

Biologia w Szkole

z Przyrodą

Nr 3 MAJ/CZERWIEC 2011 329 (LXIV) indeks 352659 CENA 16,90 ZŁ (w tym 5% VAT)

CZASOPISMO DLA NAUCZYCIELI

Przedwiośnie

XL Olimpiada Biologiczna

Dziura
ozoneowa

Skoczogonki i śluzowce

82060301105003

ISSN 0137-8031

05



9 770137 803102

PROBLEM!

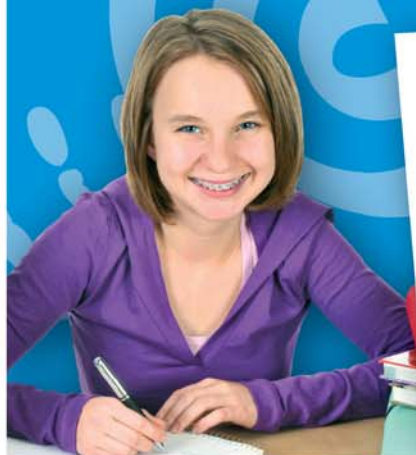
specyficzne
trudności
w uczeniu się



ROZWIĄZANIE!

Terapia
pedagogiczna
zbiór ćwiczeń i kart pracy

NOWOŚĆ
WYDAWNICTWA
RAABE!



**WSPÓLNY
SUKCES!**



Czasopisma
Pedagogiczne

NUMER 3

MAJ/CZERWIEC 2011
329 (LXIV) indeks 352659

Nakład 4000 egz.

CENA zł 16,90 (w tym 5% VAT)

Redakcja

Piotr Borsuk (redaktor naczelny)
prazm@gazeta.pl

Adres redakcji

01-194 Warszawa, ul. Młynarska 8/12,
tel. 22 244 84 74, faks 22 244 84 76
biologia@raabe.com.pl

Wydawca

Dr Josef Raabe Spółka Wydawnicza Sp. z o.o.
ul. Młynarska 8/12

01-194 Warszawa
tel. 22 244 84 00, faks 22 244 84 20
e-mail: raabe@raabe.com.pl

www.raabe.com.pl

NIP: 526-13-49-514

REGON: 011864960

Zarejestrowana w Sądzie Rejonowym dla
m.st. Warszawy w Warszawie

XII Wydział Gospodarczy KRS

KRS 0000118704

Wysokość Kapitału Zakładowego:
50.000 PLN

Prezes zarządu

Michał Włodarczyk

Dyrektor wydawniczy

Józef Szewczyk, tel. 22 244 84 70
j.szewczyk@raabe.com.pl

Dział obsługi klienta

tel. 22 244 84 11,
prenumerata@raabe.com.pl

Dyrektor marketingu

Anna Gryczewska
a.gryczewska@raabe.com.pl

Kolportaż

Anna Niepiekło, tel. 22 244 84 78,
faks 22 244 84 76

a.niepieklo@raabe.com.pl

Reklama

Andrzej Idziak, tel. 22 244 84 77
faks 22 244 84 76, kom. 692 277 761
reklama@raabe.com.pl

Skład i łamanie

Vega design

Druk i oprawa

Pabianickie Zakłady Graficzne SA,
95-200 Pabianice, ul. P. Skargi 40/42

Zdjęcia na okładce:

Piotr Borsuk

Redakcja nie zwraca nadesłanych materiałów,
zastępuje sobie prawo formalnych zmian w treści
artykułów i nie odpowiada za treść płatnych reklam.

Biologia w Szkole

Z Przyrodą

CZASOPISMO DLA NAUCZYCIELI

SPIS TREŚCI

CO NOWEGO W BIOLOGII?

- 5 Problem dziury ozonowej**
▪ Dawid Basak, Marlena Zielińska
- 16 Skoczogonki i śluzowce – współmieszkańcy wilgotnych siedlisk**
▪ Beata Mikitowicz
- 24 „Niedźwiedzie” Antarktydy i nie tylko**
▪ Piotr Borsuk

Z PRAKTYKI SZKOLNEJ

- 29 Nauczanie przyrody po 11 latach pedagogicznych doświadczeń – refleksje i spostrzeżenia autora**
▪ Wojciech Durma
- 31 Galeria fotografii przyrodniczej**
- 35 Dziura ozonowa. Scenariusz lekcji**
▪ Dawid Basak, Marlena Zielińska
- 44 Przyroda w *Przedwiośniu* okiem pisarza i biologa. Scenariusz lekcji**
▪ Wojciech Jeszka

KĄCIK OLIMPIJSKI

- 49 XL Olimpiada Biologiczna**
▪ Piotr Borsuk
- 52 Z notatnika egzaminatora, czyli jak finaliści XL Olimpiady Biologicznej rozpoznają krajowe rośliny i zwierzęta**
▪ Piotr Borsuk
- 59 Obserwacja podziału pracy wśród mrówek (*Myrmica*) w różnych warunkach pogodowych**
▪ Patrycja Mołek



Zapraszamy do odwiedzenia naszej strony w Internecie www.edupress.pl

Szanowni Czytelnicy

Tradycyjnie majowy numer „Biologii w Szkole” jest w znacznej części poświęcony olimpiadzie biologicznej. W tym roku już XL, jubileuszowej. Czy różniła się ona czymś od poprzednich? Chyba nie. Jak zwykle była miejscem zmagania uczniów, których wiedza, a mam nadzieję, że również umiejętności z zakresu biologii, są znacząco większe niż ich rówieśników. Cieszy mnie ogromnie sukces, jaki odnieśli uczniowie klas II LO, bo to oznacza, że już są znakomicie przygotowani, a za rok... Mam cichą nadzieję, że nie spuszczą z tonu. W tym miejscu przesyłam nauczycielom głęboki ukłon. Twierdzę, że bez tutorów takich jak Pani Anna Zdan-Andrelczyk, która przygotowała pięcioro finalistów, czy Pani Barbara Mroczek, której uczeń w ubiegłym roku zajął II miejsce, a w tym roku jej uczennica, Pani Karolina Trocka, triumfowała w zawodach, olimpiada biologiczna byłaby znacznie uboższa. Serdecznie gratuluję im i innym nauczycielom, którzy poświęcili masę czasu, by dobrze przygotować uczniów do zawodów!

Jeszcze trochę i wakacje. Zasłużony odpoczynek po ponad dziewięciu miesiącach pracy. Las, woda, słońce... tylko że słońcem to nas ostatnio trochę straszą mass media. Pamiętam, że w czasach mojej młodości Panie używały olejków wspomagających opalanie się, a teraz wszystko stało na głowie..., a może na nogach? Jak jest naprawdę? Piszą o tym Pani Marlena Zielińska i Pan Dawid Basak. Zachęcam do lektury ich artykułu.

Przyroda jest wokół nas. Tego chyba nikomu nie muszę udowadniać. Trzeba jednak umieć patrzeć, aby dostrzec życie istniejące np. pod kamieniami w parku albo w szczątkach butwiejącego drewna. Dzieją się tam rzeczy niezwykle. Rozwijają się śluzowce, którymi odżywiają się skoczogonki – zwierzęta niemal tak stare jak świat. Potrafią żyć i rozmnażać się w tak niesprzyjających warunkach, jak te, które panują na Antarktydzie! Zaiste niezwykle to zwierzęta, a o tym, że warto się nimi zainteresować, powinien przekonać Państwa artykuł Pani Beaty Mikitowicz. Nie zdziwię się, jak po jego lekturze w przyszłym roku na olimpiadzie biologicznej będziemy mieć wysyp prac o śluzowcach i skoczogonkach.

Małe jest podobno piękne. Nad tym możemy dyskutować, ale że podobać się mogą mrówki, owady często bardzo dokuczliwe, po zapoznaniu się z pracą Pani Patrycji Mołek i wysłuchaniu, jak broniła jej założeń podczas egzaminu ustnego finałowego etapu XL Olimpiady Biologicznej, nie mam wątpliwości. Dlatego postanowiłem wyróżnić jej pracę o mrówkach, publikując ją w naszym czasopiśmie. Serdeczne gratulacje Pani Patrycjjo! Wyrazy podziwu kieruję również do jej opiekunki, Pani Małgorzaty Kuźmy z Zespołu Szkół Ogólnokształcących nr 1 w Nowym Sączu.

W dziale „Z praktyki szkolnej” chciałbym zwrócić Państwa uwagę na scenariusz lekcji przygotowany przez Pana Wojciecha Jeszkę. Moim zdaniem to znakomity przykład, jak pięknie można na lekcji biologii uczyć nie tylko biologii. Już się cieszę, że w kolejnym numerze „Biologii w Szkole” będę mógł przedstawić Państwu kolejny scenariusz lekcji, w którym Pan Jeszka opowiada o..., ale niech to jeszcze pozostanie tajemnicą.

I na koniec chciałbym zwrócić Państwa uwagę na zmianę na lepsze w formie naszego czasopisma. *Chcąc spełnić Państwa oczekiwania, zawarte m.in. w ankietach redakcyjnych, od bieżącego wydania zmieniliśmy papier, na którym są wydawane nasze tytuły, z offsetowego na kredowy, bez podnoszenia ceny egzemplarza. Mamy nadzieję, że wraz z nową jakością edytorską wzrosnie również poziom merytoryczny naszego czasopisma.*

Piotr Borsuk

Problem dziury ozonowej

Wakacje za pasem. Las, woda, słońce... czas wypoczynku. Tylko jak tu wypoczywać, kiedy mass media straszą nas ultrafioletem bombardującym nasze ciała przez dziurę ozonową, którą podobno sami stworzyliśmy. Kup okulary, krem z filtrem, przebywaj w cieniu, a już o opalaniu się to nawet nie myśl. Czy naprawdę dziura ozonowa to miecz Damoklesa, który sami sobie powiesiliśmy nad głową? A może stworzyły go publikatory, które bez sensacji żyć nie mogą?

■ DAWID BASAK, MARLENA ZIELIŃSKA

Tlen jest pierwiastkiem najbardziej rozpowszechnionym w przyrodzie. W stanie wolnym występuje w powietrzu, stanowiąc zwykle 20,95% jego objętości. W skorupie ziemskiej jego zawartość wynosi około 45% wagowych. W przyrodzie tlen występuje głównie w postaci związaney. Stanowi około 89% wagowych wód naszej planety i około 53% wagowych jej skorupy, w której występuje głównie w postaci krzemianów i tlenków krzemu (IV) SiO_2 .

Tlen w stanie wolnym występuje w postaci cząsteczek dwuatomowych O_2 oraz trójatomowych – ozon O_3 (głównie w ozonosferze). Szczególną jego odmianą jest odkryty w latach 90. XX w. „czerwony tlen” o wzorze O_4 . Tetratlen, czerwony tlen (oxozone, oksozon), jest alotropową odmianą tlenu występującą przy ciśnieniu rzędu 20 GPa. Nazwa *czerwony tlen* pochodzi od jego czerwonego zabarwienia.

Ozon znany jest od połowy XIX w. jako śladowy składnik atmosfery ziemskiej. Przed około 200 laty Martin van Marum (Rys. 1a) zauważył, że w czasie wyładowań elektrycznych w tlenie pojawia się szczególnie, silny zapach, lecz nie wiedział, jak to zjawisko



Rys. 1a. Martin van Marum

nazwać. Ponad pół wieku później Christian Friedrich Schönbein (Rys. 1b) udowodnił, że sprawcą tego zapachu jest gaz, któremu nadał nazwę *ozon* (z gr. „pachnący”).

Ozon, zarówno pod względem objętości, jak i masy, nie jest dominującym składnikiem atmosfery. Gdyby cały ozon zawarty w powietrzu sprowadzić na powierzchnię Ziemi, to w warunkach normalnych, tj. przy ciśnieniu 1013 hPa oraz temperaturze 273 K, utworzyłby on „warstewkę” grubości zaledwie około 3 mm! Jest on gazem bezbarwnym o charakterystycznym, orzeźwiający zapachu, znacznie lepiej rozpuszczającym się w wodzie niż tlen dwuatomowy. W stanie ciekłym jest jasnoniebieską cieczą, a w stanie stałym ma barwę czarną.



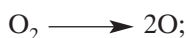
Rys. 1b. Christian Friedrich Schönbein

Tabela 1. Zestawienie niektórych właściwości fizycznych ozonu i tlenu dwuatomowego

Właściwość	Ozon (O ₃)	Tlen (O ₂)
Gęstość (T = 25°C, p = 1 atm)	1,964	1,309
Temperatura topnienia (°C)	-192,7	-218,9
Temperatura wrzenia (°C)	-111,9	-182,2
Rozpuszczalność w wodzie (T = 25°C, p = 1 atm)	0,07	0,03
Barwa po skropleniu	jasnoniebieska	ciemnoniebieska

W laboratoriach ozon można otrzymać w aparatach zwanych ozonizatorami. Zachodzą tam następujące przemiany:

1) pod wpływem energii elektrycznej powstaje atomowy tlen (dysocjacja):

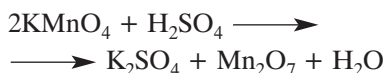


2) atomowy tlen łączy się samorzutnie z dwuatomową cząsteczką tlenu, w wyniku czego powstaje cząsteczka ozonu:



Dysocjacja tlenu cząsteczkowego na atomy może przebiegać również pod wpływem innego rodzaju energii, np. promieni ultrafioletowych lub wysokiej temperatury.

Ozon może być również otrzymywany w reakcjach chemicznych. Wspólną cechą takich reakcji jest to, że najpierw musi powstać tlen atomowy, który – łącząc się z tlenem cząsteczkowym – tworzy cząsteczkę ozonu, np.:



Źródłem ozonu (najpierw tlenu atomowego) jest nietrwały tlenek manganu(VII) Mn₂O₇. Druga reakcja jest najprostszym sposobem otrzymania ozonu w szkolnej

pracowni i przekonania się o jego silnych właściwościach utleniających.

Doświadczenie:

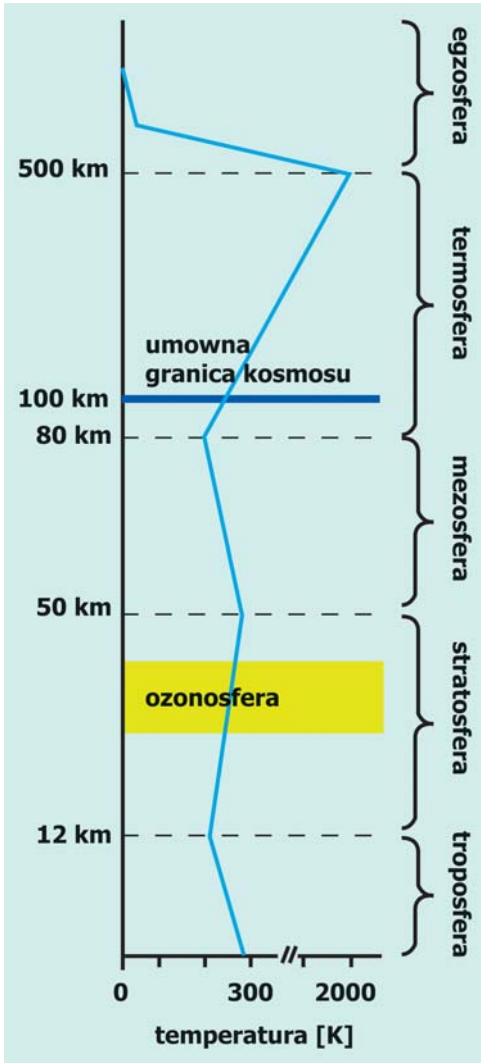
W kilku większych probówkach należy umieścić po 2–3 g sproszkowanego manganianu (VII) potasu, a następnie dodać kilka kropel wody. Przygotować kilka drewnianych pręcików owiniętych watą i zwilżyć: alkoholem, eterem, terpentyną, sproszkowaną siarką, po czym wprowadzić je kolejno do probówek. Do probówek dodać pipetą po parę kropli stężonego kwasu siarkowego (VI). Umieszczone w probówkach substancje (na pręcikach) zapalają się samorzutnie.

Doświadczenie należy prowadzić ostrożnie pod dyktando, z małymi ilościami substancji!

Atmosfera to najbardziej zewnętrzna, zbudowana z gazów, powłoka Ziemi. Granice jej nie są jednoznacznie określone, ponieważ w swojej najniższej części atmosfera przenika się z litosferą, hydrosferą, biosferą, a jej górne partie stopniowo przechodzą w próżnię międzyplanetarną. Gazy są utrzymywane w pobliżu Ziemi dzięki siłom grawitacji.

Powszechnie jest przyjęty podział atmosfery ziemskiej (Rys. 2) według rozkładu temperatury, w zależności od wysokości, na: **troposferę**, gdzie temperatura maleje niemal jednostajnie ze wzrostem wysokości, **stratosferę**, gdzie w dolnej części temperatura prawie nie zmienia się z wysokością, w górnej zaś rośnie, **mezosferę**, w której temperatura maleje wraz ze wzrostem wysokości, i **termosferę**, gdzie temperatura rośnie ze wzrostem wysokości. W atmosferze ziemskiej wyróżnia się warstwę, w której występuje duża ilość swobodnych elektronów i jonów. To tak zwana jonosfera. Najbardziej zewnętrzna część atmosfery ziemskiej jest niekiedy zwana **egzosferą**.

Stężenie ozonu w atmosferze zmienia się znacznie wraz ze zmianą wysokości i dlatego jest on zaliczany do grupy zmiennych składników atmosfery. Ozon jest gazem



Rys. 2. Schematyczny podział atmosfery (uwaga, skala wysokości jest nieliniowa)

o silnym zapachu i bywa używany jako środek dezynfekujący. Jeżeli jednak jego koncentracja przekracza 80 ppb (80 cząsteczek ozonu na bilion cząsteczek powietrza, ang. *parts per billion*), jest trujący. Ozon ma ponadto silne właściwości utleniające, gdyż rozkłada się na tlen cząsteczkowy (O_2) i tlen atomowy (O), z tego powodu jest to związek niebezpieczny (wysoce reaktywny). Występuje on w atmosferze począwszy

Tabela 2. Skład objętościowy atmosfery

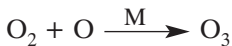
Składniki	Zawartość składników (w % objętościowych)
I. Składniki stałe	
Azot (N_2)	$78,110 \pm 0,004$
Tlen (O_2)	$290,953 \pm 0,001$
Argon (Ar)	$0,934 \pm 0,001$
Neon (Ne)	$(18,18 \pm 0,04) \cdot 10^{-4}$
Hel (He)	$(5,240 \pm 0,004) \cdot 10^{-4}$
Krypton (Kr)	$(1,14 \pm 0,01) \cdot 10^{-4}$
Ksenon (Xe)	$(1,14 \pm 0,01) \cdot 10^{-4}$
Wodór (H_2)	$0,5 \cdot 10^{-4}$
Metan (CH_4)	$2 \cdot 10^{-4}$
Tlenek azotu (N_2O)	$(0,5 \pm 0,1) \cdot 10^{-4}$
Składniki zmienne	
Woda (H_2O)	0–7
Dwutlenek węgla (CO_2)	0,01–0,1
Dwutlenek siarki (SO_2)	0–0,001
Ozon (O_3)	0–0,00001
Dwutlenek azotu (NO_2)	śladowe ilości

od powierzchni Ziemi do wysokości około 110 km. Około 90% ozonu znajduje się w stratosferze (w ozonosferze) na wysokości 15–30 km, z wyraźnym maksimum koncentracji na wysokości około 25 km (20–30 km), gdzie może osiągnąć stężenie około 10 ppm (ang. *parts per million*, czyli 10 cząsteczek na milion). Pozostała jego ilość przypada głównie na troposferę (od powierzchni Ziemi do wysokości około 15 km). Nieznaczne ilości ozonu występują także w mezosferze, a nawet w termosferze. Gaz ten jest bardzo ważnym składnikiem atmosfery i ma znaczenie zarówno pozytywne (ozon stratosferyczny), jak i negatywne (ozon w dolnej troposferze, nazwany popularnie ozonem przyziemnym).

Ozon i tlen stratosferyczny zatrzymują w całości groźne dla organizmów żywych

promieniowanie słoneczne ultrafioletowe o długości fal poniżej 290 nm. W zależności od tego, gdzie znajduje się ozon, jest on bardzo pożyteczny lub też bardzo szkodliwy, bo albo nas chroni przed nadmiernym promieniowaniem ultrafioletowym (UV), albo nas zabija, gdyż jest związkiem o działaniu silnie utleniającym. Ozon w warstwie przyziemnej, po przekroczeniu pewnego krytycznego poziomu koncentracji (zależy to od czasu działania i obecności innych składników powietrza), jest szkodliwy dla człowieka i środowiska. W ostatnich latach notuje się niebezpieczny wzrost stężenia ozonu w troposferycznym w następstwie rozwoju przemysłu i motoryzacji. W troposferze ozon pojawia się również przy wyładowaniach atmosferycznych (burzach).

Powstawanie ozonu możemy opisać następująco: jeden z głównych składników atmosfery, tlen cząsteczkowy, pochłaniając promieniowanie słoneczne, ulega fotodysocjacji (rozkładowi) na dwa atomy tlenu, a następnie tworzy ozon według reakcji:

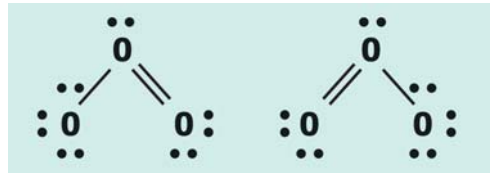


gdzie: O – tlen atomowy, M – katalizator, O_2 – tlen cząsteczkowy, O_3 – ozon, $h\nu$ – kwant energii.

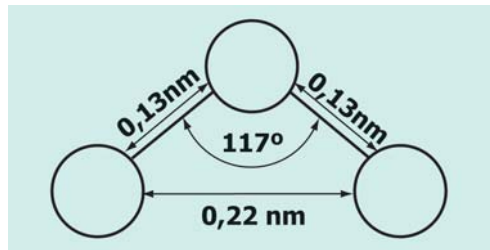
Ozon, według przedstawionej powyżej reakcji, jest efektem działania promieniowania słonecznego, rozpadu i łączenia tlenu w obecności katalizatora (M). Rolę katalizatora w tej reakcji pełnią inne cząsteczki mogące unieść uwolnioną energię chemiczną. W rzeczywistości najprawdopodobniej procesy te są znacznie bardziej skomplikowane, chociaż ilość powstających cząsteczek ozonu zależy od stężenia tlenu i promieniowania krótkofalowego (UV i krótsze). Promieniowanie to odgrywa podstawową rolę w bilansie ozonu atmosferycznego. Im bliżej powierzchni Ziemi, tym natężenie tego promieniowania jest mniejsze, a gęstość powietrza większa. W atmosferze istnieje warstwa, w której natężenie promieniowania

krótkofalowego jest jeszcze wystarczająco duże do powstania wolnych atomów tlenu, a równocześnie gęstość powietrza dostatecznie wysoka, aby powstał ozon.

Pojedynczą cząsteczkę ozonu przedstawiają poniższe wzory:



Kąt między wiązaniami wynosi 117° , a odległość między atomami zewnętrznymi 0,22 nm.



Choć w cząsteczce ozonu występują niespolaryzowane wiązania kowalencyjne, jest on substancją polarną. Z tego też powodu właściwości ozonu są inne niż właściwości tlenu dwuatomowego.

Pomiar stężenia ozonu w atmosferze jest prowadzony od 1930 roku, kiedy Gordon Miller Bourne Dobson skonstruował spektrometr odpowiedni dla tego celu. Uznając zasługi badacza, koncentrację ozonu określa się w jednostkach Dobsona („dobsony”, D). „Warstewka” ozonu, około 3 mm, została przyjęta umownie za 300 jednostek Dobsona. Jednostce 1 Dobsona [D] odpowiada warstwa „ściętego” ozonu o grubości około 0,01 mm. **W Polsce najlepszymi i najdłużej gromadzonymi danymi (od 1963 roku) tego typu dysponuje Centralne Obserwatorium Geofizyczne PAN w Belsku koło Grójca.** Pozwalają one na wyznaczenie zawartości ozonu w pionowym słupie powietrza, rozciągającym się nad przyrządem poprzez całą atmosferę.



Rys. 3. Gordon Miller Bourne Dobson

Średni poziom ozonu wynosi 300 D, podczas gdy nad równikiem jedynie około 250 D. Gdyby nie istniały wiatry stratosferyczne, najwięcej ozonu byłoby właśnie około 30 km nad równikiem. Jak wynika z danych doświadczalnych, stężenie ozonu wykazuje pewien stabilny rozkład pionowy i poziomy, którego czasowe wahania są związane ze zmianami pogody. Pionowy rozkład ozonu jest bardzo charakterystyczny. Przy powierzchni Ziemi jego stężenie osiąga niskie wartości, następnie bardzo wolno rośnie w troposferze oraz szybciej w stratosferze, gdzie osiąga maksimum na wysokości 20–30 km, a dalej wolno maleje do zera.

Ciekawy jest rozkład ozonu na kuli ziemskiej i jego zmiany czasowe. Okazuje się, że ilość ozonu istotnie rośnie wraz ze wzrostem szerokości geograficznej, dlatego też problem dziur ozonowych jest obserwowany i ważny, zwłaszcza dla większych szerokości geograficznych. Pierwszą dziurę w warstwie ozonu zaobserwowano nad biegunem południowym. Ponadto powyżej 30° szerokości geograficznej zauważono wiosenne maksima i jesienne minima koncentracji ozonu w stratosferze. Powstaje pyta-

nie, dlaczego największe ilości ozonu nie występują na terenach okołorównikowych, gdzie promieniowanie słoneczne jest najsilniejsze. Dzieje się tak ze względu na silne, konwekcyjne ruchy powietrza.

Ruchy pionowe (wstępujące) masy powietrza nad równikiem są tak silne, że troposferyczne powietrze przedostaje się powoli aż do dolnej stratosfery. Uniemożliwia to dopływ ozonu z górnej stratosfery ku tropopauzie (izotermiczna warstwa atmosfery ziemskiej o grubości około 1–2 km, tworząca strefę przejściową między troposferą a stratosferą), co objawia się obniżoną zawartością tego gazu nad terenami równikowymi. Ruch pionowy w troposferze okołorównikowej musi być kompensowany przechodzeniem innych mas powietrza stratosferycznego w dół, do troposfery. Odbywa się to, zwłaszcza zimą, na dużych szerokościach geograficznych oraz, w sposób ciągły, na wysokości frontu polarnego. Troposferyczne masy powietrza równikowego odbywają w stratosferze ruch w kierunku większych szerokości geograficznych, obniżając się stopniowo do tropopauzy, która jest położona tu znacznie niżej niż nad równikiem. W powietrzu tym znajduje się dużo ozonu atmosferycznego, który osadza się w atmosferze na większych szerokościach geograficznych, zwłaszcza w okresie wiosennym. Ilość ozonu jest związana także z krótkookresową sytuacją meteorologiczną. Zjawisko to obserwujemy przede wszystkim na średnich szerokościach geograficznych i nie zostało ono jeszcze w pełni wyjaśnione.

W stratosferze bezzapachowe i bezbarwne freony, czyli chloro- i fluoropochodne węglowodorów alifatycznych (odpowiednio CFC i HFC), ulegają rozbiciu przez promieniowanie ultrafioletowe, co powoduje uwolnienie chloru atomowego. Mimo że chlor może być przechwycony przez cząsteczkę metanu, który dość powszechnie występuje w atmosferze, i utworzyć niegroźny dla ozonu chlorowodór, to bardziej prawdopodobna jest jego reakcja z ozonem:



Warto dodać, że jeszcze kilkanaście lat temu freony były powszechnie używane jako ciecz chłodnicza w lodówkach i chłodziarkach, dezodorantach i innych aerozolach, niestety nadal są stosowane w urządzeniach do klimatyzacji.

Tlenek chloru (ClO) może przereagować z dwutlenkiem azotu, tworząc azotan chloru (ClONO₂). Staje się wówczas dla ozonu neutralny. Może jednak trafić na atom tlenu powstały podczas fotochemicznego rozkładu ozonu:

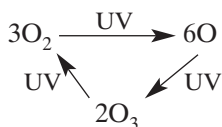


Łatwo można dostrzec niebezpieczne skutki obu tych reakcji. Atom chloru najpierw zniszczył ozon, a potem uległ „regeneracji”. Przy okazji związał wolny atom tlenu, który w reakcji z O₂ mógłby odtworzyć cząstkę ozonu. Wolny chlor jest zdolny do kolejnej reakcji katalitycznej. Badania wykazały, że jeden jego atom może przeobrazić w dwuatomowy tlen nawet 100 000 cząstek ozonu. Łańcuch ten ulega przerwaniu jedynie wtedy, gdy nadzwyczaj reaktywny chlor utworzy cząsteczkę chlorowodoru lub azotanu chloru. Teoretycznie więc pojedynczy atom chloru mógłby rozłożyć całą warstwę ozonu, gdyby nie zachodziły jego reakcje z tlenkiem azotu dające trwalsze produkty.

Przemiany ozonu w atmosferze można przedstawić w następujący sposób: w wyższych warstwach atmosfery ozon powstaje z tlenu pod wpływem promieniowania:

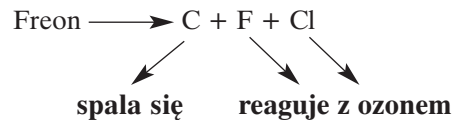


Nadmiar ozonu jest z powrotem zamieniony w tlen, a niedomiar uzupełniany przemianą tlenu w ozon:

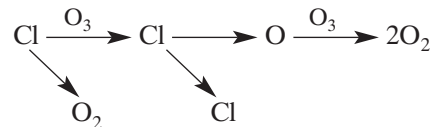


Równowaga zostaje zachwiana przez związki węgla z fluorowcami zwanymi freonami. **Freony** (CFCl) to grupa chloro-

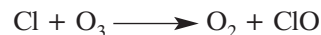
i fluoropochodnych węglowodorów alifatycznych znanych pod handlową nazwą **Freon** i używanych m.in. jako ciecz chłodząca w chłodziarkach oraz jako czynnik napędowy w aerozolach. Freony, które przedostają się do atmosfery, ulegają pod wpływem promieniowania nadfioletowego rozkładowi na pierwiastki według schematu:



Z powstałych w tej reakcji pierwiastków działanie niszczące ozon wykazują obydwa fluorowce, a szczególnie chlor. Proces niszczenia ozonu przez chlor zachodzi w trakcie skomplikowanego procesu zachodzącego według schematu:



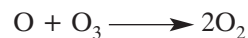
Atomy chloru uwolnione z cząsteczki freonu reagują z cząsteczką ozonu. Powstaje cząsteczka tlenu dwuatomowego oraz związek chloru z tlenem.



Związek tlenu z chlorem rozpada się na atomy chloru i tlenu.



Tlen atomowy reaguje z następną cząsteczką ozonu. Powstają dwie cząsteczki tlenu dwuatomowego.



Tak więc dwie cząsteczki ozonu stały się trzema cząsteczkami tlenu dwuatomowego. Atom chloru natomiast pozostaje w atmosferze i łączy się z następną cząsteczką ozonu. Tlenek chloru może również reagować z atomem ozonu, tworząc cząsteczkę tlenu i atom chloru.



Uwolniony chlor może zniszczyć następną cząstkę ozonu, czyli chlor nie zużywa się w wyżej wymienionych przemianach. Taki proces nazywamy katalitycznym i jest on jedną z przyczyn tworzenia się dziury ozonowej.

W zaburzonej dolnej stratosferze (region „dziury ozonowej”) bardzo ważnym mechanizmem szybkiej i masowej destrukcji ozonu zachodzącej wczesną wiosną – bez udziału tlenu atomowego – jest cykl katalityczny z nadtlenkiem chloru, zwany inaczej dimerem tlenku chloru $(\text{ClO})_2$ tworzącym się bezpośrednio z ClO. Dimery $(\text{ClO})_2$ tworzą się jedynie w bardzo niskiej temperaturze. Łatwo ulegają fotolizie i dlatego są one obfite tylko wczesną wiosną. Tworzeniu się dimerów sprzyja koncentracja tlenków chloru. Szacuje się, że aż 85% obecnego w warstwie ozonowej chloru jest w postaci aktywnej ClO i $(\text{ClO})_2$.

Zimą w stratosferze antarktycznej (nad całą Antarktydą – półkula południowa) powstaje na skutek oziębiania się i osiadania powietrza bardzo zimny i stabilny wir polarny (ang. *polar vortex*) – silna cyrkulacja zachodnia wokół bieguna. Silne wiatry zachodnie powodują, że antarktyczny wir polarny jest całkowicie odizolowany od strefy podzwrotnikowej i umiarkowanej, zatem zamyka powietrze na całą zimę (noc polarna), aż do momentu wiosennego wschodu słońca. Temperatura powietrza w jego centralnej części obniża się w dolnej stratosferze lodowych polarnych chmur stratosferycznych. Na powierzchni tych chmur przebiegają katalityczne reakcje chemiczne prowadzące do dużego nagromadzenia aktywnego tlenku chloru, a w konsekwencji do niemal całkowitego zniszczenia wczesną wiosną ozonu w dolnej stratosferze („dziura ozonowa”).



nadmorskie WARSZTATY PRZYRODNICZE

więcej na stronie: www.via.lunar.pl
lub pod numerem telefonu: 602 25 18 63



Zimą na półkuli północnej powstaje – analogiczny do antarktycznego – arktyczny wir polarny. Arktyczny wir polarny jest o wiele słabszy niż wir antarktyczny, ponieważ zima stratosfery arktycznej jest cieplejsza (dopływa powietrze z szerokości geograficznych umiarkowanych) od zimy stratosfery antarktycznej. Zachodzą tu procesy fizyczne i chemiczne podobne do tych, które są obserwowane w stratosferze antarktycznej, ale z dużo mniejszą wydajnością. Ma to miejsce szczególnie w okresach silnego spadku temperatury stratosfery.

Skutki powstawania dziury ozonowej nad naszą planetą są ogromne. W wyniku zmniejszania się grubości warstwy ozonu w stratosferze na powierzchnię Ziemi dociera więcej promieniowania nadfioletowego, które jest szkodliwe dla organizmów żywych. Zaburza ono równowagę biologiczną ekosystemów, w szczególności polarnych.

Szkodliwe promieniowanie ultrafioletowe przenika przez wodę, zagrażając tym samym delikatnym organizmom wchodzącym w skład planktonu. Organizmy te stanowią pożywienie dla zwierząt będących kolejnym ogniwem łańcuchów, a raczej sieci, pokarmowych. Gdy ich zabraknie, organizmy z kolejnych poziomów troficznych zostaną skazane na głodówkę. Również przemysł przetwórstwa rybnego zostanie znacznie osłabiony na skutek braku ryb. Poza tym fitoplankton wytwarza ogromne ilości tlenu, przez co natlenia wodę. Jeśli zmniejszy się ilość fitoplanktonu, to zmniejszy się ilość tlenu rozpuszczonego w wodzie, co w drastyczny sposób ograniczy populację ryb. Ponadto zmiana natlenienia wody zmieni jej gęstość, co z kolei zmieni ruch wód w oceanach, który ma ogromny wpływ na klimat globalny. Nadto fitoplankton pochłania znaczne ilości dwutlenku węgla, dlatego jego wyginiecie, a nawet zmniejszenie liczebności, może również przyczynić się do zwiększenia efektu cieplarnianego.

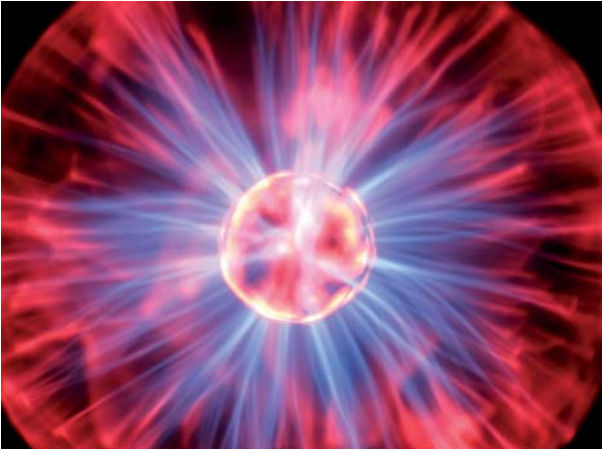
Dziura ozonowa to zjawisko niebezpieczne i zagrażające również w sposób bezpośredni człowiekowi. Poniżej przed-

stawiamy kilka przykładów dokumentujących powyższą tezę.

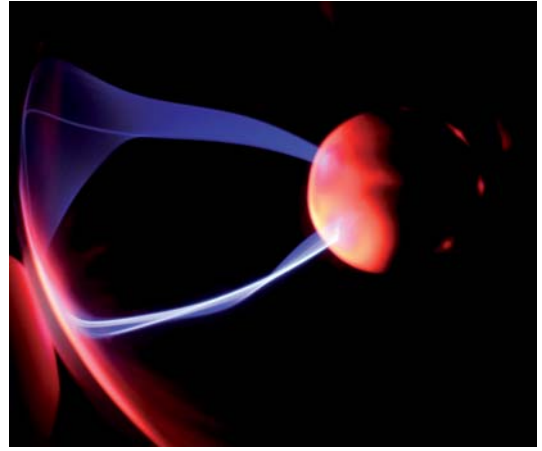
- Zbyt duża dawka promieniowania ultrafioletowego, docierającego na powierzchnię Ziemi, sprawia, że skóra ludzka zaczyna się szybciej starzeć. W ostatnich kilkudziesięciu latach notuje się także wzrost zachorowań na raka skóry, który jest efektem zbytnej ekspozycji ciała na promieniowanie słoneczne (głównie UV).
- Promieniowanie UV ma także negatywny wpływ na oczy. Stanowi przyczynę podrażnień spojówek oraz innych poważnych chorób oczu, m.in. zaćmy.
- Udowodniono, że nadmierne promieniowanie ultrafioletowe obniża odporność organizmu. Na skutek osłabienia układu immunologicznego człowiek staje się podatny na różnego rodzaju infekcje oraz choroby, w tym także na nowotwory.

Wciąż istnieje zagrożenie, że w niedalekiej przyszłości może dojść do całkowitego zaniku warstwy ozonowej. Skutkiem tego może być biologiczna śmierć naszej planety. Aby temu zapobiec, należy przestrzegać zakazów stosowania freonów. Stąd powinniśmy szukać produktów oznaczonych etykietkami: *CFC free*, *Ozone friendly*, *Freon free*. Ponadto należy ograniczyć ilość gazów przemysłowych emitowanych do atmosfery.

Gwałtowny rozwój komunikacji rozpoczął się w XX w. W poprzednich stuleciach w swoich wędrówkach ludzie wykorzystywali zwierzęta i statki. Niestety nieuchronny rozwój technologiczny doprowadził do szybkiego rozwoju komunikacji. Samochody, samoloty i nowoczesne statki potrzebują paliw, których składniki, a szczególnie produkty ich spalania (tlenki azotu, węglowodory i dwutlenek węgla), niekorzystnie wpływają na środowisko. Niemal połowa tlenków azotu obecnych w atmosferze jest emitowana właśnie przez pojazdy. Dlatego tak istotne jest zmniejszenie ilości emitowanych przez nie gazów. Aby to osiągnąć, należy zmniejszyć wykorzystywanie pojazdów spalinowych, takich jak samochody, autobusy czy motory. Często zamiast



Rys. 4. Kula plazmowa



wsiadać do samochodu czy autobusu możemy przejechać się rowerem lub przespacerować. Niestety w dzisiejszych czasach, szczególnie w Polsce, nieczęsto widuje się rowerzystów, głównie w wielkich miastach. Samochody są najbardziej szkodliwe dla środowiska.

Porównując wykorzystywanie tlenu przez samochody i ludzi, ekolodzy wyliczyli, że aby związać ilość dwutlenku węgla wytwarzaną przez jeden samochód w ciągu godziny, potrzeba aż pięciu drzew liściastych prowadzących intensywną fotosyntezę, z których każde wytwarza tyle tlenu, ile w ciągu godziny potrzebuje do oddychania 200 osób. Kolejnym rozwiązaniem jest modyfikacja silników spalinowych, tak aby zmniejszyć emisję ozonu i innych gazów podczas spalania węglowodorów w komorze silnika. Paliwo powinno być odpowiednie, dlatego należy często sprawdzać jego jakość. Powinniśmy również dbać o zalesienie naszej planety, sadzić nowe drzewa i zaprzestać wycinania puszczy i lasów równinowych. Dotyczy to głównie lasów Amazonii, które są nazywane zielonymi płucami naszej planety, a dziennie znikają ich dziesiątki hektarów.

Zmniejszenie emisji ozonu do atmosfery zależy w dużej mierze od nas samych. Od nas zależy, w jakim środowisku będzie-

my żyć my i przyszłe pokolenia. Prężnie rozwijający się przemysł samochodowy zapewne w najbliższym czasie stworzy pojazdy napędzane wodą lub wodorem. Jest także nadzieja, że powstaną praktyczne samochody elektryczne, ładowane na postoju z baterii słonecznych.

Przez pojęcie zjonizowanego tlenu należy rozumieć aktywną formę tlenu cząsteczkowego (O_2), która jest naładowana dodatnio lub ujemnie. Prawie każdy z nas uważa, że lepiej się czuje, kiedy jest nad morzem, w pobliżu wodospadu, w lesie lub podczas spaceru w górach. Powietrze wydaje się tam „świeższe” i niesie za sobą dobre samopoczucie i odprężenie. Niekiedy wiąże się to ze zwiększeniem ilości jonów ujemnych tlenu w powietrzu.

Obecnie wiele się mówi na temat terapii tlenowej za pomocą kapsułów tlenowych i mat ozonowych. Wydaje się, że to ważna metoda terapeutyczna, ponieważ poziom tlenu w naszych tkankach zmienia się wraz z wiekiem, w konsekwencji zmniejszenia się sprawności płuc oraz serca. Dochodzi do tego tym szybciej, im częściej organizm jest wystawiony, bez odpowiednich zabezpieczeń, na różnorodne obciążenia. Dlatego też stres, czynniki szkodliwe (środowiskowe), nadwaga, brak ruchu mogą, również u młodych ludzi, doprowadzić do spadku poziomu tlenu we

krwi. Deficyt tlenowy może doprowadzić do obniżonej sprawności, zmęczenia, spadku koncentracji, przemęczenia psychicznego, jak i fizycznego. Dlatego w ostatnich latach tlen zyskał duże znaczenia również w profilaktyce zdrowotnej.

Warto w tym miejscu wspomnieć o tzw. tlenoterapii. Oczywiście leczenie tlenem w medycynie jest znane od dawna. Sportowcy czasami wdychają czysty tlen przed zawodami. Istnieją zakłady usługowe oferujące wdychanie tlenu za określoną opłatą. Ich właściciele twierdzą, że tlenoterapia, poprzez dostarczenie organizmowi większej ilości tlenu, jest sposobem na zachowanie zdrowia, młodości i urody. Według nich profilaktyczne stosowanie tlenu opóźnia proces starzenia organizmu i pozwala zachować sprawność fizyczną i umysłową na długo. Dotleniony organizm ma być bardziej odporny na infekcje, alergie i niewydolność krążenia.

Kapsuła tlenowa jest urządzeniem kosmetycznym podobnym do kapsuły spa. Zabieg w niej trwa około 30 minut i składa się z kilku etapów: działanie zjonizowaną parą wodną, działanie ozonu, działanie mgiełki wodnej z substancjami odżywczymi i prysznic o zmiennej temperaturze. Ponieważ tlen i jego niektóre formy są bardzo aktywne, a ozon w dużych stężeniach wręcz toksyczny, długotrwałe efekty takich kapsuł nie muszą być wcale takie korzystne.

Przykładem emisji ozonu jest jonizacja powietrza wokół kuli plazmowej (Rys. 4). Jest to urządzenie z charakterystyczną szklaną kulą wypełnioną gazem bądź odpowiednią mieszkanką gazów, wewnątrz której widać się wstęgi wyładowań elektrycznych pierścieniowych. Urządzenie to nie ma żadnego praktycznego zastosowania. Służy do celów edukacyjnych jako widowiskowy sposób prezentacji tworzenia się wyładowań elektrycznych oraz jest atrakcyjną ozdobą.

Ozon jest drugą co do siły oczyszczania substancją na świecie (silny utleniacz). W sposób naturalny oczyszcza powietrze i wodę. Eliminuje zarazki, usuwa nieprzy-

jemy zapach i utrzymuje naturalną równowagę. Ozon to o wiele silniejszy utleniacz niż chlor. Ponieważ jest w całości zbudowany z tlenu, nie zawiera żadnych szkodliwych dla środowiska składników. Ponadto wykazano, że ozon może niszczyć, i to wyjątkowo skutecznie, wszelkie drobnoustroje, wirusy i bakterie, jak również inne czynniki chorobotwórcze oraz szkodliwe związki organiczne. Niestety z powodu swojej chemicznej niestabilności jest bardzo nietrwały. Proces degradacji ozonu stymulują zanieczyszczenia organiczne. Dlatego nie może być przechowywany i powinien być wytwarzany na bieżąco. Proces utleniania (nasycaenia wody ozonem) jest od wielu dziesięcioleci stosowany na skalę przemysłową w stacjach uzdatniania wody w większości dużych aglomeracji miejskich, również w Polsce.

DAWID BASAK

Zespół Szkół w Górsku

dr **MARLENA ZIELIŃSKA**

Pracownia Dydaktyki Wydziału BiNoZ UMK w Toruniu,
Społeczna Szkoła Podstawowa i Gimnazjum im. J. Słowackiego
w Toruniu

PIŚMIENNICTWO

- Bartosz G., *Druga twarz tlenu*, PWN, Warszawa 2003.
- Czaja S., *Globalne zmiany klimatyczne*, WEiŚ, Białystok 1998.
- Kośmicka M., *Zagadnienie dziury ozonowej. Kiedy i jak realizować na lekcjach przedmiotów przyrodniczych*, Nauczanie Przedmiotów Przyrodniczych 2 (2) 2001.
- Łykowski B. (red.), *Podstawy klimatologii stosowanej – działy wybrane*, SGGW, Warszawa 1999.
- Turło J. (red.), *O dziurze ozonowej*, CODN Warszawa 1995.
- Woś A., *ABC Meteorologii*, WN UAM, Poznań 1995.
- www.geografia.com.pl
- www.fizyka.umk.pl/phys/ZAKLADY/PDF/Pokazy_2006/wstep.html
- http://naszackologia.pl/dziura_ozonowa.php
- www.oxyllife.com
- <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Schönbein.jpg>
- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Martin_van_Marum_by_Charles_Howard_Hodges.JPG
- www.atmosphere.mpg.de/media/archive/1289.jpg
- www.ozonwoda.pl
- http://pl.wikipedia.org/wiki/Kula_plazmowa
- <http://ozonowanie.to.pl>

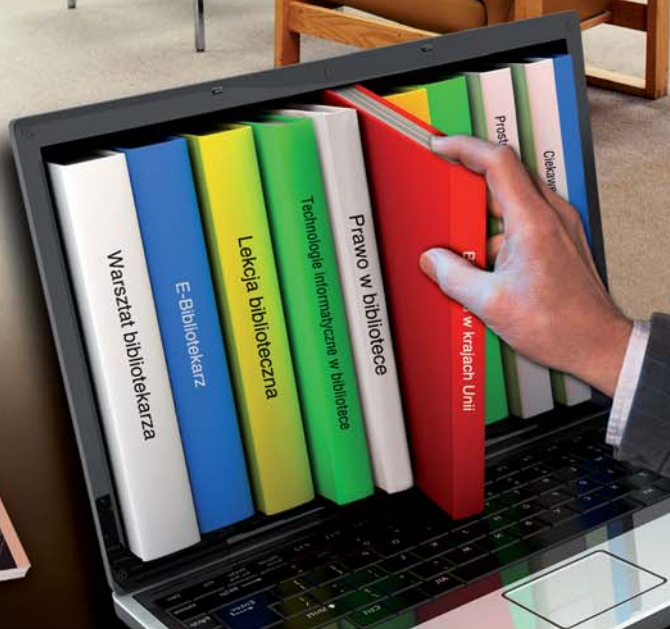
Biblioteka

Szkolne Centrum Informacji

nowoczesne czasopismo dla nauczycieli bibliotekarzy



- pokazuje jak powinna funkcjonować nowoczesna biblioteka szkolna
- omawia najnowsze trendy w opracowaniu zbiorów
- przybliża niezbędne zagadnienia prawne
- wprowadza w świat nowych technologii informatycznych i Internetu
- rekomenduje nowości wydawnicze



ciekawe, wszechstronne, przydatne

Redakcja Czasopism Pedagogicznych EduPress, Dr Josef Raabe Spółka Wydawnicza Spółka z o.o.
Wola Plaza, ul. Młynarska 8/12, 01-194 Warszawa
tel. 22 244 84 78, faks 22 244 84 10, e-mail: prenumerata@raabe.com.pl

www.edupress.pl

Skoczogonki i śluzowce

– współmieszkańcy wilgotnych siedlisk

Niezwykłe organizmy żyją obok nas. Zwykle przechodzimy obok nich, nie dostrzegając, że istnieją. Dopiero gdy ktoś pokaże nam je palcem, zaczynamy się zastanawiać, dlaczego sami ich nie zauważyliśmy. Do takich niepozornych organizmów należą śluzowce i skoczogonki. Niepozorne, ale jakże niezwykle. Przykładowo do niedawna skoczogonki uznawano za największe lądowe zwierzęta Antarktydy! Poniżej prezentujemy Państwu wyniki pracy magisterskiej Pani Beaty Mikitowicz. To doskonały przykład ciekawej pracy przyrodniczej, pozwalającej nam lepiej poznać miejsce, w którym żyjemy.

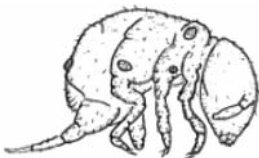
■ BEATA MIKITOWICZ

Śluzowce (*Mycetozoa*) i skoczogonki (*Collembola*) to na ogół niewielkie organizmy eukariotyczne. Śluzowce od początków badań (tj. od połowy XIX wieku), „wędrowały w systematyce” i zawsze sprawiały problemy naukowcom z przyporządkowaniem do określonej grupy, ponieważ na różnych etapach rozwoju łączą w sobie cechy grzybów i zwierząt. Do dziś stanowisko systematyczne śluzowców nadal nie jest jednoznacznie określone.

Część naukowców klasyfikuje je jako gromadę w królestwie *Protozoa*, w obrębie tej gromady rygorystycznie wyróżnia

trzy klasy: *Protosteliomycetes*, *Dictyosteliomycetes* i *Myxomycetes* (Drozdowicz i wsp., 2003) (Fot. 1a, b). Część naukowców uważa jednak śluzowce za grupę polifiletyczną, której taksony mieszczą się w obrębie supergrup: Bikonta, Amoebozoa i Opisthokonta, w obrębie domeny Eukarya. Tak przyjęta klasyfikacja obejmuje zdecydowanie szerszą grupę organizmów, wśród których wyróżnia się nie tylko tradycyjnie klasyfikowane *Mycetozoa* (*Protosteliomycetes*, *Dictyosteliomycetes*, *Myxomycetes*), ale również śluzowce należące do supergrupy Bikonta (*Acrasiomycota*, *Labyrinthulomycota*, *Plasmodiophorida*) oraz Opisthokonta.

Skoczogonki (Rys. 1) tworzą grupę skrytoszczękich stawonogów (*Entognatha*). Dawniej zaliczano je do grupy pierwotnie bezskrzydłych owadów. Obecnie zyskały status sześciopalców stawonogów będących siostrzaną klasą wobec owadów jawnoszczękich (*Ectognatha*) (Pomorski i Skarżyński, 1991).





Fot. 1a. *Hemitrichia serpula* – przedstawiciel *Myxomyce*tes, mikroskop stereoskopowy (fot. B. Mikitowicz)

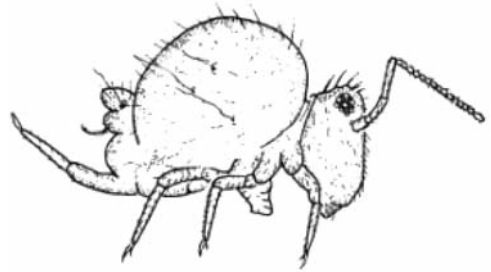


Fot. 1b. *Arcyria denudata*, mikroskop stereoskopowy (fot. B. Mikitowicz)

Posiadają wiele prymitywnych cech budowy (aparat gębowy ukryty w puszcze głowowej, maksymalnie osiem prostych oczu, cewkę brzuszną, aparat skoczny, stopogolenie, prymitywne narządy rozrodcze, szczeciny pełniące funkcje zmysłowe i ochronne). Prosta budowa ciała, małe rozmiary oraz adaptacje morfologiczne fascynują naukowców i są obiektem ich badań. Wielkość, segmentacja ciała, układ szczecin (chetotaksja), liczba oczek itp. mają znaczenie taksonomiczne (Rys. 2).

Skoczogonki i śluzowce bytują na Ziemi dłużej niż człowiek. Wielu ludzi nie zdaje sobie sprawy z ich obecności. Badając budowę, różnorodność morfologiczną form i sposób ich rozwoju, odkrywa się fenomen życia tych niewielkich organizmów.

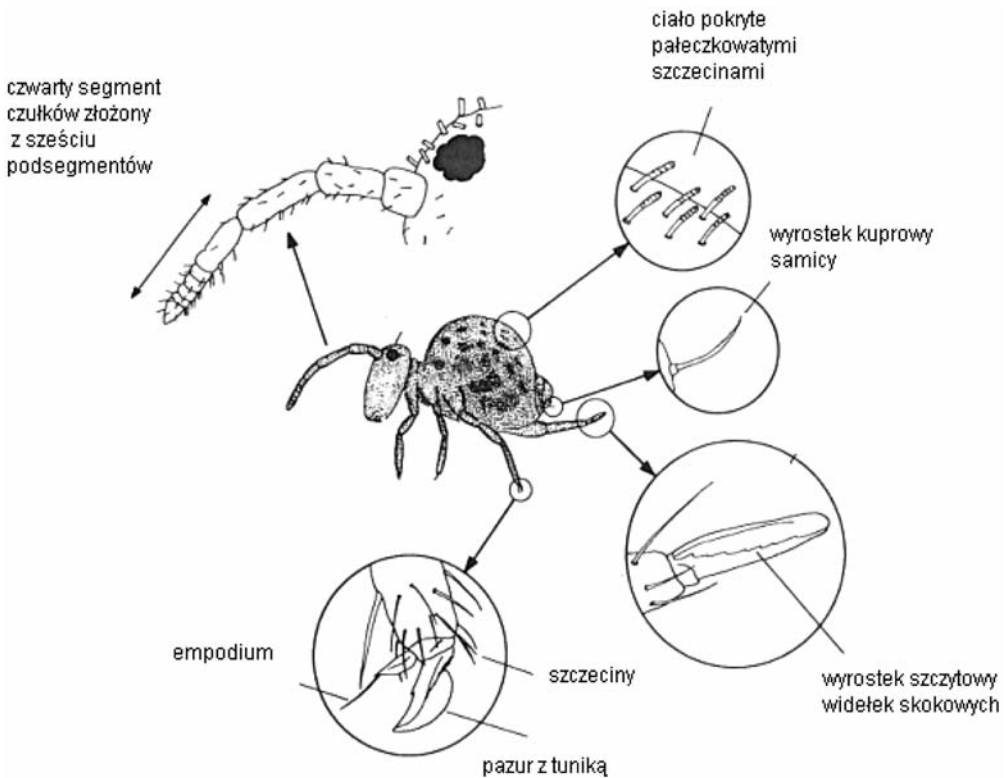
Skoczogonki i śluzowce to organizmy ewolucyjnie bardzo stare. Ślady obecności przodków *Collembola* na Ziemi stwierdzono w skałach osadowych z wczesnego dewonu (*Ryniella prekursor*), a nawet syluru (koprolity) (Grimaldi i Engel, 1984; Sławska, 2004). Szacuje się, że na świecie występuje ogółem około 7500, a na obszarze Polski – 468 gatunków tych zwierząt (Sterzyńska i wsp., 2007). Zależnie od gatunku osiągają różną długość ciała. Spotyka się zarówno gatunki bardzo małe o długości około 0,2 mm (*Sminthurides sp.*, *Sphaeridia sp.*), jak i takie, których ciało mierzy do 17 mm (gatunki z podrodziny *Uchidanurinae* zasiedlają



Rys. 1. Skoczogonek

ce południowo-wschodnią Azję i Nową Zelandię) (Hopkin, 2007). Nasz największy krajowy gatunek, *Tetrodontophora bielanensis*, osiąga długość 9 mm. Współczesne skoczogonki są bardzo płodne, a ich zasięg występowania jest bardzo duży. Nawet na niewielkich obszarach tworzą bogate, zróżnicowane gatunkowo zbiorowości, m.in. dzięki temu, że potrafią adaptować się do życia w różnych siedliskach. Ich populacje osiągają wysokie zagęszczenie, „można doliczyć się ponad 100 000 osobników na 1 m² gleby” (Sławska, 2004). Skoczogonki najliczniej występują w strefach umiarkowanej i subarktycznej.

Im bliżej równika, tym trudniej je spotkać. Preferują wilgotne siedliska, bogate w materię organiczną znajdującą się w różnych stadiach rozkładu. Nietrudno znaleźć je w glebie, ściółce leśnej, w poduszkach mchów, na roślinach lądowych i wodnych, pod ka-



Rys. 2. Morfologia skoczogonka. *Lipothrix lubbocki* (2 mm)

Źródło: Hopkin S.P., A Key to the *Collembola* (Springtails) of Britain and Ireland, Linnean Society of London 2007, s. 192

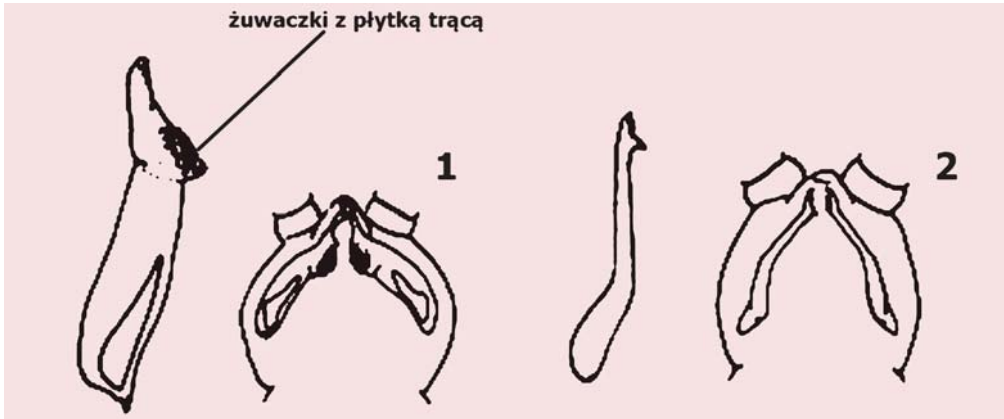
mieniami, w próchniejącym drewnie, jak i na pniach, w koronach drzew i krzewów, na polach, w jaskiniach, na guanie, w sztolniach, żwirowiskach rzek, strefach pływów morskich, gniazdach mrówek oraz w norach małych ssaków (Bretfeld, 1999). Na płatach śniegu tworzą masowe zgrupowania.

Można je spotkać na obszarach arktycznych i wysoko w górach. Niektóre gatunki przystosowały się do życia w kserotermicznych murawach. Występują w środowiskach naturalnych i antropogenicznych. Towarzyszą człowiekowi w szklarniach, pieczarkarniach, pojawiają się w ziemi doniczkowej. Rodzaj pożywienia zjadanego przez skoczogonków w dużym stopniu zależy od zasobów pokarmowych siedliska oraz typu budowy ich aparatu gębowego.

Większość gatunków żeruje przede wszystkim na strzępkach grzybni oraz mar-

twej materii organicznej zarówno pochodzenia roślinnego jak i zwierzęcego, która jest dla nich najatrakcyjniejszym i ogólnie dostępnym źródłem pokarmu. Gatunki zasiedlające powierzchnię gleby żerują na glonach, porostach, pyłkach i zarodnikach roślin. Istnieją gatunki, które zmieniają swoje wymagania pokarmowe w ciągu sezonu.

Nie brakuje skoczogonków drapieżnych, zjadających mikroorganizmy glebowe, niesporczaki, nicienie, wrotki, inne skoczogonki i ich jaja (Hopkin, 2002; Rusek, 1989). Preferencje pokarmowe skoczogonków wynikają z budowy aparatu gębowego tych zwierząt. Gatunki odżywiające się stałym pokarmem mają gryzące aparaty gębowe. Ich narządy są zbudowane z nieczłonowanych parzystych żuwaczek, zaopatrzonych w płytki trące, oraz członowanych szczęk, z żuwkami wyposażonymi w schitynizowane



Rys. 3. Aparaty gębowe skoczogonków: 1 – gryzący, 2 – kłujaco-ssący

Źródło: Pomorski R. J., Skarżyński D., *Collembola* Polski. Rysunkowy klucz do oznaczania, PTE, Biologica silesiae, Wrocław 1991

lamelle z ząbkami. Gatunki mające aparaty kłujaco-ssące pobierają pokarm w postaci płynnej. Skoczogonki pobierające pokarm płynny nie mają płytek trących na żuwaczkach, a ich szczęki przybierają kształt sztyletu (Pomorski i Skarżyński, 1991).

Pożywienie gatunków mających ssące aparaty gębowe jest mniej poznane. Przypuszcza się, że odżywiają się one bakteriami i drożdżami (Rusek, 1989). Pokarmowy oportunizm skoczogonków i polifagia prawdopodobnie znacząco wpływają na ich rozrodczość i wysoką liczebność w ekosystemach.

Obok skoczogonków w tych samych siedliskach żyją śluzowce, prawdopodobnie jeszcze starsze eukarionty, określane przez niektórych badaczy jako „archaiczne pierwociny życia” (www.myxomycetes.wolf-5.cyberdusk.pl/index.php?wyb=03). Te na ogół mało znane organizmy budzą zaciekawienie budową, złożonym cyklem rozwojowym i efemerycznym pojawianiem się. Obejmują grupę organizmów, których stadium wyjściowym w cyklu rozwojowym jest pełzak. Poszczególne grupy śluzowców różnią się typem agregacji komórek i cyklem rozwojowym (Grabda i wsp., 1972).

Z około 1000 gatunków występujących na świecie *Myxomycetes* w Polsce opisano ponad 220 (Drozdowicz, 2006). Śluzowce, tak jak skoczogonki, są kosmopolityczne, choć spotyka się je znacznie rzadziej.



Fot. 2. Siedliska śluzowców – powalone kłody (fot. B. Mikitowicz)

Preferują miejsca wilgotne, zasobne w martwą materię roślinną (Fot. 2). Spotyka się je w ściółce leśnej, w próchniejącym drewnie, na mszakach, źdźbłach traw, krzewach, pniach i koronach drzew. Na obszarach arktycznych występują na odchodach i szczątkach zwierząt. W złożonym cyklu rozwojowym ujawniają stadium jednokomórkowego pełzaka, wielojądrowej śluzni (plazmodium), osiadłych zarodni (sporkarpów) lub form przetrwalnych (sklerocji). Pełzaki (płytki) są haploidalne, mogą posiadać wić (myxmonady) lub poruszać się za pomocą nibynózek (mixameby). Łączą się w pary i w wyniku zapłodnienia dają początek diploidalnej śluzni. Plazmodium to ruchliwa, wegetatywna postać

śluzowca. Diploidalna śluznia większość życia spędza w kryptycznym środowisku gleby. Odżywia się bakteriami, zarodnikami grzybów, strzępkami grzybni, glonami, pierwotniakami, drobną śluznią innych śluzowców. Przemieszczając się po podłożu, pochłania cząstki materii, martwe szczątki, drobiny piasku, przez co powiększa swoją masę. Trawienie odbywa się wewnątrzkomórkowo. Po pobraniu, przez fagocytozę, pokarm ulega trawieniu w wodniczках pokarmowych, a jego niestrawione resztki zostają wydalone. Wydzielając enzymy do podłoża, śluznia rozkłada związki organiczne, a produkty tego procesu pobiera na drodze osmozy (www.myxomycetes.wolf-5.cyberdusk.pl/index.php?wyb=03). Przypuszczalnie dobrze odżywione plazmodium, wykazując ujemny hydrotropizm, wypełza na powierzchnię pniaków i żywych roślin, aby wykształcić osiadłe zarodnie (sporangia), haploidalne zarodniki i dzięki sporulacji dokonać ekspansji na nowe tereny, zasobne w pokarm. Właśnie wtedy można obserwować niezwykłość kształtów i barw zarodni. Według niektórych autorów tworzenie zarodni (owocowanie) jest odpowiedzią na niekorzystne warunki środowiskowe.

Obserwując śluzowce w ich naturalnych siedliskach oraz pobierając materiał do badań, wielokrotnie stwierdzałam, że towarzyszą im bezkręgowce, dla których są doskonałym i łatwo dostępnym pokarmem. Często obserwowano chrząszcze wspinające się między zarodnikami i zjadające zarodnie śluzowców (*Stemonitopsis typhina*, *Stemonitis fusa*). Masowa ekspansja larw chrząszczy na liczne sporangia śluzowców z rodzaju *Cribraria* powodowała, że już następnego dnia pozostawały po nich same trzony zarodni. Odsłaniając korowinę leżących leśnych kłód, obserwowano larwy *Coleoptera* zjadające resztki śluzni. Za pomocą binokularu obserwowano larwy z rzędu muchówek (*Diptera*) i chrząszczy (*Coleoptera*), które po dotknięciu pęsetą nieruchomiały, a po chwili kontynuowały konsumpcję resztek sporokarpu. Po wilgotnej leżni śluzowca przemieszczały się nicienie, czasami zalesz-

czotki, ślimaki, roztocza, krocionogi i wije. Rztocza zaplątane we włosni śluzowca rozciągały ją w różne strony, przypuszczalnie wspomagając tym samym rozprzestrzenianie się zarodników. Z otwartych zrosłozarodni *Lycogala conicum* niekiedy masowo „wysypywały” się ich młodociane formy.

W literaturze naukowej spotyka się opisy wieloletnich badań dotyczących interakcji zachodzących pomiędzy chrząszczami a śluzowcami. Udowodniono związki troficzne śluzowców z przedstawicielami chrząszczy z rodzin *Leiodidae*, *Cerylonidae*, *Clambidae*, *Eucinetidae*, *Lathridiidae*, *Rhyssodidae*, *Scaphidiidae*, *Sphiniidae* (Lawrence i Newton, 1980; Stephenson i Stempen, 2000). Wykazano, że chrząszcze z rodzaju *Anisotoma* żywią się zarodnikami, a nietlone *Agathidium oniscoides*, mające w aparacie gębowym gładką płytkę molarną, wyspecjalizowały się w odżywianiu miękką śluznią. Duże zarodnie śluzowców (np. *Stemonitis*, *Amaurochaete*, *Symphytocarpus*) są dla wspomnianych owadów również schronieniem i miejscem lęgowym.

W otoczeniu śluzowców prawie zawsze skupia się dość liczna grupa skoczogonków. Własne obserwacje i doniesienia z literatury potwierdzają fakt, że w otoczeniu rozwijających się śluzni i uformowanych zarodni różnych gatunków śluzowców gromadzą się skoczogonki należące do gatunku *Tetradontophora bielanensis*. Niekiedy wręcz bywają one oblepione śluznią, która być może stanowi dla nich łatwo dostępny pokarm. Za pomocą binokularu obserwowano, jak mniejsze skoczogonki, z podrzędu *Poduromorpha*, o zredukowanym aparacie skocznym przemieszczały się po wilgotnej leżni śluzowca, pod dużo wyższymi, dojrzewającymi sporangiami, które były dla nich prawdopodobnie trudniej dostępne.

Aktywnie skaczące *Entomobryomorpha*, *Symphypleona* wykrywano pomiędzy zarodnikami, a jeszcze częściej na ich powierzchni. Obecność skoczogonków na zarodniach śluzowca z pokonsumpcyjnymi ubytkami pozwala przypuszczać, że *Collembola* wybierają te miejsca i może to



Fot. 3. Bezkregowce towarzyszące śluzowcom, mikroskop stereoskopowy (fot. B. Mikitowicz)

mieć związek z ich preferencjami pokarmowymi. W literaturze istnieje niewiele publikacji dotyczących tego zagadnienia. Udowodniono, że śluzowce są odwiedzane przez nicianie, szczeciogonki, muchówki, chrząszcze, mrówki, ślimaki, a także mogą być źródłem pokarmu dla człowieka (Harold i wsp., 2002; Kilgore i Keller, 2008). W nielicznych publikacjach wspomina się o odżywianiu się skoczogonków śluzowcami z gatunków *Trichia varia* i *Arcyria denudata* (Harold i wsp., 2002; Takanori, 2004).

Długi rodowód śluzowców i skoczogonków, podobny zasięg występowania oraz wspólne siedliska sugerują, że związki między nimi mogą być czasowo długie i trwałe. Śluzowce w dowolnej postaci (tj. półpłynnego plazmodium, zarodników, zarodni, włośni itp.) mogą stanowić łatwo dostępne i cenne źródło pokarmu przynajmniej dla niektórych grup skoczogonków.

Terenem moich badań były Wzgórza Strzelińskie, z którymi jestem związana od najmłodszych lat. Wzgórza Strzelińskie to granitowe, pagórkowate pasmo leżące na Przedgórzu Sudeckim, ciągnące się szerokim wałem przez około 22 km. Od zachodu sąsiadują – poprzez dolinę Oławy – ze Wzgórzami Niemczańskimi, a od wschodu poprzez dolinę Krynki ze Wzgórzami Wawrzyszowsko-Szklarskimi. Od północy graniczą z Niziną Wrocławską, od południa zaś przechodzą w Wysoczyznę Ziębicką. Pagórkowaty obszar wzgórz rozdzielają liczne dolinki, jary i potoki (Strauss, 1981).

Pierwsze wiadomości o śluzowcach występujących na Wzgórzach Strzelińskich pochodzą z naukowego opracowania z drugiej połowy XIX wieku (Schröter, 1885–1889). Autor wspomina w nim o kilku gatunkach. Po wojnie wybrane obszary (Muszkowicki Las Bukowy i ogród przyklasztorny w Hen-



Fot. 4. Zarodniki śluzowca *Tubulifera arachnoidea* w przewodzie pokarmowym skoczogonka *Lipothrix lubbocki*, mikroskop kontrastowo-fazowy (fot. B. Mikitowicz)



Fot. 5. Zarodniki śluzowca *Tubulifera arachnoidea* na powierzchni ciała *Neanura muscorum*, mikroskop kontrastowo-fazowy (fot. B. Mikitowicz)

rykowie) były terenem badań prowadzonych przez naukowców z Uniwersytetu Wrocławskiego. Prace H. Krzemieniewskiej i późniejsze W. Stojanowskiej donoszą o 78 gatunkach śluzowców występujących na tym terenie (Krzemieniewska, 1960; Stojanowska, 1980).

Prowadząc badania w 2007 roku w czasie jednego sezonu wegetacyjnego, miałam na celu nie tylko poznanie różnorodności gatunkowej śluzowców i towarzyszących im skoczogonków, ale przede wszystkim uzyskanie odpowiedzi na pytanie, czy rzeczywiście skoczogonki odżywiają się śluzowcami, z którymi dzielą wspólne siedliska.

Badania prowadzono na obszarach leśnych w okolicach Gębczyc, Kuropatnika, Nowego Dworu, Witostowic. Tereny te porasta mieszany las wyżynny, który z powodu działalności człowieka nie ma już pierwotnej szaty roślinnej. W mieszanym drzewostanie dominuje dąb szypułkowy i świerk pospolity. Drzewostan jest młody. W najstarszym, liczącym ponad 140 lat, który stanowi zaledwie 0,46% lasu, dominują dąb, buk, sosna, jesion (www.wroclaw.lasy.gov.pl/index.php?tpe=henrykow).

Stosując metodę stałych powierzchni na wyznaczonych, wydzielonych oddziałach

leśnych, systematycznie przeszukano cały teren, na którym prowadzono badania. Dały one interesujące wyniki. Zebrano ogółem 227 prób śluzowców z 230 stanowisk. Ponad połowę pobranych prób poddano ekstrakcji w aparacie Tullgrena w celu odzyskania bezkręgowców towarzyszących śluzowcom. Stwierdzono liczne towarzyszące śluzowcom skoczogonki, roztocza i nicienie. Występowały również muchówki, chrząszcze, błonkówki w postaci dorosłej i larwalnej, zaleszczotki, stonogi, wiję, sporadycznie dżdżownice, krocionogi i ślimaki (Fot. 3).

Śluzowce oznaczono do gatunku, opisano i każdy złożono do pudełka specjalnie dla niego przygotowanego. Ogółem wykryto 65 taksonów śluzowców (61 gatunków i 4 odmiany). Skoczogonki poddano trwałej preparacji i również oznaczono ich przynależność do gatunku. Przy użyciu mikroskopu kontrastowo-fazowego dokonano przeglądu przewodów pokarmowych u ponad 3000 osobników. Obserwacje mikroskopowe dostarczyły cennych danych, które potwierdziły wcześniejsze doniesienia o zjadaniu śluzowców przez skoczogonki (Harold i wsp., 2002). Stwierdzono obecność stałych elementów śluzowców w ich przewodach pokarmowych (Fot. 4). Z 47

gatunków śluzowców poddanych ekstrakcji 15 było zjadanych przez skoczogonki.

Śluzowce są nie tylko zjadane przez skoczogonki. Zauważono, że stawonogi te są prawdopodobnie wektorem pomagającym śluzowcom zasiedlać nowe tereny. Liczne zarodniki śluzowców stwierdzano nie tylko w przewodach pokarmowych, lecz również na powierzchni ich ciała (Fot. 5).

Stwierdzono, że Wzgórz Strzebińskie zasiedlają interesujące gatunki śluzowców i skoczogonków. Opisano 59 gatunków śluzowców i 42 gatunki towarzyszących im skoczogonków. Odnalezione gatunki śluzowców stanowią 75,64% z 78 stwierdzo-

nych wcześniej na tych terenach. Opisano 8 nowych, dla Wzgórz Strzebińskich, gatunków śluzowców. Z ogółu zebranych 6,098% gatunków śluzowców znajduje się na czerwonej liście gatunków zagrożonych (Drozdowicz i wsp., 2006).

Wyniki badań są w sprzeczności z przestarzałym stwierdzeniem, że świat zwierząt na Wzgórzach Strzebińskich jest stosunkowo ubogi.

mgr **BEATA MIKITOWICZ**

nauczyciel biologii w Zespole Szkół
Publicznych w Wiązowie

P I ŚMIENNICZTWO

- Brefeld G., *Symphyleona. Synopses on Palaearctic Collembola*, 1999, Vol. 2. Staatliches Museum für Naturkunde Görlitz.
- Drozdowicz A., Ronikier A., Stojanowska W., *Red list of rare Myxomycetes in Poland*, (w:) Mirek Z., Zarzycki K., Wojewoda W., Szlag Z., *Red list of plants and fungi in Poland*, Szafer Institute of Botany Polish Academy of Sciences. Kraków 2006, s. 92–99.
- Drozdowicz A., Ronikier A., Stojanowska W., Panek E., *Myxomycetes of Poland. A Checklist. Krytyczna lista śluzowców Polski*, W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences. Kraków 2003.
- Grabda E. (red.), Jackiewicz M., Kazubski S. L., Paluszynski G., Sembrat K., Stefański W., Urbański J., *Zoologia. Bezkręgowce*, t. I, cz. 1, PWN, Warszawa 1972, s. 115–118.
- Grimaldi D., Engel M. S. (1984) *Evolution of the Insects*. Cambridge University Press, s. 108–118.
- Harold W., Keller H. W., Kenneth L. Snell, *Feeding activities of slugs on Myxomycetes and macrofungi*, *Mycologia* 2002, 94(5), s. 757–760.
- Hopkin S. P., *Interactions between Collembola and the biotic environment*, (w:) *Biology of springtails (Insecta: Collembola)*, Oxford University Press 2002, s. 113–123.
- Hopkin S. P., *A Key to the Collembola (Springtails) of Britain and Ireland*, Linnean Society of London 2007.
- Kilgore C. M., Keller H. W., *Interactions Between Myxomycetes Plasmidia and Nematodes*, *Inoculum* i supplement to *Mycologia* 2008, 59 (1), s. 1–3.
- Krzemieniewska H., *Śluzowce Polski na tle śluzowców europejskich*, (w:) Z. Czubiński J., Kochman H., Krzemieniewska J., Motyka I., Rejment-Grochowska A., Skirgiello K., Starmach B., Szafran (ed.), *Flora polska. Rośliny zarodnikowe Polski i ziem ościennych*, PWN, Warszawa 1960.
- Lawrence J. F., Newton A. F., *Coleoptera associated with the fruiting bodies of slime molds (Myxomycetes)*, *Coleopt. Bull.* 1980, 34, s. 129–142.
- Pomorski R. J., Skarżyński D., *Collembola Polski. Rysunkowy klucz do oznaczania*, PTE, Biologica silesiae, Wrocław 1991.
- Rusek J., *Ecology of Collembola*, International seminar on apterygota, University of Siena, Italy 1989, s. 271–279.
- Schröter J. (1885-1889) *Die Pilze Schlesiens. Kryptogamen Flora von Schlesien*, F. Cohn (ed.), J. U. Kern's Verl. Breslau, s. 93–133.
- Sławska M., *Rola skoczogonków (Collembola, Hexapoda) w funkcjonowaniu ekosystemów leśnych*, *Sylvan* 2004, 7, s. 53–71.
- Stephenson S. L., Stempen H., *Myxomycetes a handbook of slime molds*, Timber Press. Inc. 2000
- Sterzyńska M., Pomorski R. J., Skarżyński D., Sławska M., Smolis A., Weiner W. M., *Skrytoszczekie (Entognatha)*, (w:) Bogdanowicz W., Chudzińska E., Pilipiuk I., Skibińska E., *Fauna Polski – charakterystyka i wykaz gatunków*, Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa 2007, s. 401–407.
- Stojanowska W., *The seasonal variation of Myxomycetes flora in the Muszkowicki Las Bukowy reserve (Lower Silesia)*, *Fragm. Florist. Geobot.* 1980, 26 (1) s. 103–113.
- Strauss S., *Strzelin i Wzgórz Strzebińskie*, Ossolineum 1981.
- Takanori Y., *Dietotoxic relationship of slime mold to soil dwelling creatures as springtails and oribatid mites in forest ecosystems*, Portland. Oregon 2004.
- www.myxomycetes.wolf-5.cyberdusk.pl/index.php?wyb=03
- www.en.wikipedia.org/wiki/Slime_mold
- www.geocities.com/CapeCanaveral/lab/1300
- www.wroclaw.lasy.gov.pl/index.php?pte=henrykow

„Biologia w Szkole” w wersji cyfrowej!

Nasze czasopismo można kupić i zaprenumerować w wersji cyfrowej, w postaci pliku PDF, na następujących platformach: www.raabe.com.pl, www.zixo.pl, www.kiosk24.pl.

Wydania archiwalne można zamówić poprzez naszą stronę internetową: www.edupress.pl.

„Niedźwiedzie” Antarktydy i nie tylko

■ PIOTR BORSUK

Nie każdy zdaje sobie sprawę z tego, że z Punta Arenas (Chile) na Ziemi Ognistej ($53^{\circ}10'1''\text{S}$ i $70^{\circ}56'1''\text{W}$) do bieguna południowego jest dalej niż z Gdańska ($54^{\circ}22'\text{N}$ i $18^{\circ}38'\text{E}$) do bieguna północnego, a przelot samolotem z tego miasta na Wyspę Króla Jerzego odpowiada lotniczej podróży z Warszawy do Helsinek. Tylko że o ile w pierwszym wypadku leci się ze świata, gdzie w ogródkach rosną rośliny, które w Polsce w zimie by wymarzły (!), do zupełnie innego świata w którym rośliny istnieją raczej symbolicznie, o tyle w drugim wypadku, szczególnie latem, różnicy się prawie nie odczuwa. Powiem więcej. Mniejszą różnicę czuje się, lądując na Spitsbergenie, który jest o ponad 1000 km (!) bliżej bieguna niż północny kraniec Półwyspu Antarktycznego, gdzie jedynymi roślinami są jednokomórkowe glony czasem rozwijające się w lodzie lodowców (Fot. 1). Jak to możliwe?

Wyobraźmy sobie wielką kostkę lodu pływającą po stawie. Oczywiście wokół niej będzie chłodniej niż w każdym innym miejscu stawu, ale znacznie cieplej niż gdybyśmy tę samą kostkę umieścili w pływającym po tym samym stawie pudle styropianowym, które dodatkowo wypełnilibyśmy wodą. Różnica będzie dramatyczna! Woda i powietrze w pudle będą miały znacznie niższą temperaturę niż otoczenie kostki lodu swobodnie dryfującej po stawie. Nawet wtedy, gdy pudło będzie lekko uchylone. Mniej więcej taka jest różnica między północną i południową strefą polarną i dlatego lato na Spitsbergenie obfituje w kwitnące rośliny (Fot. 2–4), podczas gdy na Wyspie Króla Jerzego są one raczej ciekawostką przyrodniczą, a na Półwyspie Antarktycznym wcale ich nie ma. Dotyczy to również zwierząt. Na Spitsbergenie biały niedźwiedź, którego samiec osiąga wagę 700 kg, nie jest czymś wyjątkowym, pod-



Fot. 1. Zielone zabarwienie lodu powodują jednokomórkowe glony z rodzaju *Chlorella*

czas gdy na Antarktydzie jego odpowiednikiem są... milimetrowe skoczogonki.

Skoczogonki (*Collembola*), choć długość ich ciała tylko nieznacznie przekracza 1 mm, są największymi typowo lądowymi zwierzętami żyjącymi na Antarktydzie. Są to zwierzęta aktywne zwykle tylko w czasie polarnego lata i wtedy najłatwiej je można znaleźć w miejscach, gdzie śnieg nie pokrywa ziemi. Co prawda miejsc takich na kontynencie jest niewiele, lecz tam, gdzie są tzw. oazy polarne, pod jednym kamieniem można znaleźć setki skoczogonków. Trudno nie docenić roli, jaką odgrywają w antarktycznych ekosystemach lądowych, uczestnicząc w krążeniu materii organicznej, a w szczególności jej odzyskiwaniu ze szczątków np. morskich makroglonów. Pod tym względem bardziej „zasłużone” są chyba tylko bakterie, ale to temat na zupełnie inną opowieść.

Do dziś na terenie Antarktydy opisano aż 25 gatunków tych zwierząt. Co ciekawe, wschodnią część kontynentu zamieszkują inne skoczogonki niż zachodnią. Wyjątkiem są przedstawiciele gatunku *Friesea grisea*, których można spotkać na całym kontynencie. Tak naprawdę nikt nie wie, skąd na Antarktydzie wzięły się skoczogonki. Szereg rodzajów tych zwierząt, takich jak np. *Isotomidae*, występuje tylko tu, dlatego przypuszczalnie obejmują one gatunki rodzime dla Antarktyki. Inne, np. *Folsomia candida*, zostały zawleczone przez człowieka. Najprawdopodobniej proces ten będzie się nasilał wraz z rozwojem coraz modniejszej turystyki polarnej.

Skoczogonki przystosowały się do życia w warunkach polarnych. Jeszcze z dzieciństwa pamiętam opowieści o zwierzętach, które można zamrozić w ciekłym azocie, a po rozmrożeniu będą żyły jakby nic im się nie stało. Tak, to właśnie skoczogonki, choć – jak to zwykle bywa z takimi opowieściami – jest to prawda, ale... nie do końca. Nie każdy, nawet występujący na Antarktydzie, skoczogonek przeżywa zamrożenie, a w przypadku tych, które przeżywają, potrafią to tylko niektóre ich postaci larwal-



Fot. 2. Skalnica torfowa (*Saxifraga hiemalis*)



Fot. 3. Skalnica darniowa (*Saxifraga caespitosa*)



Fot. 4. Skalnica naprzeciwlistna (*Saxifraga oppositifolia*)

ne, a niezbyt często owady dorosłe. Skoczogonki, jak to zwykle w takich sytuacjach bywa, dostosowały swój cykl życiowy do warunków środowiska, charakteryzujących się krótkim i chimerycznym latem i długą, bardzo ostrą zimą.

Można sobie wyobrazić, że zwierzęta lądowe, a takimi właśnie są skoczogonki, powinny mieć krótki cykl życiowy – szybko osiągać dojrzałość płciową, składać jaja i w takiej postaci zimować. Bardzo często właśnie taką strategię stosują np. nasze krajowe owady. Jej zaletą jest konieczność posiadania tylko jednego stadium, np. zapłodnione jaja, zdolnego do przetrwania w niskich temperaturach.

Niestety w przypadku owadów antarktycznych strategia taka wymusza synchronizację rozwoju wszystkich osobników, a to stwarza niebezpieczeństwo wyginięcia całej populacji w razie nagłego załamania się pogody w ciągu lata. Alternatywą jest długi cykl życiowy. W tym przypadku zwierzęta nie muszą synchronicznie osiągać dojrzałości płciowej, co powoduje, że osobniki danej populacji rozmnażają się przez całe lato polarne, a w konsekwencji populacja jest mniej zależna od kaprysów pogody. Niestety taka strategia z reguły zmusza organizmy o złożonym rozwoju do posiadania więcej niż jednej formy larwalnej, która może przetrwać w zimie temperatury znacznie poniżej 0°C. Znamienne jest, że w przypadku owadów antarktycznych (zarówno *Diptera*, np. *Belgica antarctica*, jak i *Collembola*, np. przedstawiciele *Isotomidae*) preferowany jest długi, bo sięgający nawet 7 lat, cykl życiowy (np. skoczogonek *Cryptopygus antarcticus*).

Morze decyduje o istnieniu ekosystemów polarnych oraz o tym, jakie one są. W przypadku morskiej Antarktyki i Antarktydy prądy morskie tworzą „pudełko ze styropianu”, a w przypadku Spitsbergenu morze wprowadza „powiew ciepłego” wiatru odpychającego od wyspy zimne powietrze znad „pływającej po stawie gigantycznej kostki lodu”. W jednej i drugiej sytuacji jest ono źródłem pokarmu dla zwierząt, które zamieszkują lub tylko okresowo od-



Fot. 5. Alczyk (*Alle alle*)

wiedząją te zimne zakątki Ziemi. Odwiedzają je bowiem tam, gdzie nie ma lub jest niewiele drapieżników, a szansa na wychowanie młodych jest dramatycznie większa niż tam, gdzie za każdym krzaczkiem czyha myśliwy. Dlatego tak wiele ptaków wędruje daleko na północ. Napędzają one ekosystemy polarne, transportując z morza na ląd ogromne ilości materii organicznej w postaci strawionego pokarmu. Obserwowałem to w czasie pobytu na Stacji Antarktycznej PAN im. H. Arctowskiego na Wyspie Króla Jerzego, gdzie pingwinisko, nieopodal stacji, jest różowoczerwone od odchodów pingwinów (taki kolor mają panczerzyki kryla, głównego pokarmu pingwinów Adeli), a „aromat” rozkładającego się guana czuć na kilometry. Nie trzeba być biologiem, żeby dostrzec źródło azotu, z którego korzystają wszystkie okoliczne zbiorowiska roślin i zwierząt. Nawet bakterie pobliskiego Lodowca Ekologia (!).

W Zatoce Białego Niedźwiedzia, na Spitsbergenie, za transport materii organicznej na ląd są odpowiedzialne głównie alczyki (*Alle alle*). To również widać. W pobliżu ich gniazd jest zielono, podczas gdy w innych miejscach dominuje barwa skał upstrzonych kolorowymi porostami. Alczyk to niewielki ptak z rodziny alek (*Alcidae*),

jedyny przedstawiciel rodzaju. Jego ciało osiąga długość do 18 cm, a skrzydła rozpiętość nie większą niż pół metra (Fot. 5).

Co ciekawe, alczyki, podobnie jak pingwiny, zimę spędzają na otwartym morzu, by wczesną wiosną założyć gniazda, zwykle pod kamieniami lub nawisami skalnymi. Spotkanie z tymi czarno-białymi ptaszkami było dla mnie kolejnym spotkaniem z Przyrodą, które bardzo przeżyłem, choć nie podniosło mi poziomu adrenaliny we krwi tak jak spotkanie z misiem polarnym. Trudno zapomnieć głos, jaki wydaje łopot tysiąca skrzydeł alczyków przelatujących tuż nad głową (Fot. 6), i uczucie, gdy stado siada opodal, przy swoich gniazdach i nie zwracając na mnie – intruza – uwagi, zajmuje się swoimi sprawami, odpoczywając, karmiąc młode, czyszcząc pióra.

Znika uczucie, że jest się intruzem, podglądaczem, obcym ciałem, osobą wściubiającą nos w nie swoje sprawy. Jest się widzem akceptowanym przez głównych aktorów.

Podobne uczucie towarzyszyło mi często w czasie pobytu na Spitsbergenie, ale szcze-

gólnie często, gdy wędrując po próbki do badań na Lodowiec Hansa, zatrzymywałem się w pobliżu skały, na której wydrziki pasożytne (*Stercorarius parasiticus*) pilnowały swego terenu lęgowego. Słyszałem wiele opowieści o głowach nierozważnych intruzów, podziurawionych przez te ptaki nurkujące z dziobami wystawionymi jak lance szarżujących ułanów. Nie one jedne tak czynią w obronie swoich gniazd i trudno im się dziwić. Jeśli jednak nie są niepokojone i gdy się przyzwyczajają do intruza, stają się wdzięcznymi modelami (Fot. 7). Po raz kolejny sprawdziła się moja zasada, którą staram się stosować podczas fotografowania zwierząt. Nic na siłę. Obcowanie ze zwierzęciem w jego naturalnym środowisku jest warte o wiele więcej niż najlepsza fotografia.

To, jak blisko można być z Przyrodą, na Spitsbergenie odczułem dosłownie na własnej skórze. Kolejny spacer po próbki na Lodowiec Hansa i ponowne spotkanie i to zupełnie nieoczekiwane. Wracałem późnym wieczorem, trochę zamyślony, bo słońce już skryło się za wzgórzami, a i na kolację było



Fot. 6. W pamięci pozostał łopot tysiąca skrzydeł



Fot. 7. Wydrzyk pasożytny ostrosterny (*Stercorarius parasiticus*)

mi śpieszno, więc nie myślałem już o fotografowaniu. Nagle poczułem, że coś trąca mnie w łydkę. Patrząc, a tu stoi piesiec (*Alopex lagopus*) i obwąchuje moją nogę. Na chwilę spojrzeliśmy sobie w oczy i widać lisek uznał, że daniem ciekawszym od mojej łydki będzie młoda gąska lub aliczyk i pomaszzerował swoją drogą. Przyznam się, że cał-

kiem zgłupiałem i zanim wywlokłem z plecaka aparat fotograficzny, było już... po ptakach. Na szczęście lisek miał w zwyczaju odwiedzać nocą stację w nadziei, że trafi mu się jakiś smaczny kąsek. Ponieważ latem na Spitsbergenie noce są białe, czyli po prostu cały czas jest jasno, więc miałem okazję go sfotografować (Fot. 8).

Każde spotkanie ze zwierzętami nas wzbogaca. Szczególnie gdy chcemy je poznać i zrozumieć ich zachowanie. Są miejsca na Ziemi, gdzie zwierzęta jeszcze nam ufają i nie uciekają, gdy w odległości kilometra zobaczą lub poczną człowieka. Niestety na terenie naszego kraju miejsc, gdzie żyjący na wolności zwierzęta nie boi się człowieka, już chyba nie ma. Zwykle to człowiek powinien się bać, gdy w lesie podchodzi do niego lis z zamiarem „powąchania łydki”, bo z reguły jest to zwierzę chore na wściekliznę, którego mózg nie pracuje prawidłowo. Może jednak się myłę.

Może w czasie swoich wakacyjnych podróży będziecie mieli Państwo możliwość obserwowania zwierząt w ich naturalnym środowisku. Jeśli tak, to może zechcecie podzielić się z nami swoimi obserwacjami?



Fot. 8. Piesiec (*Alopex lagopus*)

Nauczanie przyrody po 11 latach pedagogicznych doświadczeń – refleksje i spostrzeżenia autora

Sztuka nauczania jest tylko sztuką rozbudzania ciekawości w młodych duszach po to, aby następnie je zaspokajać.

A. France

■ WOJCIECH DURMA

O becny rok szkolny – 2010/2011 – to dla mnie 12 rok nauczania edukacji przyrodniczej (przedmiotu przyroda) w klasach IV–VI szkoły podstawowej (tzw. II etap edukacyjny). Reforma systemu edukacji z dniem 1 września 1999 roku spowodowała wprowadzenie w klasach IV–VI przedmiotu przyroda rozumianego jako „kompozycja różnych treści przyrodniczych” z dotychczas odrębnych przedmiotów, czyli biologii, geografii, chemii i fizyki. Tym samym do klas IV–VI zreformowanej sześciolletniej szkoły podstawowej powrócił po długiej (kilkudziesięcioletniej) przerwie trochę zmodyfikowany przedmiot o nazwie przyroda (edukacja przyrodnicza).

Pamiętam, jak w II semestrze roku szkolnego 1998/1999 wraz z innymi nauczycielami przedmiotów przyrodniczych ówczesnej szkoły ośmioklasowej musieliśmy dokonać wyboru programu nauczania i podręcznika (pakietu edukacyjnego) do nauki tego przedmiotu. Na rynku wydawniczym pojawiały się licznie (niektóre zapewne w pośpiechu „tworzone”) programy, a wraz z nimi podręczniki do klasy IV. Wybór z tak szerokiej oferty edukacyjnej nie był taki prosty. Wspólnie zdecydowaliśmy się jednak na współpracę z Wydawnictwem Edukacyjnym „Wiking” z Wrocławia, którą planujemy zakończyć wraz z końcem roku szkolnego 2011/2012.

Tak oto 1 września 1999 roku rozpoczęła się dla mnie edukacyjna „przygoda z przyrodą” i kontynuacja nauczania geografii w klasach V i VI zreformowanej szkoły podstawowej.

Ci nauczyciele przedmiotów przyrodniczych, którzy (z różnych powodów) nie przeszli do gimnazjów powstałych w wyniku reformy systemu oświaty, stanęli przed nie lada wyzwaniem edukacyjno-pedagogicznym. Dotychczasowe treści przyrodnicze połączono w jeden jakby „megapredmiot”, nadając mu (już dawniej obowiązującą) nazwę *przyroda*.

Wraz z początkiem nowego roku szkolnego 1999/2000 należało więc stawić czoło nowemu wyzwaniu bez wcześniejszego właściwego merytorycznego przygotowania do nauczania tego przedmiotu. Dla chętnych i „wytypowanych” nauczycieli organizowano (też w pośpiechu) w okresie wakacyjnym (lipiec 1999 roku) krótkie kursy nauczania przyrody (który ukończyłem), prowadzone przez reorganizowane już wtedy wojewódzkie placówki doskonalenia nauczycieli.

Dla mnie osobiście ważne w tym czasie były również wiadomości i umiejętności, które zdobyłem w roku szkolnym 1997/1998 (jako nauczyciel geografii w klasach IV–VIII) na ponad 30-godzinnych warsztatach metodycznych pod nazwą *Nauczanie propedeutyczne w grupie przedmiotów przyrodniczych*. Pewne wiadomości i umiejętności okazały się dla mnie jakby ważniejsze i pożyteczne w początkowym okresie nauczania przyrody niż kurs „przygotowujący” z lipca 1999 roku. Należało już od pierwszych lekcji przyrody (czego oczekiwali uczniowie) wykazywać się szeroko rozumianą wiedzą przyrodniczą, którą powinno się przecież ciągle poszerzać i na bieżąco aktualizować.

Dopiero w latach następnych uczelnie wyższe (głównie pedagogiczne) zaczęły organizować płatne (lub jako tzw. granty) dwusemestralne studia podyplomowe w zakresie blokowego nauczania przyrody w klasach IV–VI. Ich ukończenie przeze mnie w końcu maja 2003 roku spowodowało uzyskanie odpowiednich kwalifikacji oraz bardziej właściwe i pomocne pod względem metodycznym i merytorycznym prowadzenie zajęć edukacyjnych z tego przedmiotu. Obecnie są to studia trzysemestralne (płatne lub współfinansowane przez EFS), obowiązkowe dla każdego nauczyciela, który ma uczyć tego przedmiotu.

Ale czy to wystarczy do „właściwego” prowadzenia tych zajęć zgodnie z obowiązującą (oraz wchodzącą od 1 września 2012 roku) podstawą programową z zakresu tego przedmiotu? Być może wystarczy dla nauczycieli, którzy uzyskali wykształcenie wyższe w zakresie przedmiotów przyrodniczych, takich jak: geografia, biologia, fizyka i chemia, ale czy dla osób z innym wykształceniem? Zapewne nauczycielom biologii i geografii, a w mniejszym stopniu również fizyki i chemii, jest dużo łatwiej się przekwalifikowywać i zdobywać nową wiedzę, a później prowadzić takie zajęcia. A może powinien zostać utworzony nowy kierunek studiów interdyscyplinarnych (jedno- lub dwustopniowych) o nazwie *przyroda*? Musiałby on łączyć w sobie treści aż z czterech dużych dziedzin wiedzy. Osobiście uważam, że nie byłoby to jednak dobre rozwiązanie zarówno dla uczelni, jak i studentów.

A jak wygląda obecnie kwestia doradztwa metodycznego i publikacji dydaktycznych dla nauczycieli przyrody? Ogólnie rzecz biorąc – nie za dobrze. Doradcami metodycznymi przyrody są z reguły nauczyciele biologii, geografii, fizyki lub chemii, a nawet pedagodzy z innym wykształceniem. W moim regionie (powiat staszowski) od dłuższego czasu nie ma takiej osoby (wcześniej był to nauczyciel z wykształceniem z zakresu fizyki). Nauczyciele przyrody jak na razie nie mają jeszcze „własnego” czasopisma pedagogicznego o zasięgu ogólnopolskim. Tematykę przyrodniczą stara się podejmować w (niektórych)

swoich numerach czasopismo „Biologia w Szkole z Przyrodą” wydawane (wraz z innymi czasopismami) przez Spółkę Wydawniczą EduPress z siedzibą w Warszawie. Ponadto, co jest ważne dla nas – nauczycieli, nie ma podręcznika do dydaktyki tego „megaprzedmiotu” – czy taki kiedyś powstanie, czy ktoś w ogóle zechce podjąć się jego napisania?

Tak więc borykamy się z różnymi problemami natury metodyczno-dydaktycznej, ucząc tego przedmiotu. A zajęcia te są przecież prowadzone z całymi oddziałami klasowymi i to często licznymi (po 30 i więcej uczniów). Czy to sprzyja właściwej realizacji treści nauczania – wymagań szczegółowych zawartych w podstawie programowej? Otóż nie, a obecne akty prawne (również nowa podstawa programowa) nie przewidują podziału licznych klas na dwie mniejsze grupy, jak ma to miejsce na lekcjach wychowania fizycznego czy języka obcego. A przecież w powyższych dokumentach jest mowa o wszechstronnym rozwoju osobowym ucznia oraz warunkach do bezpiecznego prowadzenia zajęć badawczych, doświadczeń i obserwacji. Czy i kiedy tak się stanie?

Ponadto zapisy w nowej podstawie programowej zakładają wprowadzenie w zreformowanym liceum przedmiotu *przyroda*. Mają to być obowiązkowe zajęcia uzupełniające dla wszystkich uczniów, którzy wybrali jako rozszerzenie tylko przedmioty humanistyczne. Znowu nasuwa się pytanie, kto ma (lub powinien) je prowadzić? Zapewne ci nauczyciele, którzy będą chętni, a także ci skierowani odgórnie, którzy będą musieli nabyć kwalifikacje w postaci ukończenia odpowiednich (kursów?) studiów podyplomowych (dofinansowanych lub nie). Rolą tych zajęć ma być uzupełnienie kształcenia dostosowane do indywidualnych wyborów uczniowskich oraz dopełnienie powszechnej edukacji ogólnej na poziomie szkoły ponadgimnazjalnej.

mgr **WOJCIECH DURMA**

Publiczna Szkoła Podstawowa im. T. Kościuszki
Publiczne Gimnazjum nr 1 im. Królowej Jadwigi,
Połaniec (woj. świętokrzyskie)

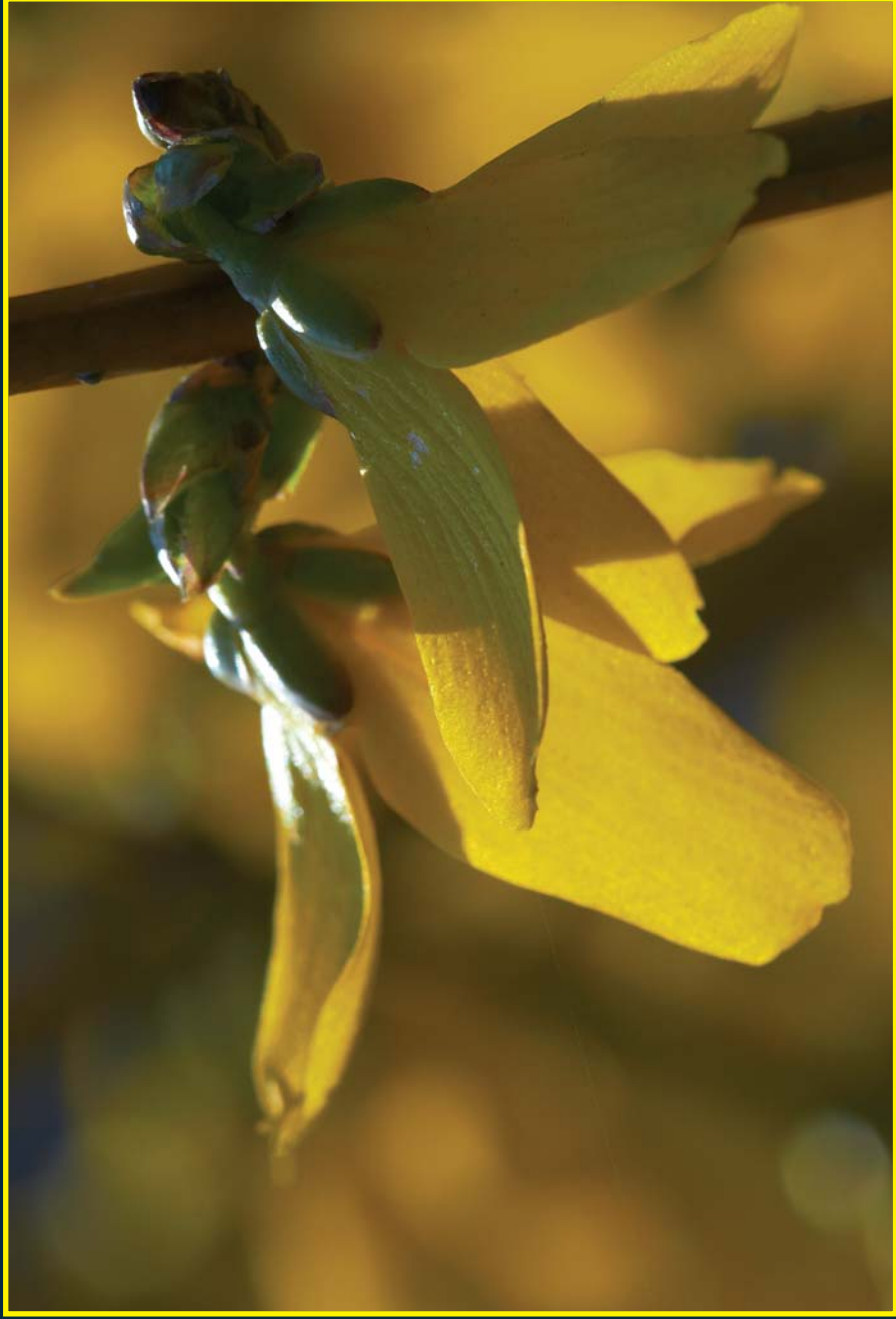
Wiosna, cieplejszy wieje wiatr...



Wiosna, cieplejszy wieje wiatr...



Wiosna, cieplejszy wieje wiatr...



Wiosna, cieplejszy wieje wiatr...



Dziura ozonowa

Scenariusz lekcji

■ MARLENA ZIELIŃSKA, DAWID BASAK

Cele lekcji:

- a) ogólny: zapoznanie uczniów z mechanizmem powstawania dziury ozonowej, przyczynami i skutkami tworzenia się jej;
- b) szczegółowe (operacyjne).

Wiadomości – uczeń:

- wyjaśnia terminy: *ozon*, *dziura ozonowa*;
- wskazuje miejsce ozonosfery w atmosferze ziemskiej;
- wymienia przyczyny pojawienia się dziury ozonowej.

Umiejętności – uczeń:

- opisuje powstawanie dziury ozonowej;
- przewiduje szkodliwy wpływ dziury ozonowej na organizmy;
- ocenia skutki ubytku ozonu w atmosferze;
- dostrzega konieczność działań spowalniających efekt cieplarniany;
- proponuje działania ograniczające powstawanie efektu cieplarnianego.

Postawy – uczeń:

- współpracuje w grupie;
- aktywnie uczestniczy w lekcji;

- ma świadomość, że każdy z nas może coś zrobić, aby zapobiec powstawaniu dziury ozonowej.

Metody kształcenia:

- pogadanka;
- praca z książką;
- burza mózgów;
- pokaz z objaśnieniem;
- metaplan;
- drama.

Formy pracy:

- grupowa;
- indywidualna;
- zbiorowa;

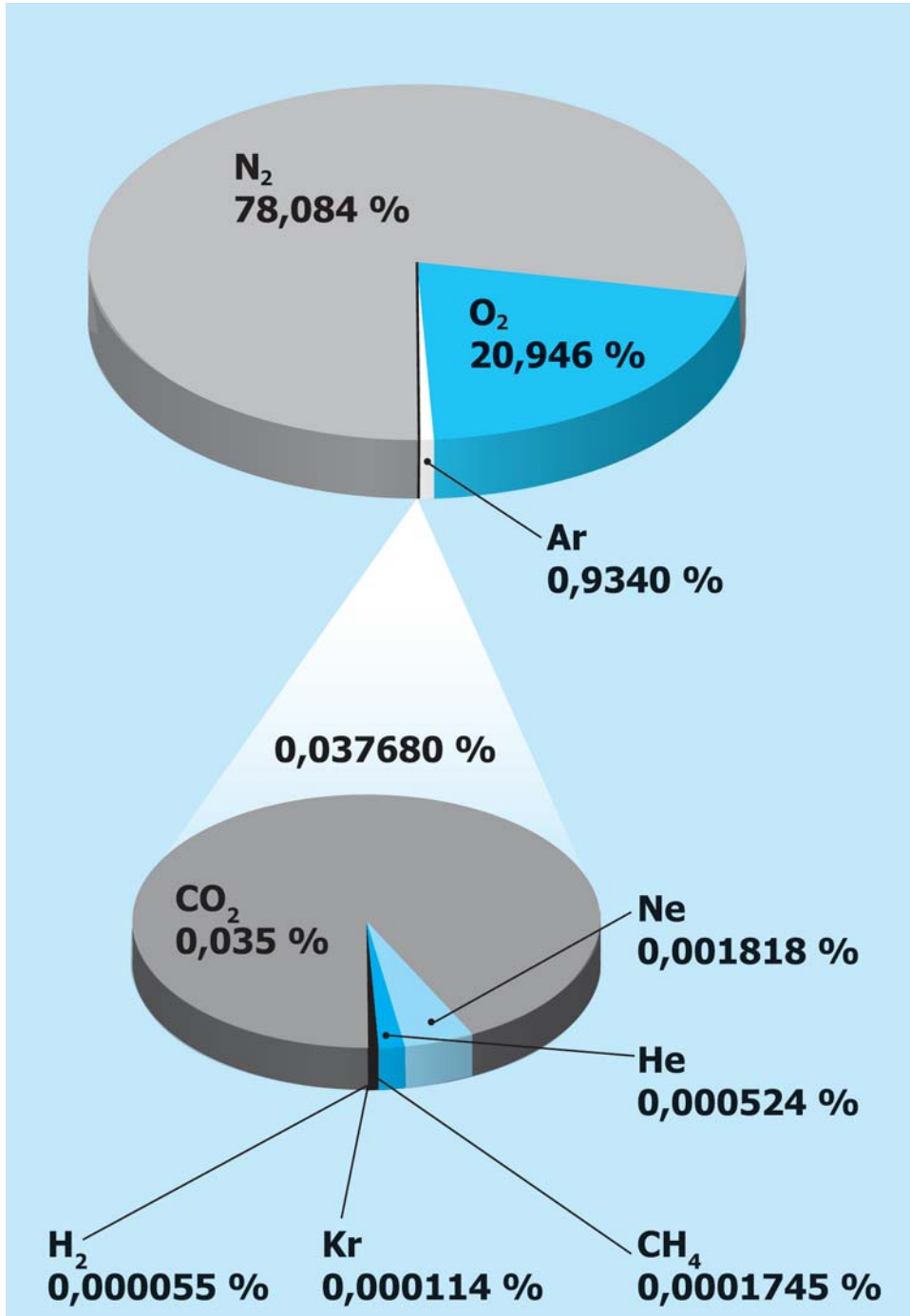
Środki dydaktyczne: podręcznik: *Ciekawa biologia z płytą CD Biologia w gimnazjum* wyd. WSiP (animacja 6.8.), rzutnik multimedialny, komputer, wzór metaplanu: *Czy można zapobiec powstawaniu dziury ozonowej?* (zał. 7), mazaki, papier plakaty, gra dydaktyczna – drama *Powstawanie dziury ozonowej* i kartki z napisem *atom tlen* i *atom chloru* (zał. 6), zał. 1–5.

Przebieg lekcji (tok lekcji)

Czynności nauczyciela	Czynności uczniów
Faza wprowadzająca	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Wita się z uczniami i sprawdza obecność. ■ Prosi o przypomnienie terminu atmosfera i podanie jej składu procentowego (zał. 1). ■ Prosi o wyjęcie zadań domowych dotyczących budowy i właściwości ozonu. Nauczyciel uzupełnia brakujące informacje o ozonie (zał. 2). ■ Prowadzi pogadankę nawiązującą do lekcji, dotyczącą budowy atmosfery. Przedstawia schemat (zał. 3) i charakteryzuje krótko budowę atmosfery 	<p>Uczniowie witają nauczyciela. Wymieniają gazy wchodzące w skład atmosfery.</p> <p>Wybrani uczniowie omawiają właściwości ozonu.</p> <p>Uczniowie słuchają.</p>

Czynności nauczyciela	Czynności uczniów
<p>oraz zaznacza na schemacie miejsce, gdzie znajduje się ozonosfera.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Przedstawia cele lekcji i prosi o zapisanie tematu lekcji: Dziura ozonowa. 	<p>Uczniowie zapisują temat lekcji w zeszytach.</p>
Faza realizacyjna	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Nauczyciel mówi, że za chwilę uczniowie obejrzą animację (CD – lekcja nr 6.8. <i>Skąd się wzięła dziura ozonowa?</i>) dotyczącą dzisiejszego tematu lekcji, oraz zadaje pytania, na które uczniowie powinni odpowiedzieć po obejrzeniu animacji (zał. 4). – <i>Na czym polega zjawisko dziury ozonowej?</i> – <i>Co jest przyczyną pojawienia się dziury ozonowej?</i> 	<p>Uczniowie oglądają animację.</p> <p>Odpowiadają na zadane pytania.</p> <p>– Wyjaśniają, na czym polega zjawisko dziury ozonowej. Zjawisko to polega na zmniejszeniu stężenia ozonu w stratosferze atmosfery ziemskiej i występuje głównie w obszarach podbiegunowych.</p> <p>– Wymieniają przyczyny powstawania dziury ozonowej, wskazując na główny czynnik, jakim jest freon, który przyczynia się do rozkładu ozonu.</p>
<p>Wersja dla klas gimnazjalnych (biologia, chemia)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Nauczyciel przedstawia kilka reakcji, które przybliżają powstawanie dziury ozonowej. Rozdaje kartki z wypisanymi i omówionymi reakcjami, następnie prowadzi dyskusję na ten temat (zał. 5). 	<p>Słuchają nauczyciela.</p> <p>Otrzymane kartki kleją do zeszytu.</p>
<p>Wersja dla klas młodszych (przyroda)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Nauczyciel przeprowadza grę dydaktyczną dotyczącą powstawania dziury ozonowej (zał. 6). ■ Po zakończeniu gry nauczyciel podsumowuje ją i zwraca uwagę na konsekwencje pojawienia się dziury ozonowej (przenikanie promieniowania UV i jego negatywny wpływ na organizmy). Inicjuje dyskusję na temat ewentualnych skutków pojawienia się dziury ozonowej (burza mózgow). Nauczyciel kieruje wypowiedziami uczniów. Najtrafniejsze przewidywania zapisuje na tablicy. 	<p>Wybrani uczniowie przedstawiają dramę.</p> <p>Uczniowie uczestniczą w dyskusji.</p> <p>Uczniowie zapisują w zeszycie skutki pojawienia się dziury ozonowej.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Nauczyciel stawia problem Czy można zapobiec powstawaniu dziury ozonowej? ■ Dzieli klasę na grupy. ■ Rozdaje kartki (metaplan) i prosi o uzupełnienie otrzymanych plansz (zał. 7). ■ Prosi przedstawiciela każdej z grup o zaprezentowanie efektów pracy. 	<p>Uczniowie pracują w grupach.</p> <p>Uczniowie prezentują wyniki pracy.</p>
Faza podsumowująca	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Prosi o zapisanie zadania domowego: Dla chętnych: Narysuj plakat przedstawiający zjawisko dziury ozonowej. ■ Dziękuje za udział w lekcji, ocenia aktywność uczniów ■ Żegna się z uczniami. 	<p>Uczniowie zapisują zadanie domowe.</p> <p>Żegnają się z nauczycielem.</p>

Załącznik 1. Procentowy skład atmosfery ziemskiej



Załącznik 2. Informacje o ozonie

Ozon jest odmianą tlenu o cząsteczce trójatomowej O_3 . To niebieskawy gaz o charakterystycznym zapachu, temperaturze topnienia równej $192,7^\circ C$, wrzenia $-111,9^\circ C$ i gęstości $2,114 \text{ g/dm}^3$ (w temp. $0^\circ C$). Około 10 razy lepiej rozpuszcza się w wodzie niż tlen O_2 i jest silniejszym od niego utleniaczem. Jest nietrwały, rozkłada się łatwo na O_2 i tlen atomowy. Powstaje np. z tlenu atmosferycznego pod wpływem wyładowań atmosferycznych lub promieniowania ultrafioletowego. Ozon występuje głównie w dwóch obszarach:

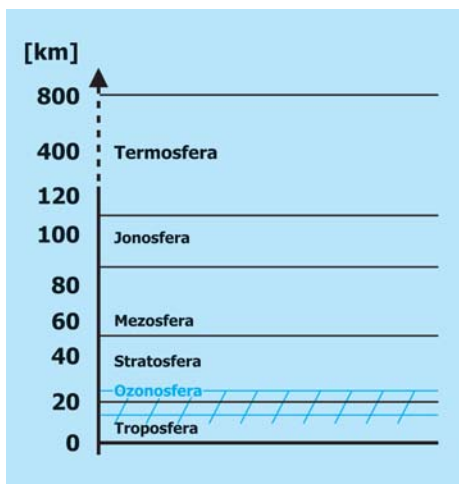
- przy powierzchni ziemi – przyziemna warstwa ozonu;
- w atmosferze ziemskiej (ozonosfera).

Stwierdzono, że występowanie ozonu może być zjawiskiem negatywnym lub pozytywnym, zależnie od tego, gdzie się on znajduje.

Pojawia się w specyficznych warunkach – w słoneczne, gorące i bezwietrzne dni. Powstaje w łańcuchu reakcji fotochemicznych z węglowodorów i tlenków azotu, których głównym źródłem są spaliny samochodowe.

Jako ciekawostkę warto dodać, że nazwa OZON wywodzi się z greckiego słowa ODZON, co oznacza „pachnący”, gdyż ma on bardzo charakterystyczny zapach wyczuwalny nawet przy bardzo małych ilościach gazu. Jest go niezwykle mało – zaledwie $0,000001\%$ objętościowo, a $0,0000017\%$ masowo. Oznacza to, że na miliard cząsteczek powietrza jest zaledwie 10 cząsteczek ozonu, a na miliard gramów powietrza – zaledwie 17 g ozonu. Może to wydawać się dziwne, że mimo tak niskiego stężenia ozon odgrywa bardzo ważną rolę na Ziemi – jego ewentualny zanik spowodowałby zagładę życia na naszej planecie.

Załącznik 3. Schemat budowy atmosfery



Rys. 1. Schemat budowy atmosfery

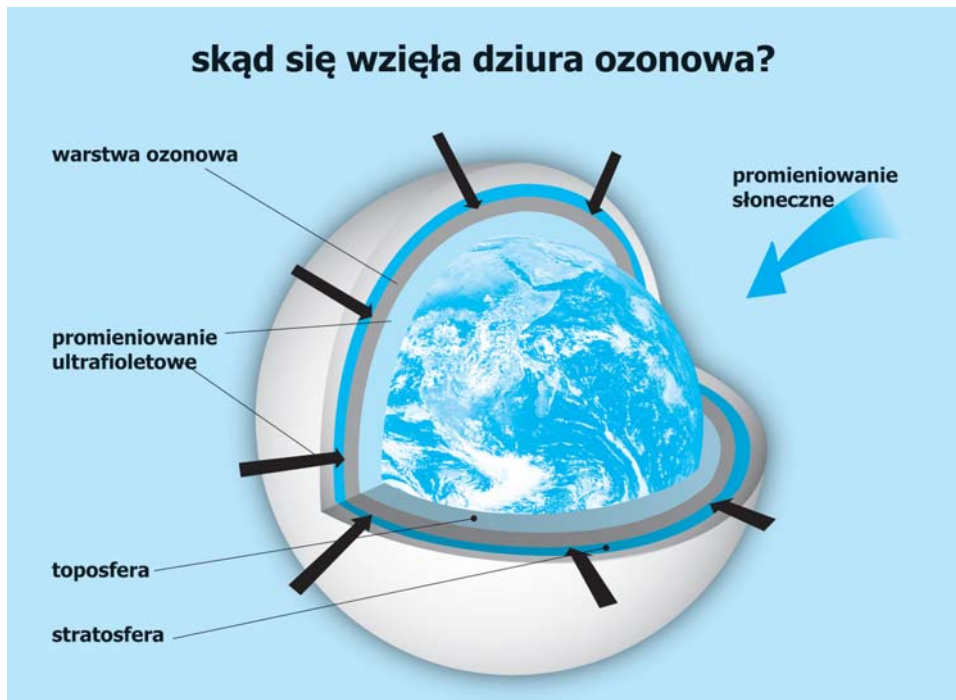
Nauczyciel omawia schemat budowy atmosfery. Zwraca uwagę, że bezpośrednio nad powierzchnią Ziemi zalega warstwa atmosfery zwana **troposferą**, w której przebiegają wszystkie zjawiska pogodowe (zawiera ona ok. 99% całej wody, jaka jest w atmosferze). Grubość troposfery nad biegunami wynosi ok. 8 km, nad równikiem ok. 18 km, nad nami ok. 12 km. Wyżej jest **stratosfera**, która sięga do wysokości ok. 50 km. Wśród gazów stratosfery jest również ozon. Można go wykryć w całej grubości stratosfery, ale największe zagęszczenie znajduje się na wysokości 12–20 km. Od wysokości 50–85 km nad powierzchnią globu rozciąga się **mezosfera**. Wyżej,

od wysokości 85 km do ok. 800 km zalega **termosfera**. Jej nazwa pochodzi od wysokiej temperatury powietrza panującego w tej warstwie, dochodzącej aż do 1000°C na jej krańcach, które przyjmuje się za meteorologiczną granicę atmosfery. W dolnych warstwach termosfery została wydzielona **jonosfera**.



Rys. 2. Dziura ozonowa nad Antarktydą

Załącznik 4. Przykładowa plansza z animacji

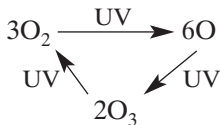


Załącznik 5. Przemiany ozonu w atmosferze – jak powstaje dziura ozonowa?

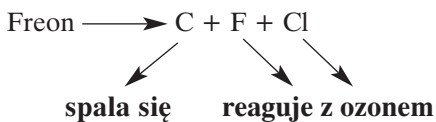
W wyższych warstwach atmosfery ozon powstaje z tlenu pod wpływem promieniowania:



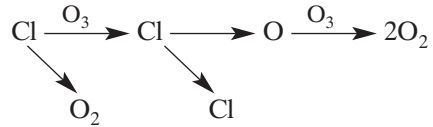
Nadmiar ozonu jest z powrotem zamieniony w tlen, a niedomiar uzupełniany przemianą tlenu w ozon:



Równowaga zostaje zachwiana przez związki węgla z fluorowcami zwanymi freonami. **Freony** (CFCl) to grupa chloro- i fluoropochodnych węglowodorów alifatycznych znanych pod handlową nazwą **Freon** i używanych m.in. jako ciecz chłodząca w chłodziarkach oraz jako czynnik napędowy w aerozolach. Freony, które przedostają się do atmosfery, ulegają pod wpływem promieniowania nadfioletowego rozkładowi na pierwiastki wg schematu:



Z powstałych w tej reakcji pierwiastków działanie niszczące ozon wykazują obydwa fluorowce, a szczególnie chlor. Proces niszczenia ozonu przez chlor zachodzi w trakcie skomplikowanego procesu według schematu:



Atomy chloru uwolnione z cząsteczki freonu reagują z cząsteczką ozonu. Powstaje cząsteczka tlenu dwuatomowego oraz związek chloru z tlenem.



Związek tlenu z chlorem rozpada się na atom chloru i atom tlenu.



Wolny atom tlenu reaguje z następną cząsteczką ozonu. Powstają dwie cząsteczki tlenu dwuatomowego.



Tak więc dwie cząsteczki ozonu stały się trzema cząsteczkami tlenu dwuatomowego. Atom chloru natomiast pozostaje w atmosferze i łączy się z następną cząsteczką ozonu. Tlenek chloru może również reagować z atomem ozonu, tworząc cząsteczkę tlenu i atom chloru.



Uwolniony chlor może zniszczyć następną cząstkę ozonu, czyli chlor nie zużywa się w wyżej wymienionych przemianach. Taki proces nazywamy katalitycznym i jest on jedną z przyczyn tworzenia się dziury ozonowej. Szacuje się, że jeden atom chloru może spowodować rozłożenie do 100 000 cząsteczek ozonu! (po czym sam ulega dezaktywacji).

Załącznik 6. Drama „Powstawanie dziury ozonowej”

Wybrany uczeń otrzymuje kartkę z napisem *atom chloru*, którą wiesza na szyi. Na sygnał nauczyciela zaczyna „rozbijać” cząsteczki ozonu, które są ustawione jedna obok drugiej, tworząc „warstwę ozonową”. Gdy z cząsteczki ozonu uda się oderwać

atom tlenu, chlor łączy się z nim. Połączony atom chloru z atomem tlenu stara się oderwać następny atom tlenu. W przypadku pomyślnego oderwania kolejnego atomu tlenu, atomy tlenu trzymają się za obydwie ręce i tworzą dwuatomową cząsteczkę tlenu, natomiast atom chloru uwalnia się. Jako wolny atom chlor atakuje kolejne cząsteczki ozonu. Gra trwa tak długo, dopóki cząsteczki ozonu nie zostaną rozłożone.

Po rozbiciu wszystkich cząsteczek ozonu i utworzeniu dziury ozonowej nauczyciel prowadzi dyskusję dotyczącą skutków przedstawionego zjawiska. Zwraca uwagę na następujące jego efekty: wzrost zachorowań na nowotwory skóry, choroby oczu, mutacje, przyspieszanie procesu starzenia, obniżenie odporności, niszczenie roślin, zabijanie fitoplanktonu itd.



Rola dla wybranego ucznia – ATOM CHLORU

Ogrywasz rolę atomu chloru. Zawieś na szyi kartkę z napisem *atom chloru*. Twoim zadaniem będzie rozbijanie cząsteczek ozonu. Na sygnał nauczyciela starasz się oderwać atom tlenu z cząsteczki ozonu. Gdy uda się oderwać atom tlenu, łączysz się z nim. Jako połączony atom chloru z atomem tlenu starasz się oderwać następny atom tlenu. W przypadku pomyślnego oderwania kolejnego atomu tlenu odłączasz się, a dwa atomy tlenu – trzymając się za ręce – tworzą dwuatomową cząsteczkę tlenu. Po uwolnieniu się z połączenia z tlenem atakujesz kolejne cząsteczki ozonu. Gra trwa tak długo, dopóki cząsteczki ozonu nie zostaną rozłożone.



Rola dla pozostałych uczniów – ATOMY TLENU

Jesteście atomami tlenu. Zawieście sobie na szyi kartkę z napisem *atom tlenu*. Utwórzcie cząsteczki ozonu – w tym celu połączcie się po trzy osoby i chwycie się za ręce. Ustawcie się jedna cząsteczka obok drugiej i w ten sposób utworzycie „warstwę ozonową”. Na sygnał nauczyciela atom chloru będzie się starał rozbić cząsteczki ozonu. Gdy atom tlenu zostanie oderwany, wówczas łączy się w parę z atomem chloru. Połączony atom chloru z atomem tlenu będzie się starał oderwać kolejny atom tlenu. Wówczas dwa atomy tlenu łączą się (podają sobie obydwie ręce) i tworzą dwuatomową cząsteczkę, a oderwany atom chloru atakuje kolejne cząsteczki ozonu. Gra trwa tak długo, dopóki wszystkie cząsteczki ozonu nie zostaną rozłożone.



**Atom
chloru**

**Atom
tlenu**

UWAGA! Załącznik można powiększyć odpowiednio do potrzeb. Oznaczenia można wydrukować na sztywnym papierze i w zależności od możliwości mogą być przypinane do ubrania uczniów lub – po zrobieniu dziurki i włożeniu tasiemki – zawieszane na ich szyi.

Załącznik 7. Metaplan

PROBLEM

„Czy można zapobiec powstawaniu dziury ozonowej?”

Jak było?

Jak jest?

Jak być powinno?

Dlaczego nie jest tak, jak być powinno?

Wnioski

Załącznik 8. Przykładowe rozwiązanie metaplanu „Czy można zapobiec powstawaniu dziury ozonowej?”

Jak było?	Jak jest?	Jak być powinno?
od ponad miliarda lat w atmosferze istniała warstwa ozonowa	odkrycie „cudownego środka” (freonu – 1928 r.)	uświadomienie społeczeństwu zagrożenia i niebezpiecznych skutków dziury ozonowej
ozonosfera zapewniała bezpieczne życie na planecie	zastosowanie freonów w różnych gałęziach przemysłu	zastąpienie freonów innymi związkami nieszkodliwymi dla atmosfery
umożliwiała kolonizację lądów oraz rozwój różnych form życia	zaobserwowanie negatywnego wpływu freonów na ilość ozonu w atmosferze	bezwzględne przestrzeganie zakazu stosowania freonów w przemyśle i gospodarstwie domowym
	podjęcie prób zmierzających do zahamowania procesu rozpadu ozonu	

Dlaczego nie jest tak, jak być powinno?

- brak świadomości ekologicznej wśród ludzi odnośnie do wpływu freonów, halonów i innych substancji niszczących warstwę ozonową;
- mimo zakazu produkcji nadal stosuje się te niebezpieczne związki w wielu gałęziach przemysłu.

WNIOSKI

- przestrzegając ustaleń konwencji Organizacji Narodów Zjednoczonych, dotyczących całkowitego wycofania freonów, można zapobiec powiększaniu się dziury ozonowej;
- ustalenia te powinny być przestrzegane przez wszystkie państwa na całym świecie.

dr **MARLENA ZIELIŃSKA**

Pracownia Dydaktyki Wydziału BiNoZ UMK w Toruniu,
Społeczna Szkoła Podstawowa i Gimnazjum im. J. Słowackiego
w Toruniu

DAWID BASAK

Nauczanie fizyki, Wydział FAiIS UMK w Toruniu,
Zespół Szkół w Górsku

Przyroda w *Przedwiośniu* okiem pisarza i biologa

Scenariusz lekcji

■ WOJCIECH JESZKA

Temat: Przyroda w *Przedwiośniu* okiem pisarza i biologa

Cele szczegółowe

Wiadomości:

- Uczeń zna gatunki roślin i zwierząt przedstawione w powieści *Przedwiośnie* Stefana Żeromskiego.
- Uczeń rozumie procesy biologiczne przedstawione w powieści *Przedwiośnie* Stefana Żeromskiego.
- Uczeń wskazuje gatunki roślin często występujące w najbliższym otoczeniu człowieka.

Umiejętności:

- Uczeń korzysta z atlasów do oznaczania roślin i zwierząt.

Postawy:

- Uczeń postępuje w sposób przyjazny dla środowiska.
- Uczeń docenia wartość środowiska przyrodniczego.

Realizowane ścieżki międzyprzedmiotowe:

- Edukacja ekologiczna: uczeń doskonali umiejętność obserwacji, opisu i rozumienia zjawisk przyrody.
- Edukacja czytelnicza i medialna: uczeń doskonali umiejętność korzystania z dostępnych źródeł informacji.

Metody:

- Praca z materiałami źródłowymi.
- Ćwiczenia w umiejętności korzystania z atlasów roślin.

Środki dydaktyczne:

- Atlasy do oznaczania roślin i zwierząt.
- Teksty źródłowe.
- Instrukcje dla uczniów.
- Mapa świata.

Tok zajęć

Uczniowie, po opracowaniu wcześniejszych zadań (polonistycznych), otrzymują instrukcje pracy dotyczące zjawisk biologicznych opisanych w powieści *Przedwiośnie* Stefana Żeromskiego.

Dwa tygodnie przed zajęciami nauczyciel biologii wyznacza uczniów do opracowania dwóch referatów:

- przedwiośnie jako pora roku (zmiany pogodowe i przyrodnicze);
- przyroda Azerbejdżanu.

Nauczyciel kontroluje pracę uczniów przygotowujących referaty. Referaty muszą być zaakceptowane przez nauczyciela biologii (pod względem merytorycznym) oraz przez nauczyciela języka polskiego (pod względem językowym) przed ich wygłoszeniem przez uczniów.

W biologicznej części lekcji uczniowie pracują w dwóch grupach (instrukcje ćwiczeń w załączeniu).

Grupa pierwsza opracowuje charakterystykę roślin kwitnących w okresie przedwiośnia i wczesnej wiosny.

Grupa druga określa, z jakich regionów świata pochodzą różne gatunki ptaków domowych opisanych w powieści *Przedwiośnie*. Miejsce pochodzenia danego gatunku jest zaznaczane na konturowej mapie świata.

Uczniowie mają około 7 minut na wykonanie zadań zawartych w otrzymanych instrukcjach, a następnie każda z grup ma 5 minut na przedstawienie wykonanej pracy. Uczniowie wygłaszają swoje referaty po omówieniu wyników pracy w grupach. Każdy z referatów nie powinien być przedstawiany dłużej niż 5 minut.

PIŚMIENNICTWO

- Hanzák J. (1981) Wielki atlas ptaków. PWRiL, Warszawa, s. 575.
- Lange D. (1996) Zwiastuny wiosny. Rośliny wczesnie kwitnące. MULTICO, Warszawa, s. 96.
- Szafer W. (1964) Ogólna geografia roślin. PWN, Warszawa, s. 433.
- Umiński T. (1998) Życie naszej Ziemi. WSiP, Warszawa, s. 304.
- Żeromski S. (1982) Przedwiośnie. Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław, s. 340.

Zadania dla uczniów

Grupa I

1. Korzystając z dostępnej literatury, przedstawcie krótką charakterystykę roślin (występowanie, barwa kwiatów, okres kwitnienia) wymienionych w przytoczonym fragmencie *Przedwiośnia*.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Wykorzystując własne obserwacje, wyszukajcie w atlasie trzy gatunki roślin wczesnowiosennych rosnących w waszym najbliższym otoczeniu i przedstawcie ich krótką charakterystykę.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Grupa II

Pochodzenie wybranych gatunków ptaków domowych

Występujący na Malajach i w Indiach **kur bankiwa** (*Gallus gallus*) jest przodkiem kur domowych. Samiec ma na głowie wycinany czerwony grzebień, czerwone płaty na szyi i białe płatki uszne. Wydłużone, zaostrome na końcach pióra na szyi, jak również wydłużone pióra siodła są złotożółte. Jego głos przypomina pianie koguta, podobnie jak głos samicy przypomina głos kur domowych. Jednakże głos samicy można usłyszeć dopiero wtedy, gdy oddali się od gniazda, podczas gdy kury domowe gdakają także na gnieździe. Dzikie ptaki nie zdradzają gniazda swoim wrogom.

Indyki (*Meleagrididae*) są mieszkańcami lasów południowej części Stanów Zjednoczonych i Ameryki Środkowej. Jeden z przedstawicieli tej rodziny – **indyk dziki** (*Meleagris gallopavo*) został udomowiony przez Indian wschodniomeksykańskich, a przywieziony do Europy przez pierwszych konkwistadorów. Występuje on obecnie na całym świecie i hodowany jest w rozmaitych odmianach barwnych. Samce tego gatunku osiągają wagę do 18 kg. Głowa i górna część szyi są nieopierzone i pokryte brodawkami, a u samca występują dodatkowo mięsiste wyrośla na głowie i pęczek szczecin na piersi. W trakcie toków indyk rozpościera ogon wachlarzowato, strzepuje pióra, pozwala zwiśać lotkom i gulgocze.

Dzikie indyki są szczuplejsze i mają wyższe nogi niż udomowione. W razie niebezpieczeństwa wołają one uciekać, biegnąc, a nie lecąc, co odróżnia je od dobrze latającego *Agriocharis ocellata*, pokrewnego gatunku z Jukatenu, Brytyjskiego Hondurasu i Gwatemali, który ma niebieską głowę z żółtoczerwonymi brodawkami.

Już z kształtu ciała można poznać, że **perlice** (*Numididae*) nie mają nic wspólnego z bażantami. Tworzą one samodzielną rodzinę, w skład której wchodzi 7 gatunków żyjących w lasostepach i w lasach na południe od Sahary i na Madagaskarze. Są one krępe, mają krótki ogon, który u większości jest ukryty pod pokrywami ogona i skierowany w dół. Głowa i część szyi są nagie. Dzięki silnym nogom perlice są doskonałymi biegaczami. Mogą one podobnie przebiec w ciągu dnia do 30 km. Są to ptaki towarzyskie i nierzadko spotyka się stada złożone z kilkudziesięciu osobników. Charakterystyczne jest ich perełkowane upierzenie. Najlepiej znana jest **perliczka zwyczajna** (*Numida meleagris*), której głowa ma hełmiastą ozdobę. Na krawędzi dzioba zwisają nagie płaty. Jest typowym mieszkańcem afrykańskich stepów i sawanny. Jako ptak domowy była hodowana już w starożytnych Egipcie i Kartaginie. W hodowli powstały rozmaite odmiany barwne, między innymi biała.

Nad spokojnymi wodami środkowej i północnej Europy, a także w umiarkowanej strefie gnieździ się **gęś gęgawa** (*Anser anser*), dorastająca do 70 cm długości i osiąga ciężar około 3,5 kg. Jej całkowicie szare upierzenie jest pod spodem delikatnie faliste, a na grzbiecie każde pióro jest jasno obrzeżone. Gęgawy są ptakami wędrownymi, zimującymi w południowej Europie i południowej Azji, a często także w Afryce Północnej.

Budową gniazda i wysiadywaniem jaj zajmuje się tylko samica, ale samiec zawsze trzyma się w pobliżu, bacznie go pilnując. Gniazdo zbudowane jest z sitowia lub innych roślin wodnych i zwykle otoczone jest wodą. Gęś gęgawa bardzo rzadko gnieździ się na niskich drzewach lub w wypróchniałych pniach. Jaja, w liczbie 4–12, składa w gnieździe wyścielonym miękkim, szarym puchem, który wyskubuje z brzucha.

Gęś gęgawa jest gatunkiem wyjściowym dla europejskich ras gęsi domowych. Już 2200 lat przed naszą erą ptak ten był hodowany w Egipcie. Obecnie hoduje się zwłaszcza białą odmianę, której pióra uważane są za bardzo wartościowe.

Paw (*Pavo cristatus*) ma wśród wszystkich kuraków niewątpliwie najbardziej zwracające uwagę pióra ozdobne, które w całej pełni demonstruje w czasie toków. Samiec ma zielononiebieską głowę o purpurowym połysku, a na niej osadzona jest korona z piór. Grzbiet mie-

ni się zielono i niebiesko, a spód jest czarny. Skrzydła są biało-czarne, ogon i lotki brązowe. Pióra długiego, tworzącego tren ogona, stanowiące wspaniałą ozdobę pawia, są zielone z brązowo-zielono-niebieskimi „pawimi oczkami”. Ściśle mówiąc, nie są to właściwe pióra ogona, lecz wydłużone jego pokrywy. W towarzystwie samicy paw unosi swą ozdobę do góry i rozpościera ją wachlarzowato. Swej samicy paw zawsze przedstawia piękną górną powierzchnię piór. Od tyłu, poniżej opuszczonych skrzydeł, widać rdzawe zabarwienie lotek i stosunkowo krótkie pióra ogona, które również uniesione są pionowo w górę.

Ojczyzną pawi są Indie. Jako ptak ozdobny był on hodowany nie tylko w Azji, ale również w Europie i Ameryce. U nas uważa się go nie tyle za symbol piękna, co raczej pychy, być może dlatego, że żyje w niezgodzie z innymi ptakami domowymi.

J. Hanzák, *Wielki atlas ptaków*, PWRiL, Warszawa 1981.

Polecenie: Korzystając z dostępnych materiałów, zaznaczcie na mapie świata miejsca pochodzenia gatunków ptaków wymienionych w przytoczonym fragmencie *Przedwiośnia*.

Stefan Żeromski, *Przedwiośnie*

(wybrane fragmenty powieści)

Grupa I

[...] Na nowo się odnajdywali – matka i syn. Ręka w rękę szli w lasy dalekie na stokach południowych podgórze albo w gaje nadbrzeżne Zychu, które wietrzyk wiosenny pogłaskaniem osrebrzał. Cezary był sam i nie sam. Patrzył na wdzięczne drzewko brzoskwiniowe, co na tle kamiennego ogrodzenia pracowitego Tataru jasnym się różem wyróżniało w tym strasznym bezdrzewnym kraju, i mówił z cicha do matki: – Patrz, samotne drzewko brzoskwiniowe! – Zrywał najwcześniejsze wiosenne anemony i kielichy ich bezwonne, otwarte w stronę nieba, oddawał nie istniejącej dłoni. Kładł kwiaty te w zimnym powietrzu, a gdy upadały na ziemię, śnił, iż ręce wiecznie skłonne do objąć przyciskają je do uśmiechniętych ust, czuł na sobie powróśla nie do przestąpienia, z tą samą siłą obejmujące.

[...] Gdy trawy otulające urwiste ogrody pięknej zatoki półwyspu zazieleniły się bujną i lśniąca barwą, a wśród nich stokroć, fiołki i sasanki otwarły swe oczy żywe i ukazały twarzyczki, przypominał sobie pisma poetów, których mu się w różnych językach uczyć kazało i którymi dawniej pogardzał. Gdy wylewały woń swą, wiecznie rodzącą wzruszenie, przychodził do przeświadczenia, iż dwie są tylko na ziemi sprawy nieśmiertelne i nie podlegające zepsuciu śmierci: wiekuisty powrót kwiatów na wiosnę i odtworzenie ich powrotu na ziemię w wierszach poetów. Wypowiadał teraz matce umarłej te ciche, woniejące jak fiołki słowa, na nic nikomu nieprzydatne, swojskie i obce, których dawniej nie rozumiał i nie ceniał. Posyłał jej do zimnej głębi grobu wiadomość tamtymi słowy, iż wiosna przyszła znowu – iż ptaszek złotopióry, wilga boża-wola, którego tak lubili pokazywać sobie za dni szczęśliwych, upłynionych, którego śpiewu słuchać lubili w poranki wiosny, zjawił się skądś znowu i wśród gałęzi samotnego cedru niezrozumiałą mową swoją ogłasza niebiosom, morzu i ziemi szczęście powrotu przedwiośnia.

Grupa II

[...] Trafiał do ogrodu warzywnego, a później do ptasiego ogrojca. W drucianym odosobnieniu przechadzały się koguty, raz po raz ogłaszając absolutną niepogodę wrzaskliwym

komunikatem, biadając pokrakiwały indyczki i rozpuszczały tęgie pióra z dzikim bełkotem indory, na pół obłąkane z manii wielkości. Wspaniały paw siedział na płocie nieruchomy, jakby wyrzeźbiony z brązu wielobarwnego, pewien uroków swych piór i kolorów swej szyi. Wrzaskliwe perliczki niestrudzone i kłótniwe wykrzykiwały jakieś, doprawdy, nieprzyzwoite przezwisko. Nieporządne kaczki chleptały strawę, nurzając dzioby, nogi i brzuchy w korytku, gęsi wydawały co pewien czas ńście dulskie i klepie głosy podziwu nad wszystkim i nierozumienia nic a nic na tym świecie. W tym społeczeństwie było tyle ciekawego życia, że Baryka formalnie zagapił się na ten sowiet ptasi.

Załącznik – mapa świata



Pasjonatów fotografii przyrodniczej zapraszamy do współpracy!

Najlepsze zdjęcia opublikujemy w naszym czasopiśmie jako „Zdjęcia numeru”.

Prosimy je przysyłać w formacie JPG (300 dpi, min. 1800×1200)
na adres: prazm@gazeta.pl



XL Olimpiada Biologiczna

■ PIOTR BORSUK

Mała rocznica skłania do refleksji. Jakie jest miejsce olimpiady biologicznej w polskiej szkole? Czy możemy być z niej zadowoleni, czy też może czas coś zmienić? To nie są proste pytania i trudno oczekiwać, że znajdzie się na nie jednoznaczne odpowiedzi. Uważam jednak, że warto się choć chwilę nad nimi zastanowić. Zacznijmy od faktów.

Wzorem poprzednich lat uczestniczyłem w egzaminie ustnym oraz w zawodach w rozpoznawaniu krajowych roślin i zwierząt. Ten pierwszy jest dla mnie papierkiem lakmusowym pokazującym, na ile uczniowie, którzy dotarli do finału olimpiady, a więc bez wątpienia posiadający rozległą wiedzę biologiczną, potrafią z niej korzystać, łącząc ze sobą znane, zwykle z książek, fakty. Z kolei umiejętność rozpoznawania krajowych roślin i zwierząt jest dla mnie dowodem, że młodego człowieka biologia naprawdę interesuje, wskazówką, że udział w zawodach wynika z potrzeby sprawdzenia się w konfrontacji z innymi uczniami, a nie jedynie próbą zdobycia przepustki na dobrą uczelnię. Dlatego zaczęłam od refleksji dotyczących konkursu ze znajomości naszych roślin i zwierząt.

Tak jak w poprzednich latach każdy z uczestników miał do rozpoznania 20 roślin i 20 zwierząt. Oczywiście wyłącznie krajowych. W zawodach uczestniczyło 22 uczniów, z których każdy musiał nie tylko rozpoznać prezentowany na przeźroczu gatunek, ale również wykazać się wiedzą dotyczącą jego taksonomii. Rozpoznając rośliny i zwierzęta, uczniowie mogli udzielić łącznie po 440 prawidłowych odpowiedzi (20 uczniów × 20 rozpoznawanych gatunków). Niestety statystyka jest bezlitosna. W przypadku zwierząt podano 176, a w przypadku roślin – jedynie 107 (!) prawidłowych odpo-

wiedzi. Przyjmując nawet, że część uczniów startowała, żeby zdobyć nagrodę pocieszenia przeznaczoną dla najłabszego uczestnika zawodów (wątpliwe wyróżnienie) i dlatego 2 osoby nie rozpoznały dżdżownicy, a 3 żmii zygakowatej i łosia, to niepokoi, że np. świerszcz polny i krogulec zostały rozpoznane jedynie przez 4 uczniów. Umiejętność rozpoznania myszy polnej (5 poprawnych odpowiedzi) staje się elitarna, podobnie jak umiejętność rozpoznania grabu pospolitego (4), goryczki (1), łubinu żółtego, derenia jadalnego (1) i czeremchy zwyczajnej (5). W takiej sytuacji nie dziwi, że nikt nie rozpoznał płucnicy islandzkiej i bielunia dziedzierzawy. Czy to czegoś dowodzi? Chyba tak. Poniżej znajdziecie Państwo wybór szczególnie „trafnych” odpowiedzi, które – szczerze mówiąc – wywołują we mnie mieszane uczucia.

Niestety, nieodparcie nasuwa się wniosek, że olimpiada biologiczna z roku na rok coraz bardziej staje się miejscem walki o indeksy.

Nieco bardziej optymistycznie nastrajają mnie obserwacje, jakie poczyniłem w czasie egzaminu ustnego. Niestety, nadal wielu uczniów postrzega egzamin ustny jako kolejny egzamin, którego celem jest wyłącznie sprawdzenie wiedzy biologicznej egzaminowanego. To błąd! Wiedza to za mało! Potrzeba UMIEJĘTNOŚCI wiązania faktów. Na egzaminie nie wystarczy wyrecytować, np. etapy ekspresji informacji biologicznej. Trzeba rozumieć logikę procesu i zdemonstrować to egzaminatorom. Tak, wiem, to bardzo trudne, ale przecież olimpiada biologiczna to bardzo szczególnie sprawdzian wiedzy i umiejętności. Konkurs, którego zadaniem jest wyselekcjonowanie najlepszych! Muszę przyznać, że uczestnicy XL Olimpiady Biologicznej prezentowali

znacznie większą wiedzę i umiejętności z zakresu genetyki. Jako biologa molekularnego cieszy mnie to bardzo. Nawet jeśli postęp wynika z opinii, że z genetyki pyta potwór, który czepia się każdego słowa. Jeśli dzięki temu uczestnicy, no może z jednym wyjątkiem, przestali nazywać DNA kodem genetycznym, to radość moja jest ogromna i obiecuję, że za rok będę pytał równie ostro, aby... wygrał naprawdę najlepszy. Tak jak w tym roku!

Poniżej przedstawiamy wyniki finałów XL Olimpiady Biologicznej. Gratuluję wszystkim jej uczestnikom, lecz szczególnie Laureatom, a zwłaszcza Pani Karolinie Trockiej, która będąc w II klasie LO, nie znalazła sobie równych ani w teście, ani na egzaminie ustnym. Szczególne słowa uznania kieruję do Nauczycieli, tych, których zawsze będę pisał przez duże N, doceniając ich ciężką pracę i jej owoce cenne dla całego społeczeństwa.

Wyniki zawodów III stopnia XL Olimpiady Biologicznej

Laureaci I stopnia:

Lp.	Nazwisko i imię zawodnika	Okręg	Klasa	Numer szkoły i dokładny adres	Test	Egzamin ustny	Łącznie	Nazwisko i imię nauczyciela
1.	Trocka Karolina	Zielona Góra	II	Społeczne LO, ul. 11 Listopada 33, 68-200 Żary	118	102,48	220,48	Mroczek Barbara
2.	Gajda Sylwia	Łódź	III	ul. Więckowskiego 41, 90-734 Łódź	115	99,42	214,42	Tomtała Małgorzata
3.	Pękala Przemysław	Kraków	III	I LO, ul. Piłsudskiego, 4 33-100 Tarnów	116	94,32	210,32	Dudziak-Hampel Anna
4.	Krejner Alicja	Warszawa	II	V LO im. ks. J. Poniatowskiego, ul. Nowolipie 8, 00-150 Warszawa	112	92,88	204,88	Pielichowska Maria
5.	Wilk Mateusz	Katowice	II	III LO im. A. Mickiewicza, ul. Mickiewicza 11, 40-092 Katowice	110	94,38	204,38	Koloch Joanna

Laureaci II stopnia:

Lp.	Nazwisko i imię zawodnika	Okręg	Klasa	Numer szkoły i dokładny adres	Test	Egzamin ustny	Łącznie	Nazwisko i imię nauczyciela
6.	Golec Małgorzata	Łódź	III	ul. Żwirki i Wigury 3, 98-200 Sieradz	114	88,80	202,80	Rębowska Ewa
7.	Dobrzański Xavier Augustyn	Wrocław	II	XIV LO, ul. Brücknera 10, 51-410 Wrocław	102	99,00	201,00	Piszczek Marian
8.	Schmidt Wiktor	Poznań	II	I LO im. T. Kościuszki, ul. Mickiewicza 14, 62-500 Konin	111	88,98	199,98	Adamczyk-Schmidt Teresa
9.	Frankiewicz Kamil	Kielce	III	IV LO, ul. Radiowa 1, 25-314 Kielce	107	92,22	199,22	Nowak Jolanta
10.	Świdarska Monika	Poznań	III	I LO im. T. Kościuszki, ul. Mickiewicza 14, 62-500 Konin	109	89,82	198,82	Adamczyk-Schmidt Teresa
11.	Lewczuk Tomasz	Białystok	III	II LO z BJN im. B. Taraszkiewicza, ul. Kopernika 4, 17-100 Bielsk Podlaski	105	92,40	197,40	Trojanczuk Irena
12.	Brycht Oliwia Anna	Łódź	III	XXXI LO im. L. Zamenhofa, ul. Kruczkowskiego 4, 93-236 Łódź	107	90,12	197,12	Posiata Danuta
13.	Jasińska Agnieszka	Warszawa	III	II LO im. S. Batorego, ul. Myśliwiecka 6, 00-459 Warszawa	107	89,58	196,58	Lenart Nella Kurek Korneliusz
14.	Paskal Wiktor	Zielona Góra	II	Katolickie LO, ul. O. Kalinowskiego 15, 68-200 Żary	104	89,70	193,70	Malendowicz Elżbieta
15.	Molek Patrycja	Kraków	II	ZSO nr 1, ul. Długosza 5, 33-300 Nowy Sącz	103	90,12	193,12	Kuźma Małgorzata

Laureaci III stopnia:

Lp.	Nazwisko i imię zawodnika	Okręg	Klasa	Numer szkoły i dokładny adres	Test	Egzamin ustny	Łącznie	Nazwisko i imię nauczyciela
16.	Krejska Karolina	Toruń	III	ZSO nr 1, pl. Wolności 9, 85-004 Bydgoszcz	107	83,58	190,58	Pilimon Małgorzata
17.	Bogusz Krzysztof	Lublin	III	II LO im. P. Firleja, ul. 1 Maja 66/74, 21-100 Lubartów	102	87,90	189,90	Hajduk Ewa
18.	Hasior Natalia	Szczecin	II	XIII LO, ul. Unisławy 26, 71-413 Szczecin	112	77,40	189,40	Szafińska Iwona
19.	Hałaczkiwicz Przemysław	Łódź	II	ZS im. H. Sienkiewicza, ul. Sienkiewicza 5, 98-330 Pajęczno	102	86,88	188,88	Nazarek Halina
20.	Rozwadowska Joanna	Kraków	III	V LO im. A. Witkowskiego, ul. Studencka 12, 31-116 Kraków	105	82,08	187,08	Ćwioro Elżbieta
21.	Lipiński Piotr	Wrocław	III	I LO, pl. Klasztorny 7, 59-220 Legnica	107	78,42	185,42	Nowak Agnieszka
22.	Pietrzak Maja	Warszawa	III	VIII LO im. Władysława IV, ul. Jagiellońska 38, 03-719 Warszawa	103	81,78	184,78	Kofta Wawrzyniec
23.	Rusin Bartłomiej	Rzeszów	III	I LO im. Króla Władysława Jagiełły, ul. Słowackiego 9, 39-200 Dęblin	112	71,88	183,88	Kuczyńska Monika
24.	Skulimowski Aleksander	Łódź	III	ul. Więckowskiego 41, 90-734 Łódź	105	78,12	183,12	Lauk Jolanta
25.	Goral Agnieszka	Lublin	III	I LO im. S. Staszica, Aleje Raclawickie 26, 20-043 Lublin	109	73,20	182,20	Drozd Małgorzata

Wyróżnione prace badawcze finalistów XL Olimpiady Biologicznej

Lp.	Nazwisko i imię	Okręg	Klasa	Numer szkoły i dokładny adres	Nazwisko i imię nauczyciela	Publikacja
1.	Brycht Oliwia Anna	Łódź	III	XXXI LO im. L. Zamenhofa, ul. Kruczkowskiego 4, 93-236 Łódź	Posita Danuta	
2.	Dobrzański Xavier Augustyn	Wrocław	II	XIV LO, ul. Brücknera 10, 51-410 Wrocław	Piszczek Marian	„Biologia w Szkole”
3.	Kośnik Artur	Białystok	II	I LO im. T. Kościuszki, ul. Bernatowicza 4, 18-400 Łomża	Urbańska Ewa	
4.	Krejska Karolina	Toruń	III	ZSO nr 1, pl. Wolności 9, 85-004 Bydgoszcz	Pilimon Małgorzata	„Biologia w Szkole”
5.	Molek Patrycja	Kraków	II	ZSO nr 1, ul. Długosza 5, 33-300 Nowy Sącz	Kuźma Małgorzata	„Biologia w Szkole” Praca zamieszczona w niniejszym numerze
6.	Pękała Przemysław	Kraków	III	I LO, ul. Piłsudskiego 4, 33-100 Tarnów	Dudziak-Hampel Anna	„Biologia w Szkole”
7.	Schmidt Wiktor	Poznań	II	I LO im. T. Kościuszki, ul. Mickiewicza 14, 62-500 Konin	Adamczyk-Schmidt Teresa	„Biologia w Szkole”
8.	Wilk Mateusz	Katowice	II	III LO im. A. Mickiewicza, ul. Mickiewicza 11, 40-092 Katowice	Kołoch Joanna	
9.	Pszczółkowski Piotr	Wrocław	III	I LO, pl. Klasztorny 7, 59-220 Legnica	Nowak Agnieszka	

Z notatnika egzaminatora, czyli jak finaliści XL Olimpiady Biologicznej rozpoznają krajowe rośliny i zwierzęta

Niniejszy tekst piszę nie ku ucieście, lecz aby choć przez chwilę zastanowić się nad tym, o co chodzi w nauczaniu biologii w polskich szkołach. Poniżej znajdziecie Państwo przykłady, jak finaliści XL Olimpiady Biologicznej rozpoznawali rośliny i zwierzęta. Mam cichą nadzieję, że przynajmniej w niektórych przypadkach podane odpowiedzi wynikają nie z niewiedzy, lecz z chęci rozbawienia komisji egzaminacyjnej.

■ PIOTR BORSUK

Za „najpiękniejszą” odpowiedź uznalem rozpoznanie płucnicy islandzkiej (*Cetraria islandica*) – grzyba należącego do rodziny taczownicowatych (*Parmeliaceae*) – jako... ostrokrzewu niepodlanego.

Niestety zadanie rozpoznania tego grzyba przerosło możliwości wszystkich uczestników konkursu. Być może niektórzy z Państwa uznają, że umiejętność rozpoznania tak szczególnego grzyba nie jest potrzebna współczesnemu biologowi. Być może, ale ciekaw jestem, ilu uczniów rozpoznaje najpowszechniej występujące w Polsce grzyby jadalne i trujące.

Dowodem na to, że uczniowie nie potrafią rozpoznawać nawet najpospolitszych gatunków zwierząt, jest przypadek **okonia europejskiego** (*Perca fluviatilis*), ryby z rodziny okoniowatych, a więc typowej dla tej rodziny, i powszechnie spotykanej w naszych wodach. Rybę rozpoznała tylko połowa uczniów (!), wśród błędnych odpowiedzi dwie, ukleja i brzana, sugerują, że uczniowie w ogóle nie wiedzą, jak wyglądają ryby występujące w naszych rzekach i jeziorach.

Kolejnym popularnym w Polsce organizmem, który prezentowano na przeźroczu, była **mysz polna** (*Apodemus agrarius*) – niewielki gryzoń należący do rodziny myszowatych. Rozpoznało ją 5 z 22 uczniów uczestniczących w egzaminie (!). Jeden z nich rozpoznał myszkę jako... chomika dzungarskiego. Zapewne zmyliła go charakterystyczna czarna pręga na grzbiecie zwierzęcia, ale prawdę mówiąc, chomika dzungarskiego trudno uznać za gatunek krajowy...

W przypadku rozpoznawania roślin najbardziej zaskoczyło mnie, że **opieńkę miodową** (*Armillaria mellea*), jadalny grzyb z rzędu pieczarkowców, uczeń zaklasyfikował do... dwuliściennych. Ot przykład, jak daleko jest teoria od praktyki. Zapewne uczeń nie miałby problemu z opisaniem faz jasnej i ciemnej fotosyntezy i podaniem cech charakterystycznych roślin dwuliściennych, natomiast mnie mam, że w czasie grzybobrania bardziej przydałaby mu się wiedza praktyczna. Na szczęście prawie połowa uczniów (10) opieńkę rozpoznała.

Wcześniej pisałem, że poważnym problemem dla finalistów było rozpoznanie **derenia jadalnego** (*Cornus mas* L.), drzewa z rodziny dereniowatych. Udało się to tylko jednemu (!) finaliście. Jednak nie rozpoznać, a nie rozpoznać to nie to samo. W tym wypadku w kategorii „nierozpoznanie” palma pierwszeństwa należy się uczniowi, który na prezentowanym przezroczu dostrzegł... borówkę bagienną.

I na koniec mój „faworyt” – **bieluń dziedzierzawa** (*Datura stramonium* L.), silnie trująca, jednoroczna roślina z rodziny psiankowatych. Zaiste trzeba dużo wyobraźni, żeby rozpoznać ją jako kasztanowca – a tak czyniło wielu uczniów – ale jeszcze więcej, aby uznać, że na przezroczu jest prezentowana roślinka okrągłolistna!

W tym miejscu rodzi się pytanie, w jakim kierunku powinno zmierzać nauczanie biologii w polskich szkołach. Czy celem powinna być umiejętność klasyfikowania typów liści, czy też może rozpoznawania roślin, np. trujących, chronionych bądź jadalnych. Co jest ważniejsze: znajomość cykli życiowych mchów i wątrobowców czy wiedza na temat rozmnażania się ssaków, a w szczególności człowieka.

Niestety, gdy na egzaminie ustnym usłyszałem, że po zapłodnieniu u człowieka dochodzi do zlania się jąder gamet męskiej i żeńskiej, to zrodziły się we mnie wątpliwości, no bo jeśli najlepsi z najlepszych prezentują tak głęboką niewiedzę, to... strach pomyśleć.



Bieluń dziedzierzawa nawet po wysuszeniu nie przypomina kasztanowca

Galeria XL Olimpiady Biologicznej



Podobnie jak w latach poprzednich finał XL Olimpiady Biologicznej odbył się w gościnnych progach Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego. Na uroczystości zakończenia Olimpiady władze dziekańskie reprezentowała Pani dr Bożena Maciejewska, prodziekan ds. studenckich, która życzliwym okiem spoglądała w kierunku finalistów, być może przyszłych studentów Wydziału Biologii UW.



Ostatnie chwile przed ogłoszeniem wyników finału XL Olimpiady Biologicznej. Jeszcze nerwy, ale już nie takie, jak na egzaminie ustnym...



Jak zwykle uroczystością „dowodził” przewodniczący KGOB, prof. dr hab. B. Cymbarowski. Niestety, nie obyło się bez małych problemów ze sprzętem nagłaśniającym, które na szczęście Pan profesor szybko rozwiązał.



Uroczystość uświetnili podopieczni Krajowego Funduszu na Rzecz Dzieci, z którym Olimpiadę Biologiczną wiele łączy. Od lat najlepsze prace przygotowane na olimpiady biologiczne są zgłaszane przez KGOB na Konkurs Prac Młodych Naukowców Unii Europejskiej, którego etap narodowy w Polsce jest organizowany przez Krajowy Fundusz na Rzecz Dzieci.



Pani Aleksandra Kowalik, radca Ministra Edukacji Narodowej, odczytała list Pani minister Katarzyny Hall skierowany do uczestników XL Olimpiady Biologicznej. Ciepłej robi się na sercu, gdy widzi się, jak władza docenia wysiłek uczniów i nauczycieli.



Na zwycięzców czekały medale.



Są wyniki! Jak widać niektórzy finaliści kibicują Falubazowi, a czy Falubaz kibicuje finalistom?



Zwycięzcy nie zostali z pustymi rękami. Od lewej Karolina Trocka (1 m.), Sylwia Gajda (2 m.), Przemysław Pękala (3 m.), Alicja Krejner (4 m.), Mateusz Wilk (5 m.). Jak widać w tym roku Panie górą. Co ciekawe, troje z nich to uczniowie klas II LO.



Pani minister Aleksandra Hall ufundowała pamiątkową statuetkę, którą zwyciężczyni XL Olimpiady Biologicznej wręczył przewodniczący KGOB prof. dr hab. B. Cymborowski.



Bez nauczycieli biologii nie byłoby laureatów. Pani Anna Żdan-Andrelczyk, której uczniowie zdobyli najwięcej nagród na XL Olimpiadzie Biologicznej.



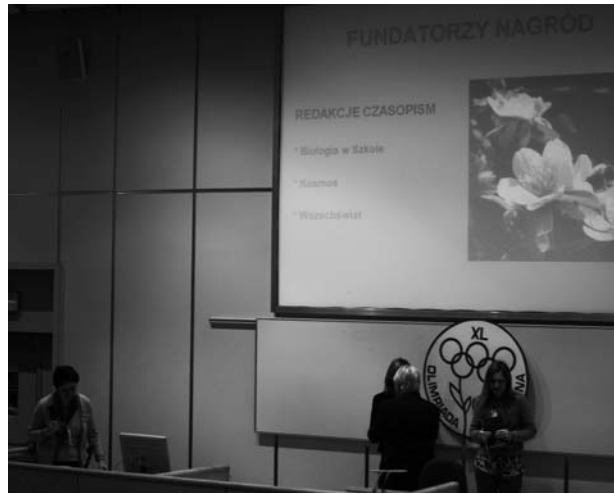
Najlepsi z najlepszych. Nauczyciele biologii, którzy najlepiej przygotowali uczniów do XL Olimpiady Biologicznej.



Z sukcesów cieszyli się uczniowie i nauczyciele. XL Olimpiadę Biologiczną czas zakończyć.



Jeszcze tylko pamiątkowa fotografia pod parasolem, bo przecież przeczny zawsze ubezpieczony.



Wśród sponsorów XL Olimpiady Biologicznej znalazła się również „Biologia w Szkole”.

Badanie antropofityzacji flory południowego Konina

PUBLIKACJA W BIOLOGII W SZKOLE
[11.09-2016] 40111107030111

Autor: Wiktor Schmidt, klasa I
Opiekun: Teresa Adamczyk-Schmidt
I Liceum im. Tadeusza Kościuszki w Koninie

STRESZCZENIE

Celem pracy były badanie antropofityzacji flory południowego Konina. Badania prowadzono od września 2009 r. na obszarze badawczym w południowym Koninie. Jednostkami badawczymi (obszarów badawczych) wybrano 49% z kontrolą 13%. Mniej obserwowano wykazywały przetrwanie roślin antropofitycznych w porównaniu z kontrolą. Wyniki badań wykazały, że antropofityzacja jest silnie zależna od warunków siedliskowych. Najbardziej obserwowano antropofityzację w miejscach z silnym światłem i niską wilgotnością. Wyniki badań wykazały, że antropofityzacja jest silnie zależna od warunków siedliskowych. Najbardziej obserwowano antropofityzację w miejscach z silnym światłem i niską wilgotnością. Wyniki badań wykazały, że antropofityzacja jest silnie zależna od warunków siedliskowych. Najbardziej obserwowano antropofityzację w miejscach z silnym światłem i niską wilgotnością.

WSTĘP

Należy wspomnieć, że rośliny antropofityczne (epifityczne) należą do nich zarówno gatunki rzadkie (epifity), jak i silnie antropofityczne. Antropofityzacja jest zjawiskiem, w którym rośliny (epifity) wykorzystują inne rośliny (epifity) do przetrwania i wzrostu. Wyniki badań wykazały, że antropofityzacja jest silnie zależna od warunków siedliskowych. Najbardziej obserwowano antropofityzację w miejscach z silnym światłem i niską wilgotnością.

MATERIAŁY I METODY

Badania prowadzono od września 2009 r. na terenie południowego Konina. W celu badania antropofityzacji flory wybrano 12 jednostek badawczych z kontrolą 13%. Wyniki badań wykazały, że antropofityzacja jest silnie zależna od warunków siedliskowych. Najbardziej obserwowano antropofityzację w miejscach z silnym światłem i niską wilgotnością.

Grupa	Wiek	Wzrost	Wzrost	Wzrost	Wzrost
Kontrola	10	10-15	10-15	10-15	10-15
	20	15-20	15-20	15-20	15-20
	30	20-25	20-25	20-25	20-25
Badawcza	10	10-15	10-15	10-15	10-15
	20	15-20	15-20	15-20	15-20
	30	20-25	20-25	20-25	20-25

WYNIKI

Wyniki badań wykazały, że antropofityzacja jest silnie zależna od warunków siedliskowych. Najbardziej obserwowano antropofityzację w miejscach z silnym światłem i niską wilgotnością. Wyniki badań wykazały, że antropofityzacja jest silnie zależna od warunków siedliskowych. Najbardziej obserwowano antropofityzację w miejscach z silnym światłem i niską wilgotnością.

Fig. 4. Stopień antropofityzacji flory badanych obszarów (a) i poszczególnych podobszarów (b).

Fig. 5. Bilansowy udział gatunków rzadkich i grup antropofitycznych w florze badanych obszarów (a) i poszczególnych podobszarów (b).

Fig. 6. Ciepły gatunki występujące na obszarze badawczym.

Prace, które najbardziej przypadły nam do gustu, będziemy publikować w kolejnych zeszytach naszego pisma.

Wzorem lat poprzednich drukujemy prace, które wydały mi się najciekawsze i najlepiej prezentowane na zawodach finałowych, tym razem rocznicowej, XL Olimpiady Biologicznej. Prezentujemy je w formie oryginalnej wprowadzając jedynie drobne modyfikacje konieczne z uwagi na wymagania techniczne czasopisma.

Piotr Borsuk

Obserwacja podziału pracy wśród mrówek (*Myrmica*) w różnych warunkach pogodowych



■ PATRYCJA MOŁEK

OPIEKUN: MGR MAŁGORZATA KUŹMA

Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 1 w Nowym Sączu

Streszczenie

W wyniku przeprowadzonych obserwacji nad furazowaniem mrówek *Myrmica* w zależności od różnych warunków pogodowych mogą stwierdzić, że:

- stare wiekowo robotnice podejmują furazowanie, w największej przewadze liczebnej w stosunku do młodych, w okresie największego ryzyka (ciągłe opady i całkowite zachmurzenie, najbardziej odległa od mrowiska podkarmiaczka);
- młode wiekowo robotnice podejmują furazowanie, w największej przewadze liczebnej w stosunku do starych, w okresie najmniejszego ryzyka (brak opadów, zachmurzenia, najbliższa mrowisku podkarmiaczka);
- średnie wiekowo robotnice podejmują furazowanie stosunkowo częściej podczas średniego ryzyka wobec opadów (przelotne) i największego wobec zachmurzenia (całkowite), niż robotnice pozostałych klas wiekowych;
- stopień niebezpieczeństwa prac dla mrówek rośnie najpierw wraz ze wzrostem intensywności opadów, a później ze stopniem zachmurzenia.

Wstęp

Znanych jest 13,5 tys. gatunków owadów właściwie społecznych, wśród których wyróżniamy termity, wyżej uorganizowane pszczoły i osy, pluskwiaki równoskrzydłe oraz mrówki, co stanowi 2% wszystkich gatunków owadów [6, 7].

Podstawą sukcesu kolonii mrówek jest współpraca pomiędzy poszczególnymi jej członkami, co podnosi wartość przystosowawczą grupy. Wśród owadów społecznych wyraźnie zaznacza się zjawisko altruizmu [15]. Pojęcie altruizmu w społeczności ludzkiej rozumiane jest jako „bezinteresowne dążenie do dobra innych ludzi, gotowość do poświęceń; przeciwieństwo egoizmu” [12], odbiega ono od definicji biologicznej, tłumaczącej je jako działanie zwiększające całkowitą liczbę potomstwa w życiu innego osobnika, kosztem własnej przeżywalności i reprodukcji [7]. W świetle koncepcji doboru krewniaczego altruizm wydaje się być zachowaniem samolubnym, podnoszącym dostosowanie całkowite altruisty [4]. Powyższy behavior leży u podstaw zjawiska polietyzmu wiekowego, czyli regularnych zmian rodzaju pracy wykony-

wanej przez członka kolonii, zależnie od jego wieku [14]. Podejmowanie niebezpiecznych prac poza mrowiskiem przez starsze mrówki i spędzanie większości czasu w gnieździe oraz sprawowanie opieki



Fot. 1. Mrówka młoda



Fot. 2. Mrówka średnia wiekowo



Fot. 3. Mrówka stara

nad potomstwem przez młode osobniki stwierdzono u mrówek *Pheidole*, *Camponotus*, *Myrmica*, *Lasius*, *Formica* i *Oecophylla* [15].

Przyjęłam hipotezę, że oczekiwana długość życia mrówki jest kryterium optymalizującym podział pracy wśród robotnic. **Celem mojej pracy była próba doświadczalnego sprawdzenia w jaki sposób robotnice mrówki *Myrmica* osiągają kompromis przy furazowaniu podczas zmiennych warunków atmosferycznych: temperatury, opadów i zachmurzenia.** Ilościowe wyniki moich obserwacji mogą pomóc przy tworzeniu jednolitej socjobiologii, która powinna ułatwiać przewidywanie cech organizacji społecznej na podstawie parametrów populacyjnych i umożliwiać porównywanie społeczeństw kręgowców i bezkręgowców [14].

Materiały i metody

Badania prowadziłam od 1 czerwca do 28 lipca 2010 r. na zboczu góry Sokolnik, w miejscowości Popardowa Wyżna, położonej ok. 15 km od Nowego Sącza. Obserwowałam furazujące robotnice mrówek gniazdujących w starej kłodzie na obrzeżach lasu. Badałam mrówki z rodzaju *Myrmica* należące do rzędu błonkoskrzydłych (Hymenoptera), podrzędu stylikówek (Apocrita) [9]. Starzejącym się osobnikom ciemnie zabarwienie kutikuli. Różnice w pigmentacji robotnic wykorzystywałam do wyodrębnienia trzech klas wiekowych: robotnice młode (fot. 1) (ciało rudo-czerwone), średnie (fot. 2) (brązowo-czarna głowa i odwłok oraz rudy tułów), stare (fot. 3) (ciało brązowo-czarne) [1].

Pomiary prowadziłam w czasie różnych warunków pogodowych. W dniu pomiaru notowałam temperaturę, stopień zachmurzenia i intensywność opadów. W pracy przyjęłam odpowiednie oznaczenia; intensywność opadów: brak (1a), przelotne (2a), ciągłe (3a); stopień zachmurzenia: brak (1b), częściowe (2b), całkowite (3b). W celu złapania furazerek ustawiłam 16 podkarmiaczek (ryc. 1) Podkarmiaczki wykonałam z plastikowych pojemniczków zakupionych w aptecce (objętość 100 ml), przy dnie po-



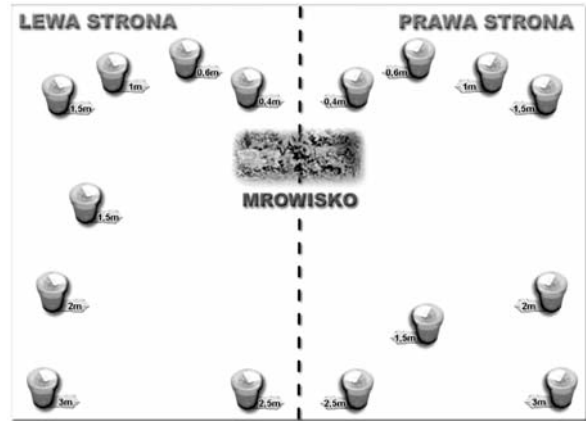
Fot. 4. Podkarmiaczka



Fot. 5. Pokarm

jennika wywierciłam 16 otworków o średnicy 3–4mm (fot. 4). W każdej podkarmiaczce pokarm stanowiło 8 miodowych kótczek Cheerios i 5ml dżemu truskawkowego Pinczów (fot. 5). Pokarm wymieniałam co 3 dni. Pojemniki unieruchomiłam kamieniami i przytwierdziłam szpilami, z powodu przewracających je dzikich zwierząt. Kamienie nie przeszkadzały furazerkom w odnalezieniu źródła pokarmu.

W celu zliczenia mrówek podkarmiaczkę umieszczałam w przezroczystym, plastikowym pojemniku (objętość 1 l), wydo-



Ryc. 1. Schemat rozmieszczenia podkarmiaczek

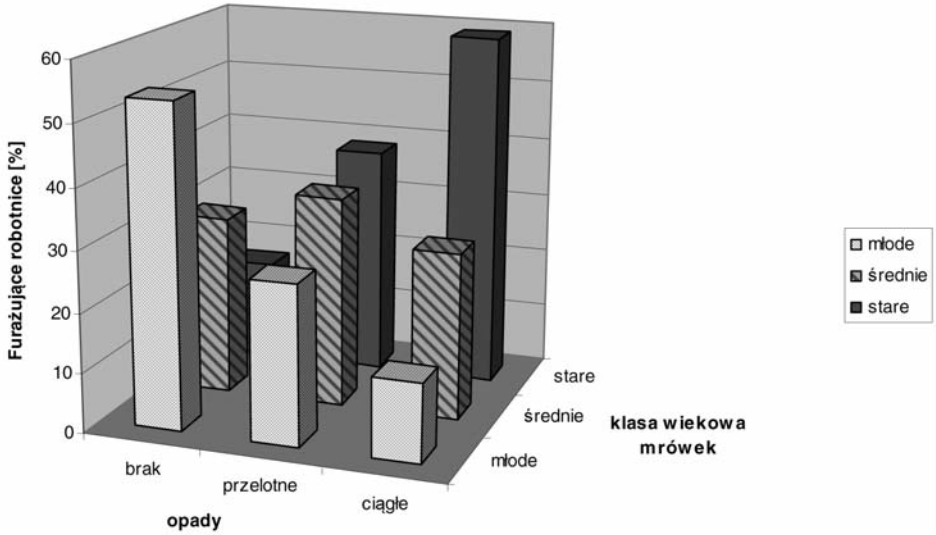
stające się przez otworki w podkarmiaczkach mrówki łapałam pęsetą entomologiczną i oceniałam ich przynależność do poszczególnych klas wiekowych. Zliczone furazerki wypuszczałam na wolność w pobliżu mrowiska, z dala od podkarmiaczek. Następnie sumowałam liczby robotnic młodych ze wszystkich podkarmiaczek i dodawałam ją do sumy osobników młodych złapanych w dniach o takich samych warunkach pogodowych. Po zakończeniu badań ustaliłam udział procentowy młodych osobników w liczebności wszystkich złapanych mrówek, podczas poszczególnych warunków pogodowych. Podobnie postąpiłam z wynikami pozostałych klas wiekowych.

Uśrednione wyniki przedstawiłam na wykresach.

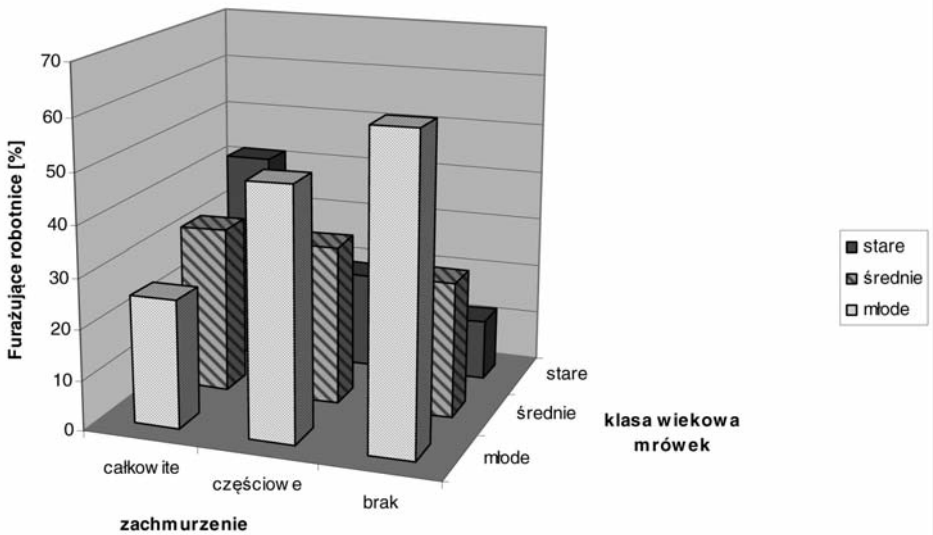
Wyniki

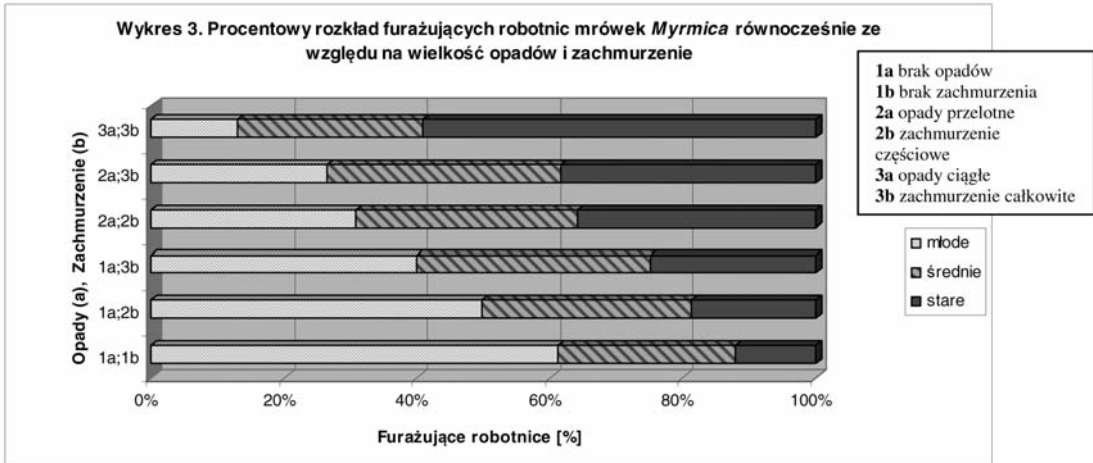
Obserwacje furazujących robotnic mrówek *Myrmica* w różnych warunkach pogodowych pozwalają stwierdzić, że starsze robotnice częściej niż młode podejmują furazowanie podczas niekorzystnych warunków, zaś podczas sprzyjających większa jest proporcja robotnic młodych do starszych. Podczas 33 pomiarów zliczyłam 7657 furazerek, (20 pomiarów przy braku opadów, 6 – opady przelotne, 7 – opady ciągłe, 12 – brak zachmurzenia, 5 – zachmurzenie

Wykres 1. Rozkład aktywności mrówek *Myrmica* względem intensywności opadów dla różnych grup wiekowych



Wykres 2. Rozkład aktywności mrówek *Myrmica* względem stopnia zachmurzenia dla różnych grup wiekowych





częściowe, 16 – zachmurzenie całkowite).

Rozkład aktywności mrówek różnych grup wiekowych względem intensywności opadów obrazuje wykres 1.

Przy braku opadów spośród wszystkich robotnic największy udział w furażowaniu przypadł robotnikom młodym, był on nieco ponad 3 razy większy, niż udział furażerek starych, osobniki średnie były o ok. 14 % mniej liczne od młodych. Przy opadach przelotnych najczęściej furażowały mrówki stare, niewiele rzadziej mrówki średnie, najrzadziej do podkarmiaczek trafiały mrówki młode. Przy opadach ciągłych tak jak podczas opadów przelotnych do podkarmiaczek częściej trafiały mrówki stare. Miały one jednak większą przewagę liczebną nad robotnicami średnimi – było ich ponad 2 razy więcej. Furażerki młode stanowiły najrzadszą klasę wiekową, były prawie o połowę mniej liczne niż robotnice średnie.

Spośród wszystkich mrówek zliczonych przy obserwacjach dotyczących opadów osobniki młode były stosunkowo liczniejsze przy braku opadów, niż przy opadach przelotnych i opadach ciągłych. Robotnice średnie furażowały najczęściej w czasie opadów przelotnych, lecz niewiele częściej niż przy opadach ciągłych i braku opadów, zaś robotnice stare w czasie opadów ciągłych.

Zaobserwowałam również różną aktywność w furażowaniu w zależności od stop-

nia zachmurzenia, co obrazuje wykres 2. Przy braku zachmurzenia najczęściej furażowały osobniki młode, ich liczebność przewyższała o ponad pięć razy liczebność starych i przeszło dwa razy liczebność osobników średnich. Przy zachmurzeniu częściowym tak jak przy braku zachmurzenia dominowały robotnice młode, przeważając nad osobnikami starymi ponad 2,5 raza i 1,5 raza nad średnimi. Przy zachmurzeniu całkowitym najczęściej łapały się mrówki stare, ich liczebność była większa od liczebności średnich furażerek jedynie o 9%, a od młodych o 17%.

Spośród mrówek zliczonych przy obserwacjach dotyczących zachmurzenia osobniki młode były stosunkowo bardziej liczne przy braku zachmurzenia niż przy zachmurzeniu częściowym i całkowitym. Robotnice średnie i stare były stosunkowo najbardziej liczne w czasie zachmurzenia całkowitego.

Porównując częstość furażowania poszczególnych klas wiekowych robotnic *Myrmica* podczas różnych warunków pogodowych można stwierdzić, że stopień niebezpieczeństwa dla mrówek zależy najpierw od rosnącej intensywności opadów, a później od stopnia zachmurzenia. Obrazuje to poniższy wykres.

W ciągu pierwszych dni od ustawienia podkarmiaczek zauważyłam wzrost liczeb-

ności łapanych furazerek. Zauważyłam również częste zakładanie kolonii żółtych mrówek *Lasius flavus* w pobliżu podkarmiaczek. Widać było także prawidłowość, że starsze robotnice furazują częściej, niż młode na obszarach dalej położonych podkarmiaczek, a młode na obszarach podkarmiaczek bliższych.

Dyskusja

Warunkami istnienia eusocjalności w grupie organizmów jest występowanie wśród nich osobników będących całkowicie bezpłodnymi lub o ograniczonej płodności, należących do co najmniej dwóch pokoleń i wychowujących wspólne potomstwo.[16]

Współcześnie większość naukowców przyjęła za słuszną teorię doboru krewniczego opisaną matematycznie przez Hamiltona, która tłumaczy akty altruizmu u owadów eusocjalnych, będące podstawą sprawnego funkcjonowania kolonii. Mrówki cechują się haplodiploidalnością, królowa i robotnice są diploidalne, zaś samce haploidalne. Robotnice są bardziej spokrewnione z siostrami, niż byłyby ze swoim potencjalnym potomstwem, co wynika z tego, że połowę genomu będącą w całości kopią genomu haploidalnego ojca mają identyczną względem siebie, w przypadku drugiej połowy prawdopodobieństwo posiadania tych samych genów wynosi 50 %, ponieważ pochodzą one od diploidalnej matki, której gamety przeszły mejozę. W ostatecznym rozrachunku współczynnik pokrewieństwa między siostrami wynosi 0,75 (0,5 – identyczne geny pochodzące od ojca, 0,25 – geny pochodzące od matki), a między siostrą a bratem 0,25 (geny pochodzące od matki), czyli mrówce warto pomagać, jeżeli możliwe jest zastąpienie jednego utraconego przez nią potomka nieco więcej niż jednym bratem lub siostrą [7, 16]. Dla robotnicy bardziej opłacalnym jest pozostać sterylną i podejmować prace zwiększające sprawność kolonii [7]. Akty altruizmu opierają się presji selekcyjnej, kiedy zysk odniesiony dzięki nim przez krewniaków altruisty, pomnożony przez

współczynnik pokrewieństwa łączący ich z altruistą, przewyższa koszt ponoszony przez nosiciela cechy altruistycznej [4, 16]. Wynika z tego, że organizmy społeczne zachowują się samolubnie, propagując swoje geny w ciałach krewniaków [2, 8]. Dotyczy to każdego zachowania, kiedy to osobniki poświęcają swoje zasoby na rzecz innych spokrewnionych osobników. Dobór krewniczy wspiera zachowania altruistyczne, podnoszące wartość przystosowawczą kolonii, a tym samym dostosowanie całkowite altruisty przez zwiększenie wkładu genów altruisty w pulę genową następných pokoleń [4].

Zaobserwowana przeze mnie przewaga liczebności starych mrówek nad młodymi w okresie większego ryzyka potwierdza również zaproponowaną przez Wilsona stochastyczną teorię zbiorowego zachowania. Stwierdza ona, że określone wzory zachowań, zaprogramowane przez wrodzoną organizację nerwową mrówek, wywołane są przez odpowiednie bodźce środowiskowe. Są one zgodne z określonymi macierzami prawdopodobieństwa zmieniają się wraz z wiekiem. Teoria ta zakłada również, że macierze prawdopodobieństwa ewoluują w kierunku maksymalnego podniesienia wydajności kolonii. Na bodźce normalnie występujące w środowisku kolonii, które w przypadku moich obserwacji były warunkami pogodowymi, robotnice z danej kasty wiekowej reagują określonym zachowaniem zgodnym z pewnym prawdopodobieństwem [15]. Podejmowanie przez mrówki bardziej ryzykownych zachowań wraz ze starzeniem się opisane jest jako polietyzm wiekowy [13]. Starsze, chore lub ranne robotnice, mając przed sobą najkrótszą przewidywaną długość życia, wykonują najmniej bezpieczne prace przedłużając średnią długość życia robotnic w kolonii [10]. Stąd otrzymane przeze mnie różnice w udziale poszczególnych klas wiekowych podczas furazowania w zmiennych warunkach pogodowych.

Przy zachmurzeniu całkowitym, opadach przelotnych i ciągłych oraz w najdal-

szych od mrowiska podkarmiaczkach przewaga robotnic starych i średnich nad młodymi była największa. Przy braku opadów, zachmurzenia i zachmurzeniu częściowym największa przewagę nad pozostałymi mrówkami miały młode. Porównując procentowy rozkład furazujących robotnic równocześnie ze względu na wielkość opadów i zachmurzenia można stwierdzić, że stopień niebezpieczeństwa dla mrówek rośnie najpierw wraz z intensywnością opadów a później ze stopniem zachmurzenia.

U mrówek *Pogonomyrmex barbatus* dowiedzione zostało, że furazerki dowiadują się o zagrożeniach występujących w danym dniu, dzięki mrówkom patrolującym, które rano jako pierwsze wychodzą z mrowiska. Temperatura i wilgotność wpływają na węglowodorowy profil ich kutikuli. Zmiany te wyczuwają pozostałe w mrowisku mrówki co wywołuje określony wzór zachowań dla danej kasty wiekowej [5]. Coraz wyższy stopień zachmurzenia wiąże się ze wzrastającym niebezpieczeństwem dla furazerek. Być może spowodowane jest to zaburzeniem kompasowej orientacji furazerek według Słońca [11, 15], bądź zwiększonym prawdopodobieństwem opadów. Większe natężenie opadów wpływa niekorzystnie na trwałość ścieżek zapachowych prowadzących do źródła pokarmu, ponadto krople deszczu stanowią zagrożenie dla mrówek. Furazowanie w dalszej odległości od mrowiska jest zachowaniem o wyższym ryzyku z powodu większego prawdopodobieństwa zagubienia się, zagrożenia ze strony drapieżników i obcych mrówek oraz możliwości wyparowania ścieżki zapachowej. Krótki ślad feromonowy w postaci ścieżki zapachowej prowadzący do źródła pokarmu położonego bliżej mrowiska szybciej ulega wzmocnieniu niż dłuższy ślad [3, 15].

Kasty są tworzone altruistycznie, działają dla dobra kolonii, mogą być więc rozpatrywane w świetle teorii optymalizacji. Dla każdego gatunku istnieje optymalna proporcja liczebności specjalistów współpracujących ze sobą w skoordynowany sposób, dzięki której społeczeństwo funkcjonuje

sprawniej niż równa co do wielkości grupa złożona z osobników bez specjalizacji. Osiągnięta przez mrówki równowaga stosunków ilościowych robotnic jest dzięki działaniu doboru naturalnego najbardziej optymalną dla kolonii strategią, tak jak tłumaczy to teoria ergonomii. Wydajność dojrzalej kolonii determinowana jest przez liczbę robotnic, znajdujących się w danym momencie w każdej czasowej kaście. Działalność kolonii zależy w małym stopniu od efektu zmienności osobniczej, bo najważniejsza jest średnia macierzy prawdopodobieństwa wszystkich przedstawicieli należących do danej klasy wiekowej [14, 15].

Wyniki niniejszej pracy mogą być przydatne w tworzeniu porównywalnych systemów analizy w społeczeństwach owadów, a także przy poznawaniu dynamiki populacji [15]. Mogą także przybliżyć wyjaśnienie złożonych, zbiorowych efektów zachowania społecznego jako wyniku behawioru poszczególnych członków kolonii.

PIŚMIENNICTWO

- Cammaerts-Tricot M-C, *Production and perception of attractive pheromones by differently aged workers of Myrmica Rubra*, *Insectes Sociaux*, Paris 1974, T. 21, s. 235–248.
- Dawkins R., *Samolubny gen*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1996.
- Frings H. i M., *Mowa zwierząt*, PWN, Warszawa 1968.
- Futuyma D. J., *Ewolucja*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2005.
- Gordon D. M., *The organization of work in social insect colonies*, *Nature*, 1996, 380, s. 121–124.
- Hölldobler B., Wilson E. O., *Podróż w krainę mrówek*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1998.
- Krebs J. R., Davies N. B., *Wprowadzenie do ekologii behawioralnej*, PWN, Warszawa 2001.
- Łomnicki A., *Poziomy doboru, adaptacje*, Kosmos, 2009, 58, s. 335–340.
- Mazur S., *Klucz do oznaczania mrówek leśnych*, Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa 1995.
- Moroń D., Witek M., Wojciechowski M., *Division of labour among workers with different life expectancy in the ant Myrmica scabrinodis*, *Animal Behaviour*, 2008, 75(2), s. 345–350.
- Remade F., *Świat mrówek*, PWN, Warszawa 1968.
- Sobol E., *Słownik języka polskiego*, PWN, Warszawa 2005.
- Tofiński A., *Mechanizmy współdziałania i rozwiązywania konfliktów u owadów społecznych*, Kosmos, 2008, 57, s. 343–350.
- Wilson E. O., *Socjobiologia, Wydanie popularnonaukowe*, Zysk i S-ka, Poznań 2000.
- Wilson E. O., *Spoleczeństwa owadów*, PWN, Warszawa 1979.
- Wojciechowski M., *Dobór krewniaczy a ewolucja owadów eusocjalnych*, Kosmos, 2009, 58, s. 347–35.

I. PRENUMERATA DOSTARCZANA PRZEZ FIRMY KOLPORTERSKIE:

1. **RUCH SA** – Zamówienia drogą elektroniczną: www.prenumerata.ruch.com.pl

Infolinia: 0 804 200 600. Termin przyjmowania wpłat na prenumeratę krajową do 5. dnia każdego miesiąca. poprzedzającego okres rozpoczęcia prenumeraty.

2. **GARMOND PRESS** – www.garmond.com.pl, tel. (22) 836 70 08, 836 69 21

3. **KOLPORTER S.A.** – Prenumeratę instytucjonalną można zamawiać w oddziałach firmy Kolporter S.A. na terenie całego kraju. Informacje pod numerem infolinii 0801-205-555 lub na stronie internetowej <http://sa.kolporter.com.pl/>

II. PRENUMERATA DOSTARCZANA PRZEZ POCZTĘ POLSKĄ:

4. Zamówienia we wszystkich **urzędach pocztowych** lub u **listonoszy**. Zamówienia drogą elektroniczną – www.poczta-polska.pl/prenumerata. Infolinia: 0 801 333 444.

5. Zamówienia przez wyspecjalizowany **Oddział Poczty Polskiej w Bydgoszczy**.

Adres: Centrum Poczty, Oddział Rejonowy, Sekcja ds. Handlu, ul. Jagiellońska 6, 85-950 Bydgoszcz; konto: Bank Pocztowy S.A., Centrum Rachunków Skonsolidowanych 98 1320 0019 0099 0011 2000 0022, tel. (52) 33-95-671 lub (52) 33-95-818, fax (52) 322-72-06, e-mail: hanna.maselewska@gdansk.poczta-polska.pl

III. **PRENUMERATA ZAMAWIANA PRZEZ INTERNET** – www.kiosk24.pl. Katalog czasopism – Nauka, edukacja, oświata.

IV. PRENUMERATA ON-LINE ZA POŚREDNICTWEM WYDAWCY

Zamawiając roczną prenumeratę czasopism za pośrednictwem wydawcy, otrzymujecie Państwo promocyjny rabat od ceny czasopisma w wysokości 5%.

Prenumeratę za pośrednictwem Wydawcy można zamówić:

■ **przez Internet**, zakładka „Prenumerata” na stronie: www.edupress.pl, www.raabe.com.pl

■ **e-mailem**: prenumerata@raabe.com.pl

■ **telefonicznie**, pod numerem.: (22) 244 84 78

■ **faksem**, z dopiskiem „Prenumerata”, fax: (22) 244 84 10

■ **listownie**, pod adresem: Dr Josef Raabe Spółka Wydawnicza Sp. z o.o. Wola Plaza, ul. Młynarska 8/12, 01-194 Warszawa

V. **SPRZEDAŻ NUMERÓW ARCHIWALNYCH** z lat ubiegłych, możliwa jest wyłącznie za pośrednictwem Wydawcy.

Kontakt w sprawie numerów archiwalnych, drogą elektroniczną na adres: prenumerata@raabe.com.pl

Liczba wydań w 2011 r. (I i II półrocze)	Tytuł czasopisma	Cena 1 wyd. w 2011 (w tym 5% VAT)	Prenumerata roczna 2011 (w tym 5% VAT)	Prenumerata na I półrocze 2011 (w tym 5% VAT)
MIESIĘCZNIKI 11 (6+5)	Magazyn dyrektora szkoły. Sedno	19,90	218,87	119,39
	Matematyka	13,90	152,92	83,41
	Polonistyka			
	Życie Szkoły			
	Wychowanie w Przedszkolu			
	Wychowanie w Przedszkolu z dodatkiem „Poradnik Dyrektora Przedszkola”	19,90	218,99	119,38
Wychowanie Fizyczne i Zdrowotne	16,90	185,96	101,43	
DWUMIESIĘCZNIKI 6 (3+3)	Język Niemiecki	22,50	135,01	67,50
	Biblioteka. Szkolne centrum informacji	16,90	101,43	50,72
	Biologia w Szkole			
	Chemia w Szkole			
	Fizyka w Szkole			
	Polski w Praktyce			
	Wiadomości Historyczne			
	Geografia w Szkole			
8 (4+4)	Geografia w Szkole + dwa numery specjalne: nr 1 „ENERGIA”, nr 2 „MAPY”		135,24	67,63
NOWOŚCI 6 (3 + 3)	Animator kultury		101,43	50,72
	Emocje – czasopismo dla wychowawców, pedagogów i psychologów	8,90	53,42	26,71



marzysz o profesjonalnym doradcy?

ZAMÓW
BEZPŁATNE
DEMO*

asystent

DYREKTORA SZKOŁY



- **Kalendarz zadań** dyrektora szkoły
- **Procedury i druki** – w wersji do edycji
- **Baza aktów prawnych**
- **Serwis pytań i odpowiedzi**
- **Informacje o zmianach w prawie** wraz z komentarzem
- **Baza wiedzy** niezbędnej do zarządzania szkołą, **opracowana przez specjalistów** z inspekcji pracy, MEN, ZUS, organów prowadzących, oraz przez prawników i doświadczonych dyrektorów

Zawiera on absolutnie wszystko, czego potrzebuje Dyrektor:

- przypomina o **obowiązках** przypadających w danym miesiącu oraz dostarcza narzędzi do ich realizacji;
- zawiera **bazę wiedzy, dokumentów i aktów prawnych** niezbędnych do zarządzania szkołą;
- informuje o **zmianach w prawie, ważnych wydarzeniach** i co z tego wynika dla pracy szkoły;
- udostępnia elektroniczny system **porad ekspertów** prawa oświatowego.

* Aby zamówić bezpłatne demo, wyślij maila na adres raabe@raabe.com.pl lub zadzwoń **22 244 84 00**

SKORZYSTAJ Z WIEDZY NAJWYŻSZEJ JAKOŚCI I SPRAWDZONYCH ROZWIĄZAŃ!

RAABE
ZAJRZYJ I ZNAJDUJ

Dr Josef Raabe Spółka Wydawnicza Sp. z o.o.
ul. Młynarska 8/12, 01-194 Warszawa
www.raabe.com.pl, www.eksperciwosciacie.pl

Czasopisma pedagogiczne

najlepsza pomoc dydaktyczna
każdego nauczyciela!



Redakcja Czasopism Pedagogicznych EduPress, Dr Josef Raabe Spółka Wydawnicza Spółka z o.o.
Wola Plaza, ul. Młynarska 8/12, 01-194 Warszawa
tel. 22 244 84 78, faks 22 244 84 10, e-mail: prenumerata@raabe.com.pl

www.edupress.pl