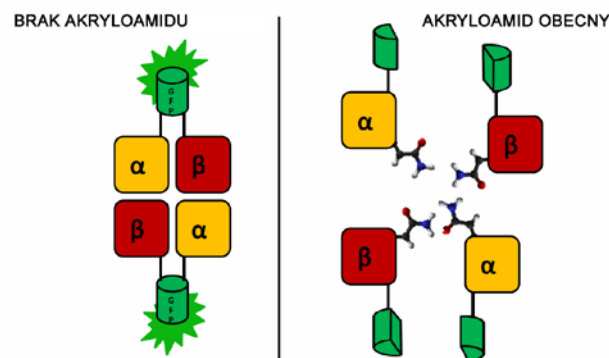
Możliwości, jakie współczesnemu światu daje biologia syntetyczna są ogromne. Wyżej wymienione nieliczne przykłady wskazują na to, że jest to dziedzina nauki o ogromnych możliwościach zastosowania, ale także dalszego rozwoju. Dzięki takim badaniom będzie można walczyć z patogenami, na które konwencjonalne metody nie działają, powstają szczepionki nowej generacji, tworzone są uprawy odporne na szkodniki, doskonałe są mikroorganizmy używane do przemysłowej produkcji rozmaitych substancji.

Warto podkreślić, że biologia syntetyczna nieco różni się od konwencjonalnych GMO, których twórcy skupiają się głównie na przenoszeniu znanych genów i związanych z nimi cech do innych organizmów. Biologia syntetyczna szuka natomiast nowych rozwiązań problemów biologicznych, wzorując się na tych, występujących w przyrodzie. Zupełnie nową jakością, także z punktu widzenia człowieka, są m.in. bakterie, które mają być wykorzystywane jako nośniki dla leków i szczepionek [4,7].

## Konkurs iGEM

Wspomniany przeze mnie na początku konkurs biologii syntetycznej iGEM jest skierowany do studentów uczelni wyższych. Konkurs ma za zadanie popularyzować biologię syntetyczną wśród młodych naukowców, promować aktywność studencką i wzbogacać rejestr standardowych części biologicznych. Z roku na rok cieszy się on coraz większą popularnością. W tym roku zostało zarejestrowanych aż 228 drużyn z całego świata [11]!

A co takiego można zrobić w ramach konkursu iGEM? W 2010 roku drużyna z Warszawy wykonała projekt BactoDHL, mający na celu stworzenie uniwersalnej platformy do dostarczania białek i DNA do komórek ssaków. Do osiągnięcia wyznaczonego celu został wykorzystany laboratoryjny szczep *E. coli* K12. Bakterie te zostały wyposażone w dodatkowe enzymy: inwazyjną i listeriolizynę, dzięki którym mogły bezpiecznie przejść do wnętrza komórek eukariotycznych. Ponadto bakterie wykonane w projekcie BactoDHL



Ryc. 4. Schemat działania sensora, wykrywającego akryloamid

Źródło: prezentacja iGEM Warsaw Team z Lyonu

przeprowadzały syntezę GFP, aby można było łatwo określić ich położenie w komórkach eukariotycznych. Szczep K12 został wybrany właśnie z uwagi o dbałość o bezpieczeństwo; szczep ten nie jest zdolny do namnażania się w cytoplazmie komórek ssaków, nie jest też naturalnie kompetentny (nie jest zdolny do przyjmowania przypadkowych, obcych fragmentów DNA), przez co nie może pobierać fragmentów DNA stanowiących część genomu bakterii patogennych. Ponadto wyposażono je w "włącznik śmierci" oparty na białku MinC, które hamuje podziały komórkowe. Ten "włącznik śmierci" również został zaprojektowany i wdrożony przez tę samą drużynę z Uniwersytetu Warszawskiego. Za projekt BactoDHL Polacy otrzymali wówczas złoty medal [1].

W tym roku konkurs iGEM odbył się w Lyonie. Polskę reprezentowały po raz pierwszy aż cztery drużyny: z Warszawy, Gdańska oraz dwie z Poznania.

Warsaw Team po raz drugi otrzymała złoty medal. Nasz projekt, FluoSafe, polegał na zaprojektowaniu czujnika wykrywającego akryloamid. Akryloamid został przez nas wybrany, ponieważ jest silną toksyną, a jednocześnie łatwo go badać, bo rozpuszcza się w wodzie. Jest on powszechnie wykorzystywany w laboratoriach (m.in. do tworzenia żeli stosowanych do rozdzielania białek), ale również występuje w żywności, np. we frytkach czy kawie, w której powstaje na skutek reakcji Maillarda – reakcji zachodzącej między aminokwasami a cukrami redukującymi w stosunkowo wysokiej temperaturze.

Co ciekawe, akryloamid oddziałuje z N-końcowym aminokwasem łańcuchów polipeptydowych hemoglobiny, powodując tworzenie adduktów. Zjawisko to nawet jest już wykorzystywane do wykrywania akryloamidu; istnieją szklane elektrody zawierające ludzką hemoglobinę, które mierzą stężenie akryloamidu na podstawie zmian w natężeniu prądu, które zmienia się

w zależności od tego, czy N-końcowy aminokwas łańcuchów hemoglobiny pozostaje wolny, czy jest zmodyfikowany przez przyłączenie się cząsteczki akryloamidu. Jednakże, choć metoda ta jest bardzo czuła, jest również kosztowna, głównie z powodu trudności wykonania takich elektrod. Odpowiedzią na ten problem jest właśnie projekt naszej drużyny; bakteryjny czujnik wykrywający akryloamid przy użyciu hemoglobiny.

Elementy FluoSafe są następujące: jeden szczep *E. coli* produkuje łańcuch  $\alpha$  hemoglobiny w fuzji z N-końcową połową białka fluorescencyjnego, a drugi szczep wydziela łańcuch  $\beta$  hemoglobiny w fuzji z C-końcową połową tego samego białka fluorescencyjnego, a następnie bakterie te ulegają lizie, uwalniając hemoglobinę na zewnątrz. Jeżeli w środowisku nie ma akryloamidu, łańcuchy hemoglobiny łączą się ze sobą, tworząc tetramer (jak zwykła hemoglobina), a sprzężone z nimi części białka fluorescencyjnego odtworzą swoją natywną strukturę i zaczną emitować światło. Natomiast, w obecności akryloamidu, łączy się on z hemoglobiną uniemożliwiając poszczególnym łańcuchom połączenie się ze sobą. W efekcie białko fluorescencyjne nie zostanie złożone i nie będzie emitować sygnału (ryc. 4).

Technika, na jakiej opiera się ten czujnik, to BiFC (Bimolecular Fluorescent Complementation). Dzięki niej można zbadać oddziaływanie między białkami. Badane białka są poddane fuzji z fragmentami białek fluorescencyjnych. Gdy białka będące obiektem badań oddziałują ze sobą, struktura przestrzenna białka fluorescencyjnego odtwarza się i umożliwia emisję sygnału. W Warsaw Team zauważyliśmy, że w rejestrze BioBricksów nie ma zbyt wielu części użytecznych do tej bardzo ciekawej metody badawczej. Właśnie z tego powodu stworzyliśmy BiFC Toolbox: N- i C-końcowe części różnych białek fluorescencyjnych, których możnaby użyć w metodzie BiFC. Dzięki standaryzacji w systemie

BioBrick będą one łatwe w użyciu dla każdego biologa syntetycznego, który chciałby ich użyć.

Ponadto wykonaliśmy testy cytotoksyczności akryloamidu na komórki ssaków. Wyniki te wykorzystaliśmy do różnych przedsięwzięć, które miały na celu zwiększenie świadomości społecznej o szkodliwości tej substancji. Z naszych badań wynika, że akryloamid powoduje spadek aktywności metabolicznej, indukuje apoptozę, ogranicza wzrost i proliferację komórek oraz zaburza cykl komórkowy [2].

Jednym z celów konkursu iGEM jest propagowanie biologii syntetycznej oraz projektu wybranego i realizowanego przez każdą drużynę. Uczestniczyliśmy więc również w licznych wydarzeniach propagujących naukę, takich jak Piknik Naukowy czy Noc Biologów, braliśmy udział w audycjach radiowych i telewizyjnych. Dodatkowo we współpracy z Wydawnictwem PWN przygotowaliśmy e-book o biologii syntetycznej *Geny i maszyny* (ryc. 5) oraz blog o biologii syntetycznej (pwnhub.pl) [9].

W przyszłym roku również mamy zamiar wziąć udział w konkursie. Mamy nadzieję, że czytelnicy EBiŚ będą trzymać za nas kciuki!

## Literatura

- Elowitz MB, Leibler S (2000). A synthetic oscillatory network of transcriptional regulators. *Nature* 403(6767):335-8.
- Gardner TS, Cantor CR, Collins JJ (2000). Construction of a genetic toggle switch in *Escherichia coli*. *Nature* 403: 339–342.
- Gibson DG, Benders GA, Andrews-Pfannkoch C, Denisova EA, Baden-Tillson H, Zaveri J, Stockwell TB, Brownley A, Thomas DW, Algire MA, Merryman C, Young L, Noskov VN, Glass JI, Venter JC, Hutchison CA 3rd, Smith HO (2008). Complete Chemical Synthesis, Assembly, and Cloning of a Mycoplasma genitalium Genome. *Science* 319 (5867): 1215-1220.
- Gibson DG, Glass JI, Lartigue C, Noskov VN, Chuang RY, Algire MA, Benders GA, Montague MG, Ma Li, Moodie MM, Merryman C, Vashee S, Krishnakumar R, Assad-Garcia N, Andrews-Pfannkoch C, Denisova EA, Young L, Qi Z, Segall-Shapiro TH,



Ryc. 5. Okładka e-booka o biologii syntetycznej *Geny i maszyny*.

- Calvey CH, Parmar PP, Hutchison CA, Smith HO, Venter JC (2010). Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically Synthesized Genome. *Science* 329 (5987): 52-56.
- Lartigue C, Glass JI, Alperovich N, Pieper R, Parmar PP, Hutchison CA 3rd, Smith HO, Venter JC (2007) Genome transplantation in bacteria: changing one species to another. *Science* 317 (5838): 632-638.
- Leduc S (1910). *Théorie physico-chimique de la vie et générations spontanées*. Paris.
- Leduc S (1912). *La Biologie Synthétique*. Paris.
- Levskaya A, Chevalier AA, Tabor JJ, Simpson ZB, Lavery LA, Levy M, Davidson EA, Scouras A, Ellington AD, Marcotte EM, Voigt CA (2005). Synthetic biology: engineering *Escherichia coli* to see light. *Nature*: 441-2.
- Nielsen PE, Egholm M, Berg RH, Buchardt O (1991). Sequence-selective recognition of DNA by strand displacement with a thymine-substituted polyamide. *Science* 254 (5037): 1497-500.
- Peccoud J, Isalan M (2012). The PLOS ONE Synthetic Biology Collection: Six Years and Counting. *PLoS ONE* 7(8): e43231.
- Suchodolski B i wsp. (1962). *Wielka Encyklopedia Powszechna PWN*. Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Naukowe: Tom 1.
- Szybalski W (1974). *In Vivo and in Vitro Initiation of Transcription*. New York: Plenum Press.

### Artykuł pomocny przy realizacji wymagań podstawy programowej

#### Biologia – IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony:

##### VI. Genetyka i biotechnologia

8. Biotechnologia molekularna, inżynieria genetyczna i medycyna molekularna. Uczeń:
  - 7) przedstawia różnorodne zastosowania metod genetycznych
  - 8) dyskutuje problemy etyczne związane z rozwojem inżynierii genetycznej i biotechnologii

## Strony internetowe

- [1] <http://2010.igem.org/Team:Warsaw>
- [2] <http://2013.igem.org/Team:Warsaw>
- [3] <http://en.wikipedia.org/wiki/BioBrick> (dostęp 12.08.13)
- [4] [http://en.wikipedia.org/wiki/Synthetic\\_biology](http://en.wikipedia.org/wiki/Synthetic_biology) (dostęp 11.08.13)
- [5] [http://parts.igem.org/Main\\_Page](http://parts.igem.org/Main_Page) (dostęp 12.08.13)
- [6] <http://pl.wikipedia.org/wiki/BioBrick> (dostęp 12.08.13)
- [7] [http://pl.wikipedia.org/wiki/Biologia\\_syntetyczna](http://pl.wikipedia.org/wiki/Biologia_syntetyczna) (dostęp 11.08.13)
- [8] [http://pl.wikipedia.org/wiki/Kwas\\_peptydonukleinowy](http://pl.wikipedia.org/wiki/Kwas_peptydonukleinowy) (dostęp 22.08.13)
- [9] <http://pwnhub.pl/?p=201> (dostęp 26.11.13)
- [10] <http://www.fronda.pl/a/syntetyczna-biologia-moze-byc-smiertelnie-niebezpieczna,20273.html?page=1&> (dostęp 15.08.13)
- [11] [http://www.igem.org/Main\\_Page](http://www.igem.org/Main_Page) (dostęp 12.08.13)
- [12] [http://wyborcza.pl/1,75248,8125672,Sztuczne\\_zycie\\_i\\_co\\_dalej\\_.html](http://wyborcza.pl/1,75248,8125672,Sztuczne_zycie_i_co_dalej_.html) (dostęp 13.08.13)

### Synthetic biology – new branch of biology

Anna Miścicka

Synthetic biology is realm of science that design and construct new biological systems from different perspectives, focusing on finding how life works. It is an emerging interdisciplinary field that combines molecular biology, genetic engineering, organic chemistry, and bioinformatics. Differently from well-known genetic engineering approaches, synthetic biology utilizes standard genetic elements which may be combined easily to develop new biological systems.

Because synthetic biology is still young discipline, the International Genetically Engineered Machine (iGEM) competition, initially aimed at undergraduate university students, is organized once a year in order to promote the synthetic biology among young scientists, and to help a scientific society that can further develop new genetic elements stored in genetic parts registry.

**Key words:** synthetic biology, iGEM, BioBrick

# Ochrona patentowa produktów leczniczych – polska perspektywa

Joanna Uchańska

## Streszczenie:

Artykuł prezentuje skomplikowane kwestie dotyczące ochrony patentowej produktów leczniczych, ze szczególnym uwzględnieniem polskiej perspektywy. Wszelkie implikacje zostały zaprezentowane z perspektywy regulacji międzynarodowych, zwłaszcza przy omówieniu regulacji dotyczących prawa do zdrowia. Autorka na wstępie opisuje ochronę patentową szerzej, sięgając do aksjologii, co pozwala dokładniej zrozumieć mechanizmy rządzące tą gałęzią prawa. W dalszej kolejności dokonano analizy węzłowych zagadnień związanych bezpośrednio z uznaniem zdolności patentowej produktów leczniczych, zwłaszcza dotyczących badania przesłanki nowości oraz patentowania nowego zastosowania, odnosząc się zwłaszcza do tzw. szwajcarskiej redakcji zastrzeżeń. Celem umówienia skomplikowanych kwestii dotyczących polskiego rynku farmaceutyków, gdzie ważną rolę odgrywają zwłaszcza producenci leków generycznych, zaprezentowano regulację tzw. wyjątku Bolara w dozwolonego użytku wynalazku w celu uzyskania pozwolenia na dopuszczenie produktu do obrotu. Na koniec wskazano istotne kwestie na temat tzw. SPC (dodatкового świadectwa ochronnego), jako instytucji związanej z prawem patentowym, mającym rekompensować krótszy niż w przypadku innych wynalazków okres eksploatacji wynalazku chronionego patentem. We wnioskach podsumowano gąszcz ważnych regulacji związanych ochroną patentową, która w przypadku produktów leczniczych, zwłaszcza w Polsce, charakteryzuje się swoją wyjątkową specyfiką.

**Słowa kluczowe:** leki, produkty lecznicze, patenty

## Punkt wyjścia – prawo do zdrowia

**Prawo do zdrowia** pozostaje uniwersalnym, niezbywalnym prawem człowieka. Zgodnie z art. 25 Powszechnej Deklaracji Praw Człowieka (PDPCz) z 1948 r., „każdy człowiek ma prawo do stopy życiowej zapewniającej zdrowie i dobrobyt jego i jego rodziny, włączając w to (...) opiekę lekarską i konieczne świadczenia socjalne, oraz prawo do ubezpieczenia na wypadek (...) choroby”.

W samej PDPCz nie wskazano, jak prawo do zdrowia należy rozumieć – czy prawo to obejmuje konieczność pełnego zagwarantowania opieki zdrowotnej, na każdym poziomie, każdej jednostce ludzkiej, poprzez pełny dostęp do tejże opieki zdrowotnej oraz leków, czy też opieka ta ma być gwarantowana na poziomie podstawowym, podtrzymującym życie, które również jest dobrem chronionym w myśl art. 3 PDPCz. Prawo do zdrowia zostało doprecyzowane dopiero w Międzynarodowym Pakcie Praw Gospodarczych, Społecznych i Kulturalnych z 19 grudnia 1966 r. (MPPGSK) w art. 12 ust. 1 i ust. 2. Wskazano tam, że Państwa Strony tego Paktu uznają prawo każdego do korzystania z najwyższego osiągalnego poziomu ochrony zdrowia fizycznego i psychicznego. Zgodnie z tymi przepisami Kroki, jakie Państwa Strony powinny podjąć dla osiągnięcia pełnego wykonania tego prawa, obejmują środki konieczne do zapewnienia zmniejszenia wskaźnika martwych urodzeń i śmiertelności niemowląt oraz do:

- zapewnienia zdrowego rozwoju dziecka;
- poprawy higieny środowiska i higieny przemysłowej we wszystkich aspektach;

otrzymano: 27.11.2013; przyjęto: 9.12.2013; opublikowano: 23.12.2013



**Joanna Uchańska:** doktorantka w Katedrze Prawa Własności Intelektualnej Wydziału Prawa i Administracji Uniwersytetu Jagiellońskiego, aplikantka adwokacka w Krakowskiej Izbie Adwokackiej, członek międzynarodowego zespołu badawczego programu „Innovation Expert System”, uhonorowana nagrodą Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

c) zapobiegania chorobom epidemicznym, endemicznym, zawodowym i innym oraz ich leczenia i zwalczania;

d) stworzenia warunków, które zapewniłyby wszystkim pomoc i opiekę lekarską na wypadek choroby.

Postanowienia te wskazują, że na arenie Narodów Zjednoczonych aspekt prawa do zdrowia jest bardzo ważny. W praktyce jest to widoczne zwłaszcza za sprawą działalności agencji ONZ – Światowej Organizacji Zdrowia (World Health Organization – WHO). Należy też podkreślić, że powołane przepisy mówią o konieczności zapobiegania chorobom oraz ich leczenia i zwalczania.

## Leki i patenty

Jakkolwiek niosący pomoc medyczną lekarz jest bez wątpienia najistotniejszym ogniwem gwarantującym realizację prawa do opieki zdrowotnej, jego praca byłaby wielce utrudniona, a wręcz niemożliwa, bez „narzędzi”, jakimi są **leki**. Jak wskazuje WHO, produkty lecznicze są kluczowym elementem zarówno nowoczesnej medycyny, jak i tej tradycyjnej. Kierując się zaś zasadą *primum non nocere* (Hipokrates), istotne jest, aby produkty lecznicze były bezpieczne, efektywne i dobrej jakości oraz aby były przepisywane i wykorzystywane racjonalnie.

Stworzenie produktów leczniczych i pomysł na ich produkcję czy zastosowanie wymaga skomplikowanych, czas- i kapitałochłonnych badań i procedur. Produkty te, a także ich produkcja i zastosowanie, są wynikiem **ludzkiego geniuszu** – począwszy od tych, którymi były niegdyś występujące w naturalnie środowisku organizmy, a skończywszy na dalece zaawansowanych innowacyjnie cząsteczkach czy na połączeniach obu tych typów leków (w przypadku biofarmaceutyków, a więc leków wytwarzanych przez żywe komórki). Cho-



cięż człowiek z natury ma skłonność do poszukiwania i jest ciekawy świata, „paliwa” do płomienia ludzkiego geniuszu dodaje zachęta w postaci wymiernej korzyści, zwłaszcza ekonomicznej. Korzyść taka może być osiągnięta zwłaszcza wtedy, gdy wynalazca (podmiot uprawniony) może czerpać korzyści ze swojego wynalazku w sposób wyłączny.

System przyznawania prawa wyłącznego i jego funkcjonowania gwarantowany jest przez **prawo patentowe**. Należy jednak zaznaczyć, że dziedzina ta rządzi się specyficznymi zasadami, które mogą być nadużywane i prowadzić do zachwiania pewnej równowagi; w przypadku rynku farmaceutycznego rozchwianiu ulega balans między prawem pacjentów do zdrowia a prawami bezpośrednich beneficjentów systemu patentowego, jakimi w szczególności są firmy farmaceutyczne. Branża farmaceutyczna należy zaś do tych, w których ochrona patentowa odgrywa podstawową rolę (Krekora, 2008).

Jak wygląda ochrona patentowa produktów leczniczych oraz jak kształtuje się rynek farmaceutyczny w Polsce – omawiam poniżej.

## Po co patentować leki?

**Patent** jest ograniczonym terytorialnie i czasowo wyłącznym prawem do eksploatacji wynalazku. Na jego podstawie właściciel patentu może zakazywać innym podmiotom korzystać z wynalazku. Udzielanie patentów ma uzasadnienia zarówno natury etycznej, jak i ekonomicznej (gospodarczej).

Ekonomista F. Machlup w raporcie przedłożonym Senatowi Stanów Zjednoczonych Ameryki w 1958 r. przedstawił cztery teorie potwierdzające celowość udzielenia wynalazcy czy innym uprawnionym patentu (Machlup, 1958; Berier, 1970; Berier, 1979; Berier i Straus, 1978). Wymienił on:

- 1) teorię prawa naturalnego (wynalazek jest prywatną własnością wynalazcy i z natury podlega ochronie, a jego przywłaszczenie jest kradzieżą),
- 2) teorię nagrody (inaczej rekompensaty dla twórcy za dokonanie wynalazku z korzyścią dla społeczeństwa),
- 3) teorię zachęty (społeczeństwo potrzebuje wynalazków, więc należy zachęcać do poszukiwań nadzieją na osiągnięcie zysków),
- 4) teorię umowy i ujawnienia (społeczeństwo potrzebuje wynalazków, więc aby wynalazcy je ujawniali, trzeba zagwarantować ochronę).

Dwie pierwsze teorie można skategoryzować jako oparte na aspektach etycznych, zaś dwie następne jako ekonomiczne, a więc biorące pod uwagę łącznie interes gospodarczy i publiczny (du Vall, 2008).

Poza tymi podstawowymi teoriami w literaturze poszukiwano także dodatkowego uzasadnienia ochrony patentowej i w konsekwencji wyróżniono teorię inwestycji (Pollaud-Dulian, 1999; Dreyfus i Thomas, 2002) oraz koncepcję konkurencji badawczej (Lechmann, 1983).

Warto też odnotować, że ochrona patentowa stanowi bodziec do ulepszania wynalazków (transformacja w fazę innowacji). Nakłady na rozwój wynalazków zazwyczaj trzykrotnie przewyższają kwoty wydatkowane na same wynalazki (Chege Kamau, 2004). Umożliwienie wyłącznej eksploatacji nowo odkrytego „technicznego złoza” (Kitch, 1977) zachęca przedsiębiorców do ponoszenia takiego ryzyka i inwestowania w innowacje technologiczne. Uprawniony może wówczas bezpiecznie inwestować w prace rozwojowe oraz nawiązywać w tym celu kontakty gospodarcze z innymi przedsiębiorcami.

System patentowy jest także instrumentem polityki gospodarczej państwa w zakresie postępu technicznego. Ma on bowiem wpływ na rozwój konkurencyjności

przedsiębiorstw i wprowadzanie innowacji. Znaczące inwestycje w nowe technologie zauważa się zwłaszcza w dziedzinie biotechnologii oraz farmacji (Cornish i Llewelyn, 2003).

Niemniej jednak część wynalazków nie ma bezpośredniego wpływu na rozwój gospodarczy. Ich produkcja jest jednak istotna z punktu widzenia medycyny czy ochrony środowiska. Dlatego też system patentowy realizuje także inne cele poza gospodarczymi, którymi często uznaje się za najważniejsze. Przykładowo produkcja leków na malarię czy śpiączkę afrykańską jest z punktu widzenia gospodarki bezpośrednio zupełnie nieopłacalna. Nieopłacalne są również badania prowadzone nad lekami na te choroby. Leki te nie spotykają się bowiem z masową konsumpcją ze strony chorych. Jedynym nabywcą takich leków będzie rząd danego państwa lub organizacje rządowe i pozarządowe. Niestety wspomniane choroby występują w państwach o najniższych wartościach PKB na świecie, i dlatego finansowanie z strony władz, także nie prowadzi do wystarczającej rekompensaty poniesionych nakładów na badania.

Mimo to podkreśla się znaczący wpływ ochrony patentowej na prowadzenie badań nad produktami leczniczymi w krajach rozwijających się. Gdyby takiej ochrony nie było, przedsiębiorcy w ogóle nie prowadziliby w tym zakresie badań (Chege Kamau, 2004). System patentowy jest więc stymulatorem poszukiwania nowych wynalazków na produkty lecznicze, których produkcja jest ekonomicznie nieopłacalna i w ten sposób irracjonalna (King Steven, 2007). Przyznany patent gwarantuje bowiem pewne zabezpieczenie ekonomiczne dla przedsiębiorców. Jak wskazuje T. Zimny, „trudno oczekiwać, aby przedsiębiorcy sprzedawali swoje produkty po obniżonej cenie w imię jakiegoś dobra wyższego. Jeżeli zachodzi potrzeba dostarczenia określonych produktów osobom, których na nie nie stać, to należy znaleźć podmiot, który dystrybucję tych produktów sfinansuje”

(Zimny, 2012). Patent pozwala zaś (w pewnym stopniu) dyktować cenę produktu będącego wynalazkiem oraz zakazywać wszystkim innym eksploatacji wynalazku bez zgody uprawnionego. Wówczas to nabywca, jakim jest np. rząd państwa, rekompensuje poniesione na badania nakłady.

Jak wskazano, głównym graczem na rynku leków finansującym branżę farmaceutyczną jest rząd danego państwa. Branża farmaceutyczna na świecie warta jest obecnie ok. 1 bln USD. Głównym światowym rynkiem dla przemysłu farmaceutycznego są zaś Stany Zjednoczone Ameryki (28% światowych obrotów), Unia Europejska (15%) i Japonia (12%). Ich znaczenie stopniowo traci jednak na wartości na skutek tendencji rządów do ograniczania wydatków na służbę zdrowia, w tym na refundację leków. Odwrotnie zaś przedstawia się sytuacja w krajach rozwijających się, gdzie podnosi się wydatki na służbę zdrowia (np. w Chinach). Co więcej, na kształt obecnego rynku produktów leczniczych wpływ mają dwa zjawiska: wtórny rozwój branży leków generycznych, związany z pierwotnym zjawiskiem starzenia się społeczeństwa, czy wprost wygasaniem ochrony patentowej, oraz wykorzystanie biotechnologii do produkcji biofarmaceutyków. W 2012 r. nawet 7 na 10 globalnie najczęściej sprzedawanych leków było lekami biotechnologicznymi (PAIZ, 2013; Puls biznesu, 2012).

Należy też zaznaczyć, że istnienie ochrony patentowej w danym państwie i jej jakość są jednymi z czynników przemawiających za lokowaniem inwestycji w danym kraju. Jest to stymulator inwestycji zagranicznych i rozwoju nie tylko w krajach słabo rozwiniętych (Boettiger i Schubert, 2007), lecz także w krajach wysoko rozwiniętych. Te ostatnie dążą do podwyższenia sprzedaży ich dóbr właśnie w krajach rozwijających. Zgodnie z wypowiedzią senatora USA Richarda G. Lugar, jedną z przyczyn wprowadzenia African Growth and Oppor-

tunity Act z 18 maja 2000 r.<sup>1</sup> było wspomaganie dążeń USA w konkurovaniu z krajami UE w dostarczaniu do krajów afrykańskich maszyn, elektroniki, usług finansowych oraz produktów rolniczych. Bardziej zamożne kraje rozwijające się mogą bowiem pozwolić sobie na zakup produktów pochodzących z krajów rozwiniętych gospodarczo (Robbins, 2003). Ochrona patentowa jest jednak tylko jednym z czynników przemawiających za lokowaniem produkcji w danym kraju. Inne czynniki to stabilność polityczna, infrastruktura, rynek pracy (w tym niskie koszty produkcji), możliwość transferu zysków (Idris, 2003).

Reasumując, stworzenie produktu leczniczego i ochrona przed kopiowaniem go jest niezwykle trudna i kosztowna. Ochrona patentowa gwarantuje zatem zwrot poniesionych nakładów.

### Zakazy i dopuszczenie patentowania leków

Chociaż zachęta w tej postaci stymuluje do tworzenia czegoś nowego, to po pierwsze, nie zawsze odgąd istnieje ochrona patentowa dopuszczano ochronę patentową produktów leczniczych. Po drugie, narzędzie, jakim jest patent, nie zawsze jest wykorzystywane w sposób uprawniony i nie zawsze gwarantuje realizację celów prawa patentowego. Liberalizacja dopuszczalności udzielenia ochrony patentowej na produkty lecznicze następowała stopniowo począwszy od lat siedemdziesiątych XX wieku (du Vall, 2008).

Zakaz patentowania leków był standardem na skalę światową. Inaczej jednak było w przypadku patentowania sposobu ich wytwarzania. Możliwość udzielenia ochrony patentowej leków uregulowano powszechnie w 1994 r. w porozumieniu TRIPS<sup>2</sup> (Dz. Urz. WE L 336

1 URL: [http://www.agoa.gov/build/groups/public/@agoa\\_main/documents/webcontent/agoa\\_main\\_002118.pdf](http://www.agoa.gov/build/groups/public/@agoa_main/documents/webcontent/agoa_main_002118.pdf).

2 Porozumienie w sprawie handlowych aspektów praw własności intelektualnej z 15 kwietnia 1994 r.

z 23.12.1994 r., s. 305). Zgodnie z jego art. 27 ust. 3 zakazano udzielenia ochrony patentowej na:

- a) diagnostyczne, terapeutyczne i chirurgiczne metody leczenia ludzi i zwierząt oraz
- b) rośliny i zwierzęta inne niż drobnoustroje i zasadniczo biologiczne procesy służące do produkcji roślin i zwierząt inne niż procesy niebiologiczne i mikrobiologiczne.

W ten sposób ustanowiono wyjątek dla reguły dopuszczalności patentowania produktów leczniczych i metod ich produkcji. Pozwolono natomiast na udzielenie ochrony patentowej na wszystkie inne wynalazki, przy czym powyższy wyjątek, jako odstępstwo od możliwości patentowania wynalazków jako takich, miał być interpretowany zawężająco.

W Polsce o ochronie patentowej produktów leczniczych można mówić od ponad 20 lat, kiedy w 1992 r. na skutek przyjęcia Traktatu o stosunkach handlowych i gospodarczych między Rzeczypospolitą Polską a Stanami Zjednoczonymi Ameryki z 21 marca 1990 r. (Dz. U. z 1994 Nr 97, poz.497) zmieniono ówczesnie obowiązującą ustawę o wynalazczości z 1972 r. W ciągu ostatnich 10 lat rynek farmaceutyczny w Polsce odnotowywał systematyczny wzrost i w 2011 r. osiągnął wartość 22,3 mld PLN. Polska jest obecnie największym rynkiem farmaceutycznym w Europie Środkowo-Wschodniej i zarazem szóstym rynkiem w Europie (PAIZ 2013).

### Przesłanka nowości i patentowanie nowego zastosowania

Jak już powiedziano, początkowo nie dopuszczano możliwości patentowania produktów leczniczych, a jedynie metody ich wytwarzania. W Polsce ochrona patentowa produktów leczniczych stała się możliwa na początku lat 90. XX wieku. Zatem przyjęte w Pol-

sce regulacje wyprzedziły międzynarodowy standard, który został wprowadzony w 1994 r. na podstawie porozumienia TRIPS, zgodnie z którym wśród wyłączeń patentowych nie znalazły się produkty lecznicze, co *a contrario* dopuszcza twierdzenie, że ich patentowanie jest dozwolone.

Ochrona patentowa produktów leczniczych jest więc obecnie w zasadzie w pełni dopuszczalna. Chociaż zgodnie z art. 29 ust. 1 pkt 3 ustawy – Prawo własności przemysłowej (tekst jedn.: Dz. U. z 2003 r. Nr 119, poz. 1117 ze zm., dalej jako p.w.p.) patentów nie udziela się na sposoby leczenia ludzi i zwierząt metodami chirurgicznymi lub terapeutycznymi oraz sposoby diagnostyki stosowane na ludziach lub zwierzętach, to przepis ten nie dotyczy produktów, a w szczególności substancji lub mieszanin stosowanych w diagnostyce lub leczeniu.

Ochrona patentowa przyznawana na produkty lecznicze wygląda niemal identycznie jak w przypadku wszystkich innych wynalazków. Zastosowanie znajduje chociażby obowiązująca definicja wyrażona w art. 24 p.w.p., gdzie wyszczególniono, że patenty są udzielane – bez względu na dziedzinę techniki – na wynalazki, które są nowe, posiadają poziom wynalazczy i nadają się do przemysłowego stosowania. A zatem, aby można było opatentować wynalazek, w tym wynalazek będący produktem leczniczym, powinien on być nowy (kreować, stwarzać nową wartość w porównaniu ze stanem techniki), nieoczywisty (różnić się od wcześniejszych rozwiązań wystarczająco; nie udziela się bowiem ochrony na wynalazki banalne, poziom wynalazczy musi być zatem znaczny) i nadawać się do stosowania w celu uzyskania powtarzalnego rezultatu. Prawie identycznie brzmi definicja przedstawiona przez art. 52 ust. 1 Konwencji monachijskiej (Dz. U. z 2004 r. Nr 79, poz. 738). Podobne wymogi stawia art. 27 ust. 1 porozumienia TRIPS. Żaden z aktów nie zawiera jednak definicji wynalazku (Żakowska-Henzler, 2006). Sprezycowanie po-

jęcia wynalazku zostało w głównej mierze pozostawione doktrynie, urzędowi patentowemu oraz sądom.

Ochrona patentowa dotycząca leków jest dopuszczalna na wiele różnych wynalazków, takich jak:

- substancja aktywna,
- metoda wytwarzania substancji aktywnej,
- kompozycja leku,
- metoda wytwarzania kompozycji leku,
- forma podawania leku,
- zastosowanie leku,
- inne (Krekora, 2008).

Wracając do kryteriów, od których spełnienia zależy decyzja o przyznaniu patentu produktowi leczniczemu, należy wskazać pewne problemy i kontrowersje związane w szczególności z oceną jego **nowości**. Przesłankę nowości należy rozumieć zgodnie z art. 25 ust.1 p.w.p., według którego wynalazek uważa się za nowy, jeśli nie jest on częścią stanu techniki. Istotne jest, że jeśli zarazem jego oddziaływanie terapeutyczne takiego produktu będzie uznawane za przykład jego zastosowania, to nastąpi przypadek tzw. **ochrony absolutnej wynalazku**. Inna sytuacja zachodzi, gdy związek chemiczny jest znany, ale nie było dotąd znane jego terapeutyczne zastosowanie. Chroni się jednak wówczas nie samo to zastosowanie, lecz tak jak w poprzednio opisanej sytuacji – związek chemiczny. Przypadek ten nazwano **pierwszym terapeutycznym zastosowaniem**. Pojawia się jednak pytanie: dlaczego w ten sposób chroni się związek chemiczny, a nie samo terapeutyczne zastosowanie? Otóż wynika to z opisanego wcześniej zakazu patentowania sposobu leczenia. Mogłoby się wydawać, że takie rozwiązanie sprawia, że przy ujawnieniu kolejnych zastosowań ponowna ochrona związku chemicznego nie będzie możliwa. Wniosek taki jest jednak błędny. Nowość sprowadzono bowiem do **nowości celu zastosowania** związku chemicznego. Wynika to z tzw. szwajcarskiej redakcji zastrzeżeń do ogólnej zasady paten-

towania wynalazków i niepatentowania sposobów ich wykorzystania, czyli uregulowania art. 54 ust. 4 w zw. z art. 53 pkt c Konwencji konwencja monachijska<sup>3)</sup> Zakres ochrony patentowej danej substancji został więc ograniczony do konkretnego jej zastosowania. Jeszcze więcej kontrowersji budzi to, że takie okoliczności nie wyłączają dalszego patentowania tych samych zastosowań związku chemicznego do **celu pozamedycznego** (por. np. patenty KO EUP T 231/85, KO EUP G 2/88). Należy też odnotować, że w konwencji monachijskiej dodano możliwość patentowania również w przypadku „specyficznego zastosowania”, a więc zgodnie z art. 54 ust. 5 konwencji monachijskiej zniesiono w ten sposób konieczność stosowania zastrzeżeń **typu szwajcarskiego** (KO EUP 2/08).

Konsekwencją postanowień tej konwencji była redakcja art. 25 ust. 4 p.w.p. Przepis ten dopuszcza udzielenie patentu na wynalazek dotyczący nowego zastosowania substancji należącej do stanu techniki lub użycia takiej substancji do uzyskania wytworu mającego nowe zastosowanie. W ten sposób polskie prawo wprost dozwala na kolejne patentowanie nowych zastosowań lub sposobów użycia substancji chemicznych.

### Dozwolony użytek produktów leczniczych chronionych patentem

Prawo własności intelektualnej, którego częścią jest prawo patentowe, w niektórych przypadkach, z uwagi na interes publiczny, dopuszcza możliwość legalnego wkroczenia w monopol uprawnionego. W przypadku produktów leczniczych interes publiczny jest wyraźnie widoczny. W przypadku produktów leczniczych należy

3 Aktualny tekst konwencji w jęz. angielskim znajduje się na stronie: <http://www.epo.org/law-practice/legal-texts/html/epc/1973/ema1.html>.

wskazać trzy szczególne wyjątki, a mianowicie od zasady monopoli osoby uprawnionej:

- 1) korzystanie z wynalazku w celu uzyskania pozwoleń do dopuszczenia produktu do obrotu (tzw. wyjątek Bolara),
- 2) wytworzenia leku w aptece na podstawie recepty oraz
- 3) stosowanie wynalazku do celów badawczych i doświadczalnych do dokonania jego oceny, analizy albo nauczania.

Opisanie wskazanych przypadków należy rozpocząć od drugiego i trzeciego, jako niewymagającego poważniejszej i dogłębnej analizy. Zgodnie z art. 69 ust. 1 pkt 5 p.w.p. nie narusza się patentu przez wykonanie leku w aptece na podstawie indywidualnej recepty lekarskiej. Wyjątek ważny dla indywidualnej ochrony ludzkiego życia i zdrowia. Przepis ten stracił jednak całkowicie na znaczeniu. Został on skonstruowany w celu dopuszczenia wytwarzania leku w aptece tradycyjną metodą mieszania składników. Obecnie większość produktów leczniczych jest wytwarzana w dużo bardziej skomplikowany sposób, przy wykorzystaniu złożonych narzędzi i procesów, przez co wytworzenie takich leków w aptece jest niemożliwe (Pacud, 2013).

Zgodnie z drugim wyjątkiem, przewidzianym w art. 69 ust. 1 pkt 3 p.w.p., nie narusza się patentu przez stosowanie wynalazku do celów badawczych i doświadczalnych dla dokonania jego oceny, analizy albo nauczania. Wyjątek ten dotyczy stosowania wynalazku w celach badawczych i doświadczalnych również wówczas, gdy nie jest ono związane z jego oceną, analizą i nauczaniem, ale służy innym względem (Nowicka, 2005). Wyróżnia się takie rodzaje eksperymentów, które m.in. prowadzone wyłącznie w celach naukowych, prowadzone w trakcie przygotowań do uzyskania licencji przymusowej, ukierunkowane na odkrycie nieznanych aspektów wynalazku. Te zaś działania, które służą ce-

lom komercyjnym, nie wchodzi w zakres tego wyjątku. Przypadek, w którym cel komercyjny znajduje swoje zaspokojenie, realizowany jest przez inny przepis pozwalający na dozwolony użytek, a mianowicie wspomniany już wcześniej wyjątek Bolara (Kot, 1996).

Przypadek tzw. **wyjątku Bolara** jest bardziej skomplikowany i dyskusyjny. Zgodnie z art. 69 ust. 1 pkt 4 p.w.p. nie narusza się patentu przez korzystanie z wynalazku w niezbędnym zakresie dla wykonania czynności, jakie na podstawie przepisów prawa są wymagane dla uzyskania rejestracji bądź zezwolenia stanowiących warunek dopuszczenia do obrotu niektórych wytworów ze względu na ich przeznaczenie, w szczególności produktów leczniczych. Wspomniany wyżej wyjątek badawczy nie pozwalał w istocie na skorzystanie z wynalazku w celu wykonania wskazanych czynności niezbędnych do uzyskania zezwolenia wymaganego do dopuszczenia produktu do obrotu. Wprowadzona regulacja jest przedmiotem sporu między producentami leków innowacyjnych a producentami leków generycznych (czyli zamienników w stosunku do leków oryginalnych), a także – pośrednio – społeczeństwem. Otóż stworzenie nowej, unikatowej cząsteczki wykorzystywanej w dziedzinie farmacji szacuje się obecnie na kilkanaście lat; ponadto towarzyszą temu ogromne nakłady finansowe. Przyznawany czas ochrony nie pokrywa się w ogóle z czasem efektywnej eksploatacji wynalazku. Wynika to bowiem z długiego czasu koniecznego dla wprowadzenia leku na rynek. Z drugiej jednak strony producenci leków generycznych oczekują jak najszybszego wygaśnięcia ochrony patentowej, by zaraz po jej wygaśnięciu przystąpić do produkcji leków generycznych. Jednak także w przypadku leków generycznych produkcja oraz sprzedaż obwarowane są licznymi zapisami o uzyskaniu koniecznych zezwoleń (zgodnie m.in. z przepisami ustawy – Prawo farmaceutyczne i ustawy o Urzędzie Rejestracji Produktów

Lecznicych). Wspomniany wyjątek wprowadzono, by móc rozpocząć sprzedaż leków generycznych (w praktyce dużo taniej niż leków, którym przysługuje jeszcze ochrona patentowa) zaraz po wygaśnięciu ochrony patentowej. Wydaje się, że wskazana regulacja musiała powstać w kraju, gdzie więcej jest producentów generycznych i gdzie górują oni nad lobby producentów leków innowacyjnych. Jest to jednak domysł mylny, ponieważ omawiany wyjątek powstał w Stanach Zjednoczonych Ameryki, gdzie na skutek sporu sądowego **Roche Products vs. Bolar Pharmaceuticals** (733 F.2d 858, Fed. Cir. 1984) Sąd odmówił skorzystania z wyjątku doświadczalnego (na kształt tego z art. 69 ust. 1 pkt 3 p.w.p.), co skłoniło do rozpoczęcia prac rządowych nad ustawą Hatch-Waxman Act. Wprowadzony wyjątek popularnie, od wskazanego przełomowego orzeczenia, został nazwany wyjątkiem Bolara (du Vall, 2008; Szajkowski i Żakowska-Henzler, 2012).

Podobnie jak w USA, Unia Europejska podjęła decyzję o wprowadzeniu tożsamej regulacji. Stosowne przepisy wprowadzono na podstawie dyrektywy 2004/27/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 31 marca 2004 r. (nowelizującej dyrektywę 2001/83/WE z 6 listopada 2001 r. w sprawie wspólnotowego kodeksu odnoszącego się do produktów leczniczych stosowanych u ludzi) oraz dyrektywy 2004/28/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 31 marca 2004 r. (nowelizującej dyrektywę 2001/82/WE z 6 listopada 2001 r. w sprawie wspólnotowego kodeksu odnoszącego się do weterynaryjnych produktów leczniczych). W świetle tych unormowań przeprowadzenie niezbędnych badań i prób oraz wyników z nich wymogów praktycznych nie uznaje się za sprzeczne z prawami z patentu lub z dodatkowymi prawami ochronnymi (o nim poniżej).

W Polsce wprowadzony wyjątek zadowolił istotnie dominującą na rynku farmaceutycznym grupę producentów, a mianowicie producentów leków generycz-

nych. Przedmiotowa regulacja została sprecyzowana, poprzez art. 69 ust. 5 p.w.p., czyli stwierdzenie, że uzyskanie rejestracji bądź zezwolenia, o których mowa w ust. 1 pkt 4, nie wpływa na odpowiedzialność cywilną za wprowadzenie wyrobów do obrotu bez zgody uprawnionego, jeżeli taka zgoda jest potrzebna.

### Dodatkowe świadectwo ochronne

Warto też wspomnieć o istnieniu rozwiązania prawnego, które nie należy do prawa patentowego, ale które ma wpływ na jego kształt, a mianowicie na tzw. dodatkowe świadectwo ochronne (Supplementary Protection Certificate, SPC). SPC zostało uregulowane w prawie unijnym w przepisach dotyczących prawa farmaceutycznego. Do prawa polskiego zostało wprowadzone w rozdziale 5<sup>1</sup> p.w.p., co związane było z wejściem Polski do Unii Europejskiej i wynikającym z tego obowiązkiem implementacji tej regulacji (Nowicka 2012).

Jak wskazano na wstępie, stworzenie produktu leczniczego jest niezwykle czas- i kapitałochłonne, a wprowadzenie go na rynek jest procesem rozciągającym w czasie – biorąc pod uwagę kolejne etapy od laboratorium, gdzie lek powstaje, przez badania przedkliniczne, kliniczne, udowodnienie skuteczności i bezpieczeństwa leku, do rejestracji i wprowadzenia leku do obrotu, mija często ponad 10 lat (du Vall, 2008). W takiej sytuacji prawo patentowe nie realizuje swej funkcji, ponieważ nie stymuluje do innowacji i ujawnienia wynalazku (w praktyce patent nigdy nie będzie efektywnie wykorzystany właśnie ze względu na długą procedurę najpierw uzyskania patentu, a potem dopuszczenia na rynek). Patent przyznawany jest bowiem od daty zgłoszenia go w Urzędzie Patentowym (art. 63 ust. 3 p.w.p.) Mając jednak na uwadze, że na decyzję Urzędu Patentowego czeka się kilka lat, efektywna ochrona patentowa jest bardzo krótka.

Możliwość przedłużenia ochrony stała się bez wątpienia pożądana. Wobec tego w Unii Europejskiej umożliwiono wprowadzenie SPC w odniesieniu do produktów leczniczych (rozporządzenie Rady nr 1768/92/EWG z 18 czerwca 1992 r.) oraz środków ochrony roślin (rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1610/96/WE z 23 lipca 1996 r.). Ochrona rozciąga się jedynie na „produkt objęty zezwoleniem na obrót odpowiadającym mu produktem leczniczym oraz na każde użycie produktu jako produktu leczniczego, jakie było dozwolone przed wygaśnięciem świadectwa” (art. 4 rozporządzenia Rady nr 1768/92/EWG).

SPC nie jest dodatkowym patentem, ani jego przedłużeniem, ponieważ ochrona substancji jest ograniczona do celu jej wykorzystania. Niemniej SPC, tak samo jak patent, ma charakter terytorialny, chociaż przyznawane jest na zasadzie prawa unijnego (Nowicka i wsp., 2010). W konsekwencji, jeżeli SPC chroni daną substancję jako produkt leczniczy, to użycie go do innego celu już nie narusza patentu. Patent podstawowy oznacza nie tylko patent chroniący produkt, lecz również proces otrzymywania produktu oraz jego zastosowanie (art. 1 lit. c rozporządzenia 1768/92/EWG).

Podmiotem uprawnionym do uzyskania SPC jest uprawniony do patentu podstawowego lub podmiot będący jego następcą prawnym (art. 6 rozporządzenia 1768/92/EWG). SPC przyznaje takie same prawa, jakie przyznane są na mocy patentu podstawowego, oraz podlega takim samym ograniczeniom (art. 5 rozporządzenia Rady 1768/92/EWG), chociaż – jak wskazano – nie jest patentem i jest ograniczone do celu wykorzystania substancji. SPC nie ma na celu przedłużenia patentu, jednak użyłtarńie przyjęto, że zaczyna obowiązywać z upływem terminu pozostawiania w mocy patentu podstawowego i trwa przez cały czas równy okresowi, który upłynął pomiędzy datą dokonania zgłoszenia patentu podstawowego a datą pierwszego ze-

zwolenia na wprowadzenie produktu na rynek unijny, pomniejszony o 5 lat, przy czym okres ważności SPC nie może być dłuższy niż 5 lat. Wymaga to częstokroć skomplikowanych obliczeń. Wydawać by się mogło, że ochrona zostaje nienaturalnie przedłużona do 25 lat. Jest tak jedynie z formalnego punktu widzenia, ponieważ nie przekracza ona faktycznie 15 lat, jeśli chodzi o efektywność jej wykorzystania. Może być nawet krótsza, kiedy okres dopuszczania produktu leczniczego do obrotu przekroczył 10 lat. Zatem SPC wydłuża ochronę o 5 lat, z zastrzeżeniem dotyczącym produktów leczniczych stosowanych w pediatrii, gdzie SPC może być przedłużone o dalsze 6 miesięcy (Nowicka, 2012; rozporządzenie 1901/2006/WE).

### Leki innowacyjne vs. generyczne – cienie i blaski ochrony patentowej

Prawo do zdrowia jest jednym z fundamentalnych praw człowieka. Obejmuje m.in. dostęp do leków, jednak w żaden sposób nie wymaga, aby dostęp do leków był nieograniczony, a w szczególności bezpłatny. Nie jest to możliwe chociażby dlatego, że stworzenie nowego leku (w szczególności nowej cząsteczki) jest niezwykle drogie i czasochłonne. Firmy farmaceutyczne, które zajmują się produkcją leków i ich wprowadzaniem na rynek realizują także pewną misję polegającą na tym, że albo samodzielnie prowadzą badania nad coraz to lepszymi i innowacyjnymi lekami, w szczególności w obszarze rozpoznania nowych jednostek chorobowych, albo finansują prowadzenie badań prowadzonych przez grupy badawcze, zwłaszcza skupione przy jednostkach naukowych. Finansowanie takiej działalności pozbawione byłoby ekonomicznego sensu, jeśli nie przynosiłoby, po pierwsze, zwrotu nakładów, po drugie, czystego zysku. Zwrot nakładów czy zysk byłyby zaś niemożliwe, jeśli każdy inny podmiot mógłby dowolnie korzystać z efek-

tu pracy nad nowym lekiem. Prawo patentowe gwarantuje pewną czasową wyłączność zakazania wszystkim innym wykorzystywania wynalazku, w szczególności będącego nowym produktem leczniczym. W zamian za to społeczeństwo żąda ujawnienia takiego wynalazku i udostępnienia go. Jest to zwłaszcza ważne w przypadku produktów leczniczych służących ratowaniu życia i zdrowia. Ochrona patentowa pozwala na niemal dowolne kształtowanie dostępu do takiego leku (pod kątem wielkości produkcji, kanałów dystrybucji, ceny), a w konsekwencji narzucanie cen za jego dostępność. W takiej to sytuacji może dojść do zachwiania tej równowagi, która stoi u podstaw prawa patentowego, i która mówi w uproszczeniu: „damy Ci prawo wyłączne, ale Ty daj nam w zamian swój wynalazek; daj nam wynalazek odpłatnie, abyś mógł zrekompensować sobie swój trud i nakłady, ale musisz tak kształtować ceny, aby istniała obiektywna możliwość nabycia Twojego wynalazku”. Kwestie finansowe są konfliktogennym elementem ochrony patentowej na rynku farmaceutycznym.

Jest oczywiste, że producenci leków innowacyjnych w czasie przyznanej ochrony chcą zarobić jak najwięcej. Nie sposób pominąć okoliczność, że czas rzeczywistej możliwości czerpania korzyści z patentu jest silnie uszczuplony, ponieważ wprowadzenie produktu leczniczego na rynek jest długotrwałe. A zatem problem ten rekompensowany jest przez pięcioletnie SPC. Kiedy okres ochrony upływa, każdy może wprowadzać na rynek wcześniej zastrzeżony wynalazek – jako tzw. lek generyczny, identyczny z tym, na który wydano patent, ale wielokrotnie tańszy. Podmiot wprowadzający na rynek lek generyczny nie musi bowiem dążyć do odzyskania poniesionych nakładów. Jednak wprowadzenie przez niego produktu leczniczego na rynek również jest obwarowane koniecznością przeprowadzenia odpowiednich badań i uzyskania właściwych zezwoleń. Jeśli mogłyby do tej procedury przystąpić dopiero z momentem

wygaśnięcia ochrony patentowej, to w rzeczywistości jeszcze przez wiele lat to producent leku innowacyjnego mógłby samodzielnie czerpać z niego korzyści.

Aby umożliwić producentom leków generycznych wejście na rynek z tańszymi zamiennikami, od ponad 20 lat możliwe jest prowadzenie badań i wszczęcie procedury zezwoleniowej jeszcze wtedy, kiedy ochrona patentowa obowiązuje. Mowa tu o wspomnianym wcześniej wyjątku Bolara. Nie trudno się domyślić, że dla producentów leków innowacyjnych wyjątek Bolara co najmniej przeszkadza w prowadzeniu ich działalności. Dlatego starają się oni jak najskuteczniej przedłużyć ochronę patentową tego samego leku, tak aby zablokować tworzenie jego tańszych zamienników. Firmy farmaceutyczne próbują bowiem patentować poddane liftingowi wersje tego samego produktu leczniczego, wskazując na jego ulepszenia. Wynalazek taki, aby uzyskać ochronę patentową, musi spełniać wszelkie wymagania, jakie stawia się wszystkim wynalazkom (zgodnie z art. 24 p.w.p.). Producenci leków innowacyjnych przekonują się jednak coraz częściej, że proste ulepszenie (często oczywiste) nie gwarantuje uzyskania ochrony patentowej (jak np. w sprawie leku Glivec, gdzie w tym roku w Indiach odmówiono wnioskodawcy Novartis uzyskania ochrony patentowej na – jego zdaniem – ulepszoną wersję leku na raka). Przyznana ochrona patentowa blokuje chorym dostęp do leków. Także w interesie Skarbu Państwa jest jak najszybsze wejście na rynek leków generycznych, gdyż wówczas spadają koszty refundacji takich leków.

Polska jest krajem, w którym dominują producenci leków generycznych. Nie jest to jednak podział jednoznaczny, ponieważ także ci sami producenci prowadzą badania i korzystają z dobrodziejstw ochrony patentowej. Wydaje się, że wszystkie opisane instytucje: SPC, wyjątek Bolara czy sam patent – gwarantują zbalansowany podział zysków i obciążeń graczy na rynku far-

maceutycznym, w tym Skarbu Państwa i samych pacjentów. Producenci leków innowacyjnych nie poradzą sobie bowiem bez konsumentów, którzy leki zakupią, zaś pacjenci nie poradzą sobie bez producentów, którzy gwarantują nowe produkty lecznicze. Konieczne jest więc pogodzenie interesów wszystkich zainteresowanych grup i zachowanie pomiędzy nimi właściwej równowagi, w szczególności przez prawidłowe stosowanie istniejących instytucji prawnych.

## Literatura

- Beier F.-K., *Die herkömmlichen Patentrechtstheorien und sozialistische Konzeption des Erfinderrechts*, GRUR Int. 1970 nr 1.
- Beier F.-K., *Wettbewerbsfreiheit und Patentschutz zur geschichtlichen Entwicklung des deutschen Patentrechts*, GRUR 1978, Nr 3.
- Beier F.-K., J. Straus, *Das Patentwesen und seine Informationsfunktion, – gestern und heute*, GRUR 1978, 282.
- Biotechnologia to specjaliści i nowoczesne zaplecze, Puls biznesu, 9 września 2012.
- Boettiger S., Schubert K., *Agricultural biotechnology and developing countries: The public intellectual property resource for agricultural (PIPRIA)* (w:) McManis Charles R. (red.), *Biodiversity and the Law: Intellectual Property, Biotechnology and Traditional Knowledge*, London 2007.
- Chege Kamau E., *A Hard Patent System: An Impediment to Technological (Economic) Development in Less Developed Countries. The Role of the European Union in Spurring Development in African, Caribbean and Pacific Countries*, Baden – Baden 2004.
- Cornish W., Llewelyn D., *Intellectual Property: Patents, Copyrights, Trade Marks and Allied Rights*, 5<sup>th</sup> ed., Londyn 2003, 141–142.
- Dreyfus N., Thomas B.: *Marques dessins et modèles, stratégie de protection, de défense et de valorisation*. Delmas 2002.
- Idris K., *Intellectual Property. A Power Tool for Economic Growth*, 2nd Ed., WIPO Publication No. 888.1, Genève 2003.
- King Steven R., *Commentary in Biodiversity, Biotechnology and Traditional Knowledge Protection: The Private Sector Perspective* (w:) McManis Charles R. (red.), *Biodiversity and the Law: Intellectual Property, Biotechnology and Traditional Knowledge*, London 2007.
- Kitch E.W., *The Nature and Function of Patent System*, *Journal of Law and Economics* 1977, nr 20.
- Konwencja o udzielaniu patentów europejskich z dnia 5 października 1973 r. (Konwencja monachijska) wraz protokołami stanowią-

- cymi jej integralną część (Dz. U. z 2004 r. Nr 79, poz. 738)
- Kot D., Dopuszczalność eksperymentalnego użytku chronionych patentem wynalazków, PUG 1996, nr 5
- Krekora M., Contract Manufacturing of Medicines, Alphen aan den Rijn 2008
- Lehmann M., Eigentum, Geistiges Eigentum, gewerbliche Schutzrechte. Property rights/Wettbewerbsbeschränkungen zur Förderung des Wettbewerbs, GRUR Int., 1983.
- Machlup F., An economic Review of the Patent System, Study of the Subcommittee on Patents, Trademarks, and Copyrights of the Committee on the Judiciary US Senate, 85<sup>th</sup> Congress, 2<sup>nd</sup> Session, Pursuant to S.Res. 236, Study No 15.
- Nowicka A., Poźniak-Niedzielska M., Promińska U., Żakowska-Henzler H., *Prawo własności przemysłowej*, Warszawa 2004.
- Nowicka A., du Vall M., Żakowska-Henzler H., Ochrona wynalazków i wzorów użytkowych (w:) Admaczak A., du Vall M., Ochrona własności intelektualnej, Warszawa 2010.
- Nowicka A., Dodatkowe prawo ochronne (w:) R. Skubisz (red.), *Prawo własności przemysłowej*, System Prawa Prywatnego, Tom 14A, Warszawa 2012.
- Pacud Ż., Ochrona patentowa produktów leczniczych, Warszawa 2013
- Pollaud – Dulian F.: *Droit de la propriété industrielle*, Montchestien, 1999.
- PAIZ, Sektor farmaceutyczny i biotechnologiczny w Polsce 2013.
- Porozumienie w sprawie handlowych aspektów praw własności intelektualnej z dnia 15 kwietnia 1994 roku (Dz. Urz. L 336 z 23.12.1994 r., s. 305; TRIPS)
- Robbins P., *Stolen Fruits. The Tropical Commodities Disaster*, London/New York, 2003
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 469/2009 z dnia 6 maja 2009 r. dotyczące dodatkowego świadectwa ochronnego dla produktów leczniczych (wersja ujednolicona), Dz. Urz. UE L 152 z 16.06.2009, s. 1
- Rozporządzenie 1768/92/WE z dnia 18 czerwca 1992 r. w sprawie ustanowienia dodatkowego świadectwa ochronnego dla produktów leczniczych, Dz. Urz. WE L 182 z 02.07.1992, s. 1
- Rozporządzenie 1610/96/WE z dnia 23 lipca 1996 r. w sprawie ustanowienia dodatkowego świadectwa ochronnego dla środków ochrony roślin, Dz. Urz. WE L 198 z 08.08.1996, s. 30
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 1901/2006 z dnia 12 grudnia 2006 r. w sprawie produktów leczniczych stosowanych w pediatrii, Dz. Urz. UE L 378 z 27.12.2006, s. 1
- Szajkowski A., Żakowska – Henzler H, Ograniczenie patentu (w:) R. Skubisz (red.), *Prawo własności przemysłowej*, System Prawa Prywatnego, Tom 14A, Warszawa 2012.
- Ustawa z dnia 18 marca 2011 r. o Urzędzie Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych, Dz. U. Nr 82, poz. 451 z późn. zm.
- Ustawa z dnia 6 września 2001 r. – Prawo farmaceutyczne, tekst jedn.: Dz. U. z 2008 r. Nr 45, poz. 271 z późn. zm.
- Ustawa z dnia 10 października 1991 r. o środkach farmaceutycznych, materiałach medycznych, aptekach i Inspekcji Farmaceutycznej, Dz. U. Nr 105, poz. 452 z późn. zm.
- Ustawa z dnia 30 czerwca 2000 r. – Prawo własności przemysłowej, tekst jedn.: Dz. U. z 2003 r. Nr 119, poz. 1117 z późn. zm.
- Zimny T., *Problemy moralne związane z inżynierią genetyczną* (w:) T. Twardowski (red.), *Aspekty społeczne i prawne biotechnologii*, Warszawa 2012.
- Żakowska-Henzler H., *Wynalazek biotechnologiczny. Przedmiot patentu*, Warszawa 2006.

## Pharmaceuticals patent protection – the Polish perspective

Joanna Uchańska

The paper presents complicated issues connected with pharmaceuticals patents, particularly from the Polish perspective. All aspects are discussed from the international standpoint, especially pursuant to the right of healthcare. In the beginning, the patent system has been described from the broader view what creates easy and precise possibility to understand difficult mechanisms of the patent system. Then, some material issues bound directly with the patentability and the patent-eligibility, in particular according to the novelty and patenting a new use of an invention, were presented in the light of so-called “Swiss-type claims”. The Bolar exception (a law permitting use of patented products in experiments for the purpose of obtaining an approval of introducing a drug into a market) was described to discuss every complicated matters connected with the Polish pharmaceutical market where generic competitors play a key role. In the end, the Supplementary Protection Certificate regulation as a tool of supplying a real-exercising short patent protection when we count it after introducing a drug into the market was described. In conclusions, some closing remarks were suggested on specific and different patent protection for pharmaceuticals inventions from the protection granted to any other invention, particularly from the Polish perspective.

**Key words:** pharmaceuticals, patents

# ADHD – żywioł podczas lekcji przyrody

Katarzyna Białas, Agnieszka Cieszyńska

## Streszczenie:

Zespół nadpobudliwości psychoruchowej z zaburzeniami koncentracji uwagi (ADHD) wiąże się z trudnościami poznawczymi oraz zaburzeniami zachowania w ważnych aspektach życia, które można przypisać zarówno problemom kontroli impulsów, nadpobudliwości, jak i zaburzeniom uwagi. Praca z uczniem z ADHD jest zatem wyzwaniem dla nauczyciela. Istnieją jednak zasady, dzięki którym można ułatwić takiemu uczniowi naukę. Warto zastosować różne metody czy środki dydaktyczne, tak aby każdy uczeń, mimo zróżnicowanych kanałów percepcji, wyniósł z lekcji jak najwięcej. Lekcje przyrody wydają się idealne, aby zapewnić uczniowi różne bodźce i dzięki temu wykorzystać w pełni jego potencjał. Wystarczy wyjść na szkolne boisko, przynieść odpowiednie pomoce naukowe i z pewnością lekcje będą ciekawsze, nie tylko dla dzieci z ADHD, ale dla wszystkich uczestników zajęć. Artykuł ma na celu wskazanie na ważność starannego przygotowania lekcji przyrody, co przyczyni się do lepszego funkcjonowania ucznia z ADHD w klasie.

**Słowa kluczowe:** ADHD, uczeń z ADHD, edukacja przyrodnicza

otrzymano: 7.08.2013; przyjęto: 4.10.2013; opublikowano: 23.12.2013



**Katarzyna Białas:** Wydziałowa Pracownia Dydaktyki Biologii i Przyrody Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu, bialas\_katarzyna@o2.pl



**dr Agnieszka Cieszyńska:** Wydziałowa Pracownia Dydaktyki Biologii i Przyrody Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu, bialas\_katarzyna@o2.pl

## ADHD... czyli?

W literaturze najczęściej można spotkać definicję ADHD jako „rozpoznanie medyczne, stosowane wobec dzieci i dorosłych mających poważne trudności poznawcze i zaburzenia zachowania w ważnych aspektach swojego życia (np. w stosunkach rodzinnych i osobistych, w szkole lub pracy). Te trudności można przypisać zarówno problemom kontroli impulsów, nadpobudliwości, jak i zaburzeniom uwagi” (Al-Khamisy i Gosk, 2010). Dodatkowo, żadne symptomy ADHD nie mogą być wytłumaczone innymi zaburzeniami psychicznymi lub rozwojowymi, takimi jak zaburzenia nastroju, schizofrenia, zaburzenia dysocjacyjne, lękowe czy osobowości (Hanć, 2009).

Warto wspomnieć, że diagnoza ADHD odbywa się na podstawie dwóch klasyfikacji. Zgodnie z Międzynarodową Statystyczną Klasyfikacją Chorób i Problemów Zdrowotnych (ICD-10) na podstawie symptomów deficytów uwagi, impulsywności i nadruchliwości rozpoznaje się zespół hiperkinetyczny. Termin ten oznacza mniej więcej tyle, co typ mieszany ADHD (Hanć, 2009). Natomiast według Amerykańskiego Towarzystwa Psychiatrycznego (DSM-IV) zespół nadpobudliwości psychoruchowej z zaburzeniami koncentracji uwagi można podzielić na trzy typy (Al-Khamisy i Gosk, 2010), z czego każdy typ prezentuje nieco odmiennie objawy. Typ z przewagą zaburzenia koncentracji uwagi charakteryzuje się przede wszystkim niemożliwością skupienia na czynności przez dłuższy czas. Dziecko bardzo szybko się rozprasza, często gubi rzeczy, zdarza się, że przechodzi do wykonania kolejnej czynności nie kończąc

poprzedniej. Trudno jest mu skupić uwagę na tym, co mówi nauczyciel, często nie wie, o czym mówiono, bądź nie pamięta, co było zadane. Charakterystyczne objawy ADHD z przewagą nadpobudliwości psychoruchowej to „nadmiar energii”, działanie pod wpływem impulsu. Osoba z tym typem mówi bez pozwolenia, przerywając innym, wykazuje dużą potrzebę ruchu, wstaje, kiedy ma na to ochotę, porusza się po klasie zaczepiając innych uczniów. Dzieci posiadające trzeci typ, zwany typem mieszanym, przejawiają różne objawy w zależności od płci. Dziewczynki częściej mają większe problemy z koncentracją uwagi, z kolei chłopcy są bardziej ruchliwi (Al-Khamisy i Gosk, 2010).

Wszystkie wymienione objawy szybciej można zaobserwować u dzieci młodszych, kiedy procesy autokontroli nie regulują jeszcze dobrze ich zachowań (Opolska i Potempska, 1998). Większość źródeł podaje, że aby móc jednoznacznie stwierdzić, że mamy do czynienia z zespołem, część symptomów powinna ujawnić się przed 7. rokiem życia dziecka (Hanć, 2009) i nie ustępować przez ponad 6 miesięcy (Treuting i Hinshaw 2001).

Należy jednak pamiętać, że nie każde dziecko, które jest impulsywne, ma problemy z uwagą i koncentracją, jest nadruchliwe, cierpi na ADHD. Są przecież inne choroby i stany psychiczne, które łatwo można pomylić z zespołem nadpobudliwości (Munden i Arcelus, 2008). Jeśli jednak okaże się, że dane nam będzie pracować z uczniem posiadającym zespół nadpobudliwości, warto wprowadzić kilka rozwiązań, które od najmłodszych lat pomogą dzieciom z ADHD w ich życiu szkolnym, a przede wszystkim w życiu codziennym.

## ADHD... zaburzenie czy wymysł?

Wiele kontrowersji wzbudziła ostatnio wypowiedź z 2009 r. prof. Leona Eisenberga, który na łamach nie-



mieckiego pisma *Der Spiegel* powiedział o ADHD jako o cudownym przykładzie sfabrykowanej i przereklamowanej dolegliwości, wymyślonej przez koncerny farmaceutyczne. Eisenberg był amerykańskim psychiatrą dziecięcym, konsultował także, wspomnianą już wcześniej, DSM czyli klasyfikację zaburzeń Amerykańskiego Towarzystwa Psychiatrycznego. Cytowane zdanie prof. Eisenberga wywołało wielkie poruszenie, ponieważ uznawał się on za „ojca ADHD”, i mimo że nie zakwestionował on wprost istnienia ADHD, wielu zaczęło wątpić w jego istnienie. Polski konsultant w dziedzinie psychiatrii dzieci i młodzieży, prof. Tomasz Wolańczyk, jasno określa jednak, że ADHD według Międzynarodowej Statystycznej Klasyfikacji Chorób i Problemów Zdrowotnych ICD-10 oraz wg DSM-IV jest uznawane za zaburzenie, nie zaś za chorobę. Oczywiście problemem, który poruszył prof. Eisenberg może być fakt, że ADHD bywa diagnozowane zbyt pochopnie. Sygnalizowane są sytuacje, w których zespół nadpobudliwości psychoruchowej z zaburzeniami koncentracji uwagi przypisywany jest dzieciom po prostu niegrzecznym. Być może należałoby się dokładniej przyjrzeć właśnie procedurze stwierdzania u danego dziecka ADHD, zamiast rozstrzygać, czy jest to zaburzenie. Warto jednak zauważyć, że w szkołach jest wielu uczniów z zaburzeniami koncentracji lub nadpobudliwością – problemami, które są charakterystyczne dla ADHD. Bez względu więc na to, czy ADHD nazwiemy zaburzeniem czy nie, takim uczniom należy pomóc, aby łatwiej było im przejść przez wszystkie etapy nauczania.

## Pomoc w szkole

Uczeń z ADHD powinien mieć stałe miejsce w ławce przez cały rok szkolny, tak aby mógł się do niego przyzwyczaić i dobrze się w nim czuć (Neuhaus, 2003; Munden i Arcelus, 2008; Kołakowski i wsp., 2007). W więk-

szości szkół istnieją pracownie biologiczne, w których odbywają się lekcje przyrody i biologii. W takich warunkach nie będzie problemem, by dzieci miały swoje stałe miejsca pracy. „Częste zmiany miejsca oznaczają dla dziecka z nadpobudliwością ciągle poznawanie klasy z nowej perspektywy i jest to za każdym razem narażanie dziecka na nowe, rozpraszające uwagę bodźce, które zajmują ucznia z ADHD o wiele bardziej niż lekcja” (Neuhaus, 2003). Najlepszym posunięciem jest posadzenie obok dziecka z zespołem nadpobudliwości ucznia raczej spokojnego (Neuhaus, 2003), dobrze radzącego sobie z nauką, ale nie najlepszego kolegę. Dobrze, jeśli będzie to połączenie na cały rok szkolny (Baranowska, 2010). Jeśli często koledzy w otoczeniu ucznia będą się zmieniać, będzie to stanowiło dodatkowy poważny czynnik dekoncentrujący. Dotyczy to wszystkich dzieci, także tych które nie wykazują cech ADHD. Na lekcjach biologii czy przyrody będzie to znaczne ułatwienie. Są to bowiem przedmioty, które sprzyjają wszelkiego rodzaju pracom w parach czy grupach. Uczeń z ADHD powinien w miarę możliwości siedzieć w takim miejscu, aby nauczyciel miał go przez cały czas w polu widzenia i bez trudu mógł do niego podejść (Neuhaus, 2010). Najlepszym rozwiązaniem jest takie, kiedy dziecko będzie zajmowało miejsce w pierwszej ławce, tuż przy biurku nauczyciela (Munden i Arcelus, 2008; Hallowell i Ratey, 2004). Bez najmniejszego problemu, nauczyciel może w takiej sytuacji kontrolować przebieg pracy dziecka czy zwrócić mu uwagę podczas niewłaściwych zachowań. Najlepiej, gdy miejsce ucznia będzie znajdować się w środkowym rzędzie. Z dala od okna, za którym znajduje się zbyt wiele rzeczy, które mogą odwrócić jego uwagę, a które na daną chwilę są dla niego ciekawsze niż lekcja. Także z dala od akwarium, klatki z chomikiem czy szkolnej gazetki, na której zazwyczaj jest wiele kolorowych obrazków i tekstu, co nie ułatwia uczniom koncentracji na pracy (Al-Khamisy i Gosk, 2010).

W sali biologicznej nieuniknione będą gazetki dotyczące przedmiotu: tablice chronionych gatunków, anatomia układów człowieka czy piramida pokarmowa. Tego typu tablice powinny znajdować się jak najbardziej z przodu sali. Gazetki okazjonalne na Boże Narodzenie czy Dzień Matki powinny zostać ograniczone. Ewentualnie mogą zawisnąć blisko tablicy. Wtedy wzrok ucznia z ADHD oraz całej reszty klasy będzie automatycznie kierował się w stronę tablicy (Bobula, 2007).

Jeśli uczeń ma typ ADHD związany z nadmierną ruchliwością, powinien mieć w klasie miejsce do „rozchodzenia” swojej energii. Musi to nastąpić jednak tylko w wyznaczonych miejscach w klasie (Srebnicki i Wolańczyk, 2010). Jeśli pomocne w skupieniu będzie chodzenie po sali, nauczyciel powinien to umożliwić, jednak tylko wtedy, gdy nie będzie przeszkadzać to innym uczniom. W takiej sytuacji ucznia z ADHD możemy skierować na tył sali (Al-Khamisy i Gosk, 2010). Z rozmowy z pedagogami szkolnymi wynika, że będzie to korzystne rozwiązanie także wtedy, gdy w klasie jest kilku uczniów z nadpobudliwością. Jednak w takiej sytuacji nauczyciel częściej powinien podchodzić na tył klasy.

Jednym ze sposobów, który ułatwi dziecku z ADHD spędzenie czasu w ławce, a równocześnie wykorzysta nadmiar energii, jest poproszenie ucznia o małą pomoc w prowadzeniu lekcji. Uczeń może podać pomoc dydaktyczną, zawiesić mapę czy pójść po kredę. Są to metody przydatne zwłaszcza dla uczniów szkoły podstawowej. Gimnazjaliści czy uczniowie starsi, jeśli zostali tego wcześniej nauczeni, będą potrafili radzić sobie z nadpobudliwością już sami (Hallowell i Ratey, 2004).

Pierwszą, konieczną czynnością, którą dziecko wykonuje po wejściu do sali, jest wypakowanie plecaka. Na stole ucznia z ADHD powinny znajdować się tylko te przybory, które będą potrzebne na danej lekcji. Dużym ułatwieniem dla ucznia będą także przybory do pod-

kreślenia czy zaznaczania ważnych treści (Al-Khamisy i Gosk, 2010). Mogą to być zarówno flamastry czy zakreślacze, jak i kolorowe karteczki przyklejane do kartek w podręczniku. Lekcje biologii i przyrody są pełne definicji czy schematów, które trzeba zapamiętać. Uczniowi z ADHD o wiele łatwiej będzie to zrobić, jeśli wszelkie istotne informacje wyróżni sobie używając różnych kolorów. Po każdej przeprowadzonej lekcji nauczyciel powinien sprawdzić, czy uczeń z zespołem nadpobudliwości ma zapisaną notatkę z lekcji (Bobula, 2007), a także czy w notatce znajdują się wszystkie najważniejsze informacje oraz numery stron z podręcznika, na których realizowany jest temat. Im bardziej kolorowa, ale równocześnie przejrzysta notatka, tym łatwiej będzie dziecku nauczyć się wymaganych treści. Jest to zasada ważna zarówno dla dzieci z ADHD, jak i pozostałych uczniów.

Po zakończeniu lekcji ważne jest także sprawdzenie, czy uczeń zapisał zadanie domowe (Bobula, 2007). Równie istotne jest podanie zadania domowego przed dzwonkiem, a najlepiej, jeśli nauczyciel zapisze zadanie na tablicy (Bobula, 2007). W czasie przerwy, zarówno w klasie, jak i na korytarzu, zapanuje chaos, który znacząco utrudni dziecku z ADHD skoncentrowanie się na zapisaniu notatki. Nie dajmy mu też możliwości pytania o rzeczy niezrozumiałe, gdyż będzie jak najszybciej chciał wyjść już z klasy, jak reszta kolegów. Gdy poza nauczeniem się na następną lekcję nie ma zadania domowego, warto o tym wyraźnie powiedzieć. Taką informację uczniowie powinni zapisać w zeszycie przedmiotowym. Innymi informacjami, które należy zapisać, są wszystkie pomoce, które uczniowie mają przynieść na lekcję. Często na przyrodę czy biologię potrzebne są mazaki, kolorowe kartki czy rzeczy potrzebne do przeprowadzenia doświadczenia. Bez wyraźnego komunikatu w zeszycie uczeń z ADHD łatwo o tym zapomni. Także przed planowanym sprawdzianem wiadomości

należy jego datę zapisać w zeszycie, w dodatku najlepiej innym kolorem czy z podkreśleniem.

### Jak nie szkodzić?

Rzeczą najtrudniejszą, sprawiającą najwięcej problemów podczas lekcji jest prawidłowe formułowanie i wydawanie poleceń. Polecenia nauczycieli są często niejasne, zbyt skomplikowane, a zdarza się nawet, że nauczyciel mówi troszkę o czymś innym niż później wymaga. Czasem w ogóle nie tłumaczy, wskazując tylko numer zadania i stronę w zeszycie ćwiczeń. Zwłaszcza młodym nauczycielom wydaje się, że używają zrozumiałego języka i nie trzeba polecenia powtarzać. Przy sprawdzaniu ćwiczeń okazuje się jednak, że nie wszyscy zrobili dane zadanie dobrze, co może wynikać właśnie z niezrozumienia polecenia. Dlatego tak ważne jest podawanie polecenia kilka razy, starając się za każdym razem używać innych słów. Warto także zapytać, czy polecenie zostało zrozumiane.

Kolejnym, dość często spotykanym błędem w szkołach, jest zwalnianie dziecka z zespołem nadpobudliwości z wszelkich szkolnych obowiązków. Przecież to, że dziecko ma ADHD, nie zwalnia go z „konieczności bycia posłusznym i punktualnym” (Srebnicki i Wolańczyk, 2010). Dziecko z zespołem nadpobudliwości tak samo punktualnie powinno przychodzić na lekcje, jak jego rówieśnicy. Tak samo powinno mieć opanowany materiał z ostatnich lekcji i być gotowym w każdej chwili do ustnej odpowiedzi czy kartkówki. Nie można usprawiedliwiać braku podręcznika czy zeszytu przedmiotowego winą ADHD. Oczywiście jest większe prawdopodobieństwo, że uczniowi z zespołem nadpobudliwości zdarzy się to częściej niż jego koledze. Jednak w takim wypadku warto zastosować taką samą karę jak wobec innych dzieci, którym zdarzy się zapomnieć podręcznika. Nie

ma mowy tu o jakiejś srogiej karze; wystarczy zwykłe upomnienie nauczyciela.

To samo dotyczy niegrzecznego zachowania dzieci z ADHD. W żadnym razie nie może być ono usprawiedliwione zaburzeniem. Jeśli dziecko wulgarnie się odzywa, jest bezczelne czy niekoleżeńskie dla innych, to po prostu należy zwrócić mu uwagę czy wręcz wprowadzić kary. Nie są to bowiem objawy ADHD.

Ważne jest także uświadomienie rodzicom, że nie każde zachowanie ich pociechy wynika z zaburzenia. ADHD to tylko 5% z zachowania dziecka (Srebnicki i Wolańczyk, 2010); na resztę zachowania wpływa charakter dziecka, wychowanie czy rówieśnicy. Dziecko tak samo może mieć dobry czy zły humor, może być zmęczone lub niewyspane i będzie wyrażało to przez swoje zachowanie. Nie zapominajmy także, że dziecko może być po prostu źle wychowane czy złośliwe, i wtedy jego negatywne zachowania nie będą miały nic wspólnego z objawami ADHD.

Błędem ze strony szkoły może być także brak kontaktu z rodzicami dziecka z zespołem nadpobudliwości. Ważne jest ustalenie zasad regularnego komunikowania się. Może to być zarówno kontakt osobisty, jak i przez specjalnie założony do tego zeszyt, który uczeń będzie nosił przy sobie. W ten sposób rodzice dowiedzą się o osiągnięciach czy problemach swojego dziecka w szkole, o których czasem nie mają zupełnie pojęcia (Heininger i Weiss, 2005). Warto w tym przypadku szczególnie podkreślać wszystkie sukcesy. Dobrze jeśli w zeszycie znajdzie się chociażby „świetna praca na lekcji”, „trafne argumenty w dyskusji” czy chociażby „poprawnie odrobione zadanie domowe – super”.

Nie wolno jednak nauczycielom wkraczać w świat domowy dziecka z ADHD. Oczywiście, wskazówki dla rodziców, jak pomóc odrabiać lekcję czy przygotować się do sprawdzianu razem z dzieckiem, będą mile widziane. Nie należy jednak przekroczyć dość cienkiej

linii szkoła-dom (Srebnicki i Wolańczyk, 2010). Z pewnością nie pomoże wytykanie błędów rodzicom czy narzucanie, jak mają postępować z dzieckiem. Dobrze, aby rodzice wraz z nauczycielami uzupełniali się na tych dwóch obszarach, które są ważne dla dziecka i wspólnie wypracowali plan działania, tak żeby możliwie jak najskuteczniej pomóc dziecku w pracy nad sobą i w walce z objawami zespołu nadpobudliwości.

## Dobra organizacja lekcji

Każdy nauczyciel planując lekcję, którą ma przeprowadzić, odpowiednio się do niej przygotowuje. Czyta podręczniki, przegląda ciekawe materiały, wymyśla rozmaite ćwiczenia. Ostatnim etapem jest przygotowanie scenariusza, według którego przeprowadzi dane zajęcia. Czy jednak podczas pisania scenariusza lub tworzenia lekcji nauczyciel zastanawia się nad różnymi potrzebami swoich uczniów?

Dydaktycy wskazują, że przygotowując lekcje warto zrobić to tak, aby wszyscy uczniowie wynieśli z niej jak najwięcej i aby wykorzystać wszystkie możliwości swoich uczniów. Zwracając oczywiście uwagę na atmosferę panującą w klasie oraz stopień ich zaangażowania. Dobrym materiałem pomocnym przy układaniu planu lekcji jest opinia wydana przez psychologa prowadzącego, w której powinny być zawarte wszystkie ważne informacje, na które należy zwrócić uwagę podczas układania planu dydaktycznego. Pomocne mogą być też rozwiązania podpowiadane przez szkolnego pedagoga i rodziców uczniów o specjalnych wymaganiach edukacyjnych. Uczeń z ADHD najlepiej funkcjonuje w jasno zaznaczonych strukturach. Podczas lekcji pomocny dla niego będzie spis zadań lub czynności w kolejności, w której należy je wykonać. Najlepiej, gdyby były to równoważniki zdań, krótkie punkty informujące o następujących po sobie zadaniach, np.:

- czynności organizacyjne;
- pogadanka: Co to jest płeć? Jak możemy rozpoznać płeć u człowieka? Czy zawsze możemy określić płeć?;
- prezentacja multimedialna;
- odpowiedzi na pytania z prezentacji;
- porównanie sylwetek na podstawie plansz;
- pogadanka: Dlaczego kobieta różni się od mężczyzny wyglądem? Czy tylko ww. cechami różni się kobieta od mężczyzny?;
- omówienie budowy narządów rozrodczych;
- zadania z zeszytu ćwiczeń;
- omówienie różnic w budowie komórek rozrodczych;
- podsumowanie;
- zadanie domowe: pierwsza kropka zadania 2 ze s. 38 w zeszycie ćwiczeń.

Plan taki jest o tyle przydatny, że zawsze można przywołać uwagę dziecka w prosty sposób – „jesteśmy przy punkcie 4” (Neuhaus, 2003). Uczeń będzie wiedział, w jakim momencie lekcji aktualnie się znajduje i co nastąpi za chwilę. Dzieci z zespołem nadpobudliwości nie czują się dobrze w sytuacjach nagłych czy niespodziewanych, którym zapobiegamy właśnie poprzez skonstruowanie i zaprezentowanie planu. Dzięki temu dziecko będzie czuło się na lekcji bardziej komfortowo i lepiej skupi się na przedstawianym materiale. Pod koniec lekcji należy plan omówić, a także zaznaczyć, które punkty były najbardziej istotne. Dobrze, jeśli uczniowie powtórzą na koniec najważniejsze informacje z lekcji. Uczeń z ADHD będzie mógł zaznaczyć je innym kolorem lub podkreślić.

Przygotowując scenariusz lekcji, należy przewidzieć i przy każdej czynności określić czas potrzebny na jej wykonanie (Neuhaus, 2003), a przed rozpoczęciem danego zadania podać limit czasu klasie. Uczeń z ADHD dostanie przez to sygnał, przez jaką określoną ilość cza-

su musi być skupiony. Po wykonaniu ćwiczenia należy od razu je sprawdzić. Jest to ważne, aby uczeń mógł poprawić błędy, które popełnił. Będzie to również odpowiedni czas na pochwały. Dziecko z ADHD pracuje „tu i teraz” (Hallowell i Ratey, 2004), nie można zatem odkładać chwalenia czy nanoszenia poprawek na koniec lekcji. Do tego czasu wydarzy się już tyle innych rzeczy, że dziecko z ADHD nie będzie potrafiło w krótkiej chwili wrócić do czynności z początku lekcji.

„Dziecko – zwłaszcza nadaktywne – musi mieć podczas lekcji zapewnione krótkie przerwy na ruch. Jednak powinien to być ruch celowy: drobne polecenia, takie jak przyniesienie pomocy naukowych (...), starcie tablicy, wyniesienie planszy do klasowego magazynku” (Neuhaus, 2003). Planując przebieg lekcji, należy pamiętać o przerwach na taką aktywność. Będzie ona znacząca dla podtrzymania koncentracji dziecka z zespołem nadpobudliwości. Dotyczy to zwłaszcza dzieci o typie ADHD z przewagą nadpobudliwości psychoruchowej, którym umożliwienie wyzbycia się nadmiaru energii w czasie lekcji pozwoli na dalszą efektywną pracę. Będą to przerwy istotne w młodszych klasach.

„Nauczyciel musi zdawać sobie sprawę z tego, że jego uczeń z ADHD ma trudności w wykonywaniu zadań, gdyż nie potrafi długo utrzymać uwagi dowolnej, przede wszystkim wtedy, gdy rzecz niezbyt go interesuje” (Neuhaus, 2003) (uwaga dowolna jest wynikiem własnej decyzji; wymaga to świadomego zamiaru i wysiłku; na podstawie własnej decyzji potrafimy się skupić na określonej czynności). Zajęcia z przyrody czy biologii są do tego idealnym obszarem. Istnieje całe mnóstwo różnego rodzaju pomocy dydaktycznych, które można wykorzystać podczas prawie każdej lekcji. Są to zarówno mapy, do których uczeń może podejść (przy okazji wyładuwając nadmiar energii) i pokazać omawianą rzekę, modele części układów człowieka takie jak żołądek, płuca czy mózg, przy pomocy których można zbudować omawia-

ny układ, czy chociażby plansze obrazujące segregację śmieci czy różnice między porami roku.

Podczas lekcji możliwe jest także przeprowadzenie wielu doświadczeń chemicznych czy fizycznych, które z pewnością ją urozmaicają – zaczynając od najprostszych, jak np. odczuwanie smaków przy zatkanym nosie czy zobrazowanie zjawiska dyfuzji przy pomocy perfum (im dalej siedzą uczniowie, tym później poczują zapach), po nieco bardziej skomplikowane, jak przeprowadzenie chromatografii czy samodzielne wykonanie preparatu do obserwacji pod mikroskopem (wykrojenie fragmentu z łuski spichrzowej cebuli – plazmoliza). Oczywiście wszystkie przeprowadzane pod opieką nauczyciela. Dobrze, aby doświadczenia były wykonywane na każdej lekcji, zwłaszcza, że dość duży nacisk kładzie na to nowa podstawa programowa. Planując doświadczenie, najlepiej ułożyć je w połowie lekcji, wtedy właśnie spada koncentracja u dzieci o typie z przewagą zaburzenia koncentracji uwagi, a równocześnie wzrasta energia u dzieci z typem z przewagą nadpobudliwości psychoruchowej. Należy także pamiętać o przygotowaniu jasnych i krótkich instrukcji, jak dane doświadczenie wykonać. Układając instrukcję do doświadczenia czy inne zadanie do wykonania podczas lekcji starajmy się dzielić polecenia na krótsze (Neuhaus, 2003). Zamiast „po przeczytaniu fragmentu tekstu ze s. 54 w podręczniku i przeanalizowaniu schematu przedstawiającego obieg Ziemi wokół Słońca, wykonaj ćwiczenie 4 z zeszytu ćwiczeń”, lepiej wydać w punktach polecenie:

- *Otwórz podręcznik na stronie 54*
- *Przeczytaj tekst drugiego akapitu*
- *Przeanalizuj schemat dotyczący obiegu Ziemi wokół Słońca*
- *Otwórz zeszyt ćwiczeń na stronie 15*
- *Wykonaj zadanie 4*

Przy tak podzielonej instrukcji pracy dziecko będzie wykonywało stopniowo każdy punkt. Przy jednym

długim i skomplikowanym poleceniu, pod koniec dyspozycji wydawanych przez nauczyciela uczeń z ADHD już nie będzie wiedział, co miał zrobić na początku jako pierwsze (Bobula, 2007). Można przypuszczać, że zaczniesz od razu od rozwiązywania ćwiczenia z zeszytu ćwiczeń, przez co nie będzie wiedzieć jak wykonać je poprawnie. U większości dzieci spowoduje to niemal natychmiast niechęć do dalszej pracy i złe nastawienie.

Przy tak ułożonej instrukcji działa także metoda przywoływania, wykorzystana podczas całego planu lekcji rozdawanego na początku. Przed wydaniem polecenia warto upewnić się, czy uczeń w ogóle nas słucha. Można ustalić z dzieckiem, że ponieważ jego problemem jest łatwe rozpraszanie się, to nauczyciel i uczeń wspólnie ustalą sygnał przywołujący go do pracy. Sygnał taki nie może być odbierany jako kara, a dodatkowa pomoc. Może to być delikatne stuknięcie w biurko lub dotknięcie ramienia. Ważne, aby sygnał był znany tylko nauczycielowi i uczniowi z ADHD oraz aby nie wywoływał śmiechu wśród pozostałych uczniów z klasy. Zanim dziecko przejdzie do kolejnego etapu, nauczyciel musi skontrolować czy wykonało poprzedni (Bobula, 2007). Przed rozpoczęciem każdego zadania, dobrze jeśli uczeń powtórzy polecenie własnymi słowami (Neuhaus, 2003). Zwłaszcza jeśli zadanie to jest dłuższe czasowo czy jest bardziej skomplikowane. Mamy wtedy pewność, że uczeń wie co ma w danej chwili wykonać. Jeśli nie umie powtórzyć polecenia, należy wytłumaczyć polecenie innymi słowami, po czym ponownie prosić ucznia o powtórzenie (Bobula, 2007).

### Najbardziej korzystne metody nauczania

Lekcje przyrody czy biologii są wyjątkowe pod względem wielości metod nauczania, które można podczas nich stosować. Właściwie nie ma metody, która nie byłaby odpowiednia. Warto zatem tak umiejętnie

z nich korzystać, aby nawet z pozoru nudny temat okazał się dla uczniów ich najfajniejszą lekcją dnia. Faktem jest, że w klasie jest dziecko z zespołem nadpobudliwości w żaden sposób nie ogranicza nauczyciela w wyborze prowadzenia lekcji.

Pierwszą zasadą, którą należy się kierować podczas doboru odpowiedniej metody jest to, aby metoda nie była zbyt monotonna. Przy złym doborze metody, nawet z ciekawego tematu, można stworzyć lekcję, z której dzieci wyniosą tylko i wyłącznie senne spojrzenia. Dobrze będzie, aby w miarę możliwości jak najczęściej zmieniać wybrane metody prowadzenia lekcji lub wzbogacać je innymi, nowszymi.

Podczas wprowadzania nowego materiału w klasie, w której jest dziecko z ADHD, należy pamiętać, aby nie robić tego zbyt szybko i zbyt pobieżnie. Przede wszystkim warto wspomagać temat przykładami. Dopiero na ich podstawie sformułować tezę, którą należy zapisać w zeszycie.

Metodą, która może wydawać się niekorzystna dla dzieci z zespołem nadpobudliwości, jest dyskusja. Jednak „dzieci z ADHD są wirtuozami dyskusji, na każde słowo wypowiedziane przez nauczyciela przypada 20 słów dziecka” (Srebnicki i Wolańczyk, 2010). Co więcej, w młodszych klasach szkoły podstawowej nie każde dziecko potrafi dyskutować. Warto więc uczyć tej umiejętności już od najmłodszych lat i pomagać im dyskutować na proste biologiczne tematy. Czas na dyskusję powinien zawsze wyznaczać nauczyciel i nie powinno się go przekroczyć. Zasada ta dotyczy zwłaszcza grupy, w której przebywa dziecko z ADHD. Ważne jest także, aby wszystkie dzieci brały udział w dyskusji, a jedna osoba (nie musi to być nauczyciel) wyznaczała kolejnego mówcę.

Ciekawym wzbogaceniem lekcji przyrody mogą być wszelkiego rodzaju mnemotechniki, wierszyki czy powiedzonka (Kołakowski i wsp., 2007). Jedną z takich

mnemotechnik przydatnych w pracy z dziećmi posiadającymi zespół nadpobudliwości jest technika akronimów. Polega ona na tym, że z pierwszych liter wyrazów, które należy zapamiętać, układamy inny wyraz. Może to być słowo posiadające sens lub zupełnie nic nie znaczące, ale takie które dziecko będzie w stanie zapamiętać i wymówić (Strichart, Mangrum II, 2009). Np. wyraz ChONSP, który jest skrótem od nazw pierwiastków biogennych (Ch – chlor, O – tlen, N – azot, S – siarka, P – fosfor). Z pewnością łatwiej zapamiętać oznaczenia stron świata (ang. North, East, South, West) podając je jako „Na Ekranie Siedzi Wrona” – to z kolei (bardzo podobna do poprzedniej) technika zdań akronimowych, czyli „zdań składających się z wyrazów rozpoczynających się od początkowych liter słów, które mają być zapamiętane” (Strichart i Mangrum, 2009). Wymawiając zdania zgodnie z ruchem wskazówek zegara, oznaczamy odpowiedni kierunek przez pierwszą literę wyrazu). Dzieciom – zarówno z ADHD, jak i pozostałym – będzie nie tylko łatwiej, lecz także przyjemniej uczyć się przy pomocy takich skrótów.

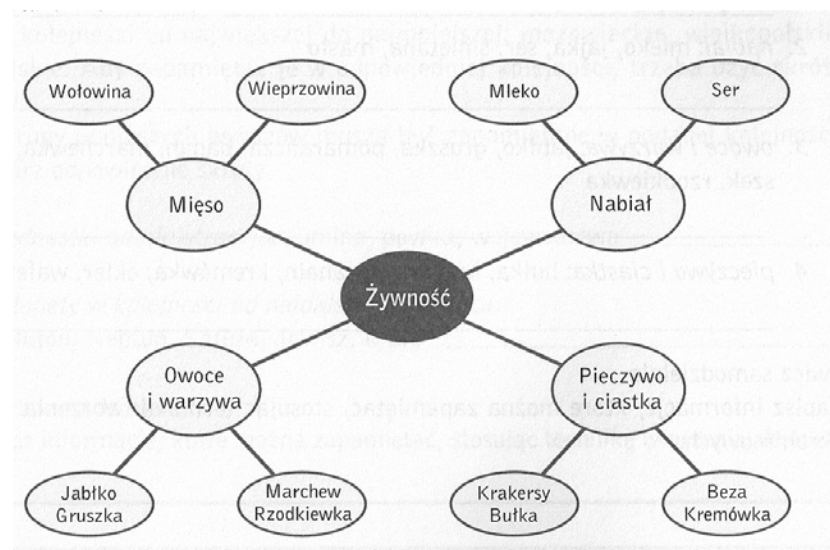
Kolejną przydatną techniką stosowaną w nauczaniu biologii i przyrody dzieci z ADHD jest tworzenie organizacji graficznych (map myśli). Są to „wizualne techniki zapamiętania informacji zawierających temat główny, podtematy i szczegóły. Stosować ją można, aby pokazać, w jaki sposób temat główny, podtematy i szczegóły są ze sobą powiązane” (Strichart i Mangrum, 2009). W biologii istnieje całe mnóstwo tematów, które można przedstawić w ten sposób. Gdy ma się wprawę w stosowaniu tej techniki, za pomocą map myśli można rozrysować właściwie każdy temat.

Tematem przedstawionej na ryc. 1 mapy myśli jest żywność. Na lekcji przyrody dzieci uczą się dzielić żywność na grupy (nabiał, pieczywo, owoce i warzywa, mięso). Do każdej z grup przyporządkowane są przykładowe produkty. Dziecko z ADHD łatwiej zapamięta jasny

schemat takiego podziału niż długą notatkę, którą za każdym razem będzie musiało dokładnie przeczytać. Oczywiście, najpierw musimy nauczyć dzieci konstruowania takich map. Jednak można przypuszczać, że po jakimś czasie uczniowie będą tworzyć bardziej rozbudowane i kolorowe mapy myśli niż sam nauczyciel. Równocześnie mapy myśli rozwijają u dzieci wyobraźnię, ponieważ aby stworzyć czytelną mapę muszą najpierw przemyśleć, jak ją zaprojektować, a potem w odpowiednim miejscu wszystko zapisać. Przy konstruowaniu map myśli, dzieci mogą także używać kolorów, podkreśleń czy wszelkiego rodzaju rysunków, które ułatwią im zapamiętanie danego tematu.

## Podsumowanie

Praca z dzieckiem z ADHD z pewnością nie należy do najłatwiejszych. Wymaga od nauczyciela dużo uwagi oraz zaangażowania. Być może wymienione zasady i rozwiązania pomogą ją usprawnić lub uczynią łatwiejszą, co może przynieść sporo satysfakcji z osiągnięć ucznia. Przede wszystkim stosowanie tych zasad może uczniowi z ADHD ułatwić szkolne życie i dalsze funkcjonowanie w społeczeństwie. Korzystając z tych zasad, nauczymy go przecież sposobów radzenia sobie z objawami zespołu, które w mniejszym lub większym stopniu będą przez całe życie obecne. Usprawnimy także funkcjonowanie w szkole całej klasie, a także polepszymy sobie komfort pracy z zespołem, w którym jest uczeń z ADHD.



Ryc. 1. Mapa myśli z tematu żywność

Źródło: Strichart, Mangrum 2009, s. 36.

## Literatura

- Al-Khamisy D, Gosk U (2010). *Model pracy z uczniem z ADHD*. [w:] *podniesienie efektywności kształcenia uczniów ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi. Materiały dla nauczycieli*. Warszawa. Ministerstwo Edukacji Narodowej.
- Baranowska W (2010). *Nauczyciel a uczeń z ADHD*. Kraków. Oficyna Wydawnicza IMPULS.
- Bobula S (2007). *Praca z dzieckiem nadpobudliwym psychoruchowo w jego naturalnym środowisku*. [w:] *Prawo dziecka do zdrowia*. Kraków. Oficyna Wydawnicza IMPULS.
- Hallowell EM, Ratey JJ (2004). *W świecie ADHD. Nadpobudliwość psychoruchowa z zaburzeniami uwagi u dzieci i dorosłych*. Poznań. Media Rodzina.
- Hanć T (2009). *Dzieciństwo i dorastanie z ADHD. Rozwój dzieci nadpobudliwych psychoruchowo: zagrożenia i możliwości wsparcia*. Kraków. Oficyna Wydawnicza IMPULS.
- Heininger JE, Weiss ShK (2005). *Od chaosu do spokoju. Jak wychować dzieci z ADHD i innymi zaburzeniami zachowania*. Poznań. Media Rodzina.

- Kołąkowski A, Pisula A, Skotnicka M (2007) *Dziecko nadpobudliwe w szkole – objawy i systemy pomocy*. Dostępne na: <http://www.cbt.pl/?q=pl/node/43&tab=2>. Dostęp 22.11.2011.
- Konstanty Ignaciuk B (2010). *Dziecko z zespołem nadpobudliwości psychoruchowej ADHD i ADD*. Kraków. Oficyna Wydawnicza IMPULS.
- Munden A, Arcelus J (2008). *ADHD. Nadpobudliwość ruchowa. Poradnik dla rodziców, nauczycieli, lekarzy i terapeutów*. Warszawa. BELLONA.
- Neuhaus C (2003). *Dziecko nadaktywne. Niedobór uwagi i nadpobudliwość ruchowa u dzieci. Jak pomóc?* Warszawa. Bauer-Weltbild Media Sp. z o.o.
- Opala-Wnuk K (2009). Ścieżki emocjonalne jako dominujący aspekt stymulacji rozwoju. [w:] *Sztuka, która pomaga dzieciom. Techniki arteterapii: mandala, relaksacja, wizualizacja, zabawa z kolorem, drama, teatr terapeutyczny*. Łódź. JK.
- Opolska T, Potempska E (1998). *Dziecko Nadpobudliwe. Program korekcji zachowań*. Warszawa. Centrum Metodyczne Pomocy Psychologiczno-Pedagogicznej Ministerstwa Edukacji Narodowej.
- Reber AS, Reber ES (2005). *Słownik Psychologii*. Warszawa. Wydawnictwo Naukowe SCHOLAR, str. 408, 977
- Srebnicki T, Wolańczyk T (2010). *One są wśród nas. Dziecko z ADHD w szkole i przedszkolu. Informacje dla pedagogów i opiekunów*. Warszawa. Ośrodek Rozwoju Edukacji.
- Strichart SS, Mangrum ChT (2009). *Dziecko z ADHD w klasie. Planowanie pracy dzieci z zaburzeniami koncentracji uwagi*. Gdańsk. Biblioteka Wychowawcy.

### Children with ADHD on the science lesson

Katarzyna Białas, Agnieszka Cieszyńska

Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) is associated with cognitive difficulties and behavioral problems in important aspects of life that can be attributed to both the problems of impulse control, hyperactivity and attention disorders. Working with students with ADHD is therefore a challenge for the teacher. However, there are rules, so you can facilitate such student learning. It used a variety of methods and teaching aids, so that every student, despite the different channels of perception, was the lesson as much as possible. The lessons of nature seem to be ideal to provide the student a variety of stimuli and thus make full use of its potential. Just step on the school playground, bring appropriate teaching aids and certainly lessons are interesting, not only for children with ADHD, but for all the participants. Article aims to show the validity of careful preparation lessons of nature, which will contribute to a better functioning of a student with ADHD in the classroom.

**Key words:** ADHD, student with ADHD, environmental education

# Fabryka edukacji

## Laboratoria wytwórcze jako nowe narzędzie edukacji technicznej

Marcin Zaród

### Streszczenie:

Artykuł przedstawia genezę i rozwój laboratoriów wytwórczych (ang. *fabrication laboratories*) – nowego rodzaju instytucji nieformalnego kształcenia technicznego. Miejsca takie łączą ruch „zrób to sam” z nowymi technologiami i elementami subkultury hackerskiej. Dyskutowane są również koszty, problemy i możliwości użycia tego rodzaju rozwiązań w instytucjach edukacyjnych. W artykule przedstawiono przegląd inicjatyw edukacyjnych łączących się z ruchem „zrób do sam”.

**Słowa kluczowe:** edukacja techniczna, fab-lab, zrób to sam, ruch make, ruch open source

otrzymano: 23.11.2013; przyjęto: 13.12.2013; opublikowano: 23.12.2013



**mgr inż. Marcin Zaród:** fizyk, socjolog nauki; doktorant w Instytucie Socjologii Uniwersytetu Warszawskiego; członek zespołu Fab-Labu w Łodzi; współpracuje m.in. z Obywatelami Nauki i Fundacją Nowoczesnej Edukacji; członek zespołu łódzkiej świetlicy Krytyki Politycznej

### Geneza zjawiska

Rzeczywistość nowoczesnej techniki pociąga za sobą konieczność tworzenia nowego rodzaju instytucji badawczych i edukacyjnych. Od chwili powstania pierwszej politechniki (paryska École Polytechnique, 1794), nauki techniczne rozwijane są w warsztatach, laboratoriach, pracowniach i innych, coraz bardziej wyspecjalizowanych, ośrodkach.

Równoległe z rozwojem praktyki instytucjonalnej rozwijane są modele pracy o mniejszym sformalizowaniu. Stopień formalizacji, konstrukcja finansowania, charakterystyka edukacyjna, tradycja – wszystkie te elementy tworzą tzw. kulturę badawczą (Knorr-Cetina, 1999). Przykładowo: subkultura hackerska (powstała w latach sześćdziesiątych na wschodnim wybrzeżu USA) inaczej definiowała swoje zadania niż elektronika i informatyka akademicka. Sami hackerzy opisywali swoje działania jako demokratyczny i otwarty „bazar techniczny”, w przeciwieństwie do „katedry” – elitarnych i sformalizowanych praktyk komercyjnych i akademickich (Raymond, 1999). Do dzisiaj oprogramowanie oparte na otwartym kodzie źródłowym (ang. *open source*) pozostaje istotnym zjawiskiem w praktyce informatycznej<sup>1</sup>.

Jawność rozwiązań i metod, niechęć do formalnych struktur i specyficzny humor były przyczyną zarówno konfliktów wewnętrznych, jak i sukcesów w naukach komputerowych. Do dzisiaj informatyka akademicka czerpie z praktyk nieformalnych. Przykładem może być praktyka publikowania otwartych problemów badawczych lub maratony programistyczne (Aker, 2007).

W przypadku Polski podział na kontr-kulturę i kulturę w naukach elektronicznych i informatycznych był

<sup>1</sup> Zarys historii kultury hackerskiej można znaleźć w eseju Erica Reymonda. URL: [http://www.immagic.com/eLibrary/ARCHIVES/GENERAL/AUTHOR\\_P/R000825P.pdf](http://www.immagic.com/eLibrary/ARCHIVES/GENERAL/AUTHOR_P/R000825P.pdf) [dostęp: 21.10.2013].



Ryc. 1. Biblioteka jednego z polskich Hackerspace

Pomimo nieformalnego charakteru ruchu, zakres tematyczny tytułów przypomina podręczne księgozbiory obecne w laboratoriach akademickich.

mniej wyraźny, bo sytuacja ekonomiczna wymuszała konieczność napraw i adaptacji prawie wszystkiego (od czujników elektronicznych po sukienki).

W tradycyjnych naukach technicznych (inżynierii mechanicznej, budownictwie) znaczenie postawy „zrób to sam” rywalizuje z tendencją do standaryzacji eksperymentów i urządzeń. Szybki rozwój nowych materiałów funkcjonalnych wymusza ciągłą adaptację metod i dopracowywanie procedur. Praca naukowa to m.in. ciągle majsterkowanie (ang. *tinkering*) (Knorr-Cetina, 1999; Afeltowicz, 2012), w którym eksperymenty z nowymi narzędziami łączą się z próbami „stabilizowania wyników”, czyli dążeniem do osiągnięcia powtarzalności i precyzji.

Ewolucja narzędzi nabrała nowego tempa wraz z rozwojem technologii druku 3D i powstaniem nowym narzędzi komputerowego wspomaganie programowania (coraz prostszej obsługi programów CAD – np. SolidWorks, SketchUp). Zamiast zamawiać nowe części u zewnętrznego dostawcy, coraz więcej modyfi-

kacji technicznych można wykonać w ramach laboratorium. Nie jest to oczywiście zjawisko zupełnie nowe (pracownie szklarskie i elektroniczne od zawsze stanowiły zaplecze wydziałów ścisłych), ale upowszechnienie druku 3D nadało procesowi modyfikacji nowego tempa.

Kluczem do upowszechnienia się warsztatów był RepRap – prosta, uniwersalna i tania drukarka 3D, oparta na koncepcji Adriana Bowyer'a z 2005 r. i rozwijana w modelu otwartego kodu źródłowego (podobnie jak system operacyjny Linux). Dzięki temu możliwe było obniżenie kosztów urządzenia do ok. 600 dolarów. Innym elementem, który przyczynił się do rozwoju koncepcji był prosty interfejs elektroniczny Arudino (płytką drukowana to tworzenia prostych układów wbudowanych, możliwa do programowania w popularnym języku C). Dzięki niskiemu kosztowi (ok. 100 zł), Arduino szybko zyskało popularność wśród początkujących majsterkowiczów.

Podobnie jak w przypadku ruchu otwartego oprogramowania, istotne znaczenie miał też bardziej sformalizowany proces rozwojowy. W 2001 r. na Massachusetts Institute of Technology (MIT) uruchomiono kurs projektowania i obsługi maszyn przeznaczony dla osób nie mających formalnego wykształcenia inżynierskiego. Koncepcja została spopularyzowana w książce pt. *Fab* (Gershenfeld, 2005), tworzącej fundamenty praktyczne i kulturowe pod prace nad RepRapem. Zgodnie z założeniami twórców tego nurtu, upowszechnienie narzędzi ma pełnić dla inżynierii taką samą rolę, co upowszechnienie komputerów domowych.

Zgodnie z koncepcjami Gershenfelda i Bowyer'a, udostępnienie podstaw techniki niespecjalistom pozwoliłoby na powtórzenie fenomenu rozwoju komputerów osobistych. Miejscem realizacji tej koncepcji ma być sieć pracowni wytwórczych (ang. *fabrication laboratories*) – udostępniających laikom narzędzia do druku

sprzęt	wycinarka laserowa
	obrabiarka sterowana numerycznie (CNC)
	wycinarka do drewna lub winylu
	drukarka 3D
zasady	podstawowa warsztat elektroniczny (lutowanie, prosty warsztat do płytek drukowanych, prosty oscyloskop).
	dostęp publiczny do urządzeń (możliwe opłaty administracyjne, szkolenia BHP itd.)
	zgodność z kartą Fab-Labów <sup>1</sup> (karta określa m.in. własność intelektualną projektów itp.)
	uczestnictwo w sieci Fab-Labów na całym świecie
	możliwość tworzenia i realizacji własnych projektów

Tabela 1. Kryteria formalne uznania miejsca za Fab-Lab

3D, obróbki materiałów i projektowania. Członkowie subkultury hackerskiej od dawna prowadzili również eksperymenty z elektroniką i programowaniem w miejscach zwanych hackerspace (lub makerspace – w przypadku miłośników bardziej tradycyjnych form majsterkowania). Przestrzenie i społeczności miały i mają istotny wpływ na zjawiska miejskie (Richardson, i wsp., 2013) i edukacyjne (Bilkstein i Krannich, 2013).

Zgodnie z rejestrem pracowni prowadzonym na MIT, na świecie istnieje obecnie ok. 125 fab-labów spełniających kryteria opracowane przez społeczność (tabela 1). Hackerspace/makerspace są dużo mniej sformalizowane – w tych przypadkach nie istnieją kryteria formalne (decyduje samoidentyfikacja). Jak to określił jeden z moich rozmówców (związany z jednym z polskich hackerspace):

„Oba te terminy są kompletnie niezdefiniowane. One się dopiero w Polsce konkretyzują (...). Gdybym miał tworzyć jakieś pseudodefinicje, powiedziałbym, że hackerspace to miejsce, gdzie tworzy się społeczność. Hackerspace jest (takie jest moje wrażenie) skrzywiony w kierunku elektroniki, informatyki i tego typu rzeczy.

Fab-Lab jest skrzywiony w kierunku „makerstwa”, fabrykacji, tworzenia rzeczy fizycznych, których w domu się nie robi. Fab-Lab to raczej taka „kreślarnia”, gdzie można „przyjść i po prostu coś tam zrobić”.

Tradycja majsterkowania, wzorce zachodnie (kultura hackerska ma międzynarodowy charakter) i malejące koszty narzędzi doprowadziły do renesansu „zrób to sam” w Polsce. Idea ta była obecna w Polsce dużo wcześniej. Przykładem mogą być: czasopisma *Młody technik* i *Elektronika praktyczna*, programy i książki Adama Słodowego oraz pracownie modelarskie i warsztaty w domach kultury i pałacach młodzieży.

„Nowi” majsterkowicze często określają się mianem „ruchu twórców”<sup>2</sup>. Wyznaczniki nowej fali majsterkowiczów to: przesunięcie zainteresowania w stronę elektroniki, informatyki i robotyki i możliwości druku 3D oraz dostęp do międzynarodowego obiegu wiedzy praktycznej. Polską specyfiką jest prawdopodobnie połączenie „tradycyjnego” majsterkowania z jego nowszym wcieleniem. Przykładowo: w programach polskich inicjatyw dużo częściej pojawia się pszczelarstwo (Fab-Lab Łódź), browarnictwo (Hackerspace Warszawa) lub szydełkowanie (Mieszadło Warszawa). Być może zwrot w stronę tradycji jest też związany z ograniczeniami sprzętowymi.

Od 2011 r. w Polsce powstało bardzo wiele inicjatyw tego typu. Zgodnie z moją wiedzą, żadna z polskich prób nie spełnia kryteriów podanych w tabeli 1. Nazwa

<sup>2</sup> Oryg. *Make/maker movement*, stosowane również w dyskusjach w Polsce.



stanowi raczej wyraz aspiracji niż realnych możliwości. Pomimo tego paradoksu, w artykule będę używał tych samych określeń, jakich używają twórcy i twórczynie tych inicjatyw.

Osobnym nurtem jest szybki rozwój metodyk nauczania programowania u dzieci. Przykładem może być inicjatywa CoderDojo, w ramach której w sieci świetlic na całym świecie, uczniowie i uczennice mogą się uczyć podstaw programowania za darmo<sup>3</sup>. W Polsce takie inicjatywy działają m.in. w Warszawie, Gliwicach i Zambrowie. Podobne cele (w formie komercyjnej) stawia sobie CodeAcademy, które stało się podstawą kształcenia informatyki w Nowym Jorku.

Wszystkie te nurty łączy pozaformalny charakter edukacji czy też tworzenia wiedzy. Wspólnym mianownikiem może być również nawiązywanie do kultury ruchu wolnego oprogramowania, nacisk na jawność i współpracę. Prawdopodobnie większość inicjatyw ma też zdecydowanie mniej hierarchiczną strukturę niż „tradycyjne” zespoły naukowe. Nie ma dotychczas analiz pedagogicznych ani socjologicznych opisujących procesy uczenia się w takich środowiskach w Polsce

<sup>3</sup> Źródło: <http://coderdojo.org.pl> [dostęp: 23.11.2013].

Nazwa	Adres	Źródło
Hackerspace Warszawa	Długa 44/50	<a href="https://hackerspace.pl">https://hackerspace.pl</a>
Hackerspace Kraków	Radziwiłłowskiej 20 / 2	<a href="http://hackerspace-krk.pl">http://hackerspace-krk.pl</a>
Fab-Lab Łódź	Piłsudskiego 135	<a href="http://fablablodz.org">http://fablablodz.org</a>
Nigmalabs (Hackerspace Poznań)	Grochowe Łąki 5	<a href="http://nigmalabs.org">http://nigmalabs.org</a>
Hackerspace Lublin <sup>2</sup>	Cicha 4	<a href="http://hackerspace-lbn.pl">http://hackerspace-lbn.pl</a>
Fab-Lab Warszawa <sup>2</sup>	Hoża 51/60	<a href="http://www.fablabwarszawa.pl">http://www.fablabwarszawa.pl</a>
Fab-Lab Trójmiasto <sup>2</sup>	Gdynia, Park Kolibki	<a href="http://www.fablabt.org">http://www.fablabt.org</a>
Hackerspace Wrocław <sup>2</sup>	Nieznany	<a href="http://hswro.org">http://hswro.org</a>
Hackerspace Silesia <sup>2</sup>	Ligonia 7/112 Katowice	<a href="http://silesia.hackerspace.pl">http://silesia.hackerspace.pl</a>

Tabela 2. Pracownie wytwórcze w Polsce (stan na październik 2013)

(analizy dotyczące tzw. szkół demokratycznych nie mają prawdopodobnie zastosowania, ze względu na mniejszą rolę technologii jako spoiwa wspólnoty). Podobieństwa do postulatów Deweya, Illicha lub Wygotskiego może wynikać również z uwarunkowań historycznych – ruch hackerski sięga korzeniami do lat 70. XX w., kiedy to ww. teorie próbowano przekuć na praktykę szkolną (Tyack i Cuban, 1995).

### Klasyfikacja i metodologia

W zależności od stopnia formalizacji instytucje „zrób to sam” można podzielić na kilka podtypów.

W chwili składania tego artykułu żadna z polskich uczelni nie miała fab-labu będącego częścią struktur akademickich (odpowiednika Fab-Lab MIT). Elementy wyposażenia wytwórczego są raczej rozproszone m.in. po pracowniach wydziałowych elektroniki, mechaniki, mechatroniki, robotyki i automatyki. Zdecydowanie nie spełniają też one kryterium otwartości. Najbliższym



Ryc. 2. Wyposażenie jednego z polskich Hackerspace

odpowiednikiem fab-labów istniejących w strukturach edukacji pozaformalnej mogą być warsztaty kształcenia zawodowego dla gimnazjalistów (np. w łódzkim Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego – wymagające wcześniejszych zapisów). Oprócz ww. istnieją też pracownie szybkiego prototypowania, działające na zasadzie komercyjnej (np. DAD w Poznaniu).

Warsztaty związane z robotyką często są prowadzone w centrach nauki, pałacach młodzieży i domach kultury. Najczęściej wykorzystują system LEGO Mindstorms, przez co ich koszt jest stosunkowo wysoki (20–80 zł za godzinę).

Najwięcej polskich pracowni wytwórczych<sup>4</sup> jest prowadzonych przez organizacje pozarządowe. W tabeli 2 zostały podsumowane dane o tego rodzaju inicjatywach w Polsce. Istnieją oczywiście inicjatywy o jeszcze

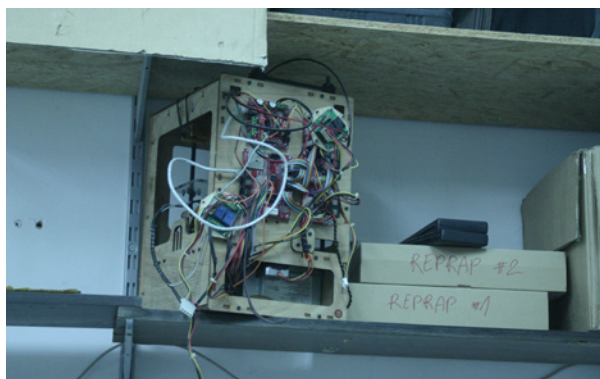
<sup>4</sup> Moja propozycja tłumaczenia na potrzeby tekstu naukowego. W gwarze spotkałem m.in. formy: „fab-laby”, „hakernie”, „majsterkownie”, „makerspace’y”.

mniejszym stopniu formalizacji (pracownie prywatne), jednak z powodu braku badań trudno o ich analizę.

W publikacji skupię się na fab-labach powstałych jako inicjatywy pozarządowe. Publikacja ma charakter wprowadzający, oparta jest na elementach autoetnografii i 7 wywiadach z osobami związanymi ze środowiskiem. Mając świadomość braków materiału badawczego, skoncentruję się na opisie wybranych elementów zjawiska, szczególnie w obszarze edukacji pozaformalnej i przydatności metodycznej. Bardziej ogólne wnioski socjologiczne zostaną sformułowane w kolejnych pracach.

## Organizacja i wyposażenie

Szacowany koszt wyposażenia podstawowego sprzętu w fab-labie to ok. 10-15 tys. zł (sprzęt używany, duży udział pracy własnej). Do tego należy doliczyć koszty adaptacji i wynajęcia pomieszczenia. Przykładowo: Koszty miesięczne Fab-Labu w Łodzi to ok. 2 tysiące złotych. Dla porównania koszt uruchomienia inicjatyw zachodnich bywa szacowany nawet na ok. 100 tys. zł.



Ryc. 3. Drukarka 3D „RepRap” w jednym z polskich Hackerspace, powstała na skutek „składania” i modyfikacji części z dwóch zestawów

W przeciwieństwie do zagranicznych odpowiedników, polskie pracownie nie posiadają stałego personelu technicznego (Fab-Lab w Łodzi planuje zatrudnić koordynatora na potrzeby instytucji i stowarzyszenia). Nie wszystkie inicjatywy działają w sposób ciągły, często są one otwierane w godzinach wieczornych w trakcie tygodnia.

Stałe godziny otwarcia, sprzęt i personel stanowią jednocześnie cele operacyjne i kolejne etapy rozwoju inicjatyw. Oczywiście w przypadku inicjatyw nieformalnych tego rodzaju uogólnienia są zawsze problematyczne. Przykładowo Hackerspace Warszawa (mający najbardziej rozbudowany park maszynowy) nie planuje zatrudniania stałego personelu.

Ograniczone środki finansowe skłaniają inicjatywy do poszukiwania sprzętu używanego. Istotną rolę odgrywają kontakty w firmach elektronicznych (np. część kadr Fab-Labu w Łodzi pracuje w jednej z łódzkich firm elektronicznych) i w jednostkach badawczych (np. Hackerspace w Warszawie współpracuje z Instytutem Tele- i Radiotechnicznym). Być może w takich przypadkach dochodzi do przełamania podziałów pokoleniowych. Możliwe też, że etos, którym kierują się polskie inicjatywy czerpie również z tradycji lokalnych (np. Fab-Lab w Łodzi w trakcie zbiórki pieniędzy odwoływał się do programów Adama Słodowego)<sup>5</sup>.

Ograniczone godziny otwarcia zwiększają rolę pracy projektowej, utrudniając jednocześnie budowanie społeczności. Stoi to w sprzeczności z założeniami ruchu, bo siłą Fab-Labów (Gershenfeld, 2005) ma być przede wszystkim wspólna przestrzeń (przekraczająca podział na dyscypliny i hierarchie), która będzie sprzyjała generowaniu pomysłów. Postulat ten jest również często formułowany w socjologii nauki (Wagner, 2011; Abriszewski, 2012). Historia techniki pokazuje, jak dużą rolę w tworzeniu inspiracji ma odpowiednia prze-

<sup>5</sup> Hipotezy te są obecnie przedmiotem badań socjologicznych.



Ryc. 4. Drobne gadżety ze sklejki wyprodukowane ze sklejki.

Przedmioty jak i frezarka, która je wyprodukowała zostały wyprodukowane w Fab-Labie Trójmiasto.

strzeń, która wymusza interakcje i sprzyja pomysłowości (Gertner, 2012).

Aby zminimalizować ten problem, we wszystkich inicjatywach istnieje koncepcja „wieczorów wprowadzających”, przeznaczonych właśnie na potrzeby rozszerzania środowiska i budowania kontaktów osobistych. Jak mówią przedstawiciele Hackerspace Warszawa: „Niestety, często jest wtedy tłok i trudno faktycznie nad czymś pracować – jest to bardziej dzień towarzyski niż czysto merytoryczny”<sup>6</sup>.

Liczba osób zaangażowanych w ruch wytwórczy silnie zależy od historii inicjatywy i od wielkości miasta. W przypadku spotkań grup warszawskich i krakowskich (najstarszych), frekwencja na największych imprezach przekracza ok. 50 osób. W Hackerspace Warszawa swoje pudła (oznaczone imiennie) z przyborami i projektami osobistymi trzyma ponad 20 osób.

<sup>6</sup> Źródło: <https://wiki.hackerspace.pl/jak-dolaczyc> [dostęp: 21.10.2013].

## Zastosowania edukacyjne – wybrane przykłady zagraniczne

Głównym medium propagującym ruch twórców stał się kwartalnik *Make*, wychodzący od 2005 r. Oprócz klasycznej działalności wydawniczej szybko powstały też lokalne zjazdy branżowe zwane w środowisku *maker faire* (w wolnym tłumaczeniu: targi twórców). Na imprezach tego typu bardzo szybko pojawił się program dla dzieci i młodzieży. Na największych imprezach tego typu spotyka się nawet do 100 tys. osób. W wielu wydarzeń można brać udział zdalnie, dzięki połączeniu z Internetem. Imprezy adresowane do dzieci (*Kid/Junior Maker Faire*) często oferują podobne możliwości, dzięki czemu włączają się w nie zespoły szkolne i projekty uczniowskie.

Środowisko magazynu *Make* doprowadziło do powstania inicjatywy *Maker Corps* (Korpusu Twórców), czyli organizacji pozarządowej zajmującej się promowaniem edukacji opartej na majsterkowaniu. Rozwiązania zaproponowane przez tę organizację zostały wdrożone przez nowojorskie centrum nauki. W ten sposób powstał amerykański program tworzenia klubów majsterkowiczów. Duża część zasobów edukacyjnych stworzonych w ramach tych programów jest dostępna za darmo w Internecie (patrz ramka dla nauczycieli).

Fab-Laby zostały użyte do wzmocnienia edukacji formalnej i ustawicznej. Przykładowo Community Centre (odpowiednik polskiego centrum kształcenia ustawicznego) w Baltimore używa fab-labu do edukacji osób bezrobotnych<sup>7</sup>. W Fab-Labie MIT organizowane są normalne zajęcia akademickie, adresowane dla osób spoza ścisłego środowiska inżynierów (np. dla architektów).

Od 1997 r. organizowane są również międzynarodowe konkursy budowania modeli mostów z drewna li-

<sup>7</sup> Źródło: <http://www.time-center.org/fablab> (dostęp: 21.10.2013).

powego. Zespoły uczniowskie (głównie z USA) próbują w zadanym czasie skonstruować możliwie najdłuższy most<sup>8</sup>. Podobne zadania konstrukcyjne są wykorzystywane przez amerykańską i europejską agencję kosmiczną do popularyzacji nauki i rozwoju projektów uczniowskich<sup>9</sup>.

Najpoważniejszym konkursem majsterkowiczów pozostają zawody łazików i samochodów sterowanych komputerowo organizowane przez amerykańską agencję zaawansowanych technologii wojskowych (DARPA). Przegląd różnych konkursów związanych z robotyką można znaleźć w literaturze (Chung i Anneberg, 2003).

Doświadczenia pokazanych powyżej projektów zostały włączone do amerykańskiej reformy kształcenia przyrodniczego (Vasquez i wsp., 2013; Bybee 2013). Technika nie stanowi w niej osobnego przedmiotu (jak w przypadku polskiej edukacji), ale ściśle zajął się z fizyką, matematyką i informatyką. Reformie programów nauczania towarzyszy dziesięcioletni plan rozwoju edukacji i wynalazczości zatytułowany „Educate to innovate”. Łączny budżet roczny wszystkich programów (lokalnych, stanowych i centralnych) rozwijających ten aspekt edukacji to ok. 4 mld dolarów. W trakcie dekady trwania projektu planowane jest również wykształcenie 100 tys. nauczycieli dla których „zrób to sam” będzie normalnym elementem dydaktyki szkolnej<sup>10</sup>.

<sup>8</sup> Źródło: <http://bridgecontest.phys.iit.edu> [dostęp: 21.10.2013].

<sup>9</sup> Źródło: [http://www.aeronautics.nasa.gov/student\\_competitions.htm](http://www.aeronautics.nasa.gov/student_competitions.htm) [dostęp: 21.10.2013].

<sup>10</sup> Źródło: <http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/FY12-slides.pdf> [23.10.2013]

## Zastosowania edukacyjne – przykłady polskie

Warsztaty związane z robotyką i elektroniką są realizowane w polskich centrach nauki, pałacach młodzieży i innych miejscach edukacji pozaformalnej. Skala warsztatów jest ograniczona do pojedynczych grup i dużych miast. Doświadczenia zgromadzone w tych inicjatywach nie znalazły odbicia w podstawie programowej.



Meble (stołek i obrotnica na ogłoszenia) wyprodukowane w Fab-Labie Trójmiasto

Polskie inicjatywy „zrób to sam” co jakiś czas przygotowują warsztaty adresowane dla dzieci, oparte na programowaniu urządzeń Arduino lub druku 3D. Jakkolwiek nie wszystkie elementy subkultury hackerskiej są odpowiednie dla dzieci, inicjatywy pozostają otwarte na kontakt z nauczycielami i okazjonalne warsztaty dla klas. Przykładowo: środowisko łódzkich majsterkowiczów proponowało w lokalnym budżecie obywatelskim wdrożenie w miejskich szkołach dodatkowych zajęć z elektroniki i programowania.

Tego rodzaju inicjatywy nie są wyłącznie domeną środowiska hackerskiego. We Wrocławiu edukacja oparta na robotyce zyskała wsparcie Wydziału Edukacji Urzędu Miasta, dzięki czemu w mieście funkcjonują 32 szkolne koła robotyki. Akcje edukacyjne (związane raczej z elektroniką niż z robotyką) również organizowane przez czasopismo *Młody technik*<sup>11</sup>. Coraz większą popularnością cieszą się też walki robotów itp. konkursy dla szkół i uczniów.

Środowiska hackerskie nawiązały również kontakt z miłośnikami krótkofalarstwa. Przykładowo: Hackerspace Kraków współpracuje z Klubem Turystyczno-Radiowo-Astronomicznym przy projektach łączących komunikację radiową i majsterkowanie elektroniczne.

## Zamiast podsumowania

Przykład amerykańskiej reformy kształcenia przyrodniczego pokazuje, że ruch „zrób to sam” stanowi istotny czynnik w edukacji technicznej i przyrodniczej. Pomimo istotności i rosnącej popularności, inicjatywy pozaformalne dopiero czekają na opis socjologiczny.

Z powodu ograniczonej literatury badawczej i braku systematycznych badań w Polsce formułowanie wniosków socjologicznych byłoby obarczone zbyt dużym błędem. Zamiast tego ograniczę się do zarysowania programu badawczego.

- Istotne (z perspektywy edukacji wyższej) wydaje się zidentyfikowanie podobieństw i różnic w praktykach tworzenia wiedzy w środowiskach akademickich i nieformalnych. Ważną rolę będą odgrywały prawdopodobnie uwarunkowania edukacyjne i biograficzne. Wstępne obserwacje pokazują, że środowiska nieformalne nie mają negatywnego stosunku do wiedzy akademickiej (książek,

<sup>11</sup> Źródło: [http://www.mt.com.pl/wp-content/uploads/Praktyczny\\_kurs\\_elektroniki\\_cz\\_1.pdf](http://www.mt.com.pl/wp-content/uploads/Praktyczny_kurs_elektroniki_cz_1.pdf)

## Majsterkowanie w szkole

Chociaż stworzenie pełnowymiarowego fab-labu przekracza możliwości finansowe i organizacyjne pojedynczego nauczyciela, możliwe jest pewnych zasobów na potrzeby edukacji technicznej lub przyrodniczej (wybrane eksperymenty związane z prądem, wodą itp.). Problemem pozostaje też kwestia bezpieczeństwa uczniów w trakcie eksperymentów oraz ograniczone zasoby sprzętu pozostającego do dyspozycji nauczycieli. Mając świadomość tych ograniczeń, przygotowałem przegląd książek i publikacji internetowych prezentujących uczniowskie projekty realizowanych w ramach ruchu pracowni wytwórczych.

Inicjatywa Maker Corps i Nowojorskie Muzeum Nauki przygotowały poradnik<sup>1</sup> pokazujący, jak w szkole stworzyć małą pracownię majsterkowania. Ze względu na inne przepisy prawne i inne realia budżetowe nie wszystkie z tych porad mogą być przydatne w Polsce. Dla polskich Czytelników najbar-

<sup>1</sup> Dostępny na stronie: [http://dmp.nysci.org/system/files/filedepot/1/NYSCI\\_MAKER\\_BLUEPRINT.pdf](http://dmp.nysci.org/system/files/filedepot/1/NYSCI_MAKER_BLUEPRINT.pdf) [dostęp: 21.10.2013].

projektów, materiałów), ale jedynie do niektórych elementów struktury instytucjonalnej.

- Cenną informacją (z perspektywy socjologii nauki lub kultury) byłoby porównanie Fab-Labów zagranicznych (dysponujących większym finansowaniem) i polskich. Pozwoliłoby to na opis polskiej specyfiki kultury hackerskiej/twórczej.
- Fab-Laby i inne czynniki edukacji pozaformalnej mogą być traktowane jako część projektu tzw. Nauki obywatelskiej, czyli szeregu procesów demokratyzowania (upubliczniania, konsultowania itd.) nauki i techniki (Bińczyk, 2012).

dziej praktyczna może być lista projektów i instrukcji umieszczona na stronach 35–38.

Oprócz wspomnianej prenumeraty *Młodego Technika* (młodszy uczniowie) i *Elektroniki Praktycznej* (szkoła średnia i wyżej), do rozpoczęcia przygody z elektroniką polecam książki napisane przez autorów związanych z magazynem *Make*, przełożone na język polski (Cook, 2013; Platt, 2013). Dla osób rozważających studiowanie dziedzin związanych z elektroniką przydatny może być darmowy kurs internetowy oparty na materiałach MIT (Zaród, 2013). Bardzo często tanie lub darmowe warsztaty związane z elektroniką i robotyką są organizowane w ramach festiwali nauki.

Dla osób pracujących z młodszymi dziećmi (pierwsze klasy szkoły podstawowej) przydatne mogą być propozycje zajęć łączących wyszywanki i elektronikę opracowane przez studentkę MIT i pasjonatkę rękodzieła (Lovell, 2013)<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Instrukcje i porady dla prowadzących są dostępne za darmo na stronie: <http://web.media.mit.edu/~emme/guide.pdf> [dostęp: 21.10.2013].

- Obok badań naukowych konieczne są też inicjatywy łączące edukację powszechną i wyższą ze strukturami pozaformalnymi. Być może elektronika i robotyka mogłyby stanowić pomoc w realizacji programów inkluzji społecznej, zwłaszcza, że istnieją zagraniczne przykłady takich działań (Warschauer, 2003).
- Rozwój nowych narzędzi inżynierii biologicznej doprowadził do powstania symetrycznego nurtu tzw. „biohackersów”, stosujących podejście „zrób to sam” w odniesieniu do problematyki biotechnologii. W 2013 r. powstały pierwsze zespoły eksperymentujące z takimi praktykami.

## Literatura

- Abriszewski K. *Poznanie, zbiorowość, polityka. Analiza teorii aktora-sieci Bruno Latoura (2012)*. Kraków: Universitas.
- Afeltowicz Ł (2012). *Modele, artefakty, kolektywy. Praktyka badawcza w perspektywie współczesnych studiów nad nauką*. Toruń: UMK Press.
- Akera A (2007). *Calculating a natural world : scientists, engineers, and computers during the rise of U.S. cold war research*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Bilkstein P, Krannich D. The makers' movement and FabLabs in education: experiences, technologies, and research (2013). *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children* 613-616.
- Bińczyk E (2012). *Technonauka w społeczeństwie ryzyka*. Toruń: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika; 2012.
- Bybee RW (2013). *The case for STEM education*. Arlington: NSTA Press.
- Chung; CJ, Anneberg L (2003). Robotics contests and computer science and engineering education (2003). Paper presented at: 33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference; Boulder.
- Cook D (2012). *Budowa robotów dla początkujących*. Warszawa: Helion.
- Gershenfeld NA (2005). *Fab : the coming revolution on your desktop--from personal computers to personal fabrication*. New York: Basic Books.
- Gertner J (2012). *The idea factory. Bell Labs and the great age of American innovation*. New York: Penguin Press.
- Knorr-Cetina K (1999). *Epistemic cultures : how the sciences make knowledge*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Lovell E (2013). *Soft Circuits*.
- Platt C (2013). *Elektronika. Od praktyki do teorii*. Warszawa: Helion.
- Raymond ES (1999). *The cathedral and the bazaar: Musings on Linux and open source by an accidental revolutionary*. 1st ed. Beijing ; Cambridge, Mass.
- Richardson M, Elliot S, Haylock B (2013). This home is a factory: Implications of the Maker movement on urban environments. *craft + design enquiry* (5).
- Vasquez JA, Comer M, Sneider C (2013). *STEM lesson essentials, grades 3-8 : integrating science, technology, engineering, and mathematics*.
- Wagner I (2011). *Becoming Transnational Professional. Kariery i mobilność polskich elit naukowych*. Warszawa: Scholar.
- Warschauer M (2003). *Technology and social inclusion : rethinking the digital divide*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Zaród M (2013). Wirtualna politechnika. *Edukacja Biologiczna i Środowiskowa*. 1.

## Education factories. Fabrication laboratories as a new tool for the technical education

Marcin Zaród

The paper presents genesis and development of fab-labs (fabrication laboratories) – new type of institution of non-formal technical education and training. Fab-Labs, makerspaces or hackerspaces link traditional do-it-yourself (DIY) approach with modern technologies and hackers subculture. The paper discusses costs, problems and possibilities of including that type of initiatives into educational institutions. The paper includes brief summary of educational initiatives connected with DIY.

**Key words:** technical education, fabrication laboratory, do-it-yourself, maker movement, open source movement

# Chemia bez eksperymentów?

Irmina Buczek, Małgorzata Musialik, Marcin M. Chrzanowski

## Streszczenie:

Eksperyment stał się w polskiej szkole metodą nauczania zarezerwowaną dla nauczycieli z pasją. Chemia przestała być postrzegana jako przedmiot eksperymentalny, a obrońcy wykładania tzw. suchej teorii mnożą przykłady barier uniemożliwiających przeprowadzanie doświadczeń w codziennej pracy z uczniami. Trzeba przyrzeć się tym przeszkodom, ponieważ podstawa programowa nie pozostawia złudzeń co do tego, że eksperyment jest kluczowym elementem w procesie nauczania chemii.

Celem artykułu jest przedstawienie wyników badania dotyczącego określenia częstości wykonywania eksperymentów na zajęciach z chemii prowadzonych w szkole oraz ustalenia barier, które to utrudniają lub uniemożliwiają.

Badanie zostało przeprowadzone w formie ankiety na grupie 60 nauczycieli uczących chemii na terenie województwa pomorskiego. Wyniki analiz pozwalają stwierdzić, że pracownicy chemiczne, w których prowadzą zajęcia ankietowani nauczyciele, nie są dostatecznie wyposażone, a uczniowie na lekcjach nie wykonują doświadczeń lub robią to sporadycznie. Jak wynika z badania, różnice w częstotliwości wykonywania doświadczeń zależą od stopnia awansu zawodowego nauczycieli oraz nieznacznie od tego, czy nauczyciel pracuje w mieście czy na wsi.

**Słowa kluczowe:** chemia, eksperyment, doświadczenie, bariery, pracownia chemiczna, motywacja, podstawa programowa

otrzymano: 29.10.2013; przyjęto: 13.11.2013; opublikowano: 23.12.2013



**mgr Irmina Buczek:** Pracownia Przedmiotów Przyrodniczych, Instytut Badań Edukacyjnych

## Wstęp

Każdy nauczyciel chemii staje przed problemem wykorzystania eksperymentu w celu przekazania wiedzy z zakresu chemii. W doświadczeniu pedagogicznym nauczyciele przyzwyczaili się jednak, że nauka chemii to tablica, podręcznik, zadanie... i eksperyment, jako dodatek (Krzyżanowska i Wiśniecka, 2009). Tymczasem eksperyment w chemii to podstawa, a właściwie jej istota (Markowski, 1993; Burewicz i Jagodziński, 2005). Niestety, wskutek odejścia od chociażby pokazowego wykorzystywania eksperymentów, chemia ma opinię trudnej (de Joung, 1996) i „suchej” (Karawajczyk, 2007). Uczniowie często określają tę dziedzinę jako „niezrozumiałą” (Sirhan, 2007), a część teoretyczna chemii i jej część praktyczna rosną jako odrębne subdyscypliny, nie prowadząc do zrozumienia całości zagadnień.

Mogłoby się wydawać, że rozwiązanie tego problemu jest proste – trzeba zacząć przeprowadzać na lekcjach eksperymenty. Okazuje się jednak, że temat obrósł wieloma zafałszowaniami i mitami, z których najgroźniejsze jest przekonanie, że można zupełnie „bezdotykowo” i jednocześnie prawidłowo nauczać chemii. W ujęciu historycznym i logicznym należałoby też podkreślić, że wprowadzenie eksperymentu na lekcje nie jest nowym dostrzeżeniem jego roli, tylko przywróceniem należnego mu miejsca w metodyce nauczania chemii (Harabaszewski, 1932).



**dr Małgorzata Musialik:** Pracownia Przedmiotów Przyrodniczych, Instytut Badań Edukacyjnych



**mgr Marcin Chrzanowski:** Pracownia Przedmiotów Przyrodniczych, Instytut Badań Edukacyjnych

Istnieją dziedziny nauki, które osadzone są jedynie w zagadnieniach teoretycznych, jednak chemia opiera się na obserwowaniu zachodzących zjawisk, próbach ich modyfikacji i projektowaniu zupełnie nowych procesów (Markowski, 1993; Burewicz i wsp. 2007). W dziedzinie chemii teoria najczęściej pojawia się *post factum*, więc nie dziwnym się uczniom, że tej tzw. suchej wiedzy przyjmować nie chcą. Nie można się przecież najeść opiszem obiadu. Sygnalizowaną przez tak wielu uczniów trudność w zrozumieniu chemii można rozumieć jako wezwanie do wykorzystywania bardziej odpowiednich (i jakże naturalnych w tym przypadku) środków dydaktycznych. Już w 1891 r. H.E. Armstrong pisał: „*Małe dziecko uczy się przez eksperymentowanie – większość dzieci z natury lubi to; nasz system nauczania jest głównie odpowiedzialny za to, że to zamiłowanie zanika z wiekiem*” (Armstrong, 1891).

Wydaje się, że nasze czasy pod względem dydaktyki są przychylnie nauczycielom, gdyż nie było dotąd takiego bogactwa różnorodnych środków dydaktycznych. Rysowane plansze, modele i foliogramy to już era miniona. Obecnie możemy wykorzystywać plansze interaktywne, filmy instruktażowe czy programy multimedialne. W wielu dziedzinach szybkie przejście w XXI wiek na pewno przyniesie wymierne korzyści (Burewicz i wsp., 1995), jednak w nauczaniu chemii istnieje poważne ryzyko pójścia drogą na skróty. Uczeń bez kontaktu z laboratorium, bez „zanurzenia rąk w cieście” (fr. *la main à la pâte*, LAMAP), bez „żywego” dotyku jakiegokol-

Artykuł powstał w ramach realizowanego przez Instytut Badań Edukacyjnych projektu *Badanie jakości i efektywności edukacji oraz instytucjonalizacja zaplecza badawczego*, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego.



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



entuzjaści  
edukacji



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY

wiek sprzętu laboratoryjnego, posadzony zostanie przed ekranem komputera, który za niego odczuje „gęsty dym”, „nieprzyjemny zapach” i „twardą konsystencję”. Nie można oczywiście *a priori* odrzucać tych nowoczesnych i profesjonalnych środków dydaktycznych. Należy jednak pamiętać, że polska szkoła ma zaniedbania w podstawowym środku dydaktycznym, jakim w nauczaniu chemii jest eksperyment, zwany czasem „doświadczeniem”. Samo to skojarzenie przypomina, że dla doświadczenia ucznia potrzebne jest „doświadczenie chemiczne”. O różnicy między pojęciami: *eksperyment* i *doświadczenie* można znaleźć więcej informacji w pracach: Maciejowska, 2012; Soczewka, 1978.

Obowiązująca podstawa programowa określa opisanie przez ucznia pewnych czynności praktycznych w zakresie nauczania chemii. Zapis podstawy (MEN, 2008) nie pozostawia żadnych wątpliwości: „uczeń bezpiecznie posługuje się prostym sprzętem laboratoryjnym”. Użycie słowa „bezpiecznie” wskazuje na zagrożenia związane z zastosowaniem zasad BHP. W kolejnym zdaniu podstawa programowa przewiduje, że „uczeń projektuje i przeprowadza proste doświadczenia chemiczne”. W tym miejscu po raz kolejny należy zauważyć poziom założeń – uczeń projektuje proste doświadczenia chemiczne. Nie jest zatem jedynie biernym obserwatorem doświadczeń – on w nich bierze czynny i twórczy udział. W związku z tym uczeń powinien się posługiwać sprzętem laboratoryjnym na tyle biegle, aby sam był w stanie zaplanować zupełnie nowe doświadczenie. Aby uczeń mógł sprostać tak wysokim wymaganiom, konieczne jest jak najczęstsze przeprowadzanie eksperymentów na lekcjach chemii. Powyższe sformułowania i spostrzeżenia nie są dla nauczycieli chemii żadnymi nowościami, jednak zdarza się, że nauczyciele nie stwarzają uczniom możliwości wykonywania doświadczeń podczas lekcji. W dalszej części artykułu spróbujemy odpowiedzieć na pytanie, dlaczego tak się dzieje.

## Metoda

Przedstawiane w dalszej części artykułu badanie „Bariery utrudniające lub uniemożliwiające nauczycielom chemii rozwiązywanie zadań problemowych na lekcjach chemii za pomocą eksperymentu” przeprowadzono w celu rozpoznania, czy oraz w jakim stopniu nauczyciele chemii wykorzystują doświadczenia na zajęciach prowadzonych w szkole, oraz ustalenia ewentualnych barier, które utrudniają lub uniemożliwiają eksperymentowanie na lekcjach.

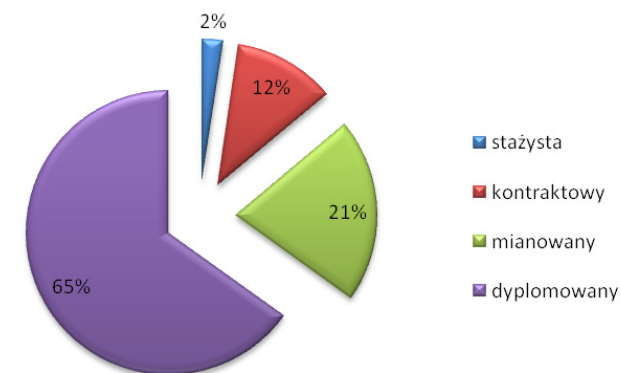
Źródłem danych była anonimowa ankieta przeprowadzona w 2010 r. wśród nauczycieli chemii województwa pomorskiego. W badaniu wzięło udział 60 nauczycieli chemii, w tym nauczyciele wszystkich szkół powiatu gdańskiego, pozostałą część stanowili nauczyciele miasta Gdańska.

W badanej grupie znalazło się 79% nauczycieli pracujących w mieście i 21% pracujących na wsi. W badaniu w równej części wzięli udział nauczyciele reprezentujący gimnazja i szkoły ponadgimnazjalne. Badaną grupę stanowiło 64% nauczycieli dyplomowanych, 21% mianowanych, 12% nauczycieli kontraktowych oraz około 2% nauczycieli stażystów (wykres 1).

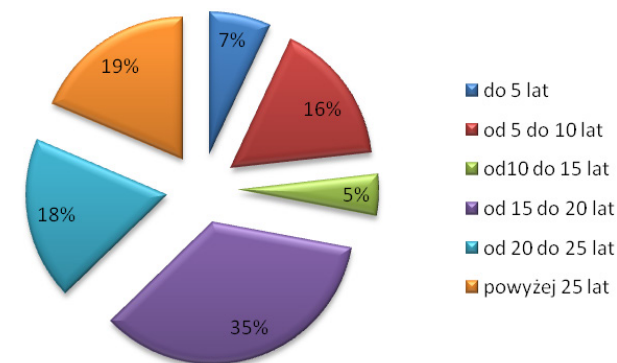
Dla porównania – dane statystyczne dla całego kraju (Statystyki MEN, 2010) określają, że nauczyciele dyplomowani stanowią największą grupę zatrudnionych, a najmniej w Polsce jest nauczycieli stażystów (stanowią 5,2% wszystkich nauczycieli).

Wśród badanych największą grupę (około 72%) stanowili nauczyciele o dużym stażu pracy, tj. powyżej 15 lat pracy w szkole (wykres 2).

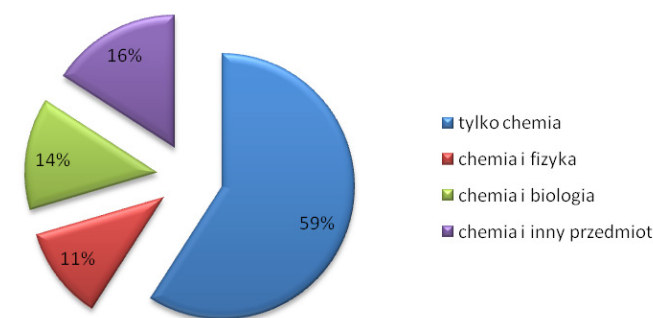
Większość, bo 59% badanych nauczycieli, naucza tylko chemii, zaś 41% z nich uczy także innych przedmiotów (wykres 3).



Wykres 1. Stopień awansu zawodowego w badanej grupie nauczycieli



Wykres 2. Staż pracy w szkole badanej grupy nauczycieli

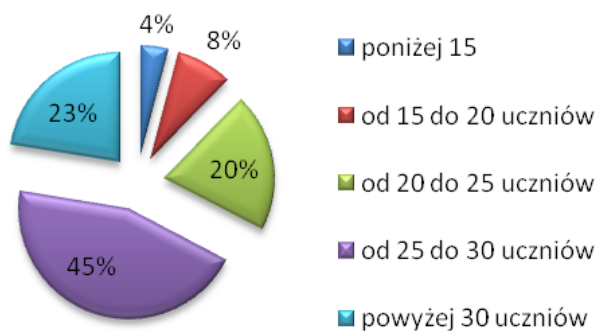
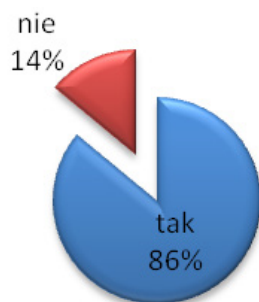


Wykres 3. Przedmioty, których uczą badani nauczyciele

## Wyniki

Głównym celem opisywanego badania było określenie przeszkód utrudniających wykonywanie doświadczeń chemicznych podczas zajęć w szkole prowadzonych przez nauczycieli chemii. Wykorzystana ankieta pozwoliła również na uzyskanie informacji na temat samego warsztatu pracy nauczycieli chemii: istnienia i stanu wyposażenia pracowni laboratoryjnych oraz ich wykorzystania w strukturze organizacyjnej szkoły. Badanie pozwoliło dodatkowo określić częstotliwość przeprowadzania doświadczeń na lekcjach chemii oraz na zajęciach pozalekcyjnych. Ujawniło też wiele przyczyn zaniedbywania eksperymentu jako metody nauczania.

Wykres 4. Odpowiedzi udzielone na pytanie: czy w pracowni chemicznej odbywają się zajęcia z innych przedmiotów?



Wykres 5. Liczba uczniów w klasie w szkołach, w których nauczają badani nauczyciele

Przyczyny braku doświadczeń na lekcjach chemii leżą w samej organizacji pracy szkoły. Okazało się, że w 86% badanych przypadków pracownia chemiczna wykorzystywana była również na zajęciach innego typu (wykres 4).

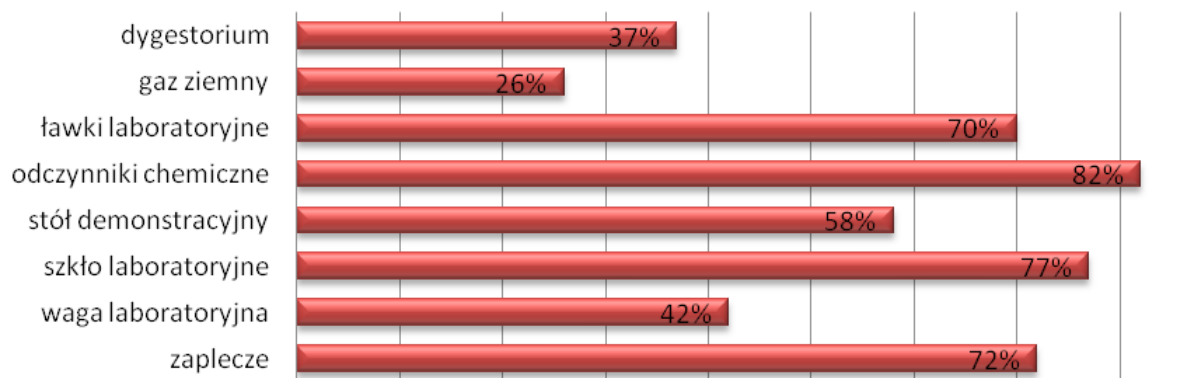
Co więcej, żaden z badanych nauczycieli nie był zwalniany z dyżurów podczas przerw, co utrudniało im przygotowanie pracowni na następne zajęcia.

Równie ważnym czynnikiem jest sama liczebność klas. Powyżej 60% stanowiły klasy, w których uczyło się ponad 25 uczniów (wykres 5).

Pomimo tak dużej liczebności klas, aż w 82% przypadków lekcje chemii odbywały się bez podziału na grupy.

Przeszkody organizacyjne powiązane są z kolei z barierami natury ekonomicznej. Tylko 60% badanych nauczycieli pracowało w szkołach posiadających osobne pracownie chemiczne. Wyposażenie pracowni chemicznych badanej grupy respondentów przedstawiono na wykresie 6.

Istotnym wskaźnikiem wyposażenia jest posiadanie przez pracownie podstawowego sprzętu laboratoryjnego. I tak, zaledwie ponad połowa pracowni wyposażo-



Wykres 6. Wyposażenie pracowni chemicznych w szkołach badanej grupy respondentów

na była w stół demonstracyjny, tylko w 41% pracowni znajdowała się waga laboratoryjna, ale aż w 20% pracowni w ogóle nie było odczynników. Można przyjąć, że kryterium wystarczającym do przeprowadzenia eksperymentu jest zaopatrzenie pracowni w odczynniki chemiczne, szkło laboratoryjne oraz wagę laboratoryjną. Takie wyposażenie posiadało w swojej pracowni około 40% badanych nauczycieli.

Kolejną grupą barier, których można się doszukiwać w samej postawie nauczyciela, są bariery motywacyjne. Badani nauczyciele nie byli w stanie wskazać firm, w których ich szkoła zakupuje sprzęt i odczynniki, oraz określić kosztów rocznego utrzymania pracowni chemicznej (odpowiedzi nauczycieli wahały się w granicach od 20 zł do 1000 zł rocznie). Jednak z przeprowadzonego badania wynika równocześnie, że nauczyciele starali się przedstawiać władzom szkolnym problem utrzymania pracowni. Tylko 14% badanych nie prowadziło rozmów z dyrekcją na temat utrzymania laboratorium.

Próba określenia zaangażowania nauczycieli stosujących metody aktywizujące z wykorzystaniem doświadczeń na lekcji chemii było pytanie dotyczące



zainteresowań uczniów. Tylko nieco ponad połowa badanych nauczycieli była w stanie stwierdzić, że wie, jakim doświadczeniem zainteresowałoby się ich uczniowie.

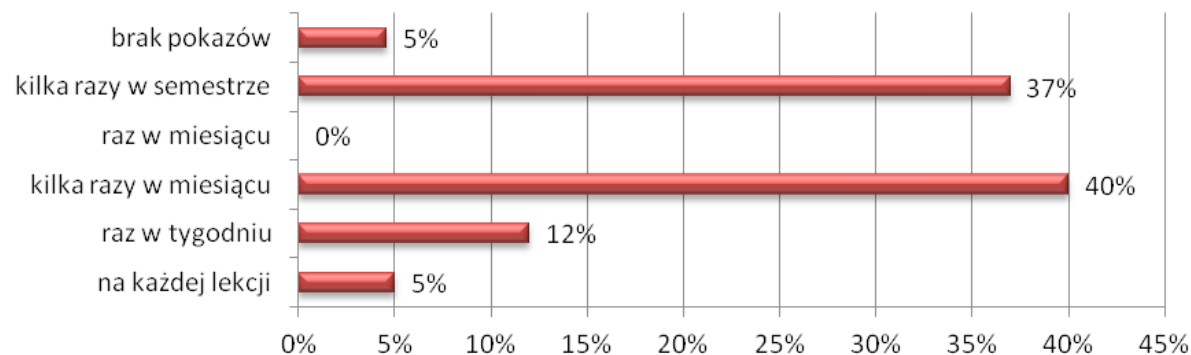
Mimo wskazanych powyżej problemów ponad 95% nauczycieli zadeklarowało, że przeprowadza doświadczenia w formie pokazów przynajmniej kilka razy w semestrze lub częściej (wykres 7).

Zgodnie z wytycznymi podstawy programowej, w ankiecie badania nie mogło zabraknąć istotnego pytania o eksperymenty przeprowadzane przez samych uczniów (wykres 8).

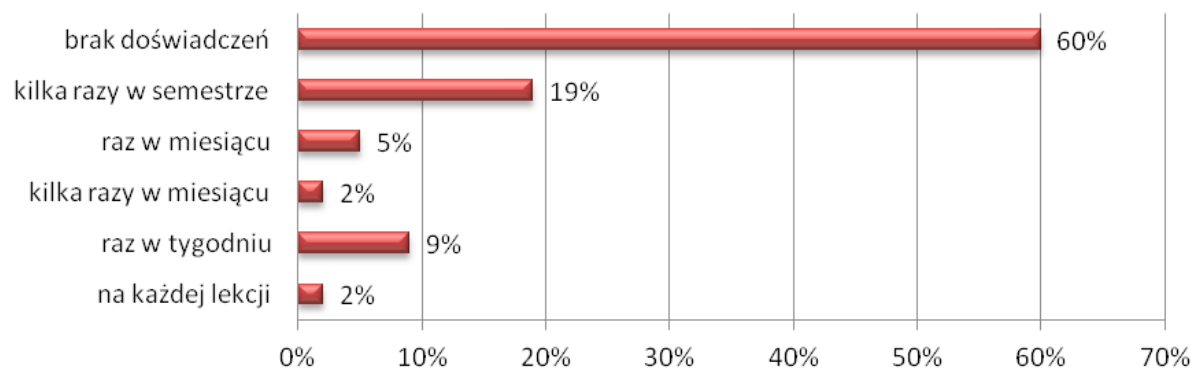
Z deklaracji złożonych przez nauczycieli w ankietach wynika, że 60% nauczycieli nie umożliwia swoim uczniom wykonywania doświadczeń w ogóle, co piąty daje taką możliwość kilka razy w semestrze, mniej niż co dziesiąty – raz w tygodniu.

Wydawałoby się, że dobrym miejscem dla przeprowadzania eksperymentów powinno być koło naukowe. Oczywiście pocieszające jest już samo istnienie takich form nauczania w szkołach. Okazało się, że 41% badanych prowadziło kółko chemiczne, a kolejne 17% zadeklarowało prowadzenie zajęć pozalekcyjnych innego typu. Jak przedstawiono na wykresie 9, w przypadku kół zainteresowań z chemii 37% badanych nauczycieli przyznało, że na zajęciach pozalekcyjnych nie prowadzi doświadczeń, a jedynie 9% stwierdziło, że prowadzi je na każdych zajęciach pozalekcyjnych.

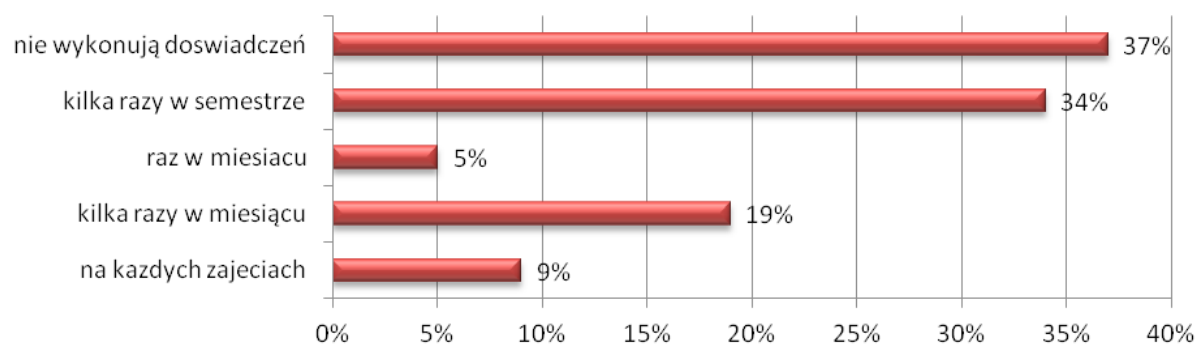
Nie stwierdzono istotnych różnic między częstością wykonywania doświadczeń przez uczniów uczących się w szkołach na wsi i w mieście. Można natomiast zauważyć zależność między częstotliwością wykonywania doświadczeń a stopniem awansu zawodowego nauczycieli. Wśród nauczycieli, którzy nie wykonują doświadczeń w formie pokazów, największą grupę stanowią nauczyciele dyplomowani (wykres 10).



Wykres 7. Częstość wykonywania doświadczeń w formie pokazów na lekcjach w badanej grupie nauczycieli



Wykres 8. Częstość wykonywania doświadczeń przez uczniów na zajęciach prowadzonych przez badaną grupę nauczycieli



Wykres 9. Częstość wykonywania doświadczeń przez uczniów na zajęciach pozalekcyjnych prowadzonych przez badaną grupę nauczycieli

Na samodzielne wykonywanie doświadczeń najczęściej pozwalali uczniom nauczyciele kontraktowi – aż 80% z nich dawało uczniom szansę na „zanurzenie rąk w cieście” (wykres 11). Żaden z badanych nauczycieli stażystów nie wykorzystywał tej formy pracy na swoich zajęciach.

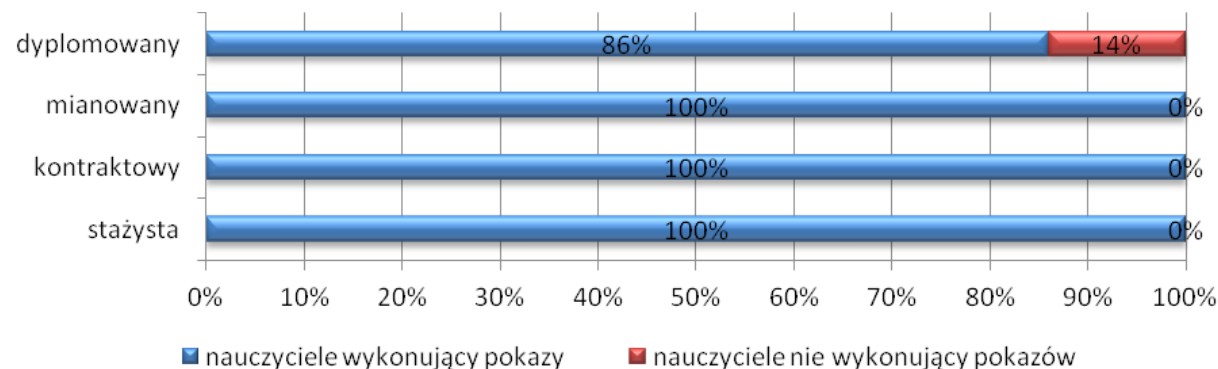
### Podsumowanie

Wyróżnione w badaniu bariery utrudniające lub uniemożliwiające przeprowadzanie doświadczeń przez nauczycieli chemii można podzielić na trzy grupy:

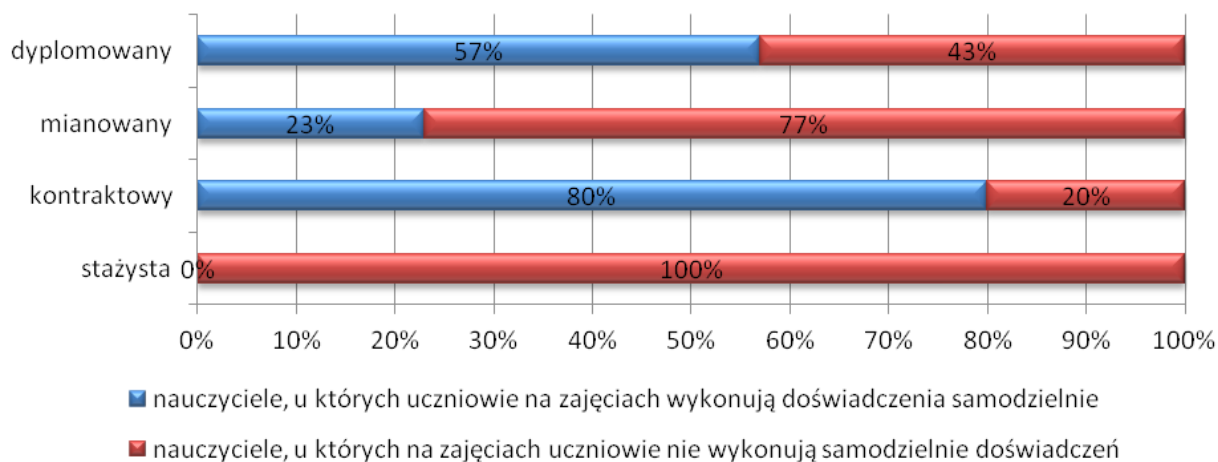
systemowe – najbardziej ogólne, których źródła tkwią w przepisach prawnych i organizacji systemu oświaty, należą do nich np. finansowanie szkół, forma egzaminów zewnętrznych; wewnątrzszkolne – te, na które wpływ ma organizacja pracy w pojedynczej placówce; motywacyjne – związane z pracą nauczycieli i tym, co ich motywuje do pracy.

Wśród ograniczeń wewnątrzszkolnych uniemożliwiających przeprowadzanie doświadczeń na lekcjach chemii należy podkreślić brak podstawowego wyposażenia w pracowniach chemicznych. Jedną z przyczyn, dla których nauczyciele nie przeprowadzają lub rzadko przeprowadzają eksperymenty, jest również liczebność klas i brak podziału uczniów na mniejsze na grupy (Marmilić i Sedler, 2010). Dobra organizacja pracy szkoły np. zwolnienie nauczyciela chemii z dodatkowych obowiązków w trakcie przerwy międzylekcyjnej, a także dostępność pracowni chemicznej przed lekcją czy zajęciami kółka chemicznego, mogłyby z pewnością skutkować częstszym wykorzystaniem przez niego eksperymentu w trakcie prowadzonych zajęć.

Istotną sprawą jest przyjrzenie się motywacjom nauczycieli co do chęci przeprowadzania eksperymentów na lekcjach chemii. Należałoby przeanalizować, czy wyniki uzyskane przez uczniów na egzaminach zewnętrz-



Wykres 10. Częstość wykonywania doświadczeń w formie pokazów na zajęciach prowadzonych przez badaną grupę nauczycieli o różnym stopniu awansu zawodowego



Wykres 11. Częstość wykonywania doświadczeń samodzielnie przez uczniów na zajęciach prowadzonych przez nauczycieli o różnym stopniu awansu zawodowego w badanej grupie nauczycieli

nych powinny być głównym kryterium wykorzystywanym do oceny pracy nauczyciela przez dyrektora szkoły. Taki sposób oceny pracy nauczyciela być może sprawia, że koncentrują się oni w swojej pracy na obszarach nauczania sprawdzanych w testach. Należy podkreślić, że

testy wykorzystywane do oceny wyników uczniów nie są stworzone do celów związanych z ocenianiem nauczycieli (Goe, 2007; Popham, 1997). Nie należy jednak zapominać o tym, że sami nauczyciele mają również wpływ na problemy wewnątrzszkolne i własnym dzia-

łaniem mogą je w pewnym stopniu rozwiązywać. Osobiste zaangażowanie w zakup sprzętu, odczynników chemicznych oraz innych pomocy dydaktycznych nie jest wyłącznie sprawą osób zarządzających szkołą.

Analiza wyników badania nie napawa optymizmem. W wielu przypadkach nauczyciele chemii nie mają możliwości przeprowadzania doświadczeń na prowadzonych zajęciach, co utrudnia lub uniemożliwia realizację podstawy programowej z chemii. W jaki sposób uczeń może nauczyć się projektowania nowych doświadczeń, skoro obserwuje je w formie pokazu lub nie widzi ich w ogóle? Czy może za zmianą podstawy programowej powinny iść szersze rozwiązania np. wprowadzenie wiedzy praktycznej do egzaminów zewnętrznych? Obecnie tak nie jest, bowiem wiedza chemiczna na egzaminach zewnętrznych sprawdzana jest na poziomie teorii lub w tzw. zadaniach pseudo-doświadczalnych. W zadaniach tych, aby poprawnie odpowiedzieć na pytanie, wystarczy, że uczeń po prostu odtworzy wiadomości. Wprowadzenie metodologii przeprowadzania eksperymentu lub technik pracy laboratoryjnej do egzaminów spowodowałoby też większe zaangażowanie nauczycieli, którzy dziś w większości rozliczani są z wyników, jakie otrzymują ich uczniowie na egzaminach zewnętrznych.

Spowodowanie zmian w podejściu nauczycieli do nauczania chemii w Polsce i przybliżenie go do standardów europejskich wydaje się być postulatem podstawowym (Aija i Maija, 2010; Childs, 2010). Akcja reorganizacji myślenia o nauczaniu chemii powinna zakładać, że nauczanie chemii poprzez eksperyment jest drogą jedyną, a nie opcjonalną, że brak kontaktu ucznia z choćby najprostszym sprzętem laboratoryjnym to jak nauczanie gry na pianinie bez instrumentu czy uczenie gry w koszykówkę bez piłki. Eksperyment na lekcjach chemii nie jest też „urozmaiceniem” nudnej lekcji. Jest podstawową formą dla przekazania niezbędnej wiedzy

do zrozumienia tej dziedziny nauki (Burewicz i Jagodziński, 2005). Chcąc zainteresować ucznia chemią, musimy go zaznajomić w naturalny sposób z metodologią przeprowadzania eksperymentu, prowadząc go naturalną ścieżką badacza – człowieka, który odkrywa, bada i niejako „smakuje” zjawisko, aby potem móc je opisać, przeanalizować je i zaproponować wnioski z obserwacji. W ten sposób będziemy kształcić odkrywców, a nie odtwórców. Szersze wprowadzenie doświadczeń na lekcje chemii, tak jak i na inne lekcje przyrodnicze, łączy się z nowym podejściem do ucznia. W nowoczesnym świecie cyfrowych wrażeń na lekcje chemii przychodzą uczniowie, których sposób postrzegania rzeczywistości różni się diametralnie od tego, co prezentowali ich rówieśnicy z poprzednich pokoleń. Nauczyciele powinni mieć świadomość, że to czego uczyli się w podręcznikach dydaktycznych może być nieadekwatne wobec uczniów ery cyfryzacji, ale właśnie w doświadczeniach chemicznych powinni upatrywać szansę na skuteczną aktywizację tych „nowych” uczniów i wydobyć tkwiące w nich potencjały.

### Literatura

- Aija A, Maija A (2010). Research-based chemistry teacher education in Finland. *Materiały konferencyjne ECRICE*. Kraków: Uniwersytet Pedagogiczny; 20-21.
- Armstrong H (1891). The teaching of scientific method. *The Education Times*; 281-285.
- Burewicz A, Jagodziński P (2005). Eksperymenty w nauczaniu chemii. W: A. Burewicz, P. Jagodziński, *Eksperyment laboratoryjny w nauczaniu chemii*. Poznań: Zakład Dydaktyki Chemii UAM; 58-80.
- Burewicz A, Gulińska H, Miranowicz N (1995). *Od próbki do multimediów czyli jak stosować komputery w nauczaniu chemii*. Warszawa: WSiP.
- Burewicz A, Jagodziński P, Wolski R, Miranowicz M (2007). Eksperyment chemiczny a zdalne nauczanie. *Zrozumieć chemię*. Gdańsk: CEN; 26-29.
- Childs E (2010). Science education in Ireland strengths and weaknesses.

- ses. *Materiały konferencyjne DidSci*. Kraków: Uniwersytet Pedagogiczny; 30-31.
- de Joung O (1996). Charakterystyka europejskich badań w dziedzinie dydaktyki chemii. *Chemia w szkole* (2); 80-88.
- Goe L (2007). *The Link Between Teacher Quality and Student Outcomes: A Research Synthesis*. National Comprehensive Center for Teacher Quality.
- Gulińska H, Janiuk R (2007). Obszary badań w zakresie dydaktyki chemii. *Wiadomości chemiczne nr 9-10*; 653-687.
- Harabaszwski J (1932). *Metodyka chemii*. Lwów: Książnica Atlas.
- Karawajczyk B (2007). Użyteczność wiedzy chemicznej w życiu codziennym. *Chemia w szkole*; 5: 63-64.
- Maciejowska I (2012). Metoda naukowa w edukacji -- garść refleksji. W: I Maciejowska, E Odrowąż, *Nauczanie przedmiotów przyrodniczych kształtujące postawy i umiejętności badawcze uczniów – część I*. Wydział Chemii UJ; 18-20.
- Markowski J (1993). Cele nauczania chemii. W: A Burewicz, H Gulińska, *Dydaktyka chemii*. Poznań: Wydawnictwo Naukowe UAM; 59-69.
- Marmilić N, Sedler K (2010). Small group discovery based learning method as mean to teach scientific method and the nature of science with very simple experiment. *Materiały konferencyjne DidSci*. Kraków: Uniwersytet Pedagogiczny; 71-72.
- MEN (2008). Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 23 grudnia 2008 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół.
- Paško J (2012). Komputer jako pomoc pozwalająca na zwiększenie efektywności kształcenia umiejętności. Kraków: Uniwersytet Pedagogiczny im KEN.
- Popham J (1997). *Consequential validity: Right Concern – Wrong Concept*. Educational Measurement: Issues and Practice.
- Sirhan G (2007). Learning Difficulties in Chemistry: An Overview. *Journal of TURKISH SCIENCE EDUCATION*, 4; 2-20.
- Soczewka J (1978). *Podstawy nauczania chemii*. WSiP.
- Statystyki MEN. (2010). Ministerstwo Edukacji Narodowej.

### Chemistry without experiments?

Irmina Buczek, Małgorzata Musialik, Marcin M. Chrzanowski

In Polish schools experiments are performed only by teachers with passion. Chemistry is no longer seen as an experimental subject. Teachers, who defend the traditional methods of teaching, multiply examples of barriers in conducting experiments in their daily work. The matter has to be reviewed, because the Polish Core Curriculum leaves no doubt that the experiment in chemistry is crucial in the process of education.

This article presents results of a study on the frequency of conducting experiments during the chemistry lessons in Polish schools. It also determines the barriers that make it difficult or impossible.

The study was conducted in a form of a questionnaire on a group of 60 chemistry teachers from the Pomeranian Voivodeship. The results allow us to conclude that the chemical laboratories in which the surveyed teachers carried on their classes had not been sufficiently equipped, and what is more the students in the classroom hadn't been performing experiments or had been doing it only occasionally. There were some differences between the frequency of performing experiments during the chemistry lessons depending on the degree of teachers' professional development status. Slight differences were detected in teachers' practice between the teachers working in urban and rural areas.

**Key words:** chemistry, experiment, learning, barriers, chemical lab, motivation, Polish Core Curriculum



Zestaw materiałów „Przyroda w liceach i technikach” przygotowany przez Pracownię Przedmiotów Przyrodniczych IBE dostępny jest bezpłatnie na stronie: [ebis.ibe.edu.pl/nowaprzyroda](http://ebis.ibe.edu.pl/nowaprzyroda)

Zawiera on m.in. scenariusze spójnych lekcji z biologii, chemii, fizyki i geografii, wraz z niezbędnymi załącznikami w postaci kart pracy, materiałów źródłowych i slajdów.

# Galasy – teoria w praktyce

## Scenariusz lekcji biologii w terenie

Sebastian Pilichowski

**Temat:** Galasy – teoria w praktyce

**Miejsce (opcje):**

- 1) las ze świerkami i bukami,
- 2) szkółka ze świerkami i bukami,
- 3) arboretum,
- 4) ogród botaniczny,
- 5) park ze świerkami i bukami.

**Termin:** wrzesień–październik.

**Liczba wyjść:** 1–2.

**Czas trwania:** 45–90 minut, w zależności od zakresu badań.

**Grupa docelowa:** uczniowie szkół licealnych i techników, szczególnie o profilu przyrodniczym.

**Charakter zajęć:** zajęcia w terenie.



**mgr Sebastian Pilichowski:** wychowanek Wydziału Nauk Biologicznych Uniwersytetu Zielonogórskiego; obecnie pracownik Ogrodu Botanicznego UZ i doktorant w Katedrze Botaniki i Ekologii; bardzo szerokie zainteresowania przyrodnicze („podejście holistyczne”), ze szczególnym uwzględnieniem ekologii galasów

**Cel ogólny:** rozwijanie umiejętności pracy metodą badawczą.

**Cele szczegółowe:** uczniowie:

1. wyszukują i interpretują oraz stosują informacje znalezione w materiałach źródłowych i dodatkowych pomocach oraz stosować je w terenie,
2. wyszukując i obserwując drzewa-gospodarzy i galasy, zwracają uwagę na inne elementy przyrody ożywionej i nieożywionej;
  - a) podchodzą holistycznie do przyrody,
  - b) poznają i charakteryzują otoczenie obiektów badanych, w tym zmienność i dynamikę jego elementów (np. przelatujące owady, ptaki).
3. poznają złożone relacje ekologiczne, charakteryzują pasożytnictwo jako oddziaływanie antagonistyczne, potrafią nazwać pasożyta i żywiciela, zwrócić uwagę na: jednostronne korzyści, charakter strat w stosunku do gospodarza, konkurencję o zasoby między liściem / pędem a rozwijającą się wewnątrz galasa larwą,
4. charakteryzują: morfologiczne cechy buka zwyczajnego i świerka pospolitego, wizualny efekt rozwoju galasów, różnice między omawianymi galasami (morfologia, rozwój), przynależność taksonomiczną żywicieli i owadów galasujących, ich wrogów naturalnych, typową budowę liścia rośliny szpilkowej i dwuliściennej,
5. rozumieją konwergentny charakter zdolności do tworzenia galasów w obrębie gromady owadów (Insecta) oraz typu stawonogów (Arthropoda).

**Realizacja podstawy programowej:** IV etap ed., biologia.

**Wymagania ogólne:**

- IV. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Uczeń: odczytuje, selekcjonuje i przetwarza informacje pozyskane z różnorodnych źródeł w tym za pomocą technologii informacyjno-komunikacyjnych
- V. Rozumowanie i argumentacja. Uczeń: objaśnia i komentuje informacje, odnosi się krytycznie do przedstawionych informacji, wyjaśnia związki przyczynowo-skutkowe, formułuje wnioski, (...) dostrzega związki między biologią a innymi dziedzinami nauk przyrodniczych i społecznych.

**Wymagania szczegółowe:**

Uczeń:

- 1) porządkuje hierarchicznie podstawowe rangi taksonomiczne;
- 2) wskazuje cechy charakterystyczne [...] roślin nago- i okrytonasiennych, opisuje zróżnicowanie budowy ich ciała, wskazując poszczególne organy i określając ich funkcje;
- 3) rozpoznaje przedstawicieli rodzimych gatunków iglastych;
- 4) porównuje przeobrażenie zupełne i niezupełne owadów;
- 5) przedstawia podobieństwa i różnice między drapieżnictwem, roślinożernością i pasożytnictwem
- 6) (...) podaje przykłady konwergencji i dywergencji; identyfikuje konwergencje i dywergencje na podstawie schematu, rysunku, opisu itd.

**Środki dydaktyczne:**

- 1) Załącznik 1. Materiał dydaktyczny.
- 2) Załącznik 2. Karta pracy.
- 3) Załącznik 3. Odpowiedzi do karty pracy (dla nauczyciela).

**Materiały pomocnicze:**

- 1) leksykon lub przewodnik do oznaczania drzew Polski,
- 2) linijka lub miarka,
- 3) ołówek, notes,
- 4) lupa.

## Tok zajęć

- 1) Nauczyciel biologii rozpoznaje w okolicy badane gatunki drzew wraz z omawianymi galasami. Następnie zgłasza dyrekcji wyjście w ustalonym terminie. Na zajęcia zarezerwowane jest 45–90 min. Najdogodniejszą opcją jest znalezienie w pobliżu obu gatunków drzew, tak by przeznaczyć 90 min. na zajęcia terenowe.
- 2) Po dotarciu na miejsce nauczyciel rozdaje karty pracy. Wraz z uczniami przeprowadza krótką rozmowę na temat bezpieczeństwa oraz ogólnego tematu zajęć, weryfikując wejściowy stan wiedzy.
- 3) Uczniowie rozdzielają się, poszukują badanych gatunków drzew oraz galasów. Praca może mieć charakter grupowy, jednak karty uzupełniane są indywidualnie – w domu lub szkole.
- 4) Nauczyciel biologii powinien zwracać uwagę uczniów również na inne wybrane elementy przyrodnicze towarzyszące zajęciom. Wśród nich: lokalna dendroflora, rodzaje występujących porostów wg skali bioindykacyjnej, grzyby i ich znaczenie w krążeniu materii itd.
- 5) Zakończenie zajęć. Krótka rozmowa weryfikująca wyjściowy stan wiedzy.
- 6) Sprawdzenie kart pracy, przedyskutowanie z uczniami wyników. Jeżeli rezultaty są zadowalające, uczniów należy pochwalić słownie lub oceną, by zachęcić do dalszych zajęć o charakterze praktycznym w sferze nauk przyrodniczych. Jeżeli rezultaty są niezadowalające, należy wyniki poddać dyskusji, aktywizując jak największą liczbę uczniów. Jedynie w przypadkach skrajnych i nieodpowiedzialnych (oddanie pustej karty pracy, ignorancja) uczniów należy ocenić negatywnie.
- 7) Podsumowanie niniejszych zajęć powinno budować wśród uczniów przeświadczenie, że zajęcia praktyczne są odbiciem teorii, którą trzeba przyswoić, by swobodnie operować wiedzą i stosować ją w praktyce.



*Mikiola fagi* – galasy



Spód blaszki liścia buka i charakterystyczne ślady będące dziełem galasów *Mikiola fagi*



*Adelges abietis* – galas



*Mikiola fagi* – galas

## Załącznik 1. Materiał dydaktyczny

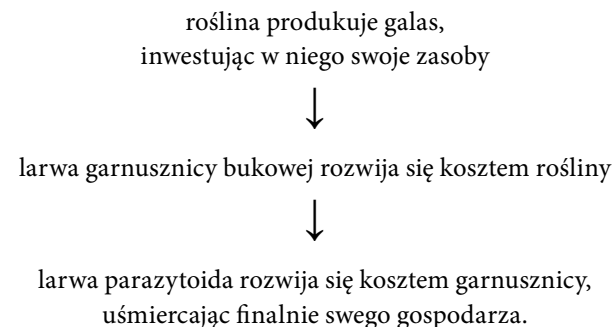
Galasy – ciekawe wyrosła na różnych organach roślin, zarówno niższych, jak i wyższych (Redfern, 2011). Traktujemy je często z powodu niewiedzy jako trywialny element ozdobny lub manifestację choroby. Warto spytać jednak, czym one są i jaką wartość niesie ta wiedza?

Nazywamy nimi nienaturalne wytwory tkankowe roślin indukowane przez niektóre grupy stawonogów (część autorów dodaje do tego wirusy, bakterie i grzyby) (Redfern, 2011). W galasach rozwija się kolejne pokolenie gatunku indukującego. Ma to charakter pograniczny między pasożytnictwem a roślinożernością. Zagadnienie zależności ekologicznych na linii roślina – galasotwórca może być rozpatrywane pod szerokim kątem: biochemiczna odpowiedź gospodarza, sygnały sterujące tworzeniem wyrosła, rozmieszczenie galasów na liściu, pędzie itd.. Po drugie, okazuje się, że w obrębie samych owadów pewne grupy niezależnie od siebie wykształciły zdolność do galasowania (ochojnikowate – pluskwiki równoskrzydłe, pryszczarkowate – muchówki, galasówki – błonkówki i inne). To zróżnicowanie pozwala nam spojrzeć szeroko na galasy w oparciu o ewolucjonizm, ich morfologię, złożoność struktury i specyficzne dla danej grupy relacje z gospodarzem.

Rozważmy przykład dwóch drzew – **buka zwyczajnego** (*Fagus sylvatica*) i **świerka pospolitego** (*Picea abies*) oraz typowych dla nich galasów tworzonych przez m.in. **garnusznicę bukową** (*Mikiola fagi*) i **ochojnika świerkowca** (*Adelges abietis*). Oba galasy są spore, łatwe do oznaczenia i często do znalezienia. Zarówno jeden, jak i drugi umieszczony został w bazie danych plantwise (plantwise.org, dostęp 20 X 2013), zbierającej informacje na temat szkodników roślin. O ile ochojnik rzeczywiście prowadzi do deformacji pędów a nawet śmierci świerków – gospodarzy, o tyle garnusznica po-

strzegana jest jako szkodnik znacznie rzadziej. Mówi się, że przy masowych pojawach, szczególnie na młodych bukach, rozwijające się wewnątrz galasów larwy mogą na tyle silnie konkutować z żywicielem o zasoby, że prowadzą do jego zamierania.

**Galas garnusznicy bukowej** (*M. fagi*) powstaje na górnej stronie blaszki liścia buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica*) i orientalnego (*F. orientalis*), jest stożkowy, w dalszych fazach rozwoju rozdęty ze spiczastym czubkiem, koloru zielonego i żółtego (wiosna), następnie czerwono-brązowego. Dojrzeewa od późnej wiosny do wczesnej jesieni i zanim opadną liście, sam ulega odcięciu, by przezimować w ściółce. Następnie na przełomie kwietnia i maja, gdy buki zaczynają otwierać swe pąki, przepoczwarczone garnusznice kopulują, oblatują swych gospodarzy i składają jaja. Mimo znacznej rozrodczości (samica składa 200-300 jaj wg Jensena lub 276-410 wg Urbana), Urban uważa, że 82% niepowodzeń w uzyskaniu dojrzałości spowodowane jest przez parazytoidy. Parazytoidy zaś to błonkówki (rząd owadów obejmujący między innymi: mrówki, osy, pszczoły, klecanki, gąsieniczniki), których samice używają długiego pokładelka, by złożyć jaja we wnętrzu galasa, aby ich larwa żyła kosztem mieszkańca galasa. Zdarza się, że żerujące ptaki, takie jak sikory bogatki (*Parus major*) zjadają zimą leżące w ściółce galasy. Podsumowując:



Galasy porażone przez parazytoidy lub zwalczone przez mechanizmy obronne roślin nie odpadają od liści.

**Galas ochojnika świerkowca** (*A. abietis*) ma szyszko-podobny kształt (wg niektórych przypomina ananasa) i żółtawo-zielony kolor, następnie w wyniku wysychania brązowieje. Wśród porażonych świerków, znajdziemy świerka pospolitego (*Picea abies*) (oraz sitkajski – *P. sitchensis*). Wyrosła powstają na pędach tegorocznych, tzn. że galas rośnie wraz z pędem. Ogólnie uważa się, że główną przyczyną powstawania galasów ochojnika jest bodziec chemiczny, wstrzykiwany przez matkę lub matki. Jeżeli stężenie bodźca będzie wystarczające, galas rozwinię się zamykając w sobie młode ochojniki. Liczba komór zależy od liczby igieł rosnących w miejscu powstawania wyrosła, im więcej igieł, tym więcej komór łęgowych. Ochojniki charakteryzują się niezwykle złożonym cyklem rozwojowym, niekiedy paru-letnim, z kilkoma stadiami przejściowymi. W przypadku ochojnika świerkowca jest on jednak uproszczony – wyróżniamy dwa stadia. Założycielka rodu zwana *fundatrix* zimuje na pędzie i indukuje galas, w którym rozwija się jej potomstwo zwane *gallicolae*. Dojrzałe płciowo *gallicolae* powodują otwarcie komór łęgowych. Niedługo potem składają jaja, z których wylęgają się nowe założycielki, osiadające na zawiązku przyszłorocznego pędu, gdzie przezimują.

Ludzie od dawna poszukują skutecznych metod zwalczania ochojników. Wśród branych pod uwagę metod, jest walka biologiczna, z udziałem naturalnych drapieżników. Z korzyścią dla ochojników jest ich niewielu, zazwyczaj są to drapieżne chrząszcze, jednakże rzadko atakowane są stadia zamknięte w galasach.

W obrębie galasa garnusznicy bukowej rozwija się jedna larwa, rzadko dwie (co i tak w rezultacie prowadzi do śmierci jednej z nich), zaś wyrosłe ochojnika świerkowca ma budowę wielokomorową, z wieloma larwami.

Owady tworzące galasy konkurują z rośliną o składniki pokarmowe, budulcowe i pierwiastki, niezbędne do prawidłowego funkcjonowania. Znane są gatunki powodujące masowe zamierania gospodarzy, np. ochojnik *Adelges tsugae* w Ameryce Północnej, uszkadzający choiny kanadyjskie (*Tsuga canadensis*). Ochojniki są szczególnie negatywnie postrzegane przez szkółkarzy, którzy chcąc sprzedać dobrej jakości drzewa świąteczne, zwalczają je, często nieskutecznie. Tym bardziej, że pędowe wyrośla ochojników pozostają w formie zdrewniałej na stałe. Galasy możemy zatem postrzegać często jako swoiste magazyny, w których znajdziemy wyższe stężenia pewnych związków chemicznych niż w otaczających je tkankach roślinnych.

Pamiętajmy, że galasy to inkubatory larwalne, schronienie i baza pokarmowa. Zdolność indukowania ich powstała wielokrotnie w niezależny od siebie sposób u różnych linii ewolucyjnych. Zauważmy, że garnusznica

ca bukowa to muchówka, prezentująca rozwój złożony (z poczwarką), z kolei ochojnik do pluskwiak i mimo dysponowania dwoma stadiami, to każde z nich poddane jest rozwojowi prostemu.

Prowadząc obserwacje przyrodnicze zaleca się prowadzenie notatek. Wielu przyrodników przekonało się, że najlepszym sposobem jest notowanie ich za pomocą ołówka. Wszystko dlatego, że sporządzona tak notatka nie rozmyje się np. na skutek deszczu. Owszem, papier namoknie, ale notatki nadal będą czytelne, w przeciwieństwie do tuszu. Podobne zwyczaje dotyczą etykietowania zbiorów. Zazwyczaj, gdy zbieramy jakikolwiek materiał przyrodniczy, opatrujemy go etykietą z nazwą, datą i miejscem zbioru oraz imieniem i nazwiskiem zbierającego. Zdarza się, że taką etykietę umieszczamy np. w zamkniętej probówce z owadem i alkoholem, który bez problemu rozpuści tusz długopisu, pióra czy drukarki. A ołówka nie.

### Możliwe inne warianty:

Zamiast ochojnika świerkowca – ochojnik świerkowo-modrzewiowy (*Adelges laricis*). Galasy podobne, spotykane na świerku pospolitym. Posiada w swym cyklu rozwojowym więcej stadiów, rozwijających kolejno się na świerkach i modrzewiach.

Zamiast garnusznicy bukowej – hartigiółka bukowa (*Hartigiola annulipes*). Podobnie jak garnusznica, należy do muchówek, rodziny przyszczarkowatych. Cykl rozwojowy bardzo podobny do garnusznicy. Galasy: mniejsze, owłosione (inna strategia obronna przed pasożytami: garnusznica i gruba ściana galasa oraz hartigiółka i owłosione, nieprzystępne galasy).

Układ dla buka: garnusznica bukowa + hartigiółka bukowa. Wówczas przeprowadzić porównanie galasów obu przyszczarków. (galasy z jedną larwą, oba na blaszkach liściowych)

## Załącznik 2. Karta pracy

Wykonaj w terenie notatki ołówkiem np. w zeszycie. Następnie w domu lub szkole uzupełnij karty pracy. Celem uzupełnienia niektórych zadań, zapoznaj się przed zajęciami z opisem badanych roślin żywicielskich (internet, leksykon drzew itp.). Pamiętaj, że w przeciwieństwie do długopisu, ołówek nie rozmaże się na skutek deszczu i notatki będą nadal czytelne. Jest to jedna z podstaw prowadzenia notatek przyrodniczych. Użyj lupy do przyjrzenia się galasom.

Zad. 1.1. Odszukaj buki zwyczajne, najlepiej o wysokości ok. 3-6 metrów. Przyjrzyj się cechom gatunkowym drzewa.

Zad. 1.2. Odszukaj świerki pospolite, najlepiej o wysokości ok. 3-6 metrów. Przyjrzyj się cechom gatunkowym drzewa.

Zad. 2.1. Zbadaj znajdujące się na gałęziach liście buka, jeśli znajdziesz charakterystyczne garnuszkowe galasy o spiczastym czubku, przyjrzyj im się i zanotuj swoje obserwacje (zmiierz wyrośla!).

Zad. 2.2. Zbadaj tegoroczne pędy świerka. Jeśli znajdziesz szyszko-podobne galasy, obejmujące pęd, przyjrzyj im się i zanotuj swoje obserwacje (zmiierz wyrośla!).

Zad. 3. Scharakteryzuj cechy morfo-anatomiczne oraz przynależność systematyczną buka zwyczajnego i świerka pospolitego.

Cecha	Buk zwyczajny	Świerk pospolity
1.1 Systematyka – typ		
1.1 Systematyka – rodzina		
1.1 Systematyka – nazwa łac.		
2. Warunki świetlne (cienioznośny / światłożądny)		
4. Kora (barwa, faktura)		



Zad. 4. Wymień cechy badanych gatunków owadów i ich galasów.

Cecha	Garnusznica bukowa	Ochojnik świerkowiec
1.1 Systematyka – gromada		
1.2 Systematyka – rząd		
1.3 Systematyka – rodzina		
1.4. Systematyka – nazwa łac.		
2. Wygląd galasa		
3. Liczba larw		
4. Cykl życiowy (prosty / złożony; dodatkowe komplikacje)		
5. Szkodliwość (na podstawie obserwacji i/lub materiałów źródłowych)		
6. Wrogowie naturalni		

Zad. 5. Na podstawie materiału źródłowego, zastanów się, jakie adaptacje mogą towarzyszyć omawianym owadom w związku z ich występowaniem w strefie klimatu umiarkowanego? Wymień po jednej adaptacji.

1. *Adelges abietis*:

2. *Mikiola fagi*:

Zad. 6. Narysuj galasy w skali rzeczywistej (1:1).

1. Garnusznicy bukowej (*Mikiola fagi*)

2. Ochojnika świerkowca (*Adelges abietis*)

### Załącznik 3. Odpowiedzi do karty pracy (do wybranych zadań; dla nauczyciela)

Zad. 3. Scharakteryzuj cechy morfo-anatomiczne oraz przynależność systematyczną buka zwyczajnego i świerka pospolitego.

Cecha	Buk zwyczajny	Świerk pospolity
1.1 Systematyka – typ	okrytonasienne	nagonasienne
1.1 Systematyka – rodzina	bukowate	sosnowate
1.1 Systematyka – nazwa łac.	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Picea abies</i>
2. Warunki świetlne (cienio-znośny / światłoządny).	cienioznośny	cienioznośny
3. Liście (cechy morfologiczne dające opisać się na podstawie obserwacji).	jajowate lub eliptyczne, brzeg cały, niekiedy ząbkowane; zielone, niekiedy purpurowe; ulistnienie skrętoległe; ogonek, nerwy, liść zależnie od osobnika i wieku mogą być owłosione	krótkie, ostre igły o kwadratowym przekroju
4. Kora (barwa, faktura).	gładka, u starych osobników może się falować, koloru szarego, popielatego	brązowa kora o czerwonych, brunatnych i szarych deseniach, z wiekiem łuskowato spękana

Zadanie 4. Wymień cechy badanych gatunków owadów i ich galasów.

Cecha	Garnusznica bukowa	Ochojnik świerkowiec
1.1 Systematyka – gromada	Owady	Owady
1.2 Systematyka – rząd	Muchówki	Pluskwiaki (równoskrzydłe)
1.3 Systematyka – rodzina	Pryszczarkowate	Ochojnikowate
1.4. Systematyka – nazwa łac.	<i>Mikiola fagi</i>	<i>Adelges abietis</i>
2. Wygląd galasa	Cylindryczny, ze spiczastym czubkiem, w końcu lata / początku jesieni rozdęty; najpierw żółty, zielony, następnie czerwony i brązowy	Ananasopodobny, szyszkopodobny, wielokomorowy, najpierw żółtawozielony, następnie brązowy
3. Liczba larw	1 larwa w galasie	do kilkadziesiątu larw w galasie
4. Cykl życiowy (prosty / złożony; dodatkowe komplikacje)	Złożony z przepoczwarzaniem	Brak poczwarki, jednak kilka następujących po sobie odmiennych pokoleń
5. Szkodliwość (na podstawie obserwacji i/lub materiałów źródłowych)	Rzadko notowana lub rzadko znaczna.	Deformacje pędów, zdarzają się znaczne uszkodzenia drzew.
6. Wrogowie naturalni	Pasożytnicze błonkówki (pasożytują rozwijające się galasy), sikory (zjadają zimujące galasy) – znaczna śmiertelność larw!	Drapieżne chrząszcze zjadają ochojniki w różnych stadiach, z reguły nie atakują stadium larw zamkniętych w galasie.

Zad. 5. Wymień po jednej adaptacji związanej ze strefą klimatu umiarkowanego dla każdego z omawianych gatunków owadów.

1. *Adelges abietis*: indukcja galasów rozpoczyna się już jesienią na pędzie przyszłorocznym, następnie *fundatrix* zimuje i stymuluje indukcję na nowo wiosną.

2. *Mikiola fagi*: galasy dojrzewają i odpadają, zanim blaszka liściowa zamrze, następnie zimują w ściółce (która wraz ze śniegiem zapewnia termoizolację).

#### Literatura

- Jaśkiewicz B., Kmieć K., Golan K. 2002. Ochojniki – szkodniki świerków. Ochrona Roślin 10: 17-18.
- Kosibowicz M. 2008. Ocena zdrowotności upraw i młodników na terenach pokłeskowych w Górach Izerskich. Problemy zagospodarowania ziem górskich 55: 85-97.
- Redfern M. 2011. Plant galls. Collins, London.
- Skuhřavá, M., Skřypczyńska, M. 1983. Przegląd pryszczarków (*Cecidomyiidae*, *Diptera*) Polski. Acta Zoologica Cracoviensia 26 (12): 387-420.
- Urban, J. 2000. Beech gall midge (*Mikiola fagi* Htg.) and its natural enemies. Journal of Forest Science 4 (12): 543-568.

# Ziemia sama się sobą zachwyca – natura w poetyckim i malarskim kalejdoskopie

## Scenariusz do cyklu lekcji

Agnieszka Romaneczko

główna nagroda  
Ministerstwa Środowiska  
w konkursie na ekolekcję

cykl został zaprezentowany  
najpierw w całości,  
a następnie w rozbiciu  
na jednostki lekcyjne

**Temat:** „Ziemia sama się sobą zachwyca”, czyli natura w poetyckim i malarskim kalejdoskopie.

**Adresaci:** uczniowie klasy VI szkoły podstawowej.

**Czas trwania lekcji:** pięć jednostek lekcyjnych.

### Cel ogólny:

Analiza i interpretacja obrazów natury przedstawionych w wierszu Leopolda Staffa *Po wschodzie słońca* oraz w cyklu obrazów Pietera Bruegela *Miejsce*.

wszystkie załączniki potrzebne do poprowadzenia tych zajęć są do pobrania na stronie:

<http://ebis.ibe.edu.pl/index.php?typ=nius&id=14>



**Agnieszka Romaneczko:** studentka studiów magisterskich na kierunku filologia polska na Uniwersytecie im. Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie na specjalnościach nauczycielskiej i wydawniczej, członek Studenckiego Koła Naukowego Etnolingwistów na UMCS

### Cele szczegółowe:

- **wiedza:** uczeń poznaje nowy utwór poetycki oraz dzieło malarskie; podaje skojarzenia związane z hasłem *natura*; zna pojęcia *wyraz pokrewny* i *wyraz bliskoznaczny*; poznaje etymologię wyrazu *natura*; poznaje nowe środki poetyckie (porównanie, personifikacja, metafora) oraz ich definicje; wyszukuje w tekście środki poetyckie; wypisuje z tekstu epitety; poznaje podstawowe wiadomości dotyczące reklamy; poznaje podstawowe informacje dotyczące Pietera Bruegela; poznaje wypowiedzi krytyków i znawców sztuki;
- **rozumienie:** uczeń rozdziela pojęcia *wyraz pokrewny* i *wyraz bliskoznaczny*; tworzy rodzinę wyrazów i grupę synonimów; konstruuje środki poetyckie na podstawie rebusu; porównuje zachowanie natury przedstawionej w wierszu do zachowań ludzkich; odnajduje w tekście elementy sacrum; wyszukuje w przekazie reklamowym składniki istotne ze względu na cel; układa obraz z rozsypanych fragmentów;
- **zastosowanie w sytuacjach typowych:** przekłada tekst poetycki na kod plastyczny; grupuje cechy natury w kategorii semantycznej; wyszukuje w tekście fragmenty dotyczące podmiotu mówiącego i charakteryzuje ten podmiot; określa funkcje środków poetyckich; sporządza notatkę interpretacyjną; określa porę roku przedstawioną na obrazie; analizuje składniki przekazu reklamowego; charakteryzuje postacie, tło, kolorystykę, rekwizyty, sceny z życia obecne w przekazie reklamowym;
- **zastosowanie w sytuacjach nietypowych:** ocenia krytycznie prace plastyczne kolegów; interpretuje metaforę; wyraża swoje odczucia i opinie wywołane kontaktem z dziełem sztuki; porównuje świat przedstawiony w utworze do realiów rzeczywistości; wartościuje świat przedstawiony w wierszu; współpracuje w grupie; tworzy środki poetyckie; redaguje wypowiedź pisemną o walorach artystycznych; wypowiada opinie na temat prac innych grup.

**Wymagania Podstawy Programowej:**

„Ważnym zadaniem szkoły podstawowej jest także edukacja zdrowotna, której celem jest kształtowanie u uczniów nawyku dbałości o zdrowie własne i innych ludzi oraz umiejętności tworzenia środowiska sprzyjającego zdrowiu.”

(Część wstępna Podstawy Programowej dla szkoły podstawowej, s. 15)

Wymagania do przedmiotu język polski na II etapie edukacyjnym:

- I. Odbiór wypowiedzi i wykorzystanie zawartych w nich informacji.
1. Czytanie i słuchanie. Uczeń:
  - 1) sprawnie czyta teksty głośno i cicho;
  - 2) określa temat i główną myśl tekstu;
  - 4) dentyfikuje wypowiedź jako tekst informacyjny, literacki, reklamowy;
  - 7) wyszukuje w tekście informacje wyrażone wprost i pośrednio (ukryte);
  - 8) rozumie dosłowne i przenośne znaczenie wyrazów w wypowiedzi;
  - 9) wyciąga wnioski wynikające z przesłanek zawartych w tekście (w tym rozpoznaje w nim prawdę lub fałsz);
- II. Analiza i interpretacja tekstów kultury. Uczeń zna teksty literackie i inne teksty kultury wskazane przez nauczyciela.
  1. Wstępne rozpoznanie. Uczeń:
    - 1) nazywa swoje reakcje czytelnicze (np. wrażenia, emocje);
  2. Analiza. Uczeń:
    - 1) dostrzega swoistość artystyczną dzieła;
    - 4) rozpoznaje w tekście literackim: porównanie, przenośnię, epitet, wyraz dźwiękonaśladowczy i objaśnia ich rolę;
  3. Interpretacja. Uczeń:
    - 1) odbiera teksty kultury na poziomie dosłownym i przenośnym;

**III. Tworzenie wypowiedzi.**

1. Mówienie i pisanie. Uczeń:
  - 1) tworzy spójne teksty na tematy poruszane na zajęciach – związane z otaczającą rzeczywistością i poznanymi tekstami kultury;
  - 2) dostosowuje sposób wyrażania się do oficjalnej i nieoficjalnej sytuacji komunikacyjnej oraz do zamierzonego celu;
  - 4) świadomie posługuje się różnymi formami językowymi oraz (w wypowiedzi ustnej) mimiką, gestykulacją, postawą ciała;
  - 5) tworzy wypowiedzi pisemne w następujących formach gatunkowych: opowiadanie z dialogiem (twórcze i odtwórcze), pamiętnik i dziennik (pisane z perspektywy bohatera literackiego lub własnej), list oficjalny, proste sprawo zdanie (np. z wycieczki, z wydarzeń sportowych), opis postaci, przedmiotu, krajobrazu, ogłoszenie, zaproszenie, prosta notatka;
  - 6) stosuje w wypowiedzi pisemnej odpowiednią kompozycję i układ graficzny zgodny z wymogami danej formy gatunkowej (w tym wydziela akapity);
  - 8) uczestnicząc w rozmowie, słucha z uwagą wypowiedzi innych, mówi na temat; prezentuje własne zdanie i uzasadnia je;
  - 9) czytając głośno, wyraziście, przekazuje intencję tekstu, właściwie akcentuje wyrazy, wprowadza pauzę, stosuje odpowiednią intonację;
2. Świadomość językowa. Uczeń:
  - 5) pisze poprawnie pod względem ortograficznym (...);
  - 6) poprawnie używa znaków interpunkcyjnych: kropki, przecinka, znaku zapytania, cudzysłowu, dwukropka, nawiasu, znaku wykrzyknika;
  - 7) operuje słownictwem z określonych kręgów tematycznych (na tym etapie skoncentrowanym przede wszystkim wokół tematów: dom, rodzina, szkoła i nauka, środowisko przyrodnicze i społeczne).

**Metody główne:** metoda tekstu przewodniego i projekt.

**Metody pomocnicze:** metoda erote matyczna, ćwiczenia językowe, metoda eksponująca, przekład intersemiotyczny, heureka, prezentacja, dyskusja, technika pociętego tekstu.

**Środki dydaktyczne:** karty pracy dla uczniów, karta odpowiedzi dla nauczyciela, kserokopie z poleceniami i punktacją do pracy w grupie, druki reprodukcji obrazów pocięte na puzzle, komputer i projektor;

**Spis załączników:**

- Załącznik nr 1 – wiersz Leopolda Staffa *Po wschodzie słońca*;
- Załącznik nr 2 – Karta pracy dla ucznia;
- Załącznik nr 3 – Karta odpowiedzi dla nauczyciela;
- Załącznik nr 4 – Polecenia i punktacja do pracy w grupach;
- Załącznik nr 5 – Prezentacja *Power Point*: Natura w reklamie;
- Załącznik nr 6 – Prezentacja *Power Point*: Pieter Bruegel, *Miesiące*;
- Obrazy do „puzzli”.

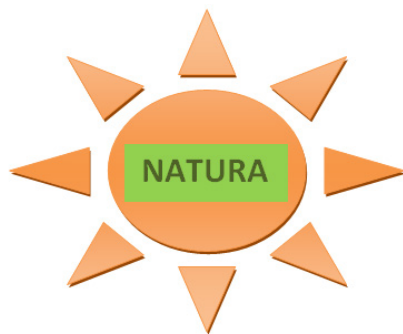
wszystkie załączniki są do pobrania na stronie:  
<http://ebis.ibe.edu.pl/index.php?typ=nius&id=14>

## Tok całego cyklu

### CZĘŚĆ 1. Wstęp (10 min.):

Nauczyciel wprowadza uczniów w przewodni temat lekcji, którym ma być otaczający ich świat przyrody oraz poetyckie sposoby postrzegania tego świata.

Na prośbę nauczyciela uczniowie przywołują skojarzenia związane ze słowem *natura*: poszczególne pomysły zapisywane są na tablicy wokół hasła:



- Nauczyciel prosi uczniów o utworzenie rodziny wyrazów oraz grupy synonimów do słowa *natura*:
- **Wyrazy pokrewne:** naturalny, naturalnie, naturalistyczny, wynaturzony;
- **Synonimy:** przyroda, zielen, środowisko, łono przyrody;
- Nauczyciel podaje **etymologię słowa *natura*** od łac. *nascor, natus* – rodzić się oraz *naturus* -czas przyszły;

### Część właściwa lekcji:

- Nauczyciel zaprasza uczniów do zapoznania się z obrazem natury zarejestrowanym przez podmiot

mówiący w wierszu Leopolda Staffa *Po wschodzie słońca* (Załącznik nr 1).

- Uczniowie otrzymują *Karty pracy*, w których zapisany jest tekst wiersza (Załącznik nr 2).
- Nauczyciel dokonuje ekspozycji utworu, który zostaje potem ponownie odczytany przez jednego z uczniów.
- Po ekspozycji wiersza nauczyciel pyta uczniów o wrażenia z lektury: indywidualne komentarze, odczucia czy refleksje. Prosi uczniów, aby określili czas oraz miejsce „sytuacji” przedstawionej w utworze Staffa. Następnie uczniowie nazywają elementy pejzażu wymienione w poszczególnych strofach i pracując metodą przekładu intersemiotycznego, przygotowują prace plastyczne, ukazujące krajobraz „po wschodzie słońca”.
- Uczniowie zawieszają swoje prace na tablicy lub w innym wyznaczonym miejscu. Na prośbę nauczyciela wskazują najlepsze spośród plastycznych parafraz, starając się w konstruktywny sposób uzasadnić swój wybór. Nauczyciel komentuje prace i najlepsze nagradza stopniem. (**ok. 35 min.**)
- Na prośbę nauczyciela uczniowie rozpoczynają rozwiązywanie zadań zawartych w *Kartach pracy*. Zadania te mają różny poziom trudności: niekiedy związane są z poznawaniem nowych pojęć (np. Zadanie 1.), zaś innym razem wymagają czynności definiowania (np. Zadanie 6.), co może sprawiać trudność uczniom, realizującym dopiero II etap edukacyjny. Dlatego też praca z *Kartami* nie powinna przybierać charakteru testu, a stanowić formę dialogu nauczyciela z uczniami, w którym kolejne zadania traktowane są jako problemy do wspólnego rozwiązania czy wytyczne do przeprowadzanej wspólnie analizy utworu.
- **Czynności nauczyciela i uczniów zgodnie z porządkiem zadań na *Karcie pracy*:**

### CZĘŚĆ 2.

**Zadanie 1.** – nauczyciel prosi uczniów, aby wskazali te fragmenty utworu, które było im trudno lub których nie potrafili przełożyć na język plastyki. Uczniowie zapisują fragmenty na tablicy i zastanawiają się, czy łączy je jakieś podobieństwo oraz na czym polegała trudność przy przekładzie. Dopiero, kiedy zauważą, że chodzi o czynności wykonywane przez elementy przyrody bądź o porównanie zachowania przyrody do działań ludzkich, nauczyciel wprowadza pojęcia: personifikacji, porównania i metafory. Następnie nauczyciel objaśnia, na czym polegają wymienione środki stylistyczne i podaje proste definicje, które uczniowie zapisują w odpowiednim miejscu na *Kartach pracy*. Następnie uczniowie wykonują rebusy, sprawdzające rozumienie nowo poznanych pojęć. Nauczyciel sprawdza zadanie.

**Zadanie 2.** – nauczyciel rysuje na tablicy tabelę, którą uczniowie uzupełniają stosownymi cytatai z wiersza Staffa. To samo uczniowie wykonują na *Kartach pracy*. Po wypisaniu środków poetyckich uczniowie zastanawiają się nad funkcją każdego z nich w utworze i rolę, jaką pełni w budowaniu wizji natury.

PERSONIFIKACJA	PORÓWNANIE	PERSONIFIKACJA + PORÓWNANIE	METAFORA
FUNKCJE			

**Zadanie 3.** – na podstawie wyróżnionych w tabeli środków poetyckich, uczniowie nazywają czynności i stany typowo ludzkie, do których zostało upodobnione zachowanie poszczególnych elementów natury;

**Zadanie 4.** – uczniowie próbują samodzielnie wyszukać w tekście jak największą ilość epitetów. Poszczególne osoby odczytują swoje „zbiory” epitetów, a Ci, którzy znaleźli ich najwięcej mogą zostać nagrodzeni oceną cząstkową (np. plusem);

**Zadanie 5.** – na prośbę nauczyciela uczniowie określają właściwości przedstawionego przez Staffa obrazu przyrody, grupując nazwane bądź implikowane poprzez epitety cechy w kategorii semantyczne wskazane na wykresie.

- Nauczyciel może wskazać uczniom jeszcze inne cechy konotowane kulturowo przez niektóre wyrazy, np. miód – bogactwo, urodzaj, dostatek; złoto – barwa boska, świętość; motyl – wolność, ulotność chwili, piękno; czerwona usta i róże – zmysłowość;

**Zadanie 6.** – uczniowie zastanawiają się nad znaczeniem metafory *Gdzie się w śpiew roztapiają skowronki*, wykonując kolejne kroki analizy językowej. Nauczyciel pomaga uczniom w budowaniu definicji i poszukiwaniu wspólnych cech znaczeniowych. Podaje uczniom również końcową interpretację metafory.

**Zadanie 7.** – uczniowie czytają przytoczone w zadaniu fragmenty utworu i kierowani podpowiedziami nauczyciela, starają się wyjaśnić w jaki sposób w wierszu Staffa natura została powiązana ze sferą świętości.

**Zadanie 8.** – uczniowie poszukują w tekście cytatów świadczających o obecności podmiotu obserwującego przyrodę i na podstawie wynotowanych fragmentów starają się ten podmiot scharakteryzować. Wysoki poziom trudności zadania wymaga znacznej pomocy nauczyciela.

**Zadanie 9.** stanowi notatka interpretacyjna, którą tworzą uczniowie – każdy wypowiada jedno zdanie, kierując się podpunktami

sformułowanymi na karcie pracy. Nauczyciel czuwa nad poprawnością wypowiedzi oraz ich zawartością merytoryczną. Notatka może mieć charakter tekstu ciągłego lub zapisu w formie punktów. (ok. 45 min.)

CZĘŚĆ 3.

- **Podsumowanie:** nauczyciel wysłuchuje wypowiedzi uczniów i komentuje je, zauważając, że obraz natury w wierszu Staffa to **wizja idealna, harmonijna, sielska**. Naprowadza uczniów na trop reklamy, w której wykorzystywane są podobne przedstawienia jako element budowania przestrzeni idealnej, magicznej i takiej, w której człowiek czuje się szczęśliwy. Pyta uczniów o przykłady takich reklam, a następnie prezentuje zebrany przez siebie materiał (Załącznik nr 5). Podczas pokazu uczniowie analizują poszczególne reklamy, wskazując w jaki sposób obraz i tekst wpływają na przekaz. Nauczyciel kieruje analizą, zadając pytania pomocnicze<sup>1</sup> (ok. 45 min.).

<sup>1</sup> Załącznik nr 5 ma formę prezentacji w programie *Power Point*. Prezentacja ta została pomyślana w taki sposób, aby analizę właściwego materiału poprzedzała niezbędna wiedza teoretyczna oraz analiza wzorcowa. Choć pojęcie perswazji pojawia się dopiero w zapisach dotyczących kompetencji polonistycznych gimnazjalisty [*Podstawa Programowa I* 1. 6)], to wprowadzenie go wydaje się niezbędne, jeśli chcemy w rzetelny sposób mówić o reklamie, dla której funkcja perswazyjna staje się fundamentalna. Nie oznacza to jednak, że uczniowie są zobligowani do opanowania definicji *perswazji* czy do prowadzenia szczegółowych analiz pod kątem jej wykrywania – wystarczy jeśli na tym etapie oswoją się z terminem i skojarzą go z gatunkiem reklamy. Dodać należy, że przedstawiona analiza wzorcowa jest dość drobiazgową, a od uczniów na poziomie szkoły podstawowej nie należy wymagać aż tak wyostrzonej spostrzegawczości przy odbiorze komunikatu. Wystarczy, że uczniowie oglądając niektóre obrazy (z pewnością nie wszystkie spośród zawartych w prezentacji), wskażą wybrane, dostrzegane przez siebie elementy. Ważne jest tutaj odpowiednie kierowanie analizą przez nauczyciela i zadawanie pytań, które rozbudzą ciekawość oraz zmotywują do wnikliwego badania przekazu.

CZĘŚĆ 4. i 5.

- Nauczyciel zaprasza uczniów do obejrzenia wizji natury przedstawionej w cyklu malowideł *Miesiące* pędzla Pietera Bruegela (Załącznik nr 6).
- Uczniowie oglądają pokaz reprodukcji obrazów Bruegela oraz wypowiadają swoje pierwsze wrażenia i odczucia wywołane kontaktem z dziełem sztuki (ok. 5 min.)
- Nauczyciel dzieli klasę na pięć grup i proponuje zabawę metodą przekładu intersemiotycznego, w której obraz ma zainspirować uczniów do twórczości poetyckiej czy literackiej.
- Każda z grup otrzymuje dużą reprodukcję jednego z obrazów pociętą na kawałki niczym puzzle. **Zadaniem każdego zespołu jest:**
  - ułożenie rozsypanych elementów w cały obraz<sup>2</sup>
  - określenie przedstawionej na obrazie pory roku
  - utworzenie jak największej ilości środków poetyckich: metafor, porównań, personifikacji i epitetów, za pomocą których określone zostaną poszczególne elementy pejzażu
  - zredagowanie pisemnej wypowiedzi: opowiadania, opowiadania z dialogiem lub poetyckiego opisu, w taki sposób, aby wypowiedź ta korespondowała z malowidłem. W redagowanym tekście można wykorzystać utworzone wcześniej środki artystycznego wyrazu. Uwaga: narratorem opowiadania może być niezależny obserwator, bohater obrazu bądź element przedstawionej przyrody.
- (Zestaw zadań dla grup i punktacja – w Załączniku nr 4)
- Podczas pracy w grupach nauczyciel udziela pomocy i kontroluje działania uczniów (ok. 40 min.).
- Poszczególne grupy prezentują wyniki pracy.

<sup>2</sup> Ćwiczenie to umożliwia uczniom dokładne poznanie obrazu poprzez szczegółową, uważną analizę wzrokową, a także opanowanie i syntezę wzrokową porządku świata przedstawionego.

- Grupy oceniają wzajemnie swoje prace, komentują je i głosują na najlepszą. Nauczyciel zaś ocenia uczniów zgodnie z punktacją, ale przy ocenie końcowej uwzględnia również opinie uczniów (**ok. 15 min.**).
- Podsumowaniem tej części lekcji może być ponowne obejrzenie reprodukcji oraz odczytanie fragmentów wypowiedzi naukowych i krytycznych, które dotyczą cyklu Bruegela *Miesiące*<sup>3</sup> (Załącznik nr 6) (**ok. 5 min.**).

#### Praca domowa (10 min.):

Zredaguj wypowiedź pisemną w formie opisu, w którym przedstawisz swój ulubiony zakątek przyrody. Może być to miejsce, w którym lubisz wypoczywać lub spędzać czas wolny albo miejsce znane Ci z wycieczki. Opisz dokładnie

- walory krajobrazu,
- nastrój miejsca,
- barwy i dźwięki,
- elementy przyrody i ich zachowanie.

W zakończeniu postaraj się odpowiedzieć na pytanie: dlaczego wybrałeś/wybrałaś właśnie to miejsce i czemu jest dla Ciebie ważne lub bliskie?

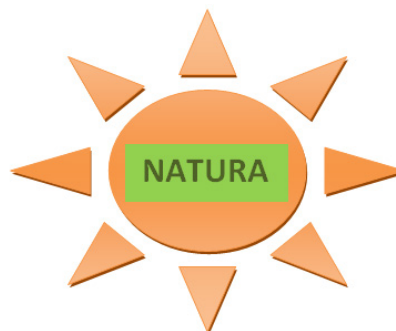
Pamiętaj o przestrzeganiu reguł komponowania opisu. Wypowiedzi nadaj tytuł *Miejsce, w którym «Ziemia sama sobą się zachwyca»*

<sup>3</sup> Nauczyciel powinien zadbać o zrozumiałość przekazu, toteż do należy do niego skomentowanie fragmentów, powtórzenie najważniejszych informacji oraz objaśnienie niezrozumiałych terminów. Musi on jednak pamiętać o dialogu z uczniami – po każdym przeczytanym fragmencie powinien zapytać uczniów, jak rozumieją przeczytany tekst.

## Tok lekcji 1.

### Wstęp (10 min.):

- Nauczyciel wprowadza uczniów w przewodni temat lekcji, którym ma być otaczający ich świat przyrody oraz poetyckie sposoby postrzegania tego świata.
- Na prośbę nauczyciela uczniowie przywołują skojarzenia związane ze słowem *natura*: poszczególne pomysły zapisywane są na tablicy wokół hasła:



- Nauczyciel prosi uczniów o utworzenie rodziny wyrazów oraz grupy synonimów do słowa *natura*:
  - **wyrazy pokrewne:** naturalny, naturalnie, naturalistyczny, wynaturzony;
  - **synonimy:** przyroda, zieleń, środowisko, łono przyrody;
  - nauczyciel podaje **etymologię słowa *natura*** od łac. *nascor, natus* – rodzić się oraz *naturus* -czas przyszły;

### Część właściwa lekcji:

- Nauczyciel zaprasza uczniów do zapoznania się z obrazem natury zarejestrowanym przez podmiot

**Metody główne:** metoda erotematyczna i przekład intersemiotyczny;

**Metody pomocnicze:** ćwiczenia językowe, metoda eksponująca;

**Środki dydaktyczne:** karty pracy dla uczniów, karta odpowiedzi dla nauczyciela.

#### Spis załączników:

- Załącznik nr 1 – wiersz Leopolda Staffa *Po wschodzie słońca*;
- Załącznik nr 2 – Karta pracy dla ucznia;
- Załącznik nr 3 – Karta odpowiedzi dla nauczyciela.

mówiący w wierszu Leopolda Staffa *Po wschodzie słońca* (Załącznik nr 1).

- Uczniowie otrzymują *Karty pracy*, w których zapisany jest tekst wiersza (Załącznik nr 2).
- Nauczyciel dokonuje ekspozycji utworu, który zostaje potem ponownie odczytany przez jednego z uczniów.
- Po ekspozycji wiersza nauczyciel pyta uczniów o wrażenia z lektury: indywidualne komentarze, odczucia czy refleksje. Prosi uczniów, aby określili czas oraz miejsce „sytuacji” przedstawionej w utworze Staffa. Następnie uczniowie nazywają elementy pejzażu wymienione w poszczególnych strofach i pracując metodą przekładu intersemiotycznego, przygotowują prace plastyczne, ukazujące krajobraz „po wschodzie słońca”.
- Uczniowie zawieszają swoje prace na tablicy lub w innym wyznaczonym miejscu. Na prośbę nauczyciela wskazują najlepsze spośród plastycznych parafraz, starając się w konstruktywny sposób uzasadnić swój wybór. Nauczyciel komentuje prace i najlepsze nagradza stopniem. (**ok. 35 min.**)

## Załącznik nr 1

Leopold Staff

## PO WSCHODZIE SŁOŃCA

Słońce wzeszło. Z ros nieoschły jeszcze  
Ranek wiejskiej, majowej niedzieli.  
Trawę świeże przebiegają dreszcze,  
Jak chłód ciała po zdrowej kąpieli.

Ziemia sama sobą się zachwyca,  
Że umyta, czysta, nieskalana,  
Jakby jakaś niebieska świetlica  
Przez anioły ślicznie posprząta.

Pod drzewami długie, modre cienie  
Przeciągają jeszcze po śnie członki,  
Łan się kłoni chwaląc nieb sklepienie,  
Gdzie się w śpiew roztapiają skowronki.

Jak z czerwonych ust jasne uśmiechy,  
Z róż motyle wzlatują w blask wschodu,  
A w oddali słomiane chat strzechy  
Są jak ule złote, pełne miodu.

Jeszcze ludzie nie wyrzeli z domu,  
Wszystko młodą nowością rozkwita,  
Ziemia zda się nie znana nikomu,  
Jakby jeszcze nie była odkryta.

Oko patrzy dziecinnie zdumione,  
Jakby pierwszy raz świat dziś widziało:  
Jak to dobrze, że drzewa zielone  
I że niebo nad ziemią jest całą<sup>1</sup>.

1 L. Staff, *Po wschodzie słońca*, [w:] Leopold Staff. *Wybór poezji*, oprac. M. Jastrun i M. Bojarska, Wrocław 1985, BN I 181, s. 96 – 97.

## Tok lekcji 2.

- Na prośbę nauczyciela uczniowie rozpoczynają rozwiązywanie zadań zawartych w *Kartach pracy*. Zadania te mają różny poziom trudności: niekiedy związane są z poznawaniem nowych pojęć (np. Zadanie 1.), zaś innym razem wymagają czynności definiowania (np. Zadanie 6.), co może sprawiać trudność uczniom, realizującym dopiero II etap edukacyjny. Dlatego też praca z *Kartami* nie powinna przybierać charakteru testu, a stanowić formę dialogu nauczyciela z uczniami, w którym kolejne zadania traktowane są jako problemy do wspólnego rozwiązania czy wytyczne do przeprowadzanej wspólnie analizy utworu.

- **Czynności nauczyciela i uczniów zgodnie z porządkiem zadań na Karcie pracy:**

**Zadanie 1.** – nauczyciel prosi uczniów, aby wskazali te fragmenty utworu, które było im trudno lub których nie potrafili przełożyć na język plastyki. Uczniowie zapisują fragmenty na tablicy i zastanawiają się, czy łączy je jakieś podobieństwo oraz na czym polegała trudność przy przekładzie. Dopiero, kiedy zauważą, że chodzi o czynności wykonywane przez elementy przyrody bądź o porównanie zachowania przyrody do działań ludzkich, nauczyciel wprowadza pojęcia: personifikacji, porównania i metafory. Następnie nauczyciel objaśnia, na czym polegają wymienione środki stylistyczne i podaje proste definicje, które uczniowie zapisują w odpowiednim miejscu na *Kartach pracy*. Następnie uczniowie wykonują rebusy, sprawdzające rozumienie nowo poznanych pojęć. Nauczyciel sprawdza zadanie.

**Zadanie 2.** – nauczyciel rysuje na tablicy tabelę, którą uczniowie uzupełniają stosownymi cyta-

**Metody główne:** metoda tekstu przewodniego;

**Metody pomocnicze:** heureka;

**Środki dydaktyczne:** karty pracy dla uczniów, karta odpowiedzi dla nauczyciela.

**Spis załączników:**

- Załącznik nr 2 – Karta pracy dla ucznia;
- Załącznik nr 3 – Karta odpowiedzi dla nauczyciela.

tami z wiersza Staffa. To samo uczniowie wykonują na *Kartach pracy*. Po wypisaniu środków poetyckich uczniowie zastanawiają się nad funkcją każdego z nich w utworze i rolę, jaką pełni w budowaniu wizji natury.

PERSONIFIKACJA	PORÓWNA-NIE	PERSONIFIKACJA + PORÓWNA-NIE	METAFORA
FUNKCJE			

**Zadanie 3.** – na podstawie wyróżnionych w tabeli środków poetyckich, uczniowie nazywają czynności i stany typowo ludzkie, do których zostało upodobnione zachowanie poszczególnych elementów natury;

**Zadanie 4.** – uczniowie próbują samodzielnie wyszukać w tekście jak największą ilość epitetów. Poszczególne osoby odczytują swoje „zbiory” epitetów, a Ci, którzy znaleźli ich najwięcej mogą zostać nagrodzeni oceną cząstkową (np. plusem);

- **Zadanie 5.** – na prośbę nauczyciela uczniowie określają właściwości przedstawionego przez Staffa obrazu przyrody, grupując nazwane bądź



implikowane poprzez epitety cechy w kategorii semantyczne wskazane na wykresie.

\* Nauczyciel może wskazać uczniom jeszcze inne cechy konotowane kulturowo przez niektóre wyrazy, np. miód – bogactwo, urodzaj, dostatek; złoto – barwa boska, świętość; motyl – wolność, ulotność chwili, piękno; czerwona уста i róże – zmysłowość;

**Zadanie 6.** – uczniowie zastanawiają się nad znaczeniem metafory *Gdzie się w śpiew roztapiają skowronki*, wykonując kolejne kroki analizy językowej. Nauczyciel pomaga uczniom w budowaniu definicji i poszukiwaniu wspólnych cech znaczeniowych. Podaje uczniom również końcową interpretację metafory.

**Zadanie 7.** – uczniowie czytają przytoczone w zadaniu fragmenty utworu i kierowani podpowiedziami nauczyciela, starają się wyjaśnić w jaki sposób w wierszu Staffa natura została powiązana ze sferą świętości.

**Zadanie 8.** – uczniowie poszukują w tekście cytatów poświadczających obecność podmiotu obserwującego przyrodę i na podstawie wynotowanych fragmentów starają się ten podmiot scharakteryzować. Wysoki poziom trudności zadania wymaga znacznej pomocy nauczyciela.

**Zadanie 9.** stanowi notatka interpretacyjna, którą tworzą uczniowie – każdy wypowiada jedno zdanie, kierując się podpunktami sformułowanymi na karcie pracy. Nauczyciel czuwa nad poprawnością wypowiedzi oraz ich zawartością merytoryczną. Notatka może mieć charakter tekstu ciągłego lub zapisu w formie punktów. (ok. 45 min.)

### Tok lekcji 3.

- **Podsumowanie pracy z Kartami pracy:**

nauczyciel komentuje wypowiedzi uczniów

z poprzedniej lekcji, zauważając, że obraz natury w wierszu Staffa to **wizja idealna, harmonijna, sielska**. Naprowadza uczniów na trop reklamy, w której wykorzystywane są podobne przedstawienia jako element budowania przestrzeni idealnej, magicznej i takiej, w której człowiek czuje się szczęśliwy. Pyta uczniów o przykłady takich reklam, a następnie prezentuje zebrany przez siebie materiał (Załącznik nr 5). Podczas pokazu uczniowie analizują poszczególne reklamy, wskazując w jaki sposób obraz i tekst wpływają na przekaz. Nauczyciel kieruje analizą, zadając pytania pomocnicze<sup>1</sup> (ok. 45 min.).

1 Załącznik nr 5 ma formę prezentacji w programie *Power Point*. Prezentacja ta została pomyślana w taki sposób, aby analizę właściwego materiału poprzedzała niezbędna wiedza teoretyczna oraz analiza wzorcowa. Choć pojęcie perswazji pojawia się dopiero w zapisach dotyczących kompetencji polonistycznych gimnazjalisty [Podstawa Programowa I 1. 6)], to wprowadzenie go wydaje się niezbędne, jeśli chcemy w rzetelny sposób mówić o reklamie, dla której funkcja perswazyjna staje się fundamentalna. Nie oznacza to jednak, że uczniowie są zobligowani do opanowania definicji *perswazji* czy do prowadzenia szczegółowych analiz pod kątem jej wykrywania – wystarczy jeśli na tym etapie oswoją się z terminem i skojarzą go z gatunkiem reklamy. Dodać należy, że przedstawiona analiza wzorcowa jest dość drobiazgową, a od uczniów na poziomie szkoły podstawowej nie należy wymagać aż tak wyostrzonej spostrzegawczości przy odbiorze komunikatu. Wystarczy, że uczniowie oglądając niektóre obrazy (z pewnością nie wszystkie spośród zawartych w prezentacji), wskażą wybrane, dostrzegane przez siebie elementy. Ważne jest tutaj odpowiednie kierowanie analizą przez nauczyciela i zadawanie pytań, które rozbudzą ciekawość oraz zmotywują do wnikliwego badania przekazu.

**Metody główne:** podająca – prezentacja;

**Metody pomocnicze:** heureka; elementy dyskusji;

**Środki dydaktyczne:** komputer i projektor.

**Spis załączników:**

- Załącznik nr 5 – Prezentacja Power Point: **Natura w reklamie**.

**Metody główne:** projekt i przekład intersemiotyczny;

**Metody pomocnicze:** prezentacja; technika pociętego tekstu;

**Środki dydaktyczne:** kserokopie z poleceniami i punktacją do pracy w grupie, druki reprodukcji obrazów pocięte na puzzle, komputer i projektor.

**Spis załączników:**

- Załącznik nr 4 – **Polecenia i punktacja do pracy w grupach;**
- Załącznik nr 6 – **Prezentacja Power Point: Pieter Bruegel, Miesiące;**
- **Obrazy do „puzzli”.**

### Tok lekcji 4. i 5.

- Nauczyciel zaprasza uczniów do obejrzenia wizji natury przedstawionej w cyklu malowideł *Miesiące* pędzla Pietera Bruegela (Załącznik nr 6).
- Uczniowie oglądają pokaz reprodukcji obrazów Bruegela oraz wypowiadają swoje pierwsze wrażenia i odczucia wywołane kontaktem z dziełem sztuki (ok. 5 min.)
- Nauczyciel dzieli klasę na pięć grup i proponuje zabawę metodą przekładu intersemiotycznego, w której obraz ma zainspirować uczniów do twórczości poetyckiej czy literackiej.
- Każda z grup otrzymuje dużą reprodukcję jednego z obrazów pociętą na kawałki niczym puzzle. **Zadaniem każdego zespołu jest:**
  - ułożenie rozsypanych elementów w cały obraz<sup>1</sup>,

1 Ćwiczenie to umożliwia uczniom dokładne poznanie obrazu poprzez szczegółową, uważną analizę wzrokową, a także opanowanie i syntezę wzrokową porządku świata przedstawionego.

- określenie przedstawionej na obrazie pory roku,
- utworzenie jak największej ilości środków poetyckich: metafor, porównań, personifikacji i epitetów, za pomocą których określone zostaną poszczególne elementy pejzażu,
- zredagowanie pisemnej wypowiedzi: opowiadania, opowiadania z dialogiem lub poetyckiego opisu, w taki sposób, aby wypowiedź ta korespondowała z malowidłem. W redagowanym tekście można wykorzystać utworzone wcześniej środki artystycznego wyrazu. Uwaga: narratorem opowiadania może być niezależny obserwator, bohater obrazu bądź element przedstawionej przyrody.

(Zestaw zadań dla grup i punktacja – w Załączniku nr 4)

- Podczas pracy w grupach nauczyciel udziela pomocy i kontroluje działania uczniów (**ok. 40 min.**).
- Poszczególne grupy prezentują wyniki pracy.
- Grupy oceniają wzajemnie swoje prace, komentują je i głosują na najlepszą. Nauczyciel zaś ocenia uczniów zgodnie z punktacją, ale przy ocenie końcowej uwzględnia również opinie uczniów (**ok. 15 min.**).
- Podsumowaniem tej części lekcji może być ponowne obejrzenie reprodukcji oraz odczytanie fragmentów wypowiedzi naukowych i krytycznych, które dotyczą cyklu Bruegela *Miesiące*<sup>2</sup> (Załącznik nr 6) (**ok. 5 min.**).

2 Nauczyciel powinien zadbać o zrozumiałość przekazu, toteż do należy do niego skomentowanie fragmentów, powtórzenie najważniejszych informacji oraz objaśnienie niezrozumiałych terminów. Musi on jednak pamiętać o dialogu z uczniami – po każdym przeczytanym fragmencie powinien zapytać uczniów, jak rozumieją przeczytany tekst.

#### Praca domowa (10 min.):

Zredaguj wypowiedź pisemną w formie opisu, w którym przedstawisz swój ulubiony zakątek przyrody. Może być to miejsce, w którym lubisz wypoczywać lub spędzać czas wolny albo miejsce znane Ci z wycieczki.

Opisz dokładnie

- walory krajobrazu,
- nastrój miejsca,
- barwy i dźwięki,
- elementy przyrody i ich zachowanie.

W zakończeniu postaraj się odpowiedzieć na pytanie: dlaczego wybrałeś/wybrałaś właśnie to miejsce i czemu jest dla Ciebie ważne lub bliskie?

Pamiętaj o przestrzeganiu reguł komponowania opisu. Wypowiedzi nadaj tytuł *Miejsce, w którym «Ziemia sama sobą się zachwyca»*

#### Załącznik nr 4

##### Polecenia do pracy w grupie:

- ułóż rozsypane elementy w taki sposób, aby powstał całościowy obraz;
- określ przedstawioną na obrazie porę roku;
- utwórz jak najwięcej środków poetyckich: metafor, porównań, personifikacji i epitetów, za pomocą których można określić poszczególne elementy przedstawionego pejzażu;
- zredaguj pisemną wypowiedzi:
  - opowiadanie,
  - opowiadania z dialogiem
  - lub poetycki opis.

Wypowiedź powinna nawiązywać do tego, co ukazane na obrazie: opowiadać zawartą w nim historię lub w poetycki sposób opisywać pejzaż. W redagowanym tekście można wykorzystać utworzone wcześniej środki artystycznego wyrazu.

Uwaga: narratorem opowiadania może być niezależny obserwator, bohater obrazu bądź element przedstawionej przyrody.

#### Punktacja:

- 1 pkt.
- 1 pkt.
- 1 pkt. za każdy epitet oraz 2 pkt. za każdy inny środek poetycki
- 12 pkt.:
  - 2 pkt. – nawiązanie do obrazu
  - 3 pkt. – oryginalność pomysłu
  - 2 pkt. – odpowiednio dobrany i wystylizowany język
  - 1 pkt. – poprawność gramatyczna i stylistyczna
  - 1 pkt. – realizacja zasad gatunkowych wypowiedzi
  - 1 pkt. – spójność kompozycji
  - 2 pkt. – dodatkowe walory artystyczne

wszystkie załączniki potrzebne do poprowadzenia tych zajęć są do pobrania na stronie:

<http://ebis.ibe.edu.pl/index.php?typ=nius&id=14>

## Nowe zadania PPP

Materiał przygotowują pracownicy Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych IBE oraz eksperci zewnętrzni

Poniższe zadania przygotowane są przez PPP IBE dla III i IV etapu edukacyjnego. Niektóre z nich skonstruowano na potrzeby badania Laboratorium Myślenia i odtajniono po II jego cyklu. Nigdy wcześniej nie były publikowane. Prezentowane zadania mają silny kontekst praktyczny i poruszają realne problemy, z którymi uczniowie mogą się zetknąć w życiu codziennym.

Więcej o badaniu Laboratorium Myślenia na stronie: [eduentuzjasci.pl/pl/badania.html?id=409](http://eduentuzjasci.pl/pl/badania.html?id=409)

### Autorzy:

BIOLOGIA – zadanie „Blog Moniki”: Renata Mariola Szymańska, zadanie „Lot owadów”: Wojciech Grajkowski, komentarze: Adam Pukocz

CHEMIA – zadanie: Irmina Buczek, komentarz: Małgorzata Musialik

FIZYKA – zadanie: Maciej Wiśniewski, komentarz: Joanna Borgensztajn

GEOGRAFIA – zadanie: Dominik Marszał, komentarz: Maria Adamczewska

Zadania powstały w ramach realizowanego przez Instytut Badań Edukacyjnych projektu *Badanie jakości i efektywności edukacji oraz instytucjonalizacja zaplecza badawczego*, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego.

## Biologia – blog Moniki

### Zadanie

#### Przeczytaj fragment blogu Moniki.

Od dłuższego czasu nie mogę wyzbyć się myśli, że patrząc na siebie w lustrze widzę słońcę. Przy wzroście 170 cm ważę aż 43 kg! I choć miesiąc temu ważyłam dwa kilogramy więcej, to wydaje mi się, że waga jest popsuta, więc muszę kupić nową. Mama uparła się, żebym zrobiła badania lekarskie. Okazało się, że większość wyników jest poniżej normy. Ale czemu się dziwić, jestem w ciągłym stresie – nie dość, że za 3 miesiące egzamin, to jeszcze ta przeprowadzka.

Poniżej zamieszczono tabelę wybranych wskaźników świadczących o zagrożeniu zdrowotnym u osób z zaburzeniami odżywiania. O stopniu zagrożenia świadczy całościowy obraz zdrowia pacjenta, a nie poszczególne wskaźniki z osobna.

Wskaźnik	Ryzyko		Norma
	umiarkowane	duże	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	< 15	< 13	19–25
Utrata masy ciała (kg/tydzień)	> 0,5	> 1,0	0
Ciśnienie krwi (mm Hg)	< 90/60	< 80/50	120/80
Tętno (liczba uderzeń/min.)	< 50	< 40	60–85
Temperatura ciała (°C)	< 35	< 34,5	36,6
Badania krwi (morfologia i biochemia)	jeśli wyniki odbiegają nieco od normy	potas < 2,5 sód < 130 fosforany < 0,5 [mmol/l]	potas 3,5–5,0 sód 135–145 fosforany 0,9–1,6 [mmol/l]

Na podstawie: Drywień M (2010), „Zaburzenia odżywiania” Kosmos 57, 337–344.

Na podstawie informacji zawartych w tekście i tabeli oceń stopień zagrożenia zdrowia Moniki.

- A Monika znajduje się w grupie osób dużego ryzyka zagrożenia zdrowotnego, o czym świadczą bardzo złe wyniki badań oraz to, że schudła przez ostatni miesiąc.
- B Monika nie jest zagrożona anoreksją, a jej spadek wagi i pogorszenie się wyników badań są związane ze stresem przed egzaminem.
- C Przypadek Moniki można zaklasyfikować do grupy umiarkowanego ryzyka, o czym świadczy niewielki spadek wagi oraz nieznaczne pogorszenie się wyników badań.
- D Nie można precyzyjnie określić stopnia zagrożenia zdrowotnego Moniki ze względu na brak dokładnych danych, ale niepokojące jest jej nastawienie psychiczne.

Klucz odpowiedzi: D

### Komentarz

Prezentowane zadanie pozwala jednocześnie sprawdzić opanowanie przez ucznia kilku wymagań ogólnych (celów kształcenia). Czytanie i prowadzenie blogów jest wśród gimnazjalistów dość powszechne, zatem krótka informacja do zadania w postaci fragmentu blogu Moniki być może zachęci ucznia do jego przeczytania.

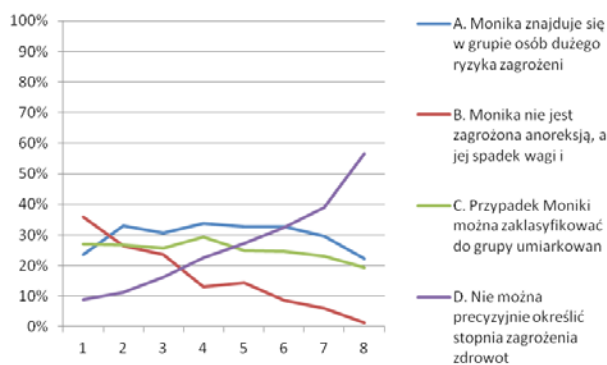
Aby poprawnie rozwiązać zadanie należy po prostu przeczytać tekst i zestawzić informacje w nim zawarte z przedstawionymi w tabeli wskaźnikami świadczącymi o zagrożeniu zdrowotnym u osób z zaburzeniami odżywiania. Uczeń po przeczytaniu fragmentu blogu powinien już określić swoje

stanowisko dotyczące stanu zdrowia Moniki, analiza danych z tabeli powinna jedynie utwierdzić go w przekonaniu, że zdrowie Moniki jest zagrożone. Poza celami ogólnymi, takimi jak rozumowanie i argumentacja oraz znajomość uwarunkowań zdrowia człowieka, zadanie przede wszystkim sprawdza III wymaganie ogólne podstawy programowej, czyli czy uczeń potrafi odczytać, zanalizować, przetworzyć informacje podane w tekście i tabeli.

Oczywiście jasne jest, że zdrowie Moniki jest zagrożone, nie mniej na podstawie podanych informacji nie można precyzyjnie określić stopnia jej zagrożenia zdrowotnego. W tabeli nie uwzględniono stanu psychicznego, który w przypadku Moniki niewątpliwie budzi niepokój, a dane w niej zawarte odnoszą się wyłącznie do parametrów mierzalnych. Z blogu Moniki dowiadujemy się jedynie, że jej wyniki są poniżej normy, co odnosić się może zarówno do zagrożenia umiarkowanego jak i dużego, poza tym informacja o dwukilogramowym spadku masy ciała również nie pozwala określić stopnia zagrożenia w oparciu o podane w tabeli wartości.

Zadanie zostało poprawnie rozwiązane zaledwie przez co czwarte ucznia. Co ciekawe, poza odpowiedzią B, którą zaznaczyło najmniej uczniów, pozostałe dwie błędne odpowiedzi były wybierane częściej niż poprawna. Warto jednak zaznaczyć, że właściwa odpowiedź pojawia się częściej u uczniów, którzy równie dobrze poradzili sobie z pozostałymi zadaniami w teście (Wykres 1). Co trzeci badany uczeń zaznaczył jako poprawną odpowiedź A. Oczywiście Monika znajduje się w grupie osób ryzyka zagrożenia zdrowotnego. Możliwe, że uczniowie ci nie przeczytali do końca informacji w dystraktorze A – otóż na podstawie informacji do zadania wiemy jedynie, że wyniki Moniki są poniżej normy, co nie oznacza, że są bardzo złe. To, że Monika schudła przez ostatni miesiąc 2 kg również nie pozwala na określenie, że jest w grupie dużego ryzyka, ponie-

waż utrata dwóch kilogramów w miesiąc świadczyć może o umiarkowanym ryzyku, co wynika z danych przedstawionych w tabeli. Tu uczeń musiał być czujny i zauważyć, że w blogu Moniki jest mowa o miesiącu, a dane z tabeli odnoszą się do tygodni. Co czwarty badany uczeń zaklasyfikował Monikę do grupy umiarkowanego ryzyka (odpowiedź C) z podanym w dystraktorze uzasadnieniem. Tą odpowiedź również należało odrzucić z powodu niewłaściwego uzasadnienia. Otóż określenia „niewielki spadek” i „nieznaczne pogorszenie się wyników badań” są zbyt ogólne i nie pozwalają na właściwe ich odniesienie do podanych w tabeli norm. Najrzadziej uczniowie zaznaczyli odpowiedź B, przy czym należy z niepokojem dodać, że była to grupa prawie 20% badanych uczniów. Stres oczywiście jest istotnym czynnikiem, który może być przyczyną spadku masy ciała, nie mniej uczeń nie powinien mieć wątpliwości o zagrożeniu anoreksją w odniesieniu do informacji podanych w blogu – przede wszystkim tych



**Wykres 1.** Rozkład częstości wyboru poszczególnych odpowiedzi

Na osi X zaznaczono poziom ucznia (1 – grupa uczniów, którzy uzyskali najniższe wyniki w całym teście, 8 – grupa o najwyższych wynikach w teście), na osi Y zaś – odsetek uczniów z danej grupy, którzy wybrali daną odpowiedź.

odnoszących się do stanu psychicznego Moniki, w którym opisuje ona siebie jako 43-kilogramową słońcę, co wskazuje na klasyczne objawy charakterystyczne dla anorektyczek polegające na wyolbrzymionym, najczęściej niezasadnym przekonaniu o nieestetycznym wyglądzie swojego ciała.

Zadanie jest wartościowe głównie z uwagi na jego tematykę, przez co może być istotnym elementem edukacji prozdrowotnej. Zaburzenia odżywiania najczęściej dotyczą młodzieży w wieku gimnazjalnym. Często młodzi ludzie początkowo nie zdają sobie sprawy z zagrożenia wynikającego z niekontrolowanego odchudzania się, doprowadzając się niekiedy do stanu, w którym konieczne staje się długie leczenie psychiatryczne. Warto zadanie zrobić na lekcji jako wstęp do zagadnień związanych z zaburzeniami odżywiania, bądź zadać uczniom do zrobienia w ramach pracy domowej. Nie chodzi o wystawienie stopnia szkolnego za dobre bądź złe rozwiązanie zadania. Można natomiast przedyskutować sposób rozwiązania tego zadania przez uczniów i dokonać analizy błędów.

**Cele kształcenia:**

- III. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Uczeń wykorzystuje różnorodne źródła i metody pozyskiwania informacji (...), odczytuje, analizuje, interpretuje i przetwarza informacje tekstowe (...) liczbowe, rozumie i interpretuje pojęcia biologiczne.
- IV Rozumowanie i argumentacja. Uczeń interpretuje informacje i wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe między faktami, formułuje wnioski, formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi.
- V. Znajomość uwarunkowań zdrowia człowieka. Uczeń analizuje związek pomiędzy własnym postępowaniem a zachowaniem zdrowia (pra-

widłowa dieta, aktywność ruchowa, badania profilaktyczne), rozpoznaje sytuacje wymagające konsultacji lekarskiej (...).

#### Treści nauczania:

VI.3.7. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka. Układ pokarmowy i odżywianie się. Uczeń oblicza indeks masy ciała oraz przedstawia i analizuje konsekwencje zdrowotne niewłaściwego odżywiania (otyłość lub niedowaga oraz ich następstwa).

## Biologia – lot owadów

### Zadanie

Owady bezskrzydłe podobne do dzisiejszych rybaków odnajdujemy już w skamieniałościach liczących ponad 400 mln lat. Dane o ich późniejszej ewolucji są jednak niepełne i nie wiemy, w jaki sposób pojawiły się u nich skrzydła. Najprostsze wyjaśnienie mówi, że pierwsze owadzie loty były po prostu przedłużonymi skokami z pędów roślin podczas ucieczki przed drapieżnikiem. Pierwsze „skrzydła” służyłyby zatem tylko do szybowania. Do takiego lotu potrzebne są spore rozmiary ciała, aby przezwyciężyć opór i zawirowania powietrza. I rzeczywiście, najstarsze karbońskie owady były znacznie większe od dzisiejszych. Późniejsze ewolucyjne przejście od pasywnego szybowania do aktywnego lotu wymagało nie tylko zmian w budowie skrzydeł, ale też rozwoju mięśni tułowia (to ich skurcze poruszają skrzydłami dzisiejszych ważek i jętek).

Na podstawie: Jerzy Dzik (2010), *W jaki sposób owady nauczyły się latać?*, „Świat Nauki”, styczeń.

**Dla każdego ze stwierdzeń w tabeli określ, czy jest ono faktem, czy też przypuszczeniem wysnutym na podstawie faktów.**

	Stwierdzenie	Fakt czy przypuszczenie?
1.	Owady żyły na Ziemi już 400 mln lat temu.	<input type="checkbox"/> Fakt / <input type="checkbox"/> Przypuszczenie
2.	Loty pierwszych owadów polegały głównie na skokach i szybowaniu.	<input type="checkbox"/> Fakt / <input type="checkbox"/> Przypuszczenie
3.	Duże rozmiary najstarszych karbońskich owadów były przystosowaniem do lotu szybującego.	<input type="checkbox"/> Fakt / <input type="checkbox"/> Przypuszczenie
4.	Dzisiejsze ważki i jętki poruszają skrzydłami za pomocą mięśni tułowia.	<input type="checkbox"/> Fakt / <input type="checkbox"/> Przypuszczenie

#### Klucz odpowiedzi:

1 – Fakt, 2 – Przypuszczenie,  
3 – Przypuszczenie, 4 – Fakt

### Komentarz

Zadanie dotyczy ewolucji owadów i sprawdza umiejętność wyjaśniania zjawisk biologicznych w oparciu o rozumienie i właściwą interpretację czytanego tekstu. Mimo biologicznej tematyki tekstu, zadanie diagnozuje opanowanie wymagań ogólnych podstawy programowej, które są ponadprzedmiotowe. Uczeń, aby rozwiązać zadanie musi oddzielić fakty od przypuszczeń.

Czytając tekst uzyskujemy kolejno odpowiedzi na pytanie – czy podane stwierdzenia są faktami, czy przypuszczeniami. Już w pierwszym zdaniu pojawia się informacja, że skamieniałości z owadami bezskrzydłymi pochodzą sprzed ponad 400 mln lat, co za tym idzie musiały już żyć na Ziemi. Pierwsze z czterech stwierdzeń okazało się dla uczniów proste w ocenie, aż 80% badanych uznało je za fakt. Nieco trudniejsze dla uczniów było ustalenie statusu drugiego stwierdzenia (nieco ponad 70% poprawnych odpowiedzi). W drugim zdaniu wstępu czytamy, że dane na temat wykształcenia zdolności owadów do lotu są niepełne, a stwierdzenie, że pierwsze „skrzydła” służyły do szybowania, stanowi jedynie najprostszą hipotezę wyjaśniającą nabycie tej cechy przez owady, a skoro najprostszą, to nie jedyną. Jest to zatem jedna z hipotez dotyczących wykształcenia zdolności lotu u owadów, której nie sposób dzisiaj potwierdzić naukowo, nie może być zatem faktem. Podpowiedzią jest również użyty w tekście tryb przypuszczający „*pierwsze skrzydła służyłyby do szybowania*”. Najtrudniejsze do sklasyfikowania okazało się stwierdzenie trzecie. Ponad połowa uczniów (54%) uznała za fakt, że duże rozmiary najstarszych karbońskich owadów były przystosowaniem do lotu. Najstarsze

karbońskie owady rzeczywiście cechowały się dużymi rozmiarami – ta część stwierdzenia jest faktem, natomiast nie można jednoznacznie stwierdzić, czy było to przystosowanie do lotu szybującego, stwierdzenie to zatem również ma charakter hipotezy. Warto w tym miejscu zaznaczyć, że wśród uczniów, którzy określili duże rozmiary karbońskich owadów jako wyraz ich przystosowania do lotu szybującego, jest znaczna część takich, którzy w poprzednim wierszu uznali samo szybowanie za hipotezę. Nasuwa się zatem pytanie, czy jasna jest dla nich różnica pomiędzy faktem a hipotezą? Najmniej problemów sprawiło uczniom stwierdzenie czwarte. Tylko 13% uczniów popełniło błąd oceniając to stwierdzenie. Duży odsetek poprawnych odpowiedzi (86%) wynika prawdopodobnie z tego, że stwierdzenie jest niemal wprost przytoczeniem tekstu ze wstępu do zadania. Ponadto stwierdzenie dotyczy budowy współcześnie żyjących ważek i jętek, nietrudno więc o potwierdzenie tego faktu metodą badań naukowych.

Niewątpliwą zaletą prezentowanego zadania jest to, że sprawdza umiejętności potrzebne w codziennym życiu. Odróżnienie faktu od przypuszczenia jest szczególnie istotne w rzetelnej ocenie podawanych w środkach masowego przekazu informacji dotyczących różnych cudownie działających suplementów diety, produktów spożywczych, kosmetyków etc. Ich producenci posilkują się danymi, na podstawie których zapewniają o skuteczności swojego preparatu, a niejednokrotnie w ulotkach czy na etykietach różnych produktów należałoby użyć właśnie trybu przypuszczającego. Ta, wydawałoby się prosta umiejętność, jaką jest odróżnianie faktów od przypuszczeń stanowi jednak problem dla gimnazjalisty, gdyż zaledwie co czwarty badany uczeń poprawnie ocenił wszystkie cztery stwierdzenia. Warto zatem wykorzystywać na lekcjach podobne teksty i kształtować u ucznia tę umiejętność rozwiązując takie zadania.

#### Cele kształcenia:

- I. Znajomość różnorodności biologicznej i podstawowych procesów biologicznych. Uczeń (...) wskazuje ewolucyjne źródła różnorodności biologicznej
- III. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. Uczeń interpretuje informacje i wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe między faktami, formułuje wnioski, formułuje i przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami.

#### Treści nauczania:

- IX. 1. Ewolucja życia. Uczeń wyjaśnia pojęcie ewolucji organizmów i przedstawia źródła wiedzy o jej przebiegu.

## Chemia – Borówka amerykańska

### Zadanie

Karol otrzymał w spadku po dziadku działkę. Na forum internetowym dla ogrodników zarejestrował się pod karlo92 i umieścił pytanie:

**karlo92:** Witam, właśnie zastanawiam się nad założeniem plantacji borówki amerykańskiej. (...) Posiadam własną ziemię (...). Z tego, co się zorientowałem muszę jeszcze nakupić sadzonek, ogrodzić działkę, kupić nawozy (coś jeszcze?).

Otrzymał odpowiedzi:

**gemciu83:** Jeśli nie masz kwaśnej ziemi, to nie warto za to się brać.

**Inka67:** Najlepsze dla borówki amerykańskiej pH gleby to od 3,5 do 4,5.

Karol, aby zbadać pH gleby na swojej działce, łyżką gleby umieścił w słoiku, dolał wodę i wymieszał patyczkiem. Następnie przelał mieszaninę przez sączek z bibuły umieszczony na lejku. Do otrzymanego przesącza włożył uniwersalny papierek wskaźnikowy. Papierek zmienił barwę z żółtej na czerwoną.

**Czy badana gleba spełnia wymagania borówki amerykańskiej dotyczące pH?**

- A. Tak, ponieważ odczyn roztworu gleby jest kwaśny.
- B. Nie, ponieważ odczyn roztworu gleby jest zasadowy.
- C. Nie wiadomo, ponieważ Karol nie zbadał odczynu gleby.
- D. Nie wiadomo, ponieważ Karol nie określił wartości pH gleby.

## Komentarz

Prezentowane zadanie można wykorzystać jako wprowadzenie na lekcję związaną z badaniem kwasowości gleby. Jego niewątpliwą zaletą jest bogactwo celów i treści kształcenia, które obejmuje swoim zakresem – są to cele związane z pozyskiwaniem, przetwarzaniem i tworzeniem informacji, projektowaniem i przeprowadzaniem doświadczeń na przykładzie badania kwasowości gleby. Zalecane jest omówienie tego zadania z uczniami na lekcji ze względu na poruszane w nim kwestie doboru właściwej metody pomiarowej i dokładności wyników pomiaru.

Analiza wstępu do zadania powinna się zacząć od krytycznej analizy informacji znalezionych przez Karola na forum internetowym, zgodnie z następującym zapisem wymagań ogólnych podstawy programowej dla poziomu podstawowego IV etapu kształcenia: *I. Wykorzystanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Uczeń korzysta z chemicznych tekstów źródłowych, pozyskuje, analizuje, ocenia i przetwarza informacje pochodzące z różnych źródeł, ze szczególnym uwzględnieniem mediów i Internetu.* Uczniowie mają rozwiązać następujący problem – czy badana gleba spełnia wymagania borówki amerykańskiej dotyczące pH. Uczniowie (być może z pomocą nauczyciela) powinni zauważyć, że wypowiedzi Inki67 i gemciu83 wzajemnie się nie wykluczają, jednak jedynym źródłem informacji o pH optymalnym dla uprawy borówki amerykańskiej jest wypowiedź Inki67. Gemciu83 napisał tylko, że gleba ma być kwaśna. Poprawne rozwiązanie zadania zależy m.in. od tego, którą wypowiedź uczniowie wezmą pod uwagę. Samo stwierdzenie, że gleba ma być kwaśna ( $\text{pH} < 7$ ) nie wystarczy, ponieważ istnieje pewien zakres pH, przy którym dany gatunek roślin rozwija się najlepiej. Nauczyciel może zasugerować uczniom, że informacja podana przez Inkę67 wymaga dodatkowej weryfikacji, z inne-

go, bardziej wiarygodnego źródła i zapytać, w jaki sposób można potwierdzić prawdziwość tych informacji.

Uczniowie powinni dowiedzieć się z lekcji, że odczyn gleby jest utożsamiany ze stężeniem jonów wodorowych  $\text{H}^+$  (oksoniowych  $\text{H}_3\text{O}^+$ ) w roztworach glebowych. Kwasowość gleb jest to taki odczyn ich roztworów, przy którym stężenie jonów wodorowych  $\text{H}^+$  jest wyższe od stężenia jonów wodorotlenowych  $\text{OH}^-$ . Ze względu na odczyn, gleby można podzielić na: kwaśne, obojętne i zasadowe. Odczyn roztworu glebowego zależy od wielu czynników, m.in. od występujących w glebie soli, kwasów, minerałów ilastych, koloidów oraz działalności życiowej organizmów żywych. Wartość pH gleby ma kluczowe znaczenie dla wzrostu roślin, rozwoju mikroorganizmów, kierunku i szybkości przebiegu procesów biologicznych i fizykochemicznych oraz ogólnie dla urodzajności gleb.

Przy omawianiu zadania nauczyciel powinien skupić się na rozróżnianiu pojęć „wartość pH” i „odczyn roztworu”, ponieważ jest to umiejętność kluczowa w tym zadaniu. Od nauczyciela zależy także, jak głęboko będzie wchodził w tematykę doboru odpowiedniego narzędzia pomiarowego w badaniu pH gleby oraz rodzaju informacji, jakie można uzyskać za pomocą określonych metod. Na poziomie gimnazjalnym, od uczniów wymaga się, aby potrafili *wymienić rodzaje odczynu roztworu i przyczyny odczynu kwasowego, zasadowego i obojętnego, interpretowali wartość pH w ujęciu jakościowym i wykonywali doświadczenie, które pozwoli zbadać pH produktów występujących w życiu codziennym* oraz znali zastosowania wskaźników i stosowali je doświadczalnie. Na IV etapie edukacyjnym uczniowie powinni już wiedzieć, że w celu wyznaczenia wartości pH badanej próbki dodaje się do niej wskaźnik i porównuje jej barwę z barwami wzorcowymi, odpowiadającymi określonym wartościom pH. Warto pogłębić tę wiedzę, zwracając uczniom uwagę na fakt, że zakres

zmiany barwy danego wskaźnika obejmuje ok. 1-2 jednostek pH, dlatego w pomiarach pH np. za pomocą wskaźnika uniwersalnego/papierka uniwersalnego można uzyskać dokładność co najwyżej 1 jednostki pH. Dokładniejszych pomiarów wartości pH dokonuje się inną metodą – za pomocą urządzeń zwanych pehametrami. Do pomiarów wartości pH gleby często stosowany jest tzw. kwasomierz glebowy, którego dokładność (w zależności od modelu) wynosi do 0,1 jednostki pH. Nauczyciel może poinformować uczniów, że w sklepach ogrodniczych można kupić kwasomierz glebowy z płynem Helliga, którego zakres pH wynosi od 4 do 8, omówić zasadę jego działania, a także ograniczenia w jego zastosowaniu.

Na podstawie powyższych informacji uczniowie powinni się zastanowić jakiej metody należałoby użyć, aby stwierdzić, czy pH badanej gleby jest odpowiednie dla borówki amerykańskiej. Karol użył w swoim badaniu substancji wskaźnikowej. Papierek uniwersalny zmienił zabarwienie z żółtego (pH obojętne) na czerwone (pH kwasowe). Nie podano jakiej dokładnie wartości pH odpowiadała barwa papierka, a więc jedyne, co może wywnioskować uczeń na podstawie tej obserwacji, to że odczyn roztworu glebowego był kwaśny. Kluczowe jest tutaj uświadomienie sobie, co zmierzył Karol – odczyn roztworu. Uczniowie rozwiązujący to zadanie mogą mieć problem ze zrozumieniem, że nie o odczyn roztworu glebowego są pytani w zadaniu, tylko o jego wartość pH. Co więcej, pH gleby optymalne dla borówki amerykańskiej to 3,5-4,5, a więc za pomocą papierka uniwersalnego nie można dokonać pomiaru wartości pH z zadowalającą dokładnością, czyli do 1 miejsca po przecinku. Uczniowie powinni wywnioskować, że Karol nie dokonał pomiaru pH i wybrać odpowiedź D. Do pomiaru pH należało zastosować inną metodę – pehametryczną. Uczniowie mogą rozważyć z pomocą nauczyciela, jakim pehametrem (kwasomierzem) należa-

łoby przeprowadzić pomiar wartości pH, żeby uzyskać wynik z pożądaną dokładnością (czyli w zakresie pH od 3,0 do 5,0, z dokładnością pomiaru równą 0,1-0,5).

Rozwiązanie zadania bez pomocy nauczyciela może być dla uczniów trudne, gdyż jest ono nieco podchwytliwe. Jeśli uczeń, rozwiązujący samodzielnie to zadanie, wybierze odpowiedź A, to znaczy, że nie zrozumiał czego dotyczy pytanie, słabo rozróżnia pojęcia pH i odczyn roztworu albo stwierdził, że informacja o kwaśnym odczynie roztworu gleby wystarczy, by uznać taką glebę za spełniającą wymagania uprawy borówek. Być może część uczniów przeoczy informację o pH gleby optymalnym dla wzrostu borówek bądź uzna ją za nieistotną. Jeśli uczniowie wybiorą odpowiedź B, to będzie znaczyło, że nie tylko pomylili oni odczyn roztworu z wartością pH, ale i zapomnieli, w jakim odczynie papierek uniwersalny przyjmuje barwę czerwoną, przypisując ją odczynowi zasadowemu. Wybór odpowiedzi C będzie świadczył o tym, że uczniowie nie skojarzyli użycia wskaźnika uniwersalnego z badaniem odczynu roztworów.

Kształtowanie umiejętności złożonych, badanych w tym zadaniu, na pewno wymaga wiele pracy z uczniami, dlatego warto je wykorzystać na lekcji wprowadzającej. Nauczyciel, chcąc poszerzyć wiadomości uczniów, może zmodyfikować treść wstępu, zastępując papierek uniwersalny oranżem metylowym (znajomość oranżu metylowego wykracza poza podstawę programową chemii na poziomie podstawowym IV etapu edukacyjnego, ale nauczyciele pracujący w szkole średniej często mają ten wskaźnik na wyposażeniu pracowni).

Zadanie jest zgodne z następującymi wymaganiami zawartymi w podstawie programowej dla chemii IV etapu edukacyjnego (poziom podstawowy):

#### Cele kształcenia – wymagania ogólne:

I. Wykorzystanie, przetwarzanie i tworzenie informacji.

Uczeń korzysta z chemicznych tekstów źródłowych, pozyskuje, analizuje, ocenia i przetwarza informacje pochodzące z różnych źródeł, ze szczególnym uwzględnieniem mediów i Internetu.

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.

2.1. Uczeń zdobywa wiedzę chemiczną w sposób badawczy – obserwuje, sprawdza, weryfikuje, wnioskuje i uogólnia.

#### Treści nauczania – wymagania szczegółowe:

4.1. Chemia gleby. Uczeń: (...) planuje i przeprowadza badanie kwasowości gleby (...).

## Fizyka – stan nieważkości

### Zadanie

Na lekcji poświęconej zjawisku nieważkości Jacek dowiedział się, że nieważkość to stan, w którym ciało nie wywiera na otaczające ciała nacisku wywołanego siłą grawitacji. Dzieje się tak, gdy na układ ciał nie działa siła grawitacji, lub gdy cały układ porusza się wyłącznie pod wpływem tej siły. Próbował wyobrazić sobie, w jakich sytuacjach można spotkać się nieważkością. Na forum internetowym znalazł przykłady różnych sytuacji, w których miałby wystąpić stan nieważkości. Kilka z nich zebrano w tabelce poniżej.

**Rozstrzygnij, w których z nich rzeczywiście mamy do czynienia ze stanem nieważkości (Tak), a w których stan nieważkości nie występuje (Nie).**

	Sytuacja	Nieważkość?
1.	Astronauta stoi na powierzchni Księżyca (gdzie nie ma atmosfery).	<input type="checkbox"/> Tak / <input checked="" type="checkbox"/> Nie
2.	Człowiek w gondoli balonu wiszącego nieruchomo w powietrzu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input checked="" type="checkbox"/> Nie
3.	Woda w wiadrze spadającym swobodnie z niewielkiej wysokości.	<input checked="" type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
4.	Łódź unosząca się na powierzchni wody.	<input type="checkbox"/> Tak / <input checked="" type="checkbox"/> Nie

### Komenatr

Zadanie sprawdza umiejętność rozumienia pojęć fizycznych i nadaje się do wykorzystania na IV etapie edukacyjnym (zakres podstawowy) w celu realizacji punktu podstawy programowej 1.4) „Uczeń wyjaśnia, na czym polega stan nieważkości i podaje warunki jego

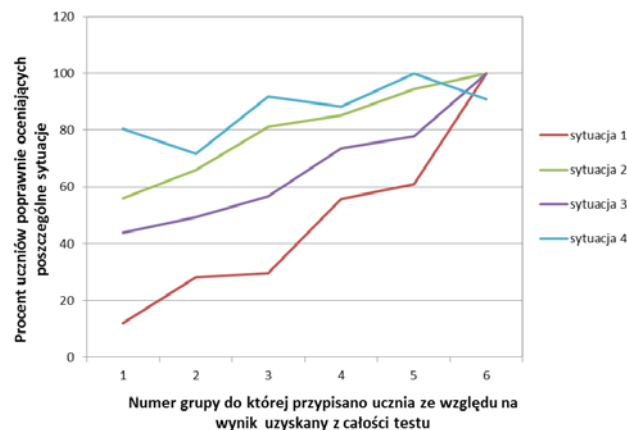


występowania”. Można to zadanie wykorzystać na kilka sposobów, zarówno w trakcie lekcji wprowadzającej pojęcie nieważkości (wstęp do zadania zawiera szczegółową definicję tego stanu), jak i w trakcie lekcji powtórzeniowej.

Rozwiązując zadanie, uczeń powinien ustalić, czy przykłady podane w tabeli spełniają jeden lub drugi z wymienionych warunków zaistnienia stanu nieważkości. Analizując zestawione w tabeli sytuacje, zauważamy, że na każdy z opisanych układów działa siła grawitacji, której nie możemy uznać za zaniedbywalną. W takim razie przynajmniej pierwszy z warunków zaistnienia stanu nieważkości nie jest spełniony w żadnym z opisanych przypadków. Należy zatem sprawdzić, czy w którymś przypadku jest spełniony warunek drugi. Pamiętamy przy tym, że układ powinien poruszać się wyłącznie pod wpływem siły grawitacji, aby ten warunek został spełniony.

Przeglądając się bliżej sytuacjom zestawionym w tabeli, możemy stwierdzić, że z wyjątkiem trzeciej z nich, dotyczącej wody w spadającym wiadrze, nie ma tam w ogóle mowy o ruchu całego układu: astronauta stoi na Księżycu, balon wisi nieruchomo w powietrzu, łódź unosi się na powierzchni wody. Powinno to zatem być dla ucznia pewnego rodzaju wskazówką, ułatwiającą mu dokonanie prawidłowego wyboru. Tymczasem wyniki badania pilotażowego wskazują na to, że uczniowie mają poważne problemy z oceną poszczególnych sytuacji w oparciu o kryteria podane we wstępie do zadania.

Na rysunku przedstawiono procent uczniów trafnie oceniających poszczególne sytuacje w zależności od wyniku uzyskanego z całości testu, w trakcie którego rozwiązywano zadania o różnym stopniu trudności. W zależności od uzyskanego wyniku, uczniów przypisano do jednej z sześciu grup. Do grupy pierwszej przypisane zostały osoby uzyskujące najniższe wyniki, do szóstej – uzyskujące wyniki najwyższe.



Sytuację pierwszą, opisującą astronautę stojącego na Księżycu, jako stan nieważkości oceniło aż 62,39% uczniów. Być może brak atmosfery utożsamili z brakiem grawitacji lub też wyszli z błędnego założenia, że grawitacja istnieje tylko na Ziemi. Dokonując oceny sytuacji, prawdopodobnie uczniowie opierali się na prostym skojarzeniu „kosmonauta – stan nieważkości”. W pułapkę tę nie wpadły tylko osoby, które uzyskały najwyższe wyniki z całości testu. W grupie szóstej aż 100% uczniów udzieliło poprawnej odpowiedzi.

Sytuację drugą oceniło poprawnie 73,45% uczniów i na pierwszy rzut oka wydaje się to nienajgorszym rezultatem. Jednak zestawienie tego wyniku z wynikiem dla sytuacji czwartej (82,30% poprawnych odpowiedzi) znowu wskazuje na istnienie problemu ze zrozumieniem istoty zjawiska nieważkości, szczególnie wśród uczniów najsłabszych. Na rysunku widać, że największa rozbieżność pomiędzy oceną wspomnianych sytuacji wystąpiła w grupie pierwszej.

W przypadku balonu opisana sytuacja jest nieco bardziej oczywista, niż w przypadku łodzi: człowiek stoi nieruchomo w gondoli, zatem musi wywierać nacisk na jej dno. Oczywiście siła nacisku jest równowa-

żona przez siłę sprężystości podłoża. Z punktu widzenia praw fizyki (pierwsza zasada dynamiki Newtona), jest to zupełnie ta sama sytuacja, co w przypadku łodzi, gdzie jej ciężar jest równoważony przez siłę wyporu. Trudno zatem wyjaśnić, skąd bierze się różnica w ocenie obu sytuacji przez uczniów. Być może część z nich utożsamiała w jakiś sposób unoszenie się balonu w powietrzu z brakiem grawitacji, podczas, gdy łódź spoczywająca na powierzchni wody budziła mniej skojarzeń ze stanem nieważkości.

Sytuację trzecią (jedyną w której występuje stan nieważkości) poprawnie oceniło jedynie 57,96% uczniów, przy czym najczęściej poprawnej odpowiedzi udzielali uczniowie uzyskujący najwyższe wyniki z całości testu. Uczniowie uzyskujący w całym teście najsłabsze wyniki znacznie gorzej radzili sobie z tym pytaniem. Najprawdopodobniej zawiniły tu utarte stereotypy, każące doszukiwać się nieważkości wszędzie poza Ziemią oraz brak umiejętności analitycznego myślenia. W sumie całość zadania poprawnie rozwiązało 19,47% uczniów.

#### Wymagania ogólne:

III. Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.

#### Wymagania szczegółowe:

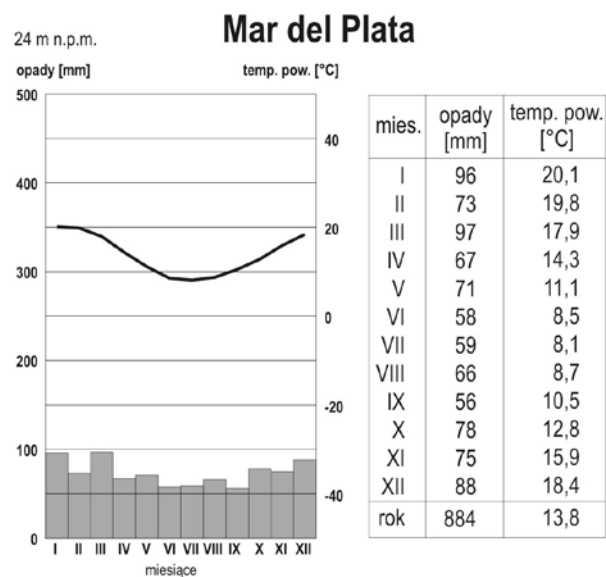
1.4) wyjaśnia, na czym polega stan nieważkości i podaje warunki jego występowania;

## Geografia – Mar del Plata

### Informacja do zadań 1 i 2

Stowarzyszenie Miłośników Historii Piłki Nożnej zbiera informacje na temat miast, w których rozgrywano mecze mistrzostw świata w tej dyscyplinie.

Od 2 do 25 czerwca 1978 r. odbywały się one między innymi w mieście Mar del Plata. Informacje dotyczące opadów i temperatury powietrza w Mar del Plata przedstawia wykres obok.



Ryc. 1. Mar del Plata – informacje klimatyczne  
Źródło: <http://www.klimadiagramme.de>, zmienione

### Zadanie 1

Czy na podstawie informacji klimatycznych (ryc. 1) można sprawdzić poprawność poniższych stwierdzeń?

Stwierdzenie	Czy można je sprawdzić?
1. Mar del Plata leży na półkuli południowej.	<input checked="" type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
2. Mar del Plata leży na półkuli zachodniej.	<input type="checkbox"/> Tak / <input checked="" type="checkbox"/> Nie

### Komentarz

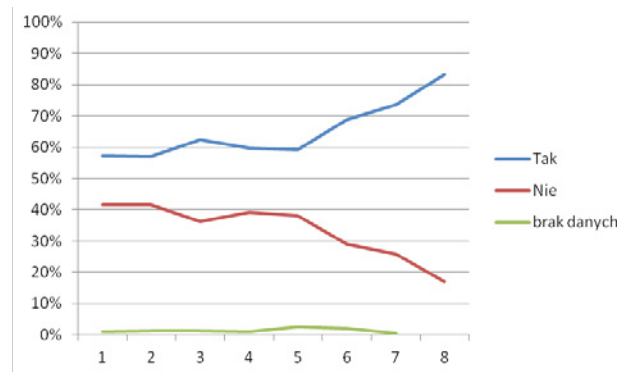
Zadanie sprawdza umiejętność korzystania z klimatogramu i analizowania danych liczbowych dotyczących przebiegu temperatury powietrza i opadów atmosferycznych w ciągu roku, w miejscach o różnym położeniu na kuli ziemskiej. Uczeń powinien przeanalizować dane, żeby określić, czy zawarte w zadaniu informacje są wystarczające do sprawdzenia poprawności podanych stwierdzeń. W przypadku pierwszego stwierdzenia – uczeń może wywnioskować o położeniu miejscowości na półkuli południowej, ale drugiego stwierdzenia nie da się sprawdzić za pomocą tych danych.

W zależności od poziomu wiedzy ucznia, zadanie można rozwiązać biorąc pod uwagę ogólniejsze i bardziej szczegółowe informacje. Uczeń słabszy powinien wiedzieć tylko, że na przeciwnej półkuli najcieplej jest wtedy, gdy w Polsce jest najchłodniej. Na klimatogramie należy więc zidentyfikować najchłodniejsze miesiące w środku roku, a nie tak, jak u nas – w miesiącach skrajnych. Uczeń powinien jednak rozumieć, z którymi półkulami związana jest zmienność pór roku: północną i południową czy wschodnią i zachodnią.

Inni uczniowie mogą rozumieć specyfikę ruchu obiegowego Ziemi i na tej podstawie wywnioskować

różnice w występowaniu najwyższych temperatur w ciągu roku na półkulach północnej i południowej.

Wyniki dla pierwszej części zadania przedstawia poniższy wykres. Z określeniem prawdziwości pierwszego stwierdzenia najlepiej poradzili sobie uczniowie, którzy uzyskali najlepsze wyniki w całym teście (grupa 8). Ten wiersz lepiej różnicuje uczniów zdolnych, ponieważ linia poprawnych odpowiedzi wyraźnie wznosi się dopiero w grupach uczniów, którzy wypadli najlepiej w całym teście (wykres 1.) Spośród badanych uczniów 65,7% wybrało właściwą odpowiedź.



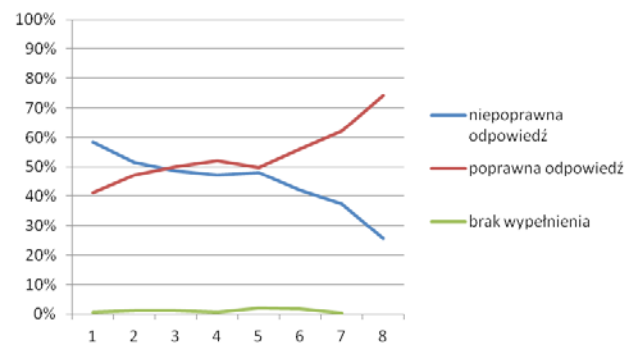
Wykres 1. Rozkład częstości odpowiedzi w pierwszej części zadania

Na osi X zaznaczono poziom ucznia (1 – grupa uczniów, którzy uzyskali najniższe wyniki w całym teście, 8 – grupa o najwyższych wynikach), zaś na osi Y – odsetek uczniów z danej grupy, którzy wybrali daną odpowiedź.

Na podstawie klimatogramów nie da się określić, czy dane miejsce leży na półkuli zachodniej, czy wschodniej. Rozkład temperatur w ciągu roku nie zmienia się wraz ze zmianą długości geograficznej, bo temperatury nie są zależne w tak dużym stopniu od ruchu obrotowego, jak od ruchu obiegowego. Tak więc zaznaczenie odpowiedzi twierdzącej świadczy o całkowitym niezrozumieniu istoty czynników kształtujących kli-

mat. Poprawnych odpowiedzi w tym wierszu udzieliło 67,3% uczniów, przy czym najlepszy wyniki uzyskali uczniowie najzdolniejsi – z grupy 8, podobnie jak miało to miejsce w przypadku pierwszego stwierdzenia.

Za poprawne rozwiązanie całego zadania uważa się dokonanie dwóch prawidłowych wyborów. W przeprowadzonym badaniu 54,7% uczniów udzieliło poprawnej odpowiedzi, podejmując dwukrotnie właściwą decyzję. Byli to głównie uczniowie, którzy uzyskali najlepszy wynik w całym teście, co można prześledzić na wykresie 2. Zadanie lepiej różnicuje uczniów zdolniejszych, ponieważ linia poprawnych odpowiedzi jest bardziej stroma dla tych właśnie uczniów.



Wykres 2. Odsetek uczniów w poszczególnych grupach, którzy rozwiązyli poprawnie całe zadanie

Oznaczenia takie same, jak na wykresie 1.

Zadanie przeznaczone jest zasadniczo dla III etapu edukacyjnego choć może być również wykorzystane w szkole ponadgimnazjalnej przy okazji powtarzania czy utrwalania wiedzy i umiejętności, które diagnozuje. Zadanie można stosować na sprawdzianie i na lekcji.

Zadanie diagnozuje umiejętności opisane **wymaganiami ogólnymi**:

- 1.2. Korzystanie z różnych źródeł informacji geograficznej. Uczeń potrafi korzystać z planów, map,

fotografii, rysunków, wykresów i danych statystycznych i tekstów źródłowych oraz technologii informacyjno-komunikacyjnych w celu gromadzenia, przetwarzania i prezentowania informacji geograficznych.

- 2.1. Identyfikowanie związków i zależności oraz wyjaśnianie zjawisk i procesów. Uczeń posługuje się podstawowym słownictwem geograficznym w toku opisywania oraz wyjaśniania zjawisk i procesów zachodzących w środowisku geograficznym.
- 4.1. Kształtowanie postaw. Uczeń rozwija w sobie ciekawość świata poprzez zainteresowanie własnym regionem, Polską, Europą i światem.

Diagnostuje również poziom umiejętności opisanych **wymaganiami szczegółowymi**:

- 3.2 Wybrane zagadnienia geografii fizycznej. Uczeń charakteryzuje na podstawie wykresów lub danych liczbowych przebieg temperatury powietrza i opadów atmosferycznych w ciągu roku w wybranych stacjach meteorologicznych położonych w różnych strefach klimatycznych; wykazuje na przykładach związek między wysokością Słońca a temperaturą powietrza.
- 2.4. Kształt, ruchy Ziemi i ich następstwa. Uczeń podaje najważniejsze geograficzne następstwa ruchów Ziemi.

## Zadanie 2

Korzystając z informacji klimatycznych (ryc. 1) oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących miejscowości Mar del Plata.

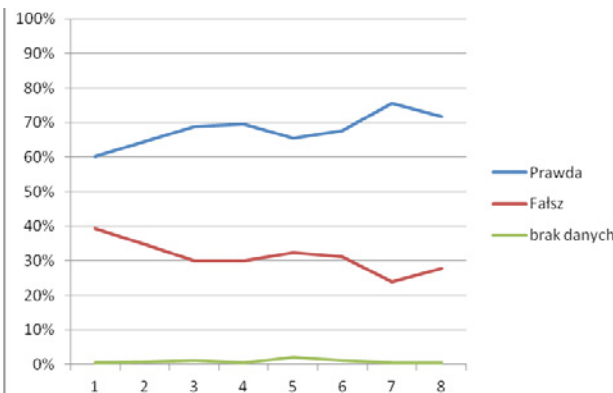
Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Roczna amplituda temperatur powietrza wskazuje na morską odmianę klimatu.	<input checked="" type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz
2. Wysokość opadów świadczy o położeniu w terenie pustynnym.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input checked="" type="checkbox"/> Fałsz

## Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność korzystania z klimatogramu i analizowania danych liczbowych dotyczących przebiegu temperatury powietrza i opadów atmosferycznych w ciągu roku. Na ich podstawie uczeń ma określić cechy klimatu Mar del Plata, a dokładniej – ustalić, czy klimat ten ma cechy klimatu morskiego. Udzielenie poprawnych odpowiedzi wymaga od ucznia znajomości podstawowego słownictwa geograficznego (m.in. roczna amplituda temperatury powietrza, cechy klimatu morskiego), umiejętności obliczania lub szacowania rocznej amplitudy temperatury powietrza analizy wysokości i rozkładu opadów w skali roku. W świetle danych uczeń może także uwzględnić położenie miejscowości nad poziomem morza i wykluczyć występowanie górskiej odmiany klimatu.

By móc określić prawdziwość pierwszego stwierdzenia uczeń powinien wiedzieć, co to jest roczna amplituda temperatury powietrza i w jaki sposób się ją oblicza, a następnie odnieść jej wartość do wartości amplitud charakterystycznych dla klimatów morskich. Popraw-

nej odpowiedzi w tym przypadku udzieliło 68% ogółu badanych. Zróżnicowanie odpowiedzi w skali całej grupy było niewielkie (wykres 1), co świadczy, iż zadanie to słabo różnicuje uczniów.



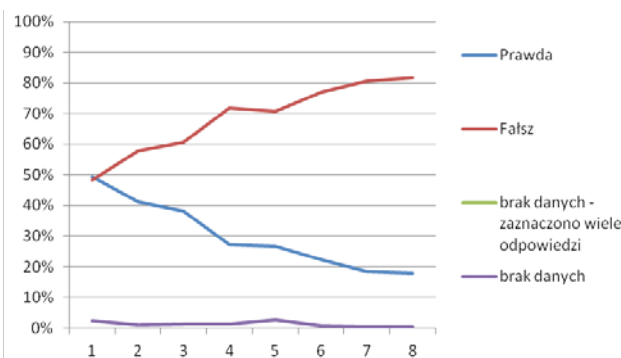
Wykres 1. Rozkład częstości odpowiedzi w pierwszej części zadania

Na osi X zaznaczono poziom ucznia (1 – grupa uczniów, którzy uzyskali najniższe wyniki w całym teście, 8 – grupa o najwyższych wynikach), zaś na osi Y – odsetek uczniów z danej grupy, którzy wybrali daną odpowiedź.

W celu ustalenia prawdziwości drugiego stwierdzenia uczeń powinien przeanalizować wysokości miesięcznych sum opadów i ich rozkładu w roku oraz zwrócić uwagę na roczną sumę opadów. Uczeń, który wie, jaka jest roczna suma opadów w Polsce, może także wykorzystać tę wiedzę w celu porównania klimatu Mar del Plata z klimatem w Polsce i na tej podstawie zaznaczyć prawidłową odpowiedź. Ilość poprawnych odpowiedzi w tym przypadku była podobna jak w części pierwszej zadania i wyniosła 68,9% ogółu badanych, natomiast zróżnicowanie wśród wszystkich badanych uczniów było zdecydowanie większe – od 48,3% do 81,6% poprawnych wskazań (wykres 2.). Przebieg linii poprawnych odpowiedzi świadczy o tym, że drugi wiersz zadania był dla uczniów trudniejszy i lepiej ich

różnicował. Można zastanawiać się, czy sposób wykonania klimatogramu, na którym skale opadów i temperatur zaczynają się na różnym poziomie, mógł zmylić uczniów. Należy jednak pamiętać, że oprócz wykresu uczniowie mieli do dyspozycji tabelę z danymi liczbowymi. Mimo iż wykres skonstruowany był odmiennie od tych zamieszczanych w podręcznikach szkolnych, to jego analiza nie powinna przecież sprawić uczniom większych problemów. Wskazane jest wykorzystywanie w pracy z uczniami różnych typów wykresów np. publikowanych w codziennej prasie, tygodnikach, Internecie itd., zwłaszcza, jeśli nie są skonstruowane tak, jak w podręcznikach. Ważne, by uczniowie potrafili korzystać naprawdę z różnych źródeł informacji, a nie tylko starannie wyselekcjonowanych i powtarzalnych.

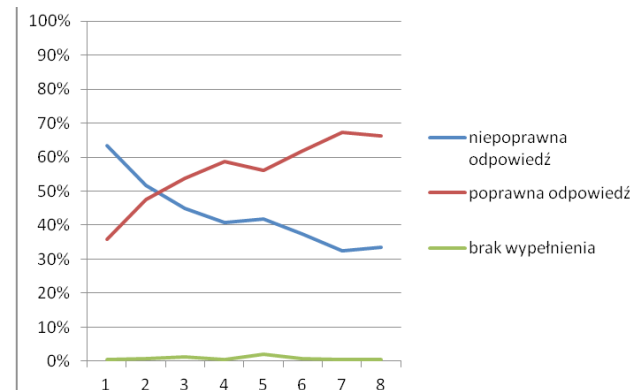
Ta część zadania lepiej różnicowała uczniów, co można stwierdzić analizując przebieg linii poprawnej odpowiedzi (Fałsz) na wykresie 2. W grupie uczniów najsłabszych poprawne odpowiedzi stanowiły ok. 50%, natomiast w grupie najlepszych ponad 80%. Niemal we wszystkich grupach uczniów, w tej części zadania przebrały poprawne odpowiedzi.



Wykres 2. Rozkład częstości odpowiedzi w drugiej części zadania

Oznaczenia takie same, jak na wykresie 1.

Za poprawne rozwiązanie całego zadania uważa się dokonanie dwóch prawidłowych wyborów. W grupie uczniów najsłabszych 36% uczniów rozwiązało całe zadanie poprawnie, podczas gdy w dwóch najlepszych grupach ok. 67% uczniów udzieliło poprawnych odpowiedzi. Spośród wszystkich badanych uczniów 56,3% udzieliło poprawnej odpowiedzi, dokonując za każdym razem prawidłowego wyboru.



Wykres 3. Odsetek uczniów w poszczególnych grupach, którzy rozwiązali poprawnie całe zadanie.

Oznaczenia takie same, jak na wykresie 1.

Zaprezentowana wiązka zadań, oprócz sprawdzania wcześniej opisanych umiejętności, może wpływać pozytywnie na rozwijanie ciekawości poznawczej uczniów, szczególnie tych, którzy interesują się piłką nożną. Być może będą oni chcieli sprawdzić w różnych źródłach (mapy, atlas, Internet), gdzie dokładnie położone jest Mar del Plata (to duże ale mało znane miasto w prowincji Buenos Aires). Dlatego wiązka zadań z badania Laboratorium myślenia jest przykładem zadań spełniających IV wymaganie ogólne podstawy programowej, czyli kształtowanie postaw, rozwijanie zainteresowań młodzieży.

Zadanie można wykorzystać i do pracy na lekcji i na sprawdzianie na III etapie edukacyjnym (gimnazjum). Podobnie jak pierwsze zadanie z wiązki może ono służyć do utrwalania umiejętności również na etapie szkoły ponadgimnazjalnej.

Sprawdza ono stopień opanowania **wymagań ogólnych**:

- 1.2. Korzystanie z różnych źródeł informacji geograficznej. Uczeń potrafi korzystać z planów, map, fotografii, rysunków, wykresów i danych statystycznych i tekstów źródłowych oraz technologii informacyjno-komunikacyjnych w celu gromadzenia, przetwarzania i prezentowania informacji geograficznych
- 2.1. Identyfikowanie związków i zależności oraz wyjaśnianie zjawisk i procesów. Uczeń posługuje się podstawowym słownictwem geograficznym w toku opisywania oraz wyjaśniania zjawisk i procesów zachodzących w środowisku geograficznym.
- 4.1. Kształtowanie postaw. Uczeń rozwija w sobie ciekawość świata poprzez zainteresowanie własnym regionem, Polską, Europą i światem.

oraz **wymagań szczegółowych**:

- 3.2. Wybrane zagadnienia geografii fizycznej. Uczeń charakteryzuje na podstawie wykresów lub danych liczbowych przebieg temperatury powietrza i opadów atmosferycznych w ciągu roku w wybranych stacjach meteorologicznych położonych w różnych strefach klimatycznych; oblicza amplitudę temperatur powietrza; wykazuje na przykładach związek między wysokością Słońca a temperaturą powietrza.

Sprawdź inne zadania z komentarzami  
Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych IBE  
w Bazie Narzędzi Dydaktycznych

**bnd.ibe.edu.pl**



*Baza narzędzi  
dydaktycznych*



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

**IBE**



*entuzjaści  
edukacji*

**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## Propozycje

### Plebiscyt dydaktyczny na smaczne wątki tematyczne w przyrodzie

Włodzimierz Natorf

# artykuł zawiera kwestionariusz dla nauczycieli



**mgr Włodzimierz Natorf:** wieloletni nauczyciel fizyki w IX LO im. Klementyny Hoffmanowej, ekspert Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych IBE, współautor repetytorium do fizyki dla maturzystów i kandydatów na studia

### Wstęp

Misją artykułu jest zachęcenie nauczycieli biologii, chemii, fizyki i geografii do podjęcia trudu nauczania *przyrody* w układzie wątków tematycznych, w możliwie ścisłej współpracy. Zgodnie z ideą przedmiotu najlepiej jest, gdy równolegle prowadzą go nauczyciele wszystkich czterech przedmiotów przyrodniczych. W praktyce jest to trudne do zrealizowania, głównie z przyczyn organizacyjnych. Można to jednak zrobić. W artykule zaprezentowano warunki organizacyjne, jakie powinna spełnić szkoła, by się to udało.

Ponadto autor poddaje pomysł na przeprowadzenie plebiscytu dydaktycznego; pozwoli on wybrać do realizacji takie wątki tematyczne, które będą do zaakceptowania dla całego zespołu nauczycieli-przyrodników w danej szkole.

### Krótko o podstawie programowej i dydaktyce *przyrody*

Podstawa programowa przedmiotu *przyroda* proponuje 24 wątki tematyczne, podzielone na trzy grupy: „Nauka i świat”, „Nauka i technologia” i „Nauka wokół nas”<sup>1</sup>.

Zgodnie z zapisami Podstawy, cykl nauczania winien obejmować co najmniej cztery wątki, tematyczne bądź przedmiotowe.

Pierwszą kwestią, jaką powinni zatem rozstrzygnąć nauczyciele przystępujący do nauczania *przyrody*, jest wybór pomiędzy ujęciem tematycznym a ujęciem przedmiotowym.

Można wskazać dwie zasadnicze przyczyny wyższości pierwszego podejścia nad drugim:

1 Podział ten ma charakter dość formalny, a przyporządkowanie wątku do grupy nie zawsze jest trafne. W dalszym ciągu artykułu unikamy komentowania czy odwoływania się do tego podziału.

- zapewnia ono interdyscyplinarny charakter nauczania i uczenia się *przyrody*,
- pozwala poświęcić więcej czasu jednemu zagadnieniu, obudować go obserwacją, doświadczeniem, analizą ciekawych materiałów źródłowych.

Natomiast z pewnością łatwiej jest dla przedmiotowca-przyrodnika zrealizować wątek przedmiotowy, bo z reguły czuje się on swobodnie w obszarze przedmiotu, którego uczy.

Pojawienie się w systemie oświaty przedmiotu nowego – a takim jest bez wątpienia *przyroda* – powoduje, że proponowane koncepcje realizacji i podejmowane działania są nieco „zawieszane w próżni metodologicznej”.

Mimo tych ograniczeń można jednak proponować pewne rozwiązania dydaktyczne, tym bardziej jeśli przyjmuje się – zgodnie z celem kształcenia tego przedmiotu – że najważniejsze w nauce *przyrody* (a także innych przedmiotów przyrodniczych) jest poznanie i stosowanie metody naukowej oraz rozumowanie naukowe.

Zatem w tworzeniu środowiska do uczenia *przyrody* należy postawić na nauczanie czynnościowe, sprzyjające aktywnemu działaniu uczniów, z daleko posuniętą samodzielnością w ich pracy. Najcenniejsze będą tutaj zajęcia prowadzone metodą problemową czy metodą projektów, z jednoczesnym szerokim wykorzystaniem technik informacyjnych.

Nieodłącznym elementem nauczania jest ocenianie – typowe formy diagnozy poziomu opanowanej wiedzy i umiejętności, takie jak klasówki, kartkówki czy odpowiedzi ustne, powinny być na lekcjach *przyrody* zastępowane innymi, właściwymi dla czynnościowego nauczania. Takimi formami są np.: ocena wystąpień, wkładu pracy i rezultatów doświadczenia i obserwacji, ocena prezentacji czy udziału w dyskusji. Warto wprowadzić do systemu oceniania na tym przedmiocie elementy samooceny i oceny koleżeńskiej.

## Organizacja nauczania przyrody. Razem, osobno czy w pojedynkę?

Na uczenie się przyrody dyrekcja powinna przeznaczyć co najmniej 120 godzin lekcyjnych w cyklu nauczania danej klasy. Najrozsądniejszym sposobem ich rozdzielenia jest przydzielenie dwóch godzin w tygodniu w drugiej i trzeciej klasie (tę opcję, o którą nauczyciele mogą i powinni zabiegać, przyjmujemy w dalszym ciągu artykułu). Innym ciekawym rozwiązaniem jest przydzielenie wszystkich godzin w jednym roku szkolnym – pozwala to na intensywną, choć krótkotrwałą współpracę z uczniami.

Cenne dla dydaktyki tego przedmiotu jest łączenie czyli „blokowanie” godzin (czy to dwóch czy czterech), co pozwala rzeczywiście badać i rozwiązywać problemy stosując metodę naukową w jej pełnym wydaniu.

Innym ważnym aspektem organizacji nauczania jest decyzja, którzy spośród nauczycieli biologii, chemii, fizyki i geografii będą uczyli przyrody w danej klasie. Możliwe są tu trzy modelowe rozwiązania (a także pewne ich kombinacje). Każde z rozwiązań zachęca, w mniejszym lub większym stopniu, do nauczania zintegrowanego, do współpracy między nauczycielami przedmiotów przyrodniczych.

Opcja **w pojedynkę** polega na przyznaniu jednemu nauczycielowi całego cyklu nauczania w danej klasie. W takiej sytuacji najprostszym dla nauczyciela rozwiązaniem będzie realizacja trzech wątków przedmiotowych dla „swojego” przedmiotu oraz – siłą rzeczy – jednego wątku tematycznego. Przy takim rozwiązaniu warto, aby nauczyciel prowadzący podjął współpracę z pozostałymi nauczycielami-przyrodnikami. Przy planowaniu realizacji wątków przedmiotowych współpraca może polegać na wymianie myśli i doświadczeń dotyczących nauczania o poszczególnych zagadnieniach, przykładowo w sferze obserwacji czy eksperymentów

uczniowskich. Celem tej wymiany powinno być znalezienie możliwości poszerzenia tematyki czy zakresu wykraczających poza typowo spotykane w obrębie „własnego” przedmiotu. Z kolei przy realizacji wątku tematycznego taka współpraca może wspomóc nauczyciela w zaplanowaniu nauczania zintegrowanego. Warto przy tym wykorzystać elementy postępowania zaproponowanego dla nauczania w opcji „razem”. Sam wybór wątku tematycznego do realizacji może przebiegać według pomysłu przedstawionego w opisie plebiscytu. Doświadczenia zebrane podczas takiej współpracy mogą zachęcić nauczycieli do realizacji w kolejnych latach większej liczby wątków tematycznych (kosztem wątków przedmiotowych), a także do zaprojektowania i przeprowadzenia nauczania w opcji „razem”.

Opcja **osobno** polega na przyznaniu czworgu nauczycieli po jednym semestrze prowadzenia przyrody w jednej klasie. Podobnie jak poprzednio, najprostszym rozwiązaniem dla zespołu uczącego będzie realizowanie wątków przedmiotowych (każdy w ramach „swojego” przedmiotu). Jednak nawet przy takim rozwiązaniu warto, by nauczyciele podjęli współpracę idącą w kierunku wyjścia poza przedmiot „własny” i dążenia do zintegrowania nauczania. Znacznie bardziej „ambitnym” rozwiązaniem byłoby ustalenie, że każdy z nauczycieli zajmuje się jednym wątkiem tematycznym, którego realizacja zostaje zaplanowana i przeprowadzona we współpracy z pozostałymi nauczycielami. Wybór tych wątków także mógłby przebiegać według pomysłu przedstawionego w opisie plebiscytu. Taki model nauczania, podobnie jak w opcji **w pojedynkę**, warto zaplanować po dwóch-trzech latach praktyki z wątkami przedmiotowymi.

Opcja **razem** polega na jednoczesnym uczeniu przyrody przez czterech nauczycieli w jednej klasie. Rozwiązanie to wymaga spełnienia przez szkołę kilku warunków organizacyjnych. Po pierwsze, w szkole powinny

być co najmniej dwie, a najlepiej trzy, ewentualnie cztery, zespoły międzyklasowe na jednym poziomie, w których nauczana jest przyroda w tym samym wymiarze godzin, np. po dwie godziny w tygodniu przez cztery semestry. Po drugie, w tych zespołach powinien uczyć przyrody ten sam zespół czworga nauczycieli. Po trzecie, w szkolnym planie lekcyjnym zespoły międzyklasowe powinny mieć przyrodę w tych samych terminach, w których wszyscy nauczyciele mogą prowadzić lekcje.

Nauczanie w tak zorganizowanej grupie zespołów międzyklasowych polega na realizacji czterech wątków tematycznych. Ten sam wątek jest jednocześnie realizowany we wszystkich zespołach przez jeden semestr. Planowanie takiego nauczania przyrody zespół nauczycieli powinien rozpocząć od wyboru czterech wątków i od ustalenia kolejności ich realizacji. Propozycje kryteriów wyboru przedstawiamy w opisie plebiscytu. Na jeden wątek można poświęcić co najmniej 30 godzin lekcyjnych (lub co najmniej 20 godzin, jeśli klasa jest programowo ostatnia i kończy zajęcia w kwietniu), które mogą być rozdysponowane w następujący sposób:

- 1 godz. na wstęp do wątku (prowadzi jeden nauczyciel);
- 23 godz. (w klasie programowo ostatniej: 14 godz.) na realizację zagadnień „przedmiotowych” w ramach wątku, w tym wycieczki tematyczne, zwiedzanie muzeów, wystaw, itp.;
- 7 godz. (w klasie programowo ostatniej: 5 godz.) na prezentację projektów uczniowskich, podsumowanie wątku.

Organizacja nauczania i przeznaczenie określonego czasu na realizację pojedynczego wątku jest wynikiem współpracy zespołu nauczycieli.

Zasadniczym celem takiego uczenia przyrody jest uzyskanie możliwie atrakcyjnej i korzystnej formy zajęć oraz możliwie wysokiego stopnia zintegrowania treści.

Organizacja zajęć powinna być elastyczna, by np. umożliwić realizację zagadnień „przedmiotowych” w obrębie wątku w dowolnej kolejności. Ważne jest też, aby uczący *przyrody* nauczyciele przekazywali sobie wzajemnie informacje o przebiegu poszczególnych lekcji, o sukcesach uczniów i o pojawiających się trudnościach czy ewentualnych niepowodzeniach. Szczegółowe zasady takiej współpracy powinny zostać wypracowane i uzgodnione w ramach zespołu nauczycieli-przyrodników na poziomie szkoły. Można uwzględnić w nich zdobyte doświadczenia podczas uczenia *przyrody* w opcji „w pojedynkę” lub „osobno”.

### Plebiscyt dydaktyczny na wątki – przykładowe kryteria wyboru

Jak wspólnie wybrać wątki tematyczne do realizacji w dowolnej (z opisanych wyżej) wersji organizacji nauczania? Sposobów i kryteriów wyboru może być wiele – każde postępowanie powinno być zaakceptowane przez wszystkich nauczycieli uczących *przyrody* w danym zespole uczniów. Oczywiście też jest, że przed wyborem wszyscy uczący *przyrody* nauczyciele powinni zapoznać się z zapisami podstawy programowej tego przedmiotu, a także zastanowić się, co może szczególnie interesować uczniów, którzy wybrali do rozszerzenia przedmioty inne niż przyrodnicze. Proponujemy nauczycielom dwuetapowy wybór w formie *plebiscytu dydaktycznego na wątek*.

**Etap pierwszy** polega na samodzielnym – bez konsultacji z pozostałymi – wypełnieniu przedstawionej niżej tabeli przez każdego nauczyciela.

W pierwszej kolejności nauczyciel – przyjmijmy przykładowo, że jest to nauczyciel chemii – wpisuje w kolumnach B (biologia), F (fizyka) i G (geografia) jeden z trzech symboli: „+”, „0”, „-” przy każdym z wątków tematycznych. Dokonuje on w ten sposób su-

biektywnej oceny możliwości skorelowania zagadnień proponowanych w obrębie danego wątku dla przedmiotów „obcych” z zagadnieniami z przedmiotu „własnego”. Chodzi oczywiście o możliwości, jakie widzi (rozumie czy choćby wyczuwa), wypełniający. Istotne jest, by ta ocena była oderwana od osobistych preferencji nauczyciela, związanych z ocenianym wątkiem.

Przyjęte symbole oznaczają:

„+” rozumiem (choćby częściowo) istotę zagadnienia w ramach przedmiotu obcego i wyobrażam sobie (choćby wstępnie) możliwość skorelowania nauczania tego zagadnienia z nauczaniem w ramach przedmiotu własnego;

„0” nie rozumiem istoty zagadnienia w ramach przedmiotu obcego lub nie wyobrażam sobie (choćby wstępnie) możliwości skorelowania nauczania tego zagadnienia z nauczaniem w ramach przedmiotu własnego, ale wyczuwam możliwość (i zgłaszam gotowość) uzupełnienia tych braków w ramach współpracy z nauczycielem tego przedmiotu;

„-” rozumiem (choćby częściowo) istotę zagadnienia w ramach przedmiotu obcego, ale zupełnie nie wyobrażam sobie możliwości skorelowania nauczania tego zagadnienia z nauczaniem w ramach przedmiotu własnego – uznaję te zagadnienia za „dydaktycznie niekompatybilne”, choć ich umieszczenie w obrębie jednego wątku tematycznego jest być może uzasadnione innymi, nieznanymi mi względami.

W drugiej kolejności, po wypełnieniu kolumn B, F i G, „przykładowy” nauczyciel chemii przystępuje do wypełnienia kolumny C. Przy każdym z wątków stawia liczbę; ocenia w ten sposób, w pięciostopniowej skali, swój stosunek do zagadnień proponowanych w wątku w ramach swojego przedmiotu. Wstawiane liczby oznaczają:

„5” potrafię uczyć o tych zagadnieniach, sprawia mi to sporą przyjemność, uważam, że są one istotne dla przyrodoznawstwa i bardzo przydatne dla uczniów, zgłaszam gotowość do przekazania swej wiedzy i doświadczenia w tym zakresie koleżankom i kolegom, z którymi współpracuję;

„4” potrafię uczyć o tych zagadnieniach, choć niekoniecznie należą do moich ulubionych czy najlepiej przeze mnie opanowanych, ich rola w przyrodoznawstwie i przydatność dla uczniów niekoniecznie są pierwszoplanowe, zgłaszam gotowość współpracy i wymiany doświadczeń z koleżankami i kolegami w ramach przygotowywania się zespołu do nauczania tego wątku;

„3” potrafię *jako-tako* uczyć o tych zagadnieniach, choć robił(a)bym to bez większego entuzjazmu, oczekiwał(a)bym od koleżanek i kolegów przekonywania i wsparcia mnie w ramach przygotowywania się zespołu do nauczania tego wątku, ale sam(a) nie potrafił(a)bym wiele wnieść w te przygotowania;

„2” nie bardzo wyobrażam sobie uczenia o tych zagadnieniach, słabo się na nich znam i nie bardzo widzę sens i potrzebę zapoznawania się z nimi i uczenia o nich, być może jednak dam się przekonać do tego koleżankom i kolegom w ramach przygotowywania się zespołu do nauczania tego wątku;

„1” istnieją ważne powody (przykładowo, nie wiem nic na ten temat i nie przewiduję możliwości uzupełnienia wiedzy na ten temat), dla których wykluczam swój udział w nauczaniu tego wątku.



Nauczyciel ..... (biologii, chemii, fizyki, geografii)

Dział	Wątek tematyczny	B	C	F	G
A. Nauka i świat	1. Metoda naukowa i wyjaśnianie świata				
	2. Historia myśli naukowej				
	3. Wielcy rewolucjoniści nauki				
	4. Dylematy moralne w nauce				
	5. Nauka i pseudonauka				
	6. Nauka w mediach				
	7. Nauka w komputerze				
	8. Polscy badacze i ich odkrycia				
B. Nauka i technologia	9. Wynalazki, które zmieniły świat.				
	10. Energia – od Słońca do żarówki				
	11. Światło i obraz				
	12. Sport				
	13. Technologie współczesne i przyszłości				
	14. Współczesna diagnostyka i medycyna				
	15. Ochrona przyrody i środowiska				
	16. Nauka i sztuka				
C. Nauka wokół nas	17. Uczenie się				
	18. Barwy i zapachy świata				
	19. Cykle, rytmy i czas				
	20. Śmiech i płacz				
	21. Zdrowie				
	22. Piękno i uroda				
	23. Woda – cud natury				
	24. Największe i najmniejsze				

**Etap drugi** polega na opracowaniu wyników *plebiscytu dydaktycznego na wątek* przez współpracujących nauczycieli.

W pierwszej kolejności można podjąć decyzję o wykluczeniu z dalszych rozważań tych wątków tematycznych, które (przykładowo):

- uzyskały jedną lub więcej jedynek;
- uzyskały jedną lub więcej dwójek, a nie uzyskały żadnej piątki;
- uzyskały dwie lub więcej trójek, a nie uzyskały żadnej piątki.

Następnie warto wybrać co najmniej pięć/sześć wątków, które uzyskały wystarczająco dobre notowania „przedmiotowe” (najchętniej „czwórki” i „piątki”, ale bez wykluczania obecności „trójek” czy pojedynczej „dwójki”) i przyrzeć się ocenie możliwości korelowania nauczania.

Jeśli wątek uzyskał co najmniej sześć „plusów” (na dwanaście możliwych) od co najmniej trojga nauczycieli i góra jeden-dwa „minusy”, to na pewno warto się nim zainteresować.

Ostatnim kryterium prowadzącym do wskazania czterech (ewentualnie pięciu) wątków przyjętych do realizacji może być wybór takich, które uzyskały „piątkę” od różnych nauczycieli. Wtedy ten właśnie nauczyciel przyjmowałby na siebie rolę lidera w opracowaniu koncepcji zintegrowanego nauczania tego wątku.

Nie warto natomiast dążyć do dobierania wątków pod kątem jakiegokolwiek korelacji między nimi. Zgodnie z intencją nauczania *przyrody*, przyzwoite zrealizowanie każdego wątku stanowi odrębną (choć niekoniecznie hermetyczną) całość, zarówno w sferze poznawczej, jak i w sferze dydaktycznej. Przypominamy tutaj, że czas poświęcony na realizację pojedynczego wątku to około jednego semestru nauki w wymiarze dwie godziny w tygodniu – jest on porównywalny z czasem przeznaczanym na wyższej uczelni na niejeden autonomiczny przedmiot.

### W następnych latach

W kolejnych cyklach nauczania *przyrody* można wracać do wyników *plebiscytu dydaktycznego* lub przeprowadzić podobny plebiscyt od nowa, szczególnie jeśli zmieniają się zasady organizacji nauczania lub skład zespołu nauczycieli. W ten sposób szkoła, na przestrzeni kilku lat, może się dopracować zestawu 8–10 wątków tematycznych, których realizacja będzie satysfakcjonująca zarówno dla uczniów, jak i dla nauczycieli.

## Jak uczyć chemii?

### Centrum Chemii w Małej Skali jako przykład dobrej praktyki

Urszula Poziomek

Realizacja podstawy programowej przedmiotów przyrodniczych<sup>1</sup> napotyka na spore trudności, w szczególności jeśli chodzi o stosowanie w nauczaniu metody badawczej, opartej o obserwacje i doświadczenia. **W jaki sposób edukacja pozaformalna może stanowić wsparcie w realizacji celów kształcenia i zalecanych w podstawie programowej obserwacji i doświadczeń?**

Szukając odpowiedzi na to pytanie, należy pamiętać, że edukacja pozaformalna nie kieruje się przepisami prawa oświatowego. Stanowi bowiem niezależną od administracji państwowej sieć instytucji, organizacji, które same dla siebie ustalają cele edukacyjne i sposoby ich osiągnięcia. Jednak wiele ośrodków przyrodniczej edukacji pozaformalnej organizuje zajęcia dla grup uczniów pod opieką nauczyciela. W każdym spośród 348 ośrodków uczestniczących w badaniu Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych IBE *Dobre praktyki w przyrodniczej edukacji pozaformalnej. Badania oferty zajęć*<sup>2</sup> takie zajęcia przeznaczone dla grup szkolnych były prowadzone. Wydaje się więc oczywiste, że edukacja pozaformalna w mniejszym lub większym stopniu wpływa na poziom wiedzy i umiejętności uczniów, a tym samym wspiera proces szkolny. Pozostaje zatem pytanie: czy wspiera go w tak szczególnym obszarze,

1 Rozporządzenie MEN z 27 sierpnia 2012 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego i kształcenia ogólnego w różnych typach szkół.

2 Zob.: <http://eduentuzjasci.pl/pl/badania/110-badanie/556-dobre-praktyki-w-przyrodniczej-edukacji-pozafarmalnej-badania-oferty-zajec-przyrodniczych.html>.

jakim jest rozwijanie umiejętności pracy metodą badawczą, w tym przez realizację zalecanych w podstawie programowej obserwacji i doświadczeń?

Zadaniem Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych IBE jest upowszechnienia przykładów dobrych praktyk w obszarze zajęć przyrodniczych realizowanych w ośrodkach przyrodniczej edukacji pozaformalnej. Artykuł jest fragmentem przygotowywanego do druku Poradnika dla szkół. Fragment ten jest poświęcony dobremu praktykom Centrum Chemii w Małej Skali, ośrodka przyrodniczej edukacji pozaformalnej działającego w Toruniu, który uczestniczył w II fazie badania Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych IBE i wyraził zgodę na publikację jego wyników. Badanie obejmowało m.in. obserwację zajęć oraz ewaluację zajęć przez nauczycieli – opiekunów grupy oraz przez samych uczniów. Wyniki badania stanowią podstawę treści artykułu. Informacje dodatkowe o tym ośrodku można odnaleźć pod adresem: <http://www.centrumchemii.torun.pl>. Opisywane zajęcia przeznaczone były dla uczniów klasy III gimnazjum. Tematem zajęć były węglowodory i ich charakterystyczne właściwości.

#### Jak opisać zajęcia obserwator?

W trakcie zajęć uczniowie w parach (co miało na celu rozwijanie komunikacji i współdziałania, czyli kompetencji społecznych), według instrukcji ustnych prowadzącego zrealizowali kilka doświadczeń. Pracowali z wcześniej przygotowanymi przez prowadzących zestawami sprzętu laboratoryjnego i odczynników, rejestrowali wyniki i analizowali je w kartach pracy otrzymanych od prowadzących, w ramach podsumowania pracy formułowali wnioski. Wszystkie działania uczniów cechowała swoboda i pełna aktywność, żaden z uczniów nie uchylał się od wykonywania zadań.

Dla pełni swobody badawczej na tych zajęciach zabrakło jedynie elementu uczestniczenia uczniów w projektowaniu doświadczeń.

Niektórzy uczniowie byli też włączani do współpracy z prowadzącym, np. przy powtarzaniu doświadczenia w dużej skali, uruchamianiu prezentacji, zapisywaniu na tablicach ważnych informacji, np. w postaci równania reakcji. (wysoka aktywność uczestników)

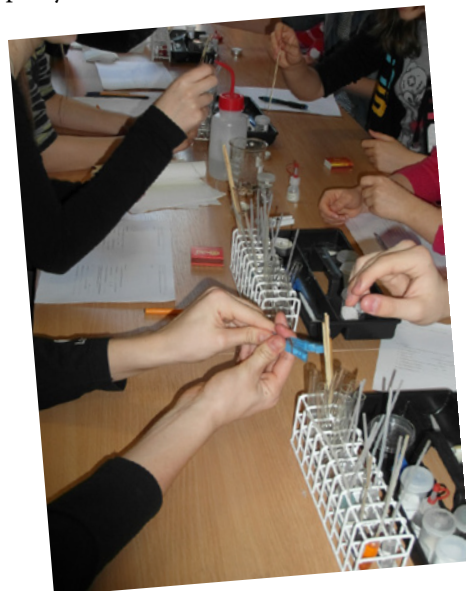


Prowadzący na początku zajęć przedstawił temat i cele, rozdał karty pracy, udzielił informacji o zasadach bezpieczeństwa, a następnie, udzielając instrukcji ustnych, kierował wykonywaniem przez uczniów kolejnych doświadczeń; przed rozpoczęciem każdego z nich

dokładnie omówił jego przebieg. Po każdym z doświadczeń zadawał pytania, podsumowywał na forum grupy przebieg doświadczenia, rysował z pomocą wybranych uczestników schematy, równania reakcji itd. Na zakończenie prowadzący podsumował całość zajęć. (aktywność prowadzącego)

W trakcie zajęć widoczne było celowe i świadome zachowywanie równowagi między aktywnością uczestników a aktywnością prowadzącego, sprzyjającą kształtowaniu i rozwijaniu u uczniów umiejętności zarówno przedmiotowych (np. posługiwanie się sprzętem laboratoryjnym) oraz społecznych (np. komunikowanie się w parze realizującego doświadczenie, dzielenie się zadaniami).

Zajęcia – w opinii obserwatora – stwarzały warunki do wykorzystania różnorodnych źródeł informacji, przeprowadzania doświadczeń i obserwacji, dokumentowania ich przebiegu i wyników, formułowania wniosków na podstawie analizy uzyskanych wyników, wreszcie prezentowania przez uczniów rezultatów własnej pracy.



Mała liczebność grupy (10 osób) sprzyjała aktywnemu udziałowi wszystkich bez wyjątku uczniów w zajęciach. Uczniowie pracowali samodzielnie, z widocznym, dużym zaangażowaniem. Potwierdza to tezę, że wszyscy bez wyjątku uczniowie angażują się w zajęcia, jeśli są one ciekawe i aktywizujące. Na takich zajęciach nie istnieje problem z dyscypliną czy zapewnieniem bezpieczeństwa uczniom, co często jest podnoszone jako przyczyna nie wykonywania doświadczeń i obserwacji na zajęciach przyrodniczych w szkole. Jeśli uczniowie wykonują często doświadczenia i obserwacje, to nabywają pewnych przyzwyczajzeń (w dobrym tego słowa znaczeniu) i są aktywni bez zaburzenia porządku lekcji.

Najcenniejszym i najbardziej eksponowanym elementem zajęć było przeprowadzanie doświadczeń przez samych uczniów, analiza ich wyników oraz formułowanie wniosków, a więc praca metodą badawczą. Warto zaznaczyć, że prowadzący, omawiając kolejność działań przy realizacji doświadczenia, nie zdradzał jego rezultatu. Pozwalał zatem uczniom odkrywać pewne zjawiska i prawidłowości rządzące światem węglowodorów. (warunki do kształtowania ważnych w przedmiotach przyrodniczych umiejętności)

Realizowane cele kształcenia podstawy programowej chemii, III etap edukacyjny:

Pozyskiwanie, tworzenie informacji i przetwarzanie, II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów, III. Opanowanie czynności praktycznych.

### Jak ocenili zajęcia nauczyciele?

Nauczyciele bardzo wysoko ocenili wszystkie aspekty prowadzenia zajęć – ich przydatność w realizacji podstawy programowej, dostosowanie poziomu merytorycznego i języka do poziomu uczniów, dostosowanie sposobu prowadzenia zajęć do wieku uczniów, kształ-



towanie umiejętności rozwiązywania problemów oraz wzbudzanie zainteresowania uczniów.

Nauczyciele wyrażali zdecydowane zadowolenie ze wszystkich aspektów wizyty w ośrodku – atmosfery na zajęciach, stosunku pracowników do uczniów, organizacji zajęć i ich porządku, infrastruktury, warunków do dyskusji czy jakości materiałów dydaktycznych.

W opinii obydwu nauczycieli – opiekunów grupy – zajęcia zdecydowanie pomogą uczniom w rozwijaniu i doskonaleniu takich umiejętności jak:

- stawianie hipotez,
- formułowanie pytań badawczych,
- planowanie doświadczeń i obserwacji,
- przeprowadzanie doświadczeń i obserwacji, w tym sprawne posługiwanie się sprzętem laboratoryjnym, a także wykonywanie pomiarów i badań na podstawie instrukcji,
- dokumentowanie wyników doświadczeń i obserwacji,
- przewidywanie i wyjaśnianie zależności między zjawiskami, procesami, reakcjami,
- odróżnianie opinii od faktów,
- popieranie swojego stanowiska rzeczowymi argumentami,

- formułowanie wniosków na podstawie wyników uzyskanych w doświadczeniach czy w trakcie obserwacji,
- prezentacja wyników doświadczeń.

Zajęcia sprzyjały także rozwijaniu niezwykle cennej, a rzadko rozwijanej umiejętności prowadzenia kulturalnej, poprawnej metodycznie dyskusji, a także poszerzały uczniowski zasób słownictwa naukowego.

W opinii jednego z nauczycieli zajęcia były również pomocne w kształtowaniu umiejętności wykorzystywania różnorodnych źródeł informacji oraz wykorzystywania wiedzy w rozwiązywaniu problemów w życiu codziennym. Nauczyciele uznali, że zajęcia te zdecydowanie przyczynią się do poszerzenia szkolnych kompetencji uczniów, osiągnięcia lepszego wyniku na egzaminie gimnazjalnym, rozwijania umiejętności logicznego myślenia, zwiększenia zainteresowania uczniów naukami ścisłymi oraz większej dbałości o środowisko naturalne.

W ocenie obydwu nauczycieli zajęcia w pewnym stopniu pomogą też uczniom w rozwijaniu ich zainteresowań chemią.

Nauczyciele uznali też, że zajęcia były zdecydowanie przydatne w realizacji celów nowej podstawy programowej chemii.

### Jak ocenili zajęcia uczniowie?

Opinia uczniów o zajęciach była – można rzec – entuzjastyczna. Wszyscy uczniowie (26 z 26 osób) chcieli by jeszcze przyjechać do tego ośrodka na kolejne zajęcia z chemii.

15 z 26 uczniów przyznało, że zajęcia sprawiły, iż zainteresowali się chemią, zaś 6 osób stwierdziło, że już wcześniej interesowali się tym przedmiotem, a zajęcia sprzyjają pogłębianiu tego zainteresowania.

Do głównych motywacji uczniów do udziału w zajęciach należy zaliczyć przygotowanie do egzaminu gimnazjalnego (14 z 26 uczniów) oraz obowiązek szkolny – udział w wycieczce edukacyjnej całej klasy (12 z 26 osób). Ponadto 11 osób wskazało, że wiedzieli wcześniej, iż zajęcia te są ciekawe, 7 osób przyznało, że są zainteresowani tą dziedziną nauki, a trzech uczniów chce mieć lepsze oceny w szkole.

Wszyscy uczniowie (26 osób) wykonywane doświadczenia i zadania ocenili jako ciekawe i interesujące. Wszyscy uczniowie, którzy chcieli mieli możliwość zadania pytania (21 osób).

Jednocześnie wszyscy uczniowie (26 osób) wskazali, że oni sami lub ich koledzy odpowiadali na pytania prowadzącego. Pytania te zostały określone jako łatwe (9 osób) lub o zróżnicowanym poziomie trudności (16 osób). Ponadto uczniowie uznali, że pytania były ciekawe, skłaniające do myślenia (21 osób).

25 z 26 uczniów wskazało, że zrozumieli wszystko, o czym mówił prowadzący zajęcia, co pozwala sądzić, że poziom merytoryczny i język przekazu był dostosowany do poziomu odbiorców.

### Jak uczniowie ocenili przydatność zajęć?

Zdecydowana większość uczniów podziela zdanie nauczycieli, że zajęcia pomogą rozwijać takie umiejętności jak planowanie doświadczeń (26 osób), przeprowadzanie doświadczeń (26 osób), wykonywanie pomiarów (24 osoby), dokumentowanie wyników i wniosków (25 osób), przewidywanie i wyjaśnianie zależności między zjawiskami, procesami (25 osób), popieranie swojego stanowiska rzeczowymi argumentami (21 osób), formułowanie wniosków na podstawie uzyskanych wyników (25 osób), prezentacja wyników doświadczeń i obserwacji (25 osób).

Ponadto uczniowie uznali, że zajęcia sprzyjają również rozwijaniu takich umiejętności jak wykorzystywanie wielu źródeł informacji (20 osób) i wykorzystywanie wiedzy i umiejętności w życiu codziennym (22 osoby).

Podobnie jak nauczyciele, uczniowie są zdania, że zajęcia zdecydowanie przydadzą się na lekcjach i sprawdzianach (24 z 26 uczniów) oraz na egzaminie gimnazjalnym (23 z 26 uczniów).

18 z 26 uczniów wskazuje na przydatność zajęć w rozwijaniu ich zainteresowań chemią.

### Jak czuli się uczniowie na zajęciach?

Zajęcia dały uczniom możliwość doświadczenia roli naukowca – tak czuło się 21 spośród 26 osób. Ponadto 19 z 26 uczniów wskazało, że czuli się jak badacze w laboratorium. 6 osób przyznało, że czuli się jak odkrywcy. Żadna osoba nie czuła się jak uczeń w szkole.

W trakcie zajęć uczniowie czuli się traktowani wyjątkowo (11 osób), z szacunkiem (13 osób), z sympatią (25 osób).

Obserwator realizujący badanie w ośrodku sformułował również listę szczególnych zalet ośrodka. Dotyczą one cennych rozwiązań organizacyjnych, metodycznych i merytorycznych. Wydaje się, że mogą one stanowić pewien wzór postępowania przydatny dla innych ośrodków przyrodniczej edukacji pozaformalnej. Warto przy tym dodać, że wiele spośród 50 zbadanych przez PPP IBE ośrodków stosuje podobne rozwiązania i to stanowi ich siłę i powód, dla którego cieszą się dużym zainteresowaniem odbiorców.

### Szczególne zalety ośrodka

- Prowadzenie spisu nauczycieli odwiedzających placówkę w celu utrzymywania stałego kontaktu,

bazowanie na stałych klientach w przygotowywaniu oferty zajęć.

- Zapewnienie do obsługi zajęć 2 prowadzących, prowadzenie zajęć w małych grupach.
- Docieranie do małych, skromnie wyposażonych szkół i pokazywanie nauczycielom, jak małym kosztem można poprowadzić ciekawe zajęcia, aktywizowanie nauczycieli, nakłanianie ich do przekazywania wiedzy w sposób bardziej przystępny i interesujący – działalność edukacyjna skierowana do nauczycieli.
- Warsztatowa, efektowna forma zajęć – eksperyment chemiczny poprzedzony krótką pogadanką/wykładem, wykonywany przez ucznia, parę uczniów lub grupę uczniów samodzielnie.
- Pokazywanie, że przekazywana wiedza znajduje zastosowanie w życiu codziennym poprzez częste używanie nazw produktów dostępnych na rynku (np. Kret), które w istocie są też używanymi podczas zajęć odczynnikami.
- Całkowita zgodność programu zajęć z celami kształcenia a nawet treściami nauczania podstawy programowej chemii – jest ona podstawą tworzenia oferty ośrodka. Zajęcia prowadzone przez ośrodek stanowią zatem cenne uzupełnienie lekcji chemii w tych szkołach, które nie mają odpowiedniego zaplecza w postaci pracowni przedmiotowej lub też odpowiedniego zestawu sprzętu i odczynników.
- Dostosowywanie tematów do potrzeb konkretnych grup odbiorców jako odpowiedź na indywidualne zamówienie szkoły, modyfikacja tematów w każdym roku szkolnym, dbałość o urozmaicenie oferty ze względu na bazowanie w 80% na stałych klientach, zdobywanie informacji o potrzebach nauczycieli i uczniów kanałami nieformalnymi – przez rozmowy po zajęciach, mailing itp.

- Oprócz prowadzenia działalności czysto edukacyjnej ośrodek wspiera szkoły w zakresie organizacji wyjazdów edukacyjnych lub wycieczek, których elementem jest wizyta w Centrum – często pomaga szkołom w znalezieniu noclegu dla całej grupy, rezerwuje miejsce w restauracjach i organizuje czas uczniom, także poza czasem zajęć.

Wydaje się, że sposób działania i prowadzenia zajęć może stanowić nie tylko przykład do naśladowania dla ośrodków edukacji pozaformalnej ale również – w dużym stopniu – dla placówek systemu edukacji formalnej. Miejmy nadzieję, że tak się stanie.

## Recenzja książki

### *Stosunek uczniów gimnazjum do środowiska przyrodniczego* Elwiry Samonek-Miciuk

Wiesław Stawiński

Dr Elwira Samonek-Miciuk jest dydaktykiem biologii w Pracowni Dydaktyki Biologii i Edukacji Środowiskowej UMCS w Lublinie. Jej zainteresowania naukowe koncentrują się głównie wokół problemów edukacji środowiskowej.

Autorka przedstawiła w tej książce bardzo ważne współcześnie zagadnienia, a mianowicie: kształtowanie pozytywnych postaw młodzieży gimnazjalnej wobec spraw związanych z racjonalnym użytkowaniem zasobów przyrody oraz ochroną środowiska przyrodniczego. Problemy te zostały zarysowane na tle ogólnoswiatowych dążeń do osiągnięcia zrównoważonego rozwoju społeczno-gospodarczego na podstawie racjonalnego gospodarowania zasobami przyrody.

Jest to praca naukowa oparta z jednej strony oparta na gruntownej rzeczowej analizie bogatej krajowej i zagranicznej literatury zagadnienia będącego przedmiotem jej badań. Z drugiej natomiast zawiera informacje o teoretycznych założeniach, organizacji i wynikach badań własnych oraz wnioskach z nich wypływających. Autorka sięgnęła do wielu istotnych i ważnych publikacji z dziedziny psychologii, pedagogiki, dydaktyki ogólnej oraz dydaktyk przedmiotowych, zwłaszcza dydaktyk przedmiotów odgrywających zasadniczą rolę w edukacji środowiskowej, pochodzących głównie z lat 2000–2010. Uwzględniła również wartościowe pozycje pochodzące z drugiej połowy XX w. tworzące solid-

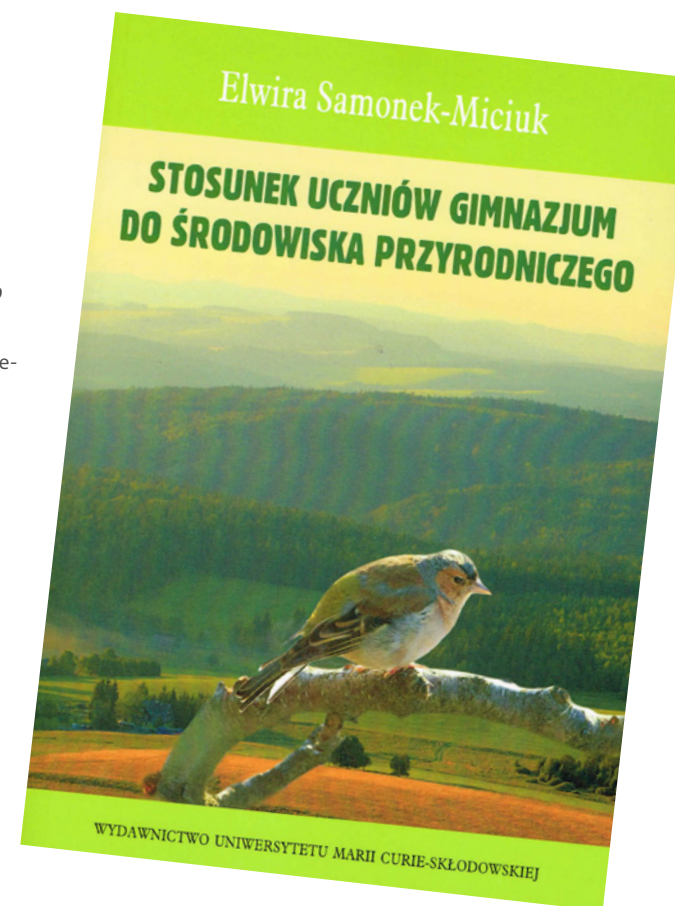
Elwira Samonek-Miciuk

*Stosunek uczniów gimnazjum do środowiska przyrodniczego*

Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin 2013, ss. 208

ną podstawę współczesnych nauk psychologicznych, pedagogicznych i przyrodniczych.

Z tą książką powinni się zaznajomić: pracownicy administracji szkolnej wszystkich szczebli odpowiedzialni za organizację i jakość edukacji środowiskowej; pracownicy naukowcy szkół wyższych i instytutów zajmujących się edukacją w Polsce; nauczyciele uczący na wszystkich etapach kształcenia; pracownicy instytucji doskonalenia nauczycieli oraz przedstawiciele władz państwowych i samorządowych odpowiedzialni za propagowanie idei ochrony środowiska i strategii zrównoważonego rozwoju.



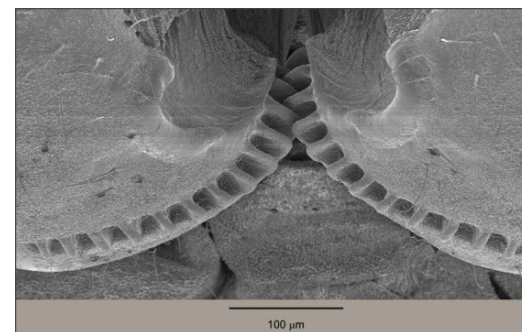
## Nowości ze świata nauki

### Koła zębate w żywym organizmie?

**We wrześniu 2013 r. w czasopiśmie Science ukazał się artykuł dotyczący mechanizmu poruszania się nimf pluskwiaka gatunku *Issus coleoptratus* [1]. Jak się okazało w wyniku badań larwy pluskwiaków w tylnych odnóżach zaopatrzone są w zestaw kół zębanych.**

W Najkrótszej Historii Wynalazków Bolesława Orłowskiego można przeczytać, że *jeszcze w starożytności wynaleziono kołowrotek, tokarkę, żarna obrotowe, krążek linowy, [i] koła zębate*[2]. Jak się jednak okazało całkiem niedawno natura znacznie wyprzedziła człowieka w jego pomysłowości. Ostatnie stadium larwalne – nimfy – pluskwiaka *Issus coleoptratus* widocznego na rysunku 1 nie mają zdolności do lotu za to potrafią skakać podobnie jak koniki polne. Skaczą zadziwiająco dobrze, bo na odległości 300 do 400 milimetrów, a więc większe niż stukrotność długości ich ciała! A wszystko to za sprawą zestawu kół zębanych, które znajdują się w krętarzu ich tylnych odnóży (ryc. 2).

Aby dokonać precyzyjnej obserwacji naukowcy wykorzystali kamerę wykonującą 30.000 klatek na sekundę [5, 6]. Oglądając nagrania przy małej prędkości wykazali, że tylne nogi owada są ze sobą zsynchronizowane dzięki kołu zębataemu z dokładnością do 30 mikrosekund czyli 30 milionowych części sekundy. Najciekawsze jest to że, jak podają autorzy artykułu, tak precyzyjna synchronizacja byłaby nieosiągalna na drodze neuronalnej (czyli sterowania układem nerwowym),



Ryc. 1. Nimfa *I. coleoptratus* [3]

Ryc. 2. Zestaw kół zębanych w krętarzu *I. coleoptratus* [4]

jako, że czas trwania pojedynczego impulsu nerwowego to jedna milisekunda, czyli jedna tysięczna część sekundy, a więc trwa ponad 30 razy dłużej niż czas synchronizacji obu odnóży. Tak więc ruch odbywa się za pośrednictwem mechanicznej synchronizacji – kiedy pierwsze, wyróżnione odnóże zaczyna się poruszać, koła zębata zapewniają w zasadzie prawie natychmiastowe przełożenie siły o praktycznie tej samej wartości na drugie odnóże i skok za pomocą obu odnóży.

Mechanizm działa efektywnie tylko w przypadku stadium larwalnego pluskwiaka. W czasie ostatniego linienia do formy dorosłej „zęby” koła zębatego zostają odrzucone. Pomimo tych zmian, jak podają autorzy artykułu, formy imago *I. coleoptratus* są lepszymi skoczakami niż formy larwalne i osiągają prędkości odrzutu nawet do 5,5 m/s w czasie krótszym niż 1 milisekunda, więc mogą doświadczać przyspieszeń powyżej 700 g! [7]

### Literatura

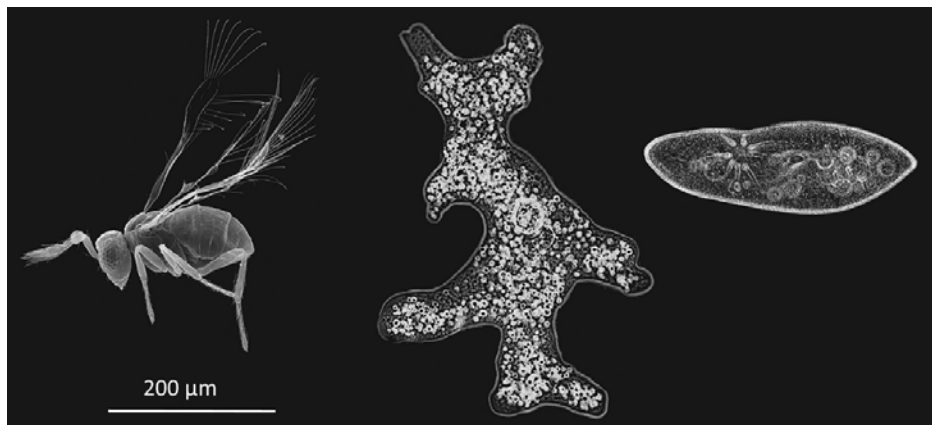
- [1] Malcolm Burrows, Gregory Sutton (2013), Interacting Gears Synchronize Propulsive Leg Movements in a Jumping Insect, *Science* 341, 1254
- [2] Bolesław Orłowski (1993), *Najkrótsza Historia Wynalazków*, PZSWiR, Warszawa
- [3] <http://whyfiles.org/wp-content/uploads/2013/09/burrows2hr.jpg>
- [4] [http://whyfiles.org/wp-content/uploads/2013/09/rollover\\_gear2.jpg](http://whyfiles.org/wp-content/uploads/2013/09/rollover_gear2.jpg)
- [5] [http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=kOM0f0dCCf4](http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=kOM0f0dCCf4)
- [6] <http://www.youtube.com/watch?v=xQk-IP2R04Y>
- [7] Malcolm Burrows (2009) Jumping performance of planthoppers (Hemiptera, Issidae), *The Journal of Experimental Biology*, *J Exp Biol* 212, 2844-2855, dostępny online, <http://jeb.biologists.org/content/212/17/2844.long>

## Mniej nie zawsze znaczy gorzej!

**Miniaturyzacja ciała to jedna z niezwykle ważnych tendencji w ewolucji zwierząt, a owady są jednym z przykładów niezwykle sukcesu ewolucyjnego obrazującego ten proces [1].**

Wciornastki to jedne z mniejszych owadów synantropijnych. Długość ich ciała waha się w granicach 0,5 do 14–20 mm, ale przeciętna długość to około 1 mm. Można sobie wyobrazić, że tak małe owady składają naprawdę maleńkie jaja – w literaturze można znaleźć informacje, że na przykład jaja wciornastków będących szkodnikami cytrusów w Ameryce Północnej mają długość od 0,075 mm do 0,2 mm długości [2, 3]. Uważa się, że człowiek, który widzi prawidłowo, dostrzega okiem nieuzbrojonym obiekty o rozmiarach nie mniejszych niż 0,1 mm [4], tak więc dla przeciętnej osoby jaja składane przez wciornastki są ledwo dostrzegalne, lub po prostu niewidoczne. Co ciekawe na ich jajach pasożytuje gatunek owada, który jest jednym z najmniejszych znanych wielokomórkowych organizmów eukariotycznych. *Megaphragma mymaripenne* o którym mowa odkryty został przez Timberlake na Hawajach w 1924 roku [5]. Długość ciała dorosłych *M. mymaripenne* wynosi około 200 μm, czyli 0,2 mm i jest porównywalna z długością ciała jednokomórkowych protistów, takich jak na przykład pantofelek (*Paramecium caudatum*), co widać na zdjęciach poniżej.

Widoczne po prawej stronie ryc. 1 organizmy to pojedyncze komórki, podczas gdy pasożytnicza osa widoczna z jego lewej strony stanowi złożony, wielokomórkowy organizm. Wykorzystując między innymi elektronową mikroskopię transmisyjną oraz skaningową, badania histologiczne, a także posługując się modelowaniem komputerowym 3D, Alexey Polilov z Uniwersytetu Moskiewskiego im. Łomonosowa pokazał, że w układ ner-



Ryc. 1. Porównawcze zdjęcia błonkówki i dwóch protistów wykonane w jednej skali

Od lewej: *Megaphragma mymaripenne*, *Amoeba proteus*, *Paramecium caudatum*. Pozioma kreska oznacza skalę (200 μm). Rysunek za [6], zmodyfikowany.

wowy *M. mymaripenne* zbudowany jest z kilku tysięcy komórek [6]. Pytanie, czy to duża liczba?

W porównaniu z jednokomórkowym protistem podobnej wielkości, liczba komórek budujących sam tylko układ nerwowy tej pasożytniczej błonkówki jest wręcz niesamowita. Z drugiej strony jeśli porówna się ją z liczbą komórek budujących układy nerwowe innych owadów, wynik ten nie wygląda imponująco. Przykładowo liczba neuronów u pszczoły miodnej (*Apis mellifera*) to około 960 tysięcy [7]. Dodatkowo w przypadku *M. mymaripenne* redukcji uległa liczba jąder komórkowych w OUN do 7199-7593 w przypadku poczwerek i jedynie 339-372 u osobników dojrzałych (imago), czyli w wielu neuronach nie występują jądra komórkowe, co jest cechą bardzo nietypową. Jak pisze Polilov, do rozkładu (lizy) jąder komórkowych neuronów oraz ciał komórek neuronów dochodzi w przypadku 95% komórek nerwowych już po uformowaniu się układu nerwowego, w ostatniej fazie rozwoju poczwerek.

*M. mymaripenne* z pewnością są unikatowe pod jednym względem – spośród wszystkich zwierząt zdolnych do aktywnego lotu posiadają najmniejszą liczbę neuronów

w układzie nerwowym. Oprócz latania, błonkówki te wykonują w zasadzie wszystkie podstawowe funkcje życiowe takie jak odżywanie się, rozmnażanie, czy poszukiwanie jaj wciornastków, w których mogłyby złożyć własne jaja. Przeciętna długość życia dorosłego osobnika *M. mymaripenne* to około 5 dni w temperaturze 25°C [8] i jest porównywalna z długością życia innych owadów z tej samej grupy czyli bleskotek.

## Literatura

- [1] Hanken J., Wake D.B., Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 24, 501 – 519 (1993)
- [2] Triplehorn, C. and N. Johnson. 2004. Thysanoptera pp. 333- 335. In Borror and DeLong's Introduction to the study of insects. 7th ed. Brooks/Cole Cengage Learning. Belmonte, California.
- [3] URL: <http://idtools.org/id/citrus/pests/factsheet.php?name=Thrips>, stan na 05. 10. 2013
- [4] URL: <http://wonderopolis.org/wonder/what-is-the-smallest-thing-you-can-see/#sthash.e90Meyil.dpuf>
- [5] Timberlake, P. H.—Proc. Haw. Ent. Soc, Vol. 5, pp. 412-415, 1924.
- [6] Alexey A. Polilov: Arthropod Structure & Development Volume 41, Issue 1, January 2012, 29–34
- [7] Randolph Menzela, Martin Giurfa, Trends in Cognitive Sciences, Volume 5, Issue 2, 62-71, 1 February 2001
- [8] Bernardo, U., Viggiani, G., Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria Filippo Silvestri 58, 77-85. (2002)

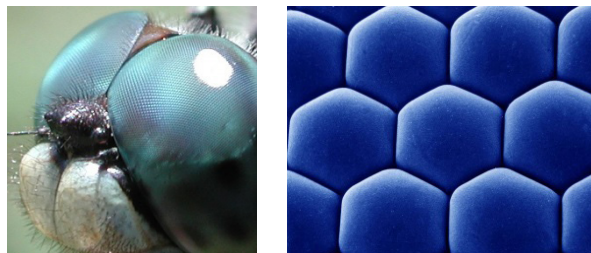


## Kamera skradziona naturze inspirowana oczami mrówek złodziejek

**W maju bieżącego roku w prestiżowym czasopiśmie *Nature* pojawił się krótki artykuł dotyczący prac nad prototypowymi kamerami działającymi jak oko złożone owadów, inspirowanymi m.in. oczami mrówek złodziejek (*Solenopsis fugax*) [1].**

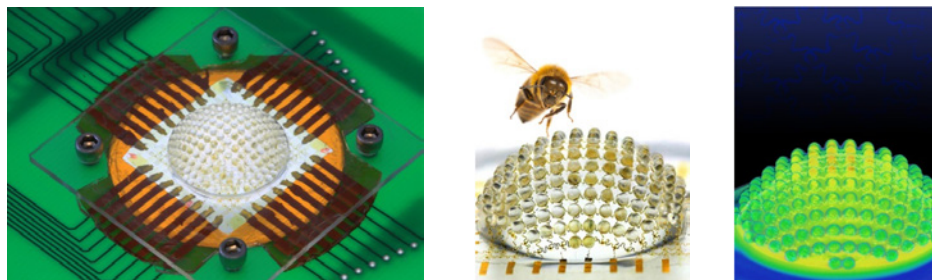
Dwa najbardziej typowe rozwiązania w budowie oczu, jakie spotyka się w przyrodzie, to oko *typu kamera*, jak na przykład oko człowieka, oraz *oko złożone*, które występuje u owadów, wijów i niektórych skorupiaków [2]. W przypadku oka *typu kamera* w oku występuje pojedyncza soczewka, która służy do ogniskowania obrazu na błonie światłoczułej wewnątrz oka (siatkówce). To oczywiście opis najprostszej wersji kamery. Istnieją znacznie bardziej zaawansowane jej wersje. Przykładowo niektóre ptaki są w stanie zmieniać grubość soczewki oraz kształt rogówki w oku w sposób aktywny dzięki specjalnym mięśniom. **Oczy złożone** zbudowane są z pojedynczych omatidiów zaopatrzonych w stożek krystaliczny, który pełni funkcję pojedynczej soczewki. Światło wpada do każdego omatidium przez rogówkę, załamuje się na stożku krystalicznym, a następnie trafia do aparatu odbioru informacji świetlnej (fotoreceptorowego). Liczba omatidiów waha się od kilkunastu, jak na przykład 11–13 w przypadku robotnicy mrówki *Phoenogaster patruelis* [3], do nawet 50 tysięcy w przypadku ważki [4].

System zobrazowania w przypadku oka złożonego pozwala na obserwację szerokokątową (do 360°) przy niskich zniekształceniach obrazu, znacznej głębi ostrości i wrażliwości na ruch [7]. Rozdzielczość oczu stawonogów zależy od liczby budujących je omatidiów i zazwyczaj jest dobra w porównaniu z oczami ssaków [1]. Ze względu na wymienione zalety oko złożone stało



Ryc. 1. Z lewej: oko złożone ważki [5], z prawej: omatidia oka złożonego eufauzji (*Euphausia superba*), gatunku skorupiaka powszechnie określanego jako kryl [6].

się inspiracją dla multidyscyplinarnego zespołu naukowców z całego świata przy budowie nowego typu kamery. Urządzenie to zbudowane jest z układu 180 krzemowych fotodetektorów (sztucznych omatidiów) umieszczonych na półkulistej, elastycznej membranie wykonanej z poli(dimetylosiloksanu), PDMS. Badania *in silico* potwierdziły, że kamera opracowana przez naukowców, pokazana na ryc. 2, nie tylko w budowie, ale również w swoim działaniu przypomina oko złożone. Otrzymany prototyp kamery pozwoli na rejestrację szerokokątową obrazów bez aberracji kątowych. Takiego zobrazowania nie udało się dotychczas otrzymać stosując płaskie detektory obrazu nawet przy wykorzystaniu zaawansowanej optyki, na przykład zwierciadeł sferycznych, czy soczewek typu rybie oko. Dodatkową, ogromną zaletą nowych kamer będzie, jak podają autorzy ar-



Ryc. 2. Z lewej – gotowa kamera z elektronicznym układem sterującym, po środku i z prawej – układ 180 sztucznych omatidiów wygiętych w półkulkę [8].

tykułu, ich nieskończona głębia ostrości. Oznacza to, że jeżeli jakiś obiekt oddala się od kamery, to jego wielkość zmniejsza się w sposób ciągły, ale przez cały czas jego obraz pozostaje ostry. Potencjalne zastosowania tych prototypowych kamer to urządzenia monitoringowe, narzędzia do endoskopii w chirurgii oraz drony.

### Literatura

- [1] Young Min Song, Yizhu Xie, Viktor Malyarchuk, Jianliang Xiao, Inhwa Jung, Ki-Joong Choi, Zhuangjian Liu, Hyunsung Park, Chaofeng Lu, Rak-Hwan Kim, Rui Li, Kenneth B. Crozier, Yong-gang Huang, John A. Rogers, (2013) *Nature*, Digital cameras with designs inspired by the arthropod eye, Vol 497, 7447, 95-99
- [2] Marta Polańska, Joanna Kotwica-Rolińska, *Wije i owady*, materiały do ćwiczeń dla studentów w ramach przedmiotu zoologia, [http://www.biol.uw.edu.pl/ewolucja/zoologia/cwiczenie\\_6.pdf](http://www.biol.uw.edu.pl/ewolucja/zoologia/cwiczenie_6.pdf)
- [3] William Morton Wheeler, *The Mountain Ants of Western North America*, *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*, Vol. 52, No. 8 (Jan., 1917), pp. 457-569
- [4] David Whiting, *Insect Anatomy and Growth*, Colorado Master Gardeners Program, Colorado State University, 312 (1) – 312 (9), <http://www.ext.colostate.edu/mg/Gardennotes/312.pdf>
- [5] URL: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9a/Dragonfly\\_eye\\_3811.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9a/Dragonfly_eye_3811.jpg)
- [6] URL: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/26/Antarctic\\_krill\\_ommatidia.jpg/618px-Antarctic\\_krill\\_ommatidia.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/26/Antarctic_krill_ommatidia.jpg/618px-Antarctic_krill_ommatidia.jpg)
- [7] Dario Floreano, Jean-Christophe Zufferey, Mandyam V. Srinivasan, Charlie Ellington, *Flying Insects and Robots*, Rozdział 10 (Springer Berlin Heidelberg, 2009)
- [8] <http://www.wired.com/wiredscience/2013/05/bugs-eye-camera/?pid=6794>

## Załącznik 2. Karta pracy

Wykonaj w terenie notatki ołówkiem np. w zeszytcie. Następnie w domu lub szkole uzupełnij karty pracy. Celem uzupełnienia niektórych zadań, zapoznaj się przed zajęciami z opisem badanych roślin żywicielskich (internet, leksykon drzew itp.). Pamiętaj, że w przeciwieństwie do długopisu, ołówek nie rozmaże się na skutek deszczu i notatki będą nadal czytelne. Jest to jedna z podstaw prowadzenia notatek przyrodniczych. Użyj lupy do przyjrzenia się galasom.

Zad. 1.1. Odszukaj buki zwyczajne, najlepiej o wysokości ok. 3-6 metrów. Przyjrzyj się cechom gatunkowym drzewa.

Zad. 1.2. Odszukaj świerki pospolite, najlepiej o wysokości ok. 3-6 metrów. Przyjrzyj się cechom gatunkowym drzewa.

Zad. 2.1. Zbadaj znajdujące się na gałęziach liście buka, jeśli znajdziesz charakterystyczne garmuszkowe galasy o spiczastym czubku, przyjrzyj im się i zanotuj swoje obserwacje (zmiierz wyrośla!).

Zad. 2.2. Zbadaj tegoroczne pędy świerka. Jeśli znajdziesz szyszko-podobne galasy, obejmujące pęd, przyjrzyj im się i zanotuj swoje obserwacje (zmiierz wyrośla!).

Zad. 3. Scharakteryzuj cechy morfo-anatomiczne oraz przynależność systematyczną buka zwyczajnego i świerka pospolitego.

Cecha	Buk zwyczajny	Świerk pospolity
1.1 Systematyka – typ		
1.1 Systematyka – rodzina		
1.1 Systematyka – nazwa łac.		
2. Warunki świetlne (cieniożośny / światłożądny)		
4. Kora (barwa, faktura)		

Zad. 4. Wymień cechy badanych gatunków owadów i ich galasów.

Cecha	Garnusznica bukowa	Ochojnik świerkowiec
1.1 Systematyka – gromada		
1.2 Systematyka – rząd		
1.3 Systematyka – rodzina		
1.4. Systematyka – nazwa łac.		
2. Wygląd galasa		
3. Liczba larw		
4. Cykl życiowy (prosty / złożony; dodatkowe komplikacje)		
5. Szkodliwość (na podstawie obserwacji i/lub materiałów źródłowych)		
6. Wrogowie naturalni		

Zad. 5. Na podstawie materiału źródłowego, zastanów się, jakie adaptacje mogą towarzyszyć omawianym owadom w związku z ich występowaniem w strefie klimatu umiarkowanego? Wymień po jednej adaptacji.

1. *Adelges abietis*:

2. *Mikiola fagi*:

Zad. 6. Narysuj galasy w skali rzeczywistej (1:1).

1. Garnusznicy bukowej (*Mikiola fagi*)

2. Ochojnika świerkowca (*Adelges abietis*)

## Zadanie

### Przeczytaj fragment blogu Moniki.

Od dłuższego czasu nie mogę wyzbyć się myśli, że patrząc na siebie w lustrze widzę słońcę. Przy wzroście 170 cm ważę aż 43 kg! I choć miesiąc temu ważyłam dwa kilogramy więcej, to wydaje mi się, że waga jest popsuta, więc muszę kupić nową. Mama uparła się, żebym zrobiła badania lekarskie. Okazało się, że większość wyników jest poniżej normy. Ale czemu się dziwić, jestem w ciągłym stresie – nie dość, że za 3 miesiące egzamin, to jeszcze ta przeprowadzka.

Poniżej zamieszczono tabelę wybranych wskaźników świadczących o zagrożeniu zdrowotnym u osób z zaburzeniami odżywiania. O stopniu zagrożenia świadczy całościowy obraz zdrowia pacjenta, a nie poszczególne wskaźniki z osobna.

Wskaźnik	Ryzyko		Norma
	umiarkowane	duże	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	< 15	< 13	19–25
Utrata masy ciała (kg/tydzień)	> 0,5	> 1,0	0
Ciśnienie krwi (mm Hg)	< 90/60	< 80/50	120/80
Tętno (liczba uderzeń/min.)	< 50	< 40	60–85
Temperatura ciała (°C)	< 35	< 34,5	36,6
Badania krwi (morfologia i biochemia)	jeśli wyniki odbiegają nieco od normy	potas < 2,5 sód < 130 fosforany < 0,5 [mmol/l]	potas 3,5–5,0 sód 135–145 fosforany 0,9–1,6 [mmol/l]

Na podstawie: Drywień M (2010), „Zaburzenia odżywiania” Kosmos 57, 337-344.

### Na podstawie informacji zawartych w tekście i tabeli ocen stopień zagrożenia zdrowia Moniki.

- A Monika znajduje się w grupie osób dużego ryzyka zagrożenia zdrowotnego, o czym świadczą bardzo złe wyniki badań oraz to, że schudła przez ostatni miesiąc.
- B Monika nie jest zagrożona anoreksją, a jej spadek wagi i pogorszenie się wyników badań są związane ze stresem przed egzaminem.
- C Przypadek Moniki można zaklasyfikować do grupy umiarkowanego ryzyka, o czym świadczy niewielki spadek wagi oraz nieznaczne pogorszenie się wyników badań.
- D Nie można precyzyjnie określić stopnia zagrożenia zdrowotnego Moniki ze względu na brak dokładnych danych, ale niepokojące jest jej nastawienie psychiczne.

## Zadanie

### Przeczytaj fragment blogu Moniki.

Od dłuższego czasu nie mogę wyzbyć się myśli, że patrząc na siebie w lustrze widzę słońcę. Przy wzroście 170 cm ważę aż 43 kg! I choć miesiąc temu ważyłam dwa kilogramy więcej, to wydaje mi się, że waga jest popsuta, więc muszę kupić nową. Mama uparła się, żebym zrobiła badania lekarskie. Okazało się, że większość wyników jest poniżej normy. Ale czemu się dziwić, jestem w ciągłym stresie – nie dość, że za 3 miesiące egzamin, to jeszcze ta przeprowadzka.

Poniżej zamieszczono tabelę wybranych wskaźników świadczących o zagrożeniu zdrowotnym u osób z zaburzeniami odżywiania. O stopniu zagrożenia świadczy całościowy obraz zdrowia pacjenta, a nie poszczególne wskaźniki z osobna.

Wskaźnik	Ryzyko		Norma
	umiarkowane	duże	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	< 15	< 13	19–25
Utrata masy ciała (kg/tydzień)	> 0,5	> 1,0	0
Ciśnienie krwi (mm Hg)	< 90/60	< 80/50	120/80
Tętno (liczba uderzeń/min.)	< 50	< 40	60–85
Temperatura ciała (°C)	< 35	< 34,5	36,6
Badania krwi (morfologia i biochemia)	jeśli wyniki odbiegają nieco od normy	potas < 2,5 sód < 130 fosforany < 0,5 [mmol/l]	potas 3,5–5,0 sód 135–145 fosforany 0,9–1,6 [mmol/l]

Na podstawie: Drywień M (2010), „Zaburzenia odżywiania” Kosmos 57, 337-344.

### Na podstawie informacji zawartych w tekście i tabeli ocen stopień zagrożenia zdrowia Moniki.

- A Monika znajduje się w grupie osób dużego ryzyka zagrożenia zdrowotnego, o czym świadczą bardzo złe wyniki badań oraz to, że schudła przez ostatni miesiąc.
- B Monika nie jest zagrożona anoreksją, a jej spadek wagi i pogorszenie się wyników badań są związane ze stresem przed egzaminem.
- C Przypadek Moniki można zaklasyfikować do grupy umiarkowanego ryzyka, o czym świadczy niewielki spadek wagi oraz nieznaczne pogorszenie się wyników badań.
- D Nie można precyzyjnie określić stopnia zagrożenia zdrowotnego Moniki ze względu na brak dokładnych danych, ale niepokojące jest jej nastawienie psychiczne.

# Biologia – lot owadów

## Zadanie

Owady bezskrzydłe podobne do dzisiejszych rybaków odnajdujemy już w skamieniałościach liczących ponad 400 mln lat. Dane o ich późniejszej ewolucji są jednak niepełne i nie wiemy, w jaki sposób pojawiły się u nich skrzydła. Najprostsze wyjaśnienie mówi, że pierwsze owadzie loty były po prostu przedłużonymi skokami z pędów roślin podczas ucieczki przed drapieżnikiem. Pierwsze „skrzydła” służyłyby zatem tylko do szybowania. Do takiego lotu potrzebne są spore rozmiary ciała, aby przezwyciężyć opór i zawirowania powietrza. I rzeczywiście, najstarsze karbońskie owady były znacznie większe od dzisiejszych. Późniejsze ewolucyjne przejście od pasywnego szybowania do aktywnego lotu wymagało nie tylko zmian w budowie skrzydeł, ale też rozwoju mięśni tułowia (to ich skurcze poruszają skrzydłami dzisiejszych ważek i jętek).

Na podstawie: Jerzy Dzik (2010), *W jaki sposób owady nauczyły się latać?*, „Świat Nauki”, styczeń.

**Dla każdego ze stwierdzeń w tabeli określ, czy jest ono faktem, czy też przypuszczeniem wysnutym na podstawie faktów.**

	Stwierdzenie	Fakt czy przypuszczenie?
1.	Owady żyły na Ziemi już 400 mln lat temu.	<input type="checkbox"/> Fakt / <input type="checkbox"/> Przypuszczenie
2.	Loty pierwszych owadów polegały głównie na skokach i szybowaniu.	<input type="checkbox"/> Fakt / <input type="checkbox"/> Przypuszczenie
3.	Duże rozmiary najstarszych karbońskich owadów były przystosowaniem do lotu szybującego.	<input type="checkbox"/> Fakt / <input type="checkbox"/> Przypuszczenie
4.	Dzisiejsze ważki i jętki poruszają skrzydłami za pomocą mięśni tułowia.	<input type="checkbox"/> Fakt / <input type="checkbox"/> Przypuszczenie

## Zadanie

Owady bezskrzydłe podobne do dzisiejszych rybaków odnajdujemy już w skamieniałościach liczących ponad 400 mln lat. Dane o ich późniejszej ewolucji są jednak niepełne i nie wiemy, w jaki sposób pojawiły się u nich skrzydła. Najprostsze wyjaśnienie mówi, że pierwsze owadzie loty były po prostu przedłużonymi skokami z pędów roślin podczas ucieczki przed drapieżnikiem. Pierwsze „skrzydła” służyłyby zatem tylko do szybowania. Do takiego lotu potrzebne są spore rozmiary ciała, aby przezwyciężyć opór i zawirowania powietrza. I rzeczywiście, najstarsze karbońskie owady były znacznie większe od dzisiejszych. Późniejsze ewolucyjne przejście od pasywnego szybowania do aktywnego lotu wymagało nie tylko zmian w budowie skrzydeł, ale też rozwoju mięśni tułowia (to ich skurcze poruszają skrzydłami dzisiejszych ważek i jętek).

Na podstawie: Jerzy Dzik (2010), *W jaki sposób owady nauczyły się latać?*, „Świat Nauki”, styczeń.

**Dla każdego ze stwierdzeń w tabeli określ, czy jest ono faktem, czy też przypuszczeniem wysnutym na podstawie faktów.**

	Stwierdzenie	Fakt czy przypuszczenie?
1.	Owady żyły na Ziemi już 400 mln lat temu.	<input type="checkbox"/> Fakt / <input type="checkbox"/> Przypuszczenie
2.	Loty pierwszych owadów polegały głównie na skokach i szybowaniu.	<input type="checkbox"/> Fakt / <input type="checkbox"/> Przypuszczenie
3.	Duże rozmiary najstarszych karbońskich owadów były przystosowaniem do lotu szybującego.	<input type="checkbox"/> Fakt / <input type="checkbox"/> Przypuszczenie
4.	Dzisiejsze ważki i jętki poruszają skrzydłami za pomocą mięśni tułowia.	<input type="checkbox"/> Fakt / <input type="checkbox"/> Przypuszczenie

## Zadanie

Owady bezskrzydłe podobne do dzisiejszych rybaków odnajdujemy już w skamieniałościach liczących ponad 400 mln lat. Dane o ich późniejszej ewolucji są jednak niepełne i nie wiemy, w jaki sposób pojawiły się u nich skrzydła. Najprostsze wyjaśnienie mówi, że pierwsze owadzie loty były po prostu przedłużonymi skokami z pędów roślin podczas ucieczki przed drapieżnikiem. Pierwsze „skrzydła” służyłyby zatem tylko do szybowania. Do takiego lotu potrzebne są spore rozmiary ciała, aby przezwyciężyć opór i zawirowania powietrza. I rzeczywiście, najstarsze karbońskie owady były znacznie większe od dzisiejszych. Późniejsze ewolucyjne przejście od pasywnego szybowania do aktywnego lotu wymagało nie tylko zmian w budowie skrzydeł, ale też rozwoju mięśni tułowia (to ich skurcze poruszają skrzydłami dzisiejszych ważek i jętek).

Na podstawie: Jerzy Dzik (2010), *W jaki sposób owady nauczyły się latać?*, „Świat Nauki”, styczeń.

**Dla każdego ze stwierdzeń w tabeli określ, czy jest ono faktem, czy też przypuszczeniem wysnutym na podstawie faktów.**

	Stwierdzenie	Fakt czy przypuszczenie?
1.	Owady żyły na Ziemi już 400 mln lat temu.	<input type="checkbox"/> Fakt / <input type="checkbox"/> Przypuszczenie
2.	Loty pierwszych owadów polegały głównie na skokach i szybowaniu.	<input type="checkbox"/> Fakt / <input type="checkbox"/> Przypuszczenie
3.	Duże rozmiary najstarszych karbońskich owadów były przystosowaniem do lotu szybującego.	<input type="checkbox"/> Fakt / <input type="checkbox"/> Przypuszczenie
4.	Dzisiejsze ważki i jętki poruszają skrzydłami za pomocą mięśni tułowia.	<input type="checkbox"/> Fakt / <input type="checkbox"/> Przypuszczenie

## Zadanie

Karol otrzymał w spadku po dziadku działkę. Na forum internetowym dla ogrodników zarejestrował się pod karlo92 i umieścił pytanie:

**karlo92:** Witam, właśnie zastanawiam się nad założeniem plantacji borówki amerykańskiej. (...) Posiadam własną ziemię (...). Z tego, co się zorientowałem muszę jeszcze nakupić sadzonek, ogrodzić działkę, kupić nawozy (coś jeszcze?).

Otrzymał odpowiedzi:

**gemciu83:** Jeśli nie masz kwaśnej ziemi, to nie warto za to się brać.

**Inka67:** Najlepsze dla borówki amerykańskiej pH gleby to od 3,5 do 4,5.

Karol, aby zbadać pH gleby na swojej działce, łyżkę gleby umieścił w słoiku, dolał wodę i wymieszał patyczkiem. Następnie przelał mieszaninę przez sączek z bibuły umieszczony na lejku. Do otrzymanego przesącza włożył uniwersalny papierek wskaźnikowy. Papierek zmienił barwę z żółtej na czerwoną.

**Czy badana gleba spełnia wymagania borówki amerykańskiej dotyczące pH?**

- A. Tak, ponieważ odczyn roztworu gleby jest kwaśny.
- B. Nie, ponieważ odczyn roztworu gleby jest zasadowy.
- C. Nie wiadomo, ponieważ Karol nie zbadał odczynu gleby.
- D. Nie wiadomo, ponieważ Karol nie określił wartości pH gleby.

## Zadanie

Karol otrzymał w spadku po dziadku działkę. Na forum internetowym dla ogrodników zarejestrował się pod karlo92 i umieścił pytanie:

**karlo92:** Witam, właśnie zastanawiam się nad założeniem plantacji borówki amerykańskiej. (...) Posiadam własną ziemię (...). Z tego, co się zorientowałem muszę jeszcze nakupić sadzonek, ogrodzić działkę, kupić nawozy (coś jeszcze?).

Otrzymał odpowiedzi:

**gemciu83:** Jeśli nie masz kwaśnej ziemi, to nie warto za to się brać.

**Inka67:** Najlepsze dla borówki amerykańskiej pH gleby to od 3,5 do 4,5.

Karol, aby zbadać pH gleby na swojej działce, łyżkę gleby umieścił w słoiku, dolał wodę i wymieszał patyczkiem. Następnie przelał mieszaninę przez sączek z bibuły umieszczony na lejku. Do otrzymanego przesącza włożył uniwersalny papierek wskaźnikowy. Papierek zmienił barwę z żółtej na czerwoną.

**Czy badana gleba spełnia wymagania borówki amerykańskiej dotyczące pH?**

- A. Tak, ponieważ odczyn roztworu gleby jest kwaśny.
- B. Nie, ponieważ odczyn roztworu gleby jest zasadowy.
- C. Nie wiadomo, ponieważ Karol nie zbadał odczynu gleby.
- D. Nie wiadomo, ponieważ Karol nie określił wartości pH gleby.

## Zadanie

Karol otrzymał w spadku po dziadku działkę. Na forum internetowym dla ogrodników zarejestrował się pod karlo92 i umieścił pytanie:

**karlo92:** Witam, właśnie zastanawiam się nad założeniem plantacji borówki amerykańskiej. (...) Posiadam własną ziemię (...). Z tego, co się zorientowałem muszę jeszcze nakupić sadzonek, ogrodzić działkę, kupić nawozy (coś jeszcze?).

Otrzymał odpowiedzi:

**gemciu83:** Jeśli nie masz kwaśnej ziemi, to nie warto za to się brać.

**Inka67:** Najlepsze dla borówki amerykańskiej pH gleby to od 3,5 do 4,5.

Karol, aby zbadać pH gleby na swojej działce, łyżkę gleby umieścił w słoiku, dolał wodę i wymieszał patyczkiem. Następnie przelał mieszaninę przez sączek z bibuły umieszczony na lejku. Do otrzymanego przesącza włożył uniwersalny papierek wskaźnikowy. Papierek zmienił barwę z żółtej na czerwoną.

**Czy badana gleba spełnia wymagania borówki amerykańskiej dotyczące pH?**

- A. Tak, ponieważ odczyn roztworu gleby jest kwaśny.
- B. Nie, ponieważ odczyn roztworu gleby jest zasadowy.
- C. Nie wiadomo, ponieważ Karol nie zbadał odczynu gleby.
- D. Nie wiadomo, ponieważ Karol nie określił wartości pH gleby.

# Fizyka – stan nieważkości

## Zadanie

Na lekcji poświęconej zjawisku nieważkości Jacek dowiedział się, że nieważkość to stan, w którym ciało nie wywiera na otaczające ciała nacisku wywołanego siłą grawitacji. Dzieje się tak, gdy na układ ciał nie działa siła grawitacji, lub gdy cały układ porusza się wyłącznie pod wpływem tej siły. Próbował wyobrazić sobie, w jakich sytuacjach można spotkać się nieważkością. Na forum internetowym znalazł przykłady różnych sytuacji, w których miałyby wystąpić stan nieważkości. Kilka z nich zebrano w tabelce poniżej.

**Rozstrzygnij, w których z nich rzeczywiście mamy do czynienia ze stanem nieważkości (Tak), a w których stan nieważkości nie występuje (Nie).**

	Sytuacja	Nieważkość?
1.	Astronauta stoi na powierzchni Księżyca (gdzie nie ma atmosfery).	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
2.	Człowiek w gondoli balonu wiszącego nieruchomo w powietrzu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
3.	Woda w wiadrze spadającym swobodnie z niewielkiej wysokości.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
4.	Łódź unosząca się na powierzchni wody.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie

## Zadanie

Na lekcji poświęconej zjawisku nieważkości Jacek dowiedział się, że nieważkość to stan, w którym ciało nie wywiera na otaczające ciała nacisku wywołanego siłą grawitacji. Dzieje się tak, gdy na układ ciał nie działa siła grawitacji, lub gdy cały układ porusza się wyłącznie pod wpływem tej siły. Próbował wyobrazić sobie, w jakich sytuacjach można spotkać się nieważkością. Na forum internetowym znalazł przykłady różnych sytuacji, w których miałyby wystąpić stan nieważkości. Kilka z nich zebrano w tabelce poniżej.

**Rozstrzygnij, w których z nich rzeczywiście mamy do czynienia ze stanem nieważkości (Tak), a w których stan nieważkości nie występuje (Nie).**

	Sytuacja	Nieważkość?
1.	Astronauta stoi na powierzchni Księżyca (gdzie nie ma atmosfery).	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
2.	Człowiek w gondoli balonu wiszącego nieruchomo w powietrzu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
3.	Woda w wiadrze spadającym swobodnie z niewielkiej wysokości.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
4.	Łódź unosząca się na powierzchni wody.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie

## Zadanie

Na lekcji poświęconej zjawisku nieważkości Jacek dowiedział się, że nieważkość to stan, w którym ciało nie wywiera na otaczające ciała nacisku wywołanego siłą grawitacji. Dzieje się tak, gdy na układ ciał nie działa siła grawitacji, lub gdy cały układ porusza się wyłącznie pod wpływem tej siły. Próbował wyobrazić sobie, w jakich sytuacjach można spotkać się nieważkością. Na forum internetowym znalazł przykłady różnych sytuacji, w których miałyby wystąpić stan nieważkości. Kilka z nich zebrano w tabelce poniżej.

**Rozstrzygnij, w których z nich rzeczywiście mamy do czynienia ze stanem nieważkości (Tak), a w których stan nieważkości nie występuje (Nie).**

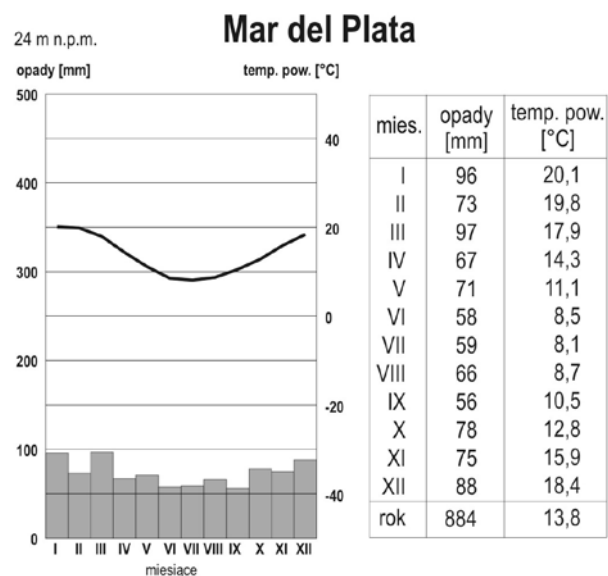
	Sytuacja	Nieważkość?
1.	Astronauta stoi na powierzchni Księżyca (gdzie nie ma atmosfery).	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
2.	Człowiek w gondoli balonu wiszącego nieruchomo w powietrzu.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
3.	Woda w wiadrze spadającym swobodnie z niewielkiej wysokości.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
4.	Łódź unosząca się na powierzchni wody.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie

# Geografia – Mar del Plata

## Informacja do zadań 1 i 2

Stowarzyszenie Miłośników Historii Piłki Nożnej zbiera informacje na temat miast, w których rozgrywano mecze mistrzostw świata w tej dyscyplinie.

Od 2 do 25 czerwca 1978 r. odbywały się one między innymi w mieście Mar del Plata. Informacje dotyczące opadów i temperatury powietrza w Mar del Plata przedstawia wykres obok.



Ryc. 1. Mar del Plata – informacje klimatyczne

Źródło: <http://www.klimadiagramme.de>, zmienione

## Zadanie 1

Czy na podstawie informacji klimatycznych (ryc. 1) można sprawdzić poprawność poniższych stwierdzeń?

Stwierdzenie	Czy można je sprawdzić?
1. Mar del Plata leży na półkuli południowej.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
2. Mar del Plata leży na półkuli zachodniej.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie

## Zadanie 2

Korzystając z informacji klimatycznych (ryc. 1) oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących miejscowości Mar del Plata.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Roczna amplituda temperatur powietrza wskazuje na morską odmianę klimatu.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz
2. Wysokość opadów świadczy o położeniu w terenie pustynnym.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz