

Nowe zadania PPP

Materiał przygotowują pracownicy Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych IBE oraz eksperci zewnętrzni

Pracownia Przedmiotów Przyrodniczych Instytutu Badań Edukacyjnych (PPP IBE) od ponad dwóch lat pracuje nad zadaniami – narzędziami diagnostycznymi dla III etapu edukacyjnego, które w sposób nowoczesny, zgodny ze standardami europejskimi i światowymi będą diagnozowały poziom wiadomości i umiejętności uczniów w zakresie przedmiotów przyrodniczych, opisanych podstawą programową. Pracownia kontynuuje dzieło realizowane od roku 2008 przez Instytut Filozofii i Socjologii PAN w ramach projektu „Polska PISA – Spójność społeczna, przeciwdziałanie wykluczeniu i szanse rozwojowe. Oddziaływanie pomiaru edukacyjnego na system edukacji. Opracowanie formuły oceny, która sprzyja rozwojowi złożonych umiejętności”. Część opracowywanych narzędzi spełnia nie tylko funkcję diagnostyczną, ale również funkcję edukacyjną i może sprawdzić się jako materiał dydaktyczny w pracy z uczniami na zajęciach edukacyjnych. Wzorce, które służą PPP IBE do budowania narzędzi to przykładowo: odtajnione zadania międzynarodowego badania PISA, amerykańskiego egzaminu SAT czy angielskiego egzaminu po kursie A level.

Niezwykle istotne dla Pracowni, w szczególności dla twórców zadań jest przestrzeganie wysokich standardów jakości narzędzi – odbywa się to przez przeprowadzanie pilotaży, standaryzacji i wielokrotnej korekty, a także recenzowania ostatecznej formy przez wysokiej klasy specjalistów w zakresie danego przedmiotu. Ostateczna forma narzędzia, jaką można zobaczyć w publikacjach na stronie Bazy Narzędzi Dydaktycznych (BND): bnd.ibe.edu.pl to efekt mozolnej, trwającej niekiedy ponad rok pracy nad zadaniem. W BND zna-

leżać można odtajnione, równie wysokiej jakości zadania z kolejnych cykli prowadzonego przez PPP IBE badania *Laboratorium myślenia*.

Zadania publikowane w BND są zamknięte, ale ich konstrukcja jest urozmaicona – od prostych zadań wielokrotnego wyboru, poprzez zadania typu prawda/fałsz do zadań złożonych, „na przyporządkowanie”, wymagających przykładowo dobrania odpowiedniego uzasadnienia do wskazanej wcześniej odpowiedzi. Dzięki tej złożonej konstrukcji zadania mogą rozwijać i diagnozować umiejętności złożone uczniów¹, wbrew utrwalonej w wielu środowiskach edukacyjnych opinii, że nie jest to możliwe.

Każde zadanie opatrzone jest komentarzem zawierającym:

- odniesienia do celów kształcenia i treści nauczania z podstawy programowej dla danego etapu edukacyjnego,
- omówienie możliwego sposobu dojścia do prawidłowego rozwiązania, zwracające uwagę na najczęściej popełniane przez uczniów błędy,
- rozkłady odpowiedzi diagnozowanych uczniów (tylko wtedy, gdy było ono standaryzowane lub przeszło badanie pilotażowe). Komentarze zawierają również sugestie wykorzystania zadania – jako narzędzia diagnostycznego na teście lub jako dydaktycznego do pracy na lekcji.

Warto – czytając komentarze – zwrócić uwagę na analizę najczęściej popełnianych przez uczniów błędów. Pokazują one często utrwalone w umysłach uczniów, błędne rozumienie procesu czy pojęcia (ang. miscon-

ception), którego poznanie może ułatwić nauczycielowi efektywne nauczanie.

Zadania w Bazie Narzędzi Dydaktycznych są przeznaczone zarówno dla nauczycieli, jak i samych uczniów, którzy mogą testować swoje umiejętności z ich pomocą. Autorzy zadań przykładają dużą wagę do tego, by zadania były dla uczniów interesujące, by czytając wstęp do zadania uczeń miał możliwość dowiedzenia się czegoś ciekawego, nowego.

PPP IBE jest świadoma ogromu potrzeb dydaktycznych nauczycieli przedmiotów przyrodniczych IV etapu edukacyjnego, związanych z wejściem w życie nowej podstawy programowej na tym etapie i już rozpoczęła prace nad konstrukcją zadań do zakresu podstawowego, których publikacja rozpocznie się w ciągu bieżącego roku.

Specjalnie dla Czytelników Edukacji Biologicznej i Środowiskowej Pracownia będzie przygotowywać pakiety nowych, niepublikowanych nigdzie wcześniej zadań z biologii, chemii, fizyki i geografii (lub też międzyprzedmiotowych) wraz z komentarzami do publikacji w cyklu. Zadania będą selekcjonowane do EBiŚ pod kątem ich uniwersalności diagnostycznej i dydaktycznej. Oznacza to, że nawet jeśli zadanie będzie przypisane do treści programowej dla III etapu edukacyjnego, jego konstrukcja umożliwi również diagnozowanie lub kształtowanie umiejętności uniwersalnych, opisanych celami kształcenia zarówno dla III, jak i IV etapu kształcenia. Takie umiejętności to przykładowo: analiza danych, wnioskowanie, wyrażanie opinii wraz z merytorycznym jej uzasadnieniem, odróżnianie faktu od opinii, znajomość podstawowych procedur badawczych.

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



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



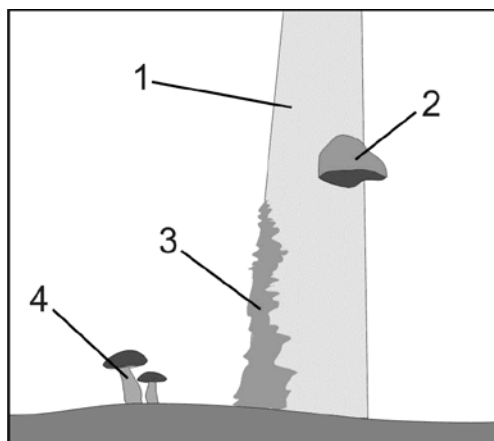
entuzjaści
edukacji



Biologia

Zadanie

Na rysunku przedstawiono cztery organizmy występujące w lesie. Ich nazwy wypisano w poniższej tabeli.



Dla każdego z organizmów określ, czy jest on samożywny czy cudzożywny.

	organizm	cudzożywny czy samożywny?
1.	brzoza	cudzożywny / <u>samożywny</u>
2.	hubiak (grzyb)	<u>cudzożywny</u> / samożywny
3.	mech	cudzożywny / <u>samożywny</u>
4.	koźlarz (grzyb)	<u>cudzożywny</u> / samożywny

Komentarz

Zadanie sprawdza podstawową wiedzę biologiczną – aby prawidłowo je rozwiązać, uczeń powinien jedynie rozumieć, co oznaczają pojęcia „organizm samożywny” i „organizm cudzożywny” oraz wiedzieć, do której

z tych grup zaliczają się rośliny, a do której – grzyby. Pewnym utrudnieniem jest jedynie dobór gatunków. Na dołączonym do zadania rysunku dwa z nich (brzoza i koźlarz) wyrastają bezpośrednio z gleby, natomiast dwa kolejne (mech i hubiak) rosną na pniu drzewa. Uczniowie, którzy nie w pełni rozumieli podział na organizmy samożywne i cudzożywne mogli zasugerować się tym zróżnicowaniem. Wyniki uzyskane podczas standaryzacji zadania na grupie 251 uczniów III klas gimnazjum sugerują, że w wielu przypadkach tak właśnie było.

W wierszu pierwszym brzoza została poprawnie sklasyfikowana jako organizm samożywny przez 80% uczniów. Podobny wynik (82%) uzyskano dla wiersza drugiego, prawdopodobnie dlatego, że hubiak jest nie tylko grzybem, ale również pasożytem, co sprawia, że jego cudzożywność wydaje się uczniom bardziej „oczywista”. Niepokojące są natomiast wyniki uzyskane w kolejnych dwóch wierszach. Jedynie 42% uczniów oznaczyła mech jako organizm samożywny, 39% uczniów zaś prawidłowo wskazała, że koźlarz jest organizmem cudzożywnym. Jak wspomniano, taki rozkład odpowiedzi mógł być spowodowany tym, że na rysunku koźlarz wyrastał z gleby, a mech porastał korę drzewa. Przytoczone wyniki nie oznaczają niestety bynajmniej, że około 40% badanych potrafiło rozróżnić organizmy samożywne od cudzożywnych, ponieważ odsetek prawidłowych rozwiązań całego zadania wynosił zaledwie 21%. Można zatem przyjąć, że jedynie co piąty uczeń klasy III gimnazjum potrafi w praktyce rozróżniać organizmy samożywne od cudzożywnych. Jest to o tyle zaskakujące, że pojęcia te nie tylko są wprost wymienione w punkcie 1.5 Postawy Programowej („Uczeń wymienia czynniki niezbędne do życia dla organizmów samożywnych i cudzożywnych; ocenia, czy dany organizm jest samożywny czy cudzożywny”), ale również przewijają się wielokrotnie w trakcie realizacji kolej-

W I odcinku **autorami koncepcji** zadań są odpowiednio:

z biologii – dr Wojciech Grajkowski, pracownik naukowy PPP IBE,

z geografii – p. Dominik Marszał, nauczyciel przyrody, uczestnik szkoleń warsztatowych dla twórców zadań, organizowanych przez PPP IBE,

z chemii – p. Barbara Spietelun, studentka IV roku na Wydziale Chemii Uniwersytetu Gdańskiego, stażystka w PPP IBE.

Autorami komentarzy są odpowiednio: dr Wojciech Grajkowski (biologia), dr Tomasz Nowacki (geografia) i dr Małgorzata Musialik (chemia) – pracownicy naukowcy PPP IBE.

nych działów. Samożywność i cudzożywność występują bowiem chociażby jako cechy charakterystyczne poszczególnych grup organizmów w dziale „Systematyka” (np. w punktach 3.5, 3.7 czy 3.8), pojawiają się także w dziale „Ekologia” w kontekście sieci troficznych (punkt 4.9).

Aby lepiej zrozumieć przyczyny tak słabego wyniku uczniów, z dwanaściorgiem z nich przeprowadzono wywiady, w których pytano o tok rozumowania, który doprowadził ich do udzielenia w teście określonej odpowiedzi. W większości przypadków okazało się, że uczeń nie znał definicji pojęć „samożywność” i „cudzożywność” i próbował odgadnąć ich znaczenie na podstawie samego brzmienia słów. „Samożywny” oznaczał zatem według niektórych uczniów „organizm, który sam się żywi” czyli samodzielnie zdobywa pokarm. Pytanie badacza, czy w takim razie człowiek jest organizmem samożywnym, czy cudzożywnym okazywało się zwykle kłopotliwe, ujawniając dezorientację ucznia co do faktycznego znaczenia omawianych pojęć. Dopiero wskazanie powiązania samożywności ze zdolnością do fotosyntezy naprowadzało uczniów na właściwe rozwiązanie.

Aby dokładniej zdiagnozować skalę problemu, kolejną grupę 263 uczniów poproszono o rozwiązanie następującego zadania:

Do organizmów samożywnych zaliczamy:

- A) rośliny prowadzące fotosyntezę.
- B) wszystkie organizmy poza pasożytami.
- C) drapieżniki i roślinożerców.
- D) zwierzęta samodzielnie zdobywające pokarm.

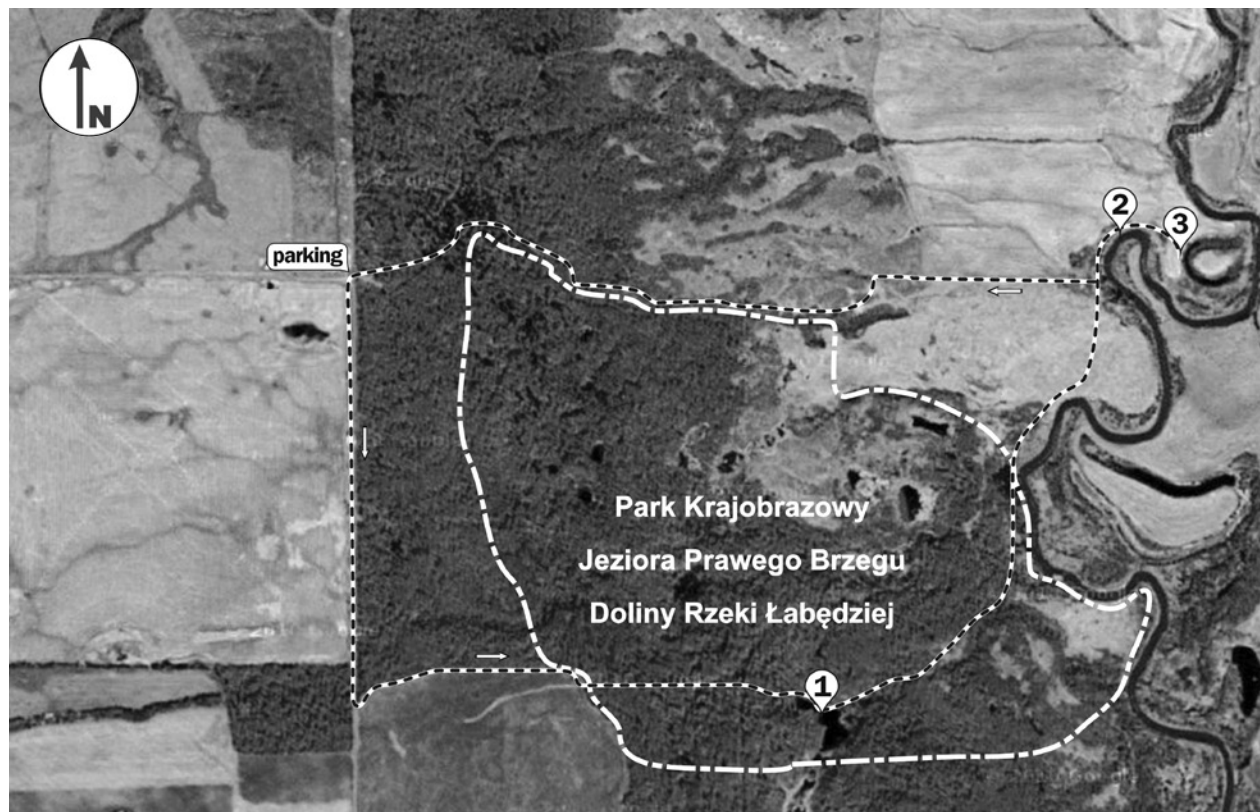
Rozkład wyboru poszczególnych odpowiedzi przedstawiał się w badanej próbie następująco: A – 60%, B – 10%, C – 6%, D – 19%. Prawidłowej odpowiedzi udzieliło 60% badanych, co nie jest wynikiem szczególnie dobrym, biorąc pod uwagę, jak elementarnego zagadnienia dotyczyło zadanie, jednak zdecydowanie lepszym niż uzyskane w poprzednim zadaniu 21%. Pokazuje to, że pytając wprost o wyuczone definicje uzyskujemy zafałszowany obraz rzeczywistej wiedzy uczniów. Okazuje się bowiem, że chociaż 60% badanych było w stanie wybrać spośród czterech możliwości właściwą definicję pojęcia „organizm samożywny”, to posłużyć się nim w praktyce potrafiło już zaledwie 21%. Jeśli zatem chcemy rzeczywiście poznać poziom wiedzy uczniów, powinniśmy jak najczęściej stosować zadania osadzone w realnym kontekście, zamiast tych odwołujących się jedynie do abstrakcyjnych regulek i definicji.

Geografia

Wstęp do zadań 1 i 2

Dolina rzeki Łabędziej

Bronek wybiera się z kolegami na ryby. Mają zamiar wędkować w 3 różnych miejscach. Chłopiec opracował mapę, na zdjęciu satelitarnym oznaczył parking, planowaną trasę wyprawy, planowane miejsca połowu oraz granicę parku krajobrazowego.



Zadanie 1

Bronek w trakcie pracy nad mapą korzystał z ulotki *Wędkowanie w Parku Krajobrazowym Jeziora Prawego Brzegu Doliny Rzeki Łabędziej*.

Jakie informacje można odczytać analizując mapę? Zaznacz odpowiednie miejsca w tabeli.

	Na podstawie mapy można określić	Czy można określić?
1	kierunek geograficzny, w którym płynie rzeka wzdłuż granicy parku.	<input checked="" type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
2	położenie źródła rzeki Łabędziej względem punktu 2.	<input type="checkbox"/> Tak / <input checked="" type="checkbox"/> Nie

Komentarz do zadania 1

Zadanie wymaga analizy i interpretacji materiału ilustracyjnego. Kluczem do udzielenia poprawnej odpowiedzi w pierwszym wierszu zadania jest dostrzeżenie, iż kierunek biegu rzeki, można zidentyfikować na podstawie informacji opisowej zawartej w nazwie parku krajobrazowego „Jeziora Prawego Brzegu...”. Należy także upewnić się czy wiemy jaką orientację ma zdjęcie. Poprawne wykonanie zadania i wskazanie odpowiedzi „tak” wymaga więc umiejętności złożonego rozumowania, z tą częścią zadania poradziło sobie 59,7% badanych uczniów. Drugi wiersz zadania sprawdza, czy uczeń utożsamia bieg rzeki na całej długości z widocznym na zdjęciu odcinkiem. Na niewidocznym fragmencie (od źródła do granicy zdjęcia) rzeka mogła wielokrotnie zmieniać kierunek swojego biegu, a zatem jej źródło może znajdować się w miejscu, którego nie jesteśmy w stanie określić, a poprawną odpowiedzią jest „nie”. W tej części zadania także wymaga się od ucznia umiejętności złożonego rozumowania, poprawnej odpowiedzi udzieliło jedynie 43,5% badanych. Z prawidłowym rozwiązaniem całego zadania poradziło sobie 37% przebadanych uczniów.

Zadanie bada umiejętności, które są ćwiczone na różnych etapach nauczania przyrody i geografii. W szkole podstawowej, zgodnie z podstawą programową, uczeń powinien „obserwować zjawiska zachodzące w cieku wodnym (...), rozróżniać prawy i lewy brzeg” (wymagania szczegółowe, punkt 4.8), w gimnazjum zgodnie z zapisem punktu 1.4 wymagań szczegółowych „identyfikuje położenie i charakteryzuje odpowiadające sobie obiekty geograficzne na fotografiach, zdjęciach lotniczych i satelitarnych”. W szkole ponadgimnazjalnej, podstawa programowa dla rozszerzenia geografii zawiera wymagania szczegółowe dotyczące hydrosfery, a w nich pkt 4.3 – „uczeń charakteryzuje sieć rzeczna (...)”.

Zadanie 2

Chłopcy zastanawiają się, czy złowią gatunki ryb charakterystyczne dla wód płynących, czy stojących

Oceń typ wód zaznaczając odpowiednie miejsca w tabeli.

		wody	
		stojące	płynące
1	Miejsce wędkowania 1.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Miejsce wędkowania 2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Miejsce wędkowania 3.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Komentarz do zadania 2

Zadanie sprawdza umiejętność odczytywania informacji z materiału graficznego, w tym przypadku zdjęcia satelitarnego. Zadaniem ucznia jest odróżnienie wód płynących od stojących, można o tym wnioskować, sprawdzając czy dany akwen łączy się z głównym nurtem rzeki. Nie wymaga to przeprowadzania skomplikowanego toku rozumowania, a jedynie uważnego odczytania informacji graficznej, co potwierdziły dość wysokie wyniki jakie osiągnęli uczniowie rozwiązujący to zadanie.

Ocena wód znajdujących się w miejscach oznaczonych numerami 1 i 2 okazała się dla przeważającej większości uczniów łatwa. Poprawnej odpowiedzi udzieliło odpowiednio: dla miejsca 1 (wody stojące) 75,3% uczniów, dla miejsca 2 (wody płynące) 74,7%. Większe trudności pojawiły się przy łowisku numer 3 (wody stojące) 44,2%. Uczniowie być może rozpoznawali w tym miejscu starorzecze, ale mieli wątpliwość, czy uznać je za wody stojące czy płynące, gdyż znajduje się dość blisko nurtu rzeki. Całe zadanie rozwiązało poprawnie 31,8% uczniów.

Także to zadanie bada umiejętności, które są ćwiczone na różnych etapach nauczania. Podstawy programowe nauczania geografii w gimnazjum i w szkole ponadgimnazjalnej (poziom rozszerzony) zawierają wymagania szczegółowe dotyczące czytania i interpretacji różnych źródeł informacji geograficznej, w tym także zdjęć satelitarnych. Ponadto w szkole ponadgimnazjalnej, uczniowie realizujący zakres rozszerzony geografii powinni „charakteryzować sieć rzeczna i typy genetyczne jezior (...)” (wymagania szczegółowe, pkt 4.3).

Podsumowując oba zadania należy zauważyć, że ten sam materiał graficzny może posłużyć do ułożenia zadań o różnym stopniu trudności, co może być przydatne w ramach dostosowywania wymagań do indywidualnych potrzeb uczniów.

Chemia

Zadanie

Kinga przeczytała na opakowaniu płatków śniadaniowych, że zawierają one truskawki liofilizowane. Zciekawiona zaczęła szukać informacji na ten temat i znalazła taką definicję:

„Liofilizacja to suszenie zamrożonych substancji w obniżonej temperaturze i pod zmniejszonym ciśnieniem w procesie sublimacji” (tekst: B. Spietelun).

Przeanalizuj tekst i oceń prawdziwość poniższych informacji:

Lp.	Informacja	Prawda czy fałsz?
1.	Proces liofilizacji truskawek polega na usunięciu z nich wody.	<u>Prawda</u> / Fałsz
2.	W czasie liofilizacji woda nie zmienia swojego stanu skupienia.	Prawda / <u>Fałsz</u>
3.	Liofilizacja truskawek powoduje zmniejszenie ich masy.	<u>Prawda</u> / Fałsz

Komentarz

Celem suszenia owoców jest obniżenie zawartości wody do poziomu uniemożliwiającego rozwój bakterii i grzybów oraz zachodzenie procesów biochemicznych niekorzystnych z punktu widzenia trwałości produktu. Liofilizacja, czyli suszenie sublimacyjne zamrożonych substancji, jest ważną metodą usuwania wody z produktów mało odpornych na obróbkę cieplną (np. owoców, warzyw, szczepionek i leków). Produkty są najpierw zamrażane w temperaturze poniżej 0°C, a następnie podlegają sublimacji w próżni. Parowanie wody następuje bezpośrednio z kryształów lodu, przy znacznie obniżonym ciśnieniu (rzędu 10-70 Pa), niezbęd-

nym do uzyskania odpowiedniej szybkości sublimacji rozpuszczalnika. Owoce liofilizowane, ze względu na łatwość przechowywania i wysoką zawartość niezbędnych składników odżywczych, są cennym składnikiem produktów żywnościowych o długim terminie przydatności do spożycia. Tematyka zadania powinna zainteresować uczniów, ponieważ z jednej strony dotyczy produktów żywnościowych, z którymi uczniowie stykają się na co dzień, a z drugiej strony pokazuje, że zjawiska i procesy omawiane na lekcjach (w tym przypadku przemiany fazowe wody) znajdują praktyczne zastosowanie w życiu codziennym, np. do konserwacji żywności. Uczniów może też zainteresować aspekt zdrowotny żywności konserwowanej za pomocą liofilizacji.

Aby prawidłowo odpowiedzieć na pytania postawione w tym zadaniu, uczeń powinien:

- rozumieć, że proces suszenia polega na usunięciu wody z substancji (wiersz 1);
- rozumieć, że woda ulega przemianom fazowym i że zamrożenie truskawek oznacza zmianę stanu skupienia wody z ciekłego w stały, a w wyniku sublimacji woda przejdzie ze stanu stałego w stan gazowy, z pominięciem stanu ciekłego (wiersz 2);
- rozumieć, że usunięcie wody z produktu (truskawek) spowoduje zmniejszenie jego masy (wiersz 3).

W zadaniu tym badana jest umiejętność wnioskowania na podstawie posiadanych wiadomości i analizy tekstu.

Jak odpowiadali uczniowie?

Standaryzację zadania przeprowadzono na grupie 97 uczniów z III klasy gimnazjum. W tabeli obok przedstawiono rozkład procentowy odpowiedzi uczniów na pytania postawione w poleceniu do zadania.

Odsetek uczniów, którzy odpowiedzieli poprawnie na pytanie 1 dotyczące istoty procesu liofilizacji, wyniósł 75,3%. Odpowiedź błędna mogła być wynikiem

Lp.	Informacja	Prawda czy fałsz?
1.	Proces liofilizacji truskawek polega na usunięciu z nich wody.	Prawda (75,3%) / Fałsz (23,7%)
2.	W czasie liofilizacji woda nie zmienia swojego stanu skupienia.	Prawda (20,6%) / Fałsz (78,4%)
3.	Liofilizacja truskawek powoduje zmniejszenie ich masy.	Prawda (73,2%) / Fałsz (25,8%)

braku zrozumienia, na czym polega proces suszenia. Uczniowie mogli też kojarzyć suszenie jako proces odparowywania zachodzący w podwyższonej temperaturze, w strumieniu ciepłego powietrza, a nie z sublimacją lodu w obniżonej temperaturze. Ponadto, na błędną odpowiedź mógł wpłynąć brak znajomości przemian fazowych wody.

Z kolei 78,4% uczniów udzieliło prawidłowej odpowiedzi na pytanie w wierszu 2, poprawnie kojarząc proces mrożenia i sublimacji jako zmianę stanu skupienia wody. Uczniowie, którzy wybrali błędną odpowiedź, mogli nie rozumieć, że proces mrożenia i sublimacji dotyczył wody zawartej w owocach.

Ponad 70% uczniów wyciągnęło logiczny wniosek, że skutkiem suszenia/ sublimacji wody z truskawek będzie zmniejszenie masy owoców. Na udzielenie błędnej odpowiedzi mogły wpłynąć takie czynniki, jak brak zrozumienia, że skutkiem liofilizacji truskawek jest usunięcie z nich wody.

Całe zadanie zostało prawidłowo rozwiązane przez 53,6% uczniów. Największą trudność sprawiło uczniom pytanie dotyczące wpływu suszenia na masę truskawek (wiersz 3), a najłatwiejsze okazało się pytanie dotyczące zmian stanu skupienia wody (wiersz 2).

Prezentowane zadanie było pierwotnie przeznaczone dla III etapu edukacyjnego z przypisanymi następującymi wymaganiami z podstawy programowej:

Cele kształcenia – wymagania ogólne:

- 1.1. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Uczeń pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł z wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnych.
- 2.1. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg prostych procesów chemicznych.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe:

- 1.3. Substancje i ich właściwości. Uczeń obserwuje mieszanie się substancji; opisuje ziarnistą budowę materii; tłumaczy, na czym polega zjawisko dyfuzji, rozpuszczania, mieszania, zmiany stanu skupienia; planuje doświadczenia potwierdzające ziarnistość materii.
- 3.1. Reakcje chemiczne. Uczeń opisuje różnice w przebiegu zjawiska fizycznego i reakcji chemicznej; podaje przykłady zjawisk fizycznych i reakcji chemicznych zachodzących w otoczeniu człowieka.

Ze względu na uniwersalny charakter badanej umiejętności, a także spójność celów kształcenia z innymi etapami edukacyjnymi, zadanie to można wykorzystać przy realizacji następujących podpunktów z podstawy programowej:

- dla przedmiotu chemia – IV etap edukacyjny, poziom podstawowy;
- 3.5. Chemia wspomaga nasze zdrowie. Chemia w kuchni. Uczeń wyjaśnia przyczyny psucia się żywności i proponuje sposoby zapobiegania temu procesowi; przedstawia znaczenie i kon-

sekwencje stosowania dodatków do żywności, w tym konserwantów.

- dla przedmiotu fizyka – III etap edukacyjny:
- 2.9. Energia. Uczeń opisuje zjawiska topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji i resublimacji.