

Urszula Poziomek

Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Warszawie

Dlaczego zadania maturalne z metodyki badań biologicznych są trudne dla zdających?

Streszczenie

Rozkład wyników z egzaminu maturalnego z biologii z ostatnich lat wskazuje, że jest to egzamin trudny dla zdających. Źródła trudności upatrywane są w niewystarczającym przygotowaniu wielu maturzystów do jego zdawania, warto jednak przyrzeć się innym, możliwym przyczynom tej sytuacji. Analiza kilkunastu zadań sprawdzających opanowanie umiejętności związanych z metodyką badań biologicznych wskazuje, że związek między rodzajem zadania (otwarte lub zamknięte), a wskaźnikiem jego łatwości nie jest oczywisty oraz że możliwymi przyczynami niskiej łatwości zadań może być niewystarczająca trafność zadań, wynikająca z częściowo nieprecyzyjnych poleceń lub niedostatecznej spójności wymagań, opisanych treścią zadania i poleceniem, z zasadami oceniania. Wprowadzenie i konsekwentne przestrzeganie kilku zasad dotyczących konstrukcji zadań może przyczynić się do poprawy trafności zadań, a tym samym do pomniejszenia błędu pomiaru.

Wstęp

Odpowiedź na sformułowane w tytule pytanie nie jest prosta. Przyczyn niskich wyników, uzyskiwanych przez zdających maturę z biologii może być wiele. Część z nich opisywana jest w corocznych sprawozdaniach Centralnej Komisji Egzaminacyjnej. Jest w nich mowa o *niedokładnym czytaniu przez zdających tekstów źródłowych, nieprecyzyjnym odpowiadaniu na polecenia z określonym czasownikiem operacyjnym, o braku umiejętności wyjaśniania związków przyczynowo-skutkowych, niewystarczającej umiejętności integrowania wiedzy z różnych działów biologii, o braku elementarnej wiedzy oraz o braku umiejętności formułowania zwięzłych i logicznych odpowiedzi*. Warto jednak zastanowić się nad innymi możliwymi przyczynami tych trudności, wykorzystując do tego analizę wybranych zadań egzaminacyjnych, sprawdzających te same lub podobne umiejętności.

Każdy pomiar edukacyjny, w tym egzamin zewnętrzny, obarczony jest błędem. Źródeł błędu jest wiele, przykładowo mogą to być warunki testowania, konstrukcja testu, konstrukcja zadań w teście, błędne ocenianie zadań otwartych przez egzaminatorów. W konstrukcji testu może to być niewystarczająca reprezentatywność testu, w konstrukcji zadań niewystarczająca precyzja formułowania poleceń czy też zasad oceniania [3].

Oczywiście, Centralna Komisja Egzaminacyjna stara się wyeliminować błędy pomiaru w, między innymi, trzyletnim, złożonym procesie przygotowania arkusza egzaminacyjnego. W czasie tych trzech lat zadania poddawane są dwukrotnemu próbnemu zastosowaniu. Próbne zastosowanie pozwala sprawdzić na przykład, czy treść zadania i polecenie są odczytywane, rozumiane i realizowane przez rozwiązującego zadanie w taki sposób, aby można było stwierdzić, że sprawdza ono przypisane do niego umiejętności. W czasie próbnego zastosowania sprawdzany jest też czas rozwiązywania testu oraz pozyskiwane są istotne parametry zadań – procent ich wykonania i moc różnicująca. Również okręgowe komisje egzaminacyjne dokładają starań, by wyeliminować błędy sprawdzania i oceniania prac, dokonując weryfikacji wyników pracy egzaminatorów i, w razie potrzeby, ich korekty.

Wskaźnik łatwości (poziom wykonania zadania) przyjmuje wartość w przedziale od 0 do 1, a definicja podaje, że jest to stosunek liczby punktów uzyskanych przez rozwiązujących dane zadanie do maksymalnej liczby punktów możliwych do uzyskania w tym zadaniu. Poziom wykonania jest cechą zadania przypisaną do danej grupy zdających. W próbnym zastosowaniu łatwość zadania przypisana jest do populacji badanych uczniów, na egzaminie maturalnym do maturzystów zdających maturę z biologii w zakresie rozszerzonym.

Moc różnicująca (w języku IRT¹ – moc dyskryminująca) zadania to wskaźnik informujący o stopniu związania danego zadania z całym testem. Im wyższa moc różnicująca, tym bardziej wartościowe pomiarowo jest zadanie i tym lepiej różnicuje rozwiązujących test. Natomiast niska wartość mocy różnicującej może wskazywać, między innymi, na błędy konstrukcyjne zadania lub jego niską trafność [3].

Trafność jest ważną cechą zadania i całego testu. Trafność określa się jako zgodność zamierzeń autora co do mierzonej umiejętności z rzeczywistym pomiarem tej umiejętności przez zadanie czy test. Trafność zależy od wielu czynników, ale kluczowa wydaje się poprawna konstrukcja zadania, w szczególności polecenia, czyli precyzyjne określenie, czego autor oczekuje od rozwiązującego zadanie. Rozwiązujący powinien odczytać i zrozumieć zamysł autora zadania, przeprowadzić oczekiwane przez niego procesy myślowe, a następnie zapisać je w sposób precyzyjny i klarowny jako rozwiązanie. Osiągnięcie pełnej spójności między trafnością oczekiwaną a rzeczywistą jest trudne, służą temu, między innymi, próbne zastosowania zadań. Trafność zadania i testu wpływa na jego poziom wykonania. Jeśli wymagania autora zadania są nieczytelne, niezrozumiałe dla zdającego, będzie mu trudno poprawnie je rozwiązać również w sytuacji, gdy opanował on umiejętność sprawdzaną przez to zadanie. Trafność narzędzia pomiarowego warunkuje uprawnione wnioski o poziomie osiągnięć zdających [1].

¹ IRT – *item response theory*, rodzina narzędzi statystycznych wykorzystywanych do modelowania odpowiedzi na rozwiązywane zadania oraz umiejętności uczniów.

Hipotezy

W opracowaniu przyjęto dwa założenia:

1. poziom realizacji zadania zależy od tego, czy zadanie jest zamknięte czy otwarte;
2. poziom wykonania zadania uzyskiwany przez zdających maturę z biologii zależy od precyzji polecenia oraz jego spójności z treścią zadania i zasadami oceniania.

Metody

W opracowaniu wykorzystano zadania pochodzące z arkuszy egzaminacyjnych z terminu głównego matury w roku 2018, 2019, 2020 i 2021, przypisane do trzeciego wymagania ogólnego²: *Pogłębianie znajomości metodyki badań biologicznych*, które wymagały od zdającego sformułowania problemu badawczego, wyboru i uzasadnienia lub opisanie próby kontrolnej albo sformułowania wniosku na podstawie przedstawionych wyników.

Do analizy wybrano 15 zadań. W tabeli 1 pogrupowano zadania według umiejętności, opisanych wymaganiem ogólnym dotyczącym pogłębiania znajomości metodyki badań biologicznych:

- formułowanie problemu badawczego – cztery zadania,
- rozróżnianie próby kontrolnej i badawczej – trzy zadania,
- formułowanie wniosków na podstawie wyników obserwacji i doświadczeń – osiem zadań.
- W tabeli podano również:
- rodzaj i formę zadania – otwarte, krótkiej odpowiedzi (O, KO), zamknięte, wielokrotnego wyboru (Z, WW), zamknięte, prawda/fałsz (Z, P/F),
- wymaganie ogólne i wymaganie szczegółowe, przypisane do zadania,
- treść polecenia,
- schemat punktowania/zasady oceniania do każdego z zadań,
- parametry psychometryczne – wykonanie w procentach i moc różnicująca.

Przy klasyfikacji zadania do grupy brano pod uwagę przypisane do zadania wymaganie ogólne oraz polecenie. W dwóch przypadkach – w zadaniu 21.1. z roku 2018 oraz w zadaniu 20.1. z roku 2019 – stwierdzono niespójność (zaznaczoną w tabeli pogrubioną czcionką) między wymaganiem ogólnym a poleceniem i w związku z tym przypisano zadania do grupy ze względu na polecenie realizowane przez zdających.

Dokonując wyboru zadań, założono, że treści nauczania przypisane do nich nie wpływają znacząco na poziom ich realizacji ze względu na uniwersalność umiejętności związanych z metodyką badań biologicznych.

² Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 27 sierpnia 2012 roku w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół, załącznik nr 4.

Charakterystyka wybranych zadań

Tabela 1. Charakterystyka zadań sprawdzających umiejętności zdających związane z wymaganiem ogólnym III. Pogłębianie znajomości metodyki badań biologicznych³

Rok	Numer zadania	Rodzaj i forma zadania	Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe	Polecenie	Zasady oceniania	Wykonanie w %	Moc różnicująca
Formułowanie problemu badawczego								
2019	5.1.	Z, WW	III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych. Zdający: [...] planuje, [...] doświadczenia biologiczne, formułuje problemy badawcze, [...], określa warunki doświadczenia [...].	IV. Przegląd różnorodności organizmów. 7. Rośliny – odżywianie się. Zdający: 2) określa sposób pobierania wody [...] oraz mechanizmy transportu wody [...] transpiracja [...]. 9. Rośliny – reakcja na bodźce. Zdający: 2) przedstawia rolę hormonów roślinnych w funkcjonowaniu rośliny [...].	Wybierz spośród A–D i zaznacz dwa poprawnie sformułowane problemy badawcze przedstawionego doświadczenia.	1 p. – za zaznaczenie dwóch poprawnych problemów badawczych.	38	0,31
2020	9.1.	O, KO		VII. Ekologia. 1. Nisza ekologiczna. Zdający: 12) określa środowisko życia organizmu, mając podany jego zakres tolerancji na określone czynniki (np. temperaturę [...]).	Sformułuj problem badawczy doświadczenia, które doprowadziło do powyższego wniosku.	1 p. – za sformułowanie poprawnego problemu uwzględniającego właściwy czynnik – temperaturę, badany proces – kwitnienie, obiekt badawczy – rzodkiewnik (pospolity).	76	0,48
2021	7.1.	O, KO		IV. Przegląd różnorodności organizmów. 6. Rośliny – budowa i funkcje tkanek i organów. Zdający: 4) opisuje modyfikacje organów roślin ([...] liści [...]) jako adaptacje do bytowania w określonych warunkach środowiska.	Sformułuj problem badawczy obserwacji przekrojów przez blaszki liściowe klonu cukrowego.	1 pkt – za poprawne sformułowanie problemu badawczego, odnoszącego się do wpływu natężenia oświetlenia na budowę anatomiczną blaszki liściowej klonu cukrowego.	28	0,48
2021	9.1	O, KO		IV. Przegląd różnorodności organizmów. 7. Rośliny – odżywianie się. Zdający: 4) wskazuje drogi (...) jakimi produkty fotosyntezy rozchodzą się w roślinie.	Sformułuj problem badawczy przedstawionego doświadczenia.	1 pkt – za poprawnie sformułowany problem badawczy, odnoszący się do szybkości transportu asymilatów u badanego gatunku (<i>Syringa vulgaris</i>).	7	0,37

³ Dane pobrane ze sprawozdań CKE z egzaminu maturalnego z biologii, 2018, 2019, 2020 dostępnych na stronie cke.gov.pl oraz pozyskane bezpośrednio z CKE.

Zdalna i bezpośrednia diagnostyka edukacyjna

Rok	Numer zadania	Rodzaj i forma zadania	Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe	Polecenie	Zasady oceniania	Wykonanie w %	Moc różnicująca
Rozróżnianie próby kontrolnej i próby badawczej								
2018	15.2.	O, KO	III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych. Zdający: rozumie i stosuje terminologię biologiczną, planuje, przeprowadza i dokumentuje obserwacje i doświadczenia biologiczne [...], rozróżnia próbę kontrolną i badawczą.	VI. Genetyka i biotechnologia. 2. Cykl komórkowy. Zdający: 2) opisuje cykl komórkowy.	Określ, który wariant tego doświadczenia – A czy B – stanowił dla niego próbę kontrolną. Odpowiedź uzasadnij, odwołując się do roli tej próby w interpretacji wyników doświadczenia.	1 p. – za wskazanie wariantu A doświadczenia i poprawne uzasadnienie, wykazujące nieobecność badanego czynnika lub uwzględniające sprawdzenie wpływu zabiegów mechanicznych na wynik doświadczenia.	24	0,46
2021	22.1.	O, KO		VII. Ekologia. 1. Nisza ekologiczna. Zdający: 1) przedstawia podstawowe elementy niszy ekologicznej organizmu, rozróżniając zakres tolerancji organizmu względem warunków (czynników) środowiska oraz zbiór niezbędnych mu zasobów.	Opisz próbę kontrolną w przedstawionym doświadczeniu.	1 pkt – za poprawny opis próby kontrolnej opisanego doświadczenia, uwzględniający próbkę wody z Morza Sargassowego.	49	0,60
2021	24.1.	Z, WW		IV. Przegląd różnorodności organizmów. 7. Rośliny – odżywianie się. Zdający: 1) wskazuje główne makro- i mikroelementy (C, H, O, N, S, P, K, Mg) oraz określa ich źródła dla roślin.	Wybierz i zaznacz wariant doświadczenia (A–D) umożliwiający wykazanie roli magnezu we wzroście i rozwoju roślin.	1 pkt – za poprawne wskazanie wariantu doświadczenia (B), który umożliwia wykazanie fizjologicznej roli magnezu we wzroście i rozwoju roślin.	64	0,51
Formułowanie wniosku (na podstawie wyników badania)								
2018	5.1.	O, KO	III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych. Zdający: [...] formułuje wnioski z przeprowadzonych obserwacji i doświadczeń.	IV. Przegląd różnorodności organizmów. 10. Grzyby. Zdający: 7) przedstawia znaczenie grzybów w gospodarce.	Sformułuj wniosek na podstawie wyników przedstawionego doświadczenia.	1 p. – za poprawnie sformułowany wniosek, uwzględniający dodatni wpływ mikoryzacji na pobieranie badanych mikroelementów przez wilca wodnego.	8	0,33
2018	15.1.	O, KO		VI. Genetyka i biotechnologia. 2. Cykl komórkowy. Zdający: 2) opisuje cykl komórkowy.	Sformułuj wniosek na podstawie wyników przedstawionego doświadczenia.	1 p. – za sformułowanie poprawnego wniosku, dotyczącego obecności w cytoplazmie dzielących się oocytów <i>Xenopus</i> związków chemicznych stymulujących przejście tych komórek do fazy M.	4	0,28

XXVII Konferencja Diagnostyki Edukacyjnej, 2021

Rok	Numer zadania	Rodzaj i forma zadania	Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe	Polecenie	Zasady oceniania	Wykonanie w %	Moc różnicująca
2018	20.1.	O, KO	III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych. Zdający: [...] formułuje wnioski z przeprowadzonych obserwacji i doświadczeń.	VII. Ekologia. 4. Struktura i funkcjonowanie ekosystemu. Zdający: 3) określa rolę zależności pokarmowych w ekosystemie, przedstawia je w postaci łańcuchów i sieci pokarmowych, analizuje przedstawione (w postaci schematu, opisu itd.) sieci i łańcuchy pokarmowe. 5. Przepływ energii i krążenie materii w przyrodzie. Zdający: 1) wyróżnia poziomy troficzne producentów i konsumentów materii organicznej, a wśród tych ostatnich – roślinożerców, drapieżców (kolejnych rzędów) [...].	Na podstawie przedstawionych danych sformułuj wniosek dotyczący zależności między poziomem troficznym zajmowanym przez gatunek a stężeniem PCB w organizmie.	1 p. – za sformułowanie poprawnego wniosku, wskazującego na wzrost stężenia PCB przy przejściu z niższego na wyższy poziom troficzny.	58	0,58
2018	21.1.	O, KO	Jak wyżej oraz stawia hipotezy i weryfikuje je na drodze obserwacji i doświadczeń.	VIII. Różnorodność biologiczna Ziemi. Zdający: 1) wymienia główne czynniki geograficzne kształtujące różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi [...].	Sformułuj wniosek na podstawie przedstawionych wyników.	1 p. – za sformułowanie poprawnego wniosku, odnoszącego się do wpływu wielkości powierzchni wyspy na bogactwo gatunkowe płazów i gadów.	64	0,21
2019	8.1.	O, KO	III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych. Zdający: rozumie i stosuje terminologię biologiczną, [...] formułuje wnioski z przeprowadzonych obserwacji [...].	IV. Przegląd różnorodności organizmów. 10. Grzyby. Zdający: 3) wymienia cechy pozwalające na odróżnienie sprzątniowców, workowców i podstawczaków; 4) przedstawia związki symbiotyczne, w które wchodzi grzyby (w tym mikoryzę).	Sformułuj wniosek na podstawie wyników przedstawionego doświadczenia.	1 p. – za sformułowanie wniosku uwzględniającego wpływ infekcji endofitem na zmniejszenie skutków zakażenia fitofitorą lub na zwiększenie odporności kakaowca na fitofitorę.	39	0,55
2020	8.1.	Z, WW	[...].	IV. Przegląd różnorodności organizmów. 7. Rośliny – odżywianie się. Zdający: 1) wskazuje główne makro- i mikroelementy (C, H, O, N, S, P, K, Mg) oraz określa ich źródła dla roślin.	Spośród A-F wybierz i zaznacz dwa poprawne wnioski, które można sformułować na podstawie przedstawionych wyników.	1 p. – za zaznaczenie dwóch poprawnie sformułowanych wniosków.	87	0,37

Rok	Numer zadania	Rodzaj i forma zadania	Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe	Polecenie	Zasady oceniania	Wykonanie w %	Moc różnicująca
2019	20.1.	O, KO	III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych. Zdający: rozumie i stosuje terminologię biologiczną; [...] formułuje problemy badawcze, [...].	VII. Ekologia. 3. Zależności międzygatunkowe. Zdający: 6) przedstawia skutki presji populacji zjadającego (...) roślinożercy [...] na populację zjadanego, jakim jest zmniejszenie konkurencji wśród zjadanych; przedstawia znaczenie tego zjawiska dla zachowania różnorodności gatunkowej.	Sformułuj wnioski na podstawie przedstawionych wyników badań.	1 p. – za sformułowanie poprawnego wniosku, odnoszącego się do wpływu wypasu bydła na zwiększenie różnorodności gatunkowej badanego zbiorowiska.	21	0,53
2021	22.2.	Z, P/F	V. Rozumowanie i argumentacja. Zdający: objaśnia i komentuje informacje [...], wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe [...]. III. Pogłębienie znajomości metodyki badań biologicznych. Zdający: [...] formułuje wnioski z przeprowadzonych obserwacji i doświadczeń [...].	VII. Ekologia. 1. Nisza ekologiczna. Zdający: 1) przedstawia podstawowe elementy niszy ekologicznej organizmu, rozróżniając zakres tolerancji organizmu względem warunków (czynników) środowiska oraz zbiór niezbędnych mu zasobów.	Oceń, czy na podstawie przedstawionych wyników badań można sformułować wnioski podane w tabeli. Zaznacz T (tak), jeśli wniosek można sformułować na podstawie wyników badań, albo – N (nie), jeśli nie można go sformułować.	1 pkt – za prawidłową ocenę wszystkich trzech stwierdzeń.	44	0,41

Analiza wybranych zadań

Hipoteza 1. Poziom realizacji zadania zależy od tego, czy zadanie jest zamknięte czy otwarte.

W grupie zadań sprawdzających umiejętności formułowania problemu badawczego występuje jedno zamknięte, wielokrotnego wyboru zadanie 5.1. z roku 2019, które rozwiązało poprawnie 38% zdających. Zdający – zgodnie z poleceniem – powinien wybrać i zaznaczyć dwa poprawnie sformułowane problemy badawcze doświadczenia opisanego w treści zadania. Może dokonać tego poprzez wybór dwóch poprawnie sformułowanych problemów (A, E) lub przez eliminację pozostałych, błędnych merytorycznie lub formalnie (B, D). Mimo zamknięcia zadanie zalicza się do zadań trudnych [5]. Pozostałe trzy zadania w tej grupie to zadania otwarte. Jedno z nich, 9.1. z roku 2021, ma proste polecenie – sformułuj problem badawczy przedstawionego doświadczenia. Wykonanie tego zadania jest bardzo niskie. Zaledwie 7% zdających poprawnie rozwiązało to zadanie, co klasyfikuje je jako zadanie bardzo trudne. Czy dlatego, że jest zadaniem otwartym? Przeczy temu przypuszczeniu otwarte zadanie 9.1. z roku 2020, w którym zdający miał również sformułować problem badawczy, odnosząc go do podanego w zadaniu wniosku z doświadczenia.

Z realizacją tego zadania poradziło sobie 76% zdających, co powoduje, że można je zaliczyć do zadań łatwych. Podobnie, otwarte zadanie 7.1. z roku 2021 (wykonanie 28%), choć było trudne dla zdających, to nie potwierdza tezy o znacząco większej trudności zadań otwartych.

W grupie zadań sprawdzających opanowanie umiejętności rozróżniania próby kontrolnej i próby badawczej dwa zadania są otwarte – 15.2. z roku 2018 i 22.1. z roku 2021. Uzyskały one odpowiednio wykonanie równe 24% i 49%. Oba zadania okazały się dla zdających zadaniami trudnymi, jednocześnie oba dobrze różnicowały zdających (moc różnicująca równa odpowiednio 0,46 i 0,60). Należy jednak zaznaczyć, że zadania – choć odnoszą się do próby kontrolnej – mają różne polecenia. W zadaniu 15.2. z roku 2018 zdający miał określić, który wariant jest próbą kontrolną, i uzasadnić swój wybór, odwołując się do roli tej próby w interpretacji wyników doświadczenia. W zadaniu z roku 2021 zdający miał za zadanie opisać *próbę kontrolną w przedstawionym doświadczeniu*. W rzeczywistości zatem zadania sprawdzają inną umiejętność – pierwsze wymaga uzasadnienia odnoszącego się do roli próby kontrolnej, drugie tylko jej opisu. Rozwiązanie zadania zamkniętego 24.1. z roku 2021 polegało na zaznaczeniu prawidłowego wariantu doświadczenia, składającego się z poprawnie opisanych prób badawczej i kontrolnej, który umożliwiłby wykazanie roli magnezu we wzroście i rozwoju roślin. Do rozwiązania tego zadania konieczna była umiejętność rozróżnienia próby kontrolnej i próby badawczej, takie też wymaganie ogólne zostało do niego przypisane. Dodatkowo, należało przyporządkować poprawny opis wariantu doświadczenia do problemu badawczego, przedstawionego w poleceniu. Zadanie lokalizuje się w górnej warstwie zadań umiarkowanie trudnych dla zdających, wykonanie wyniosło 64%, a moc różnicująca była równa 0,51.

W grupie zadań sprawdzających umiejętność formułowania wniosków na podstawie wyników badań są dwa zadania zamknięte – zadanie wielokrotnego wyboru 8.1. z roku 2020 i zadanie prawda/fałsz 22.2. z roku 2021. Pierwsze uzyskało wykonanie na poziomie 87% (moc różnicująca równa 0,37), a więc było zadaniem łatwym dla zdających, drugie – 44% (moc różnicująca równa 0,41), a więc było zadaniem jeszcze trudnym dla zdających. W grupie zadań otwartych procent wykonania jest również zróżnicowany. W zadaniach 5.1. i 15.1. z roku 2018 wyniósł on odpowiednio 8% i 4%, a więc oba zadania okazały się bardzo trudne dla zdających, głównie z powodu nieodnoszenia się we wniosku do badanego obiektu. Jednocześnie, oba zadania charakteryzuje zbliżona moc różnicująca – odpowiednio 0,33 i 0,28. Można z tych wartości wnioskować, że błędne rozwiązania formułowali w podobnym stopniu zarówno uczniowie dobrze przygotowani do egzaminu, jak i słabiej. W dwóch kolejnych zadaniach z roku 2018 – 20.1. oraz 21.1. – wykonanie wyniosło odpowiednio 58% i 64%, tak więc oba można zaliczyć do zadań umiarkowanie trudnych. Jednak zadanie 20.1. bardzo dobrze różnicowało zdających (moc różnicująca = 0,58), czego nie można stwierdzić o zadaniu 21.1 (moc różnicująca 0,21). Dwa zadania otwarte z roku 2019: 8.1. i 20.1. uzyskały odpowiednio 39% i 21% wykonania i mogą być sklasyfikowane jako zadania trudne dla zdających.

Podsumowując, w analizowanej grupie zadań wpływ rodzaju zadania na jego łatwość nie jest wyraźnie widoczny, choć niewątpliwie istnieje, choćby z powodu pewnej liczby przypadkowych wyborów poprawnych odpowiedzi.

Hipoteza 2. Poziom realizacji zadania zależy od precyzji polecenia oraz jego spójności z treścią zadania i kryteriami opisanymi w zasadach oceniania.

Problem precyzji polecenia oraz jego spójności z treścią i kryteriami oceniania dotyczy głównie zadań otwartych, w których zdający ma za zadanie samodzielnie sformułować rozwiązanie tak, by spełniało ono wymagania polecenia i kryteria zasad oceniania.

W zadaniu 9.1. z roku 2021 opisano badanie, które – mimo braku informacji o próbie kontrolnej – zostało określone jako doświadczenie. Zdający, kierując się treścią zadania i poleceniem: *Sformułuj problem badawczy przedstawionego doświadczenia* (w którym powtórzono, że chodzi o doświadczenie), starali się określić zmienne zależną i niezależną i sformułować problem badawczy, odnoszący się do związku między nimi, tak jak to standardowo czyni się przy planowaniu doświadczenia⁴. Zapewne z tego powodu większość rozwiązań zawierała wpływ odległości na czas przepływu soku floemowego w różnych wariantach, w formie z reguły poprawnej, właściwej dla problemu badawczego. Natomiast zasady oceniania przyznawały jeden punkt za *poprawnie sformułowany problem badawczy, odnoszący się do szybkości transportu asymilatów u badanego gatunku (Syringa vulgaris)*. Dodatkowo, w uwadze zapisano, że *nie uznaje się odpowiedzi odnoszących się do metod pomiarowych zamiast procesów zachodzących w roślinie, np. „Wpływ odległości na czas wykrycia izotopu w soku floemowym” [...]*. Bardzo niskie wykonanie tego zadania (7%) może więc wynikać z niedostatecznej spójności między opisanym w treści zadania badaniem, poleceniem i zasadami oceny. Można przypuszczać, że gdyby w zadaniu określono badanie jako obserwację, kierunek myślenia zdających byłby bliższy oczekiwanym rozwiązaniom.

W otwartym zadaniu 7.1. z roku 2021 zdający powinien sformułować problem badawczy obserwacji przekrojów blaszki liściowej liścia klonu cukrowego rosnącego w części drzewa w pełni oświetlonej oraz z liścia z części zacienionej. Analiza treści zadania i rysunku umożliwia zauważenie dwóch kluczowych dla problemu badawczego tej obserwacji elementów:

- przekrój wykonano w celu obserwacji budowy anatomicznej liścia klonu cukrowego,
- każdy z dwóch obserwowanych na przekroju liści klonu cukrowego pochodzi z miejsca o różnym stopniu oświetlenia.

Takie też oczekiwania zapisano w zasadach oceniania tego zadania, gdzie jeden punkt przyznano za *poprawne sformułowanie problemu badawczego, odnoszącego się do wpływu natężenia oświetlenia na budowę anatomiczną blaszki liściowej klonu cukrowego*. W zadaniu występuje jasne, precyzyjne polecenie i spójne z nim zasady oceniania. W treści zadania zdający może odnaleźć wszystkie informacje, niezbędne do poprawnego sformułowania problemu badawczego obserwacji. Poprawnie rozwiązało to zadanie 28% zdających i można przypuszczać, że byli to zdający, którzy dobrze opanowali nie tylko umiejętność przypisaną do zadania, co potwierdza zadowalająca wartość mocy różnicującej – 0,48.

⁴ Przykładowe, dostępne dla uczniów opisy procedur doświadczalnych: https://www.naukowiec.org/wiedza/biologia/metodyka-badan-biologicznych_2857.html; <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=poradnik+olimpiada+biologiczna>

Jeśli chodzi o zadania sprawdzające umiejętność rozróżniania próby kontrolnej i próby badawczej to największą trudność sprawiło zdającym rozwiązanie otwartego zadania 15.2. z roku 2018 (wykonanie równe 24%). Zdający w większości udzielali odpowiedzi niepełnych, odnoszących się jedynie do definicji próby kontrolnej, lub błędnych, niespełniających wymagań opisanych w zasadach oceniania, zgodnie z którymi jeden punkt można było uzyskać *za wskazanie wariantu A doświadczenia i poprawne uzasadnienie, wykazujące nieobecność badanego czynnika lub uwzględniające sprawdzenie wpływu zabiegów mechanicznych na wynik doświadczenia*. Zestawienie polecenia i zasad oceniania wskazuje na pewną niespójność – w poleceniu brak jest zaimka *tego* doświadczenia, zasady wymagają odniesienia się do szczegółowej roli próby kontrolnej w opisanym doświadczeniu. Być może korekta polecenia, polegająca na dodaniu słowa *tego* lub *opisanego* doświadczenia spowodowałaby większe zrozumienie u zdających. Należy zaznaczyć przy tym, że zadanie ma zadawalającą moc różnicującą, równą 0,46.

W otwartym zadaniu 22.1. z roku 2021 problemem była nieprecyzyjność i lakoniczność polecenia – *opisz próbę kontrolną w przedstawionym doświadczeniu*. Nie precyzowało ono, czy chodzi o zaplanowanie próby kontrolnej przed rozpoczęciem doświadczenia, czy też o zrealizowaną próbę kontrolną w przeprowadzonym już badaniu. Opis tabeli wprowadzał dodatkowe zakłócenia: pierwszą kolumnę zatytułowano *wariant doświadczenia*, podczas gdy opisywała ona próby badawcze w różnych wariantach doświadczenia, z kolei kolumna druga została zatytułowana *wzrost asymilacji ^{14}C przez fitoplankton względem próby kontrolnej*, co sugerowało, że również w próbie kontrolnej był dostępny radioaktywny węgiel, asymilowany przez fitoplankton. Większość zdających przyjęła, że próbka wody z Morza Sargassowego, nie wzbogacona o różne kombinacje pierwiastków, z dostępem do ^{14}C stanowiła próbę kontrolną tego badania. Natomiast zgodnie z zasadami oceniania w tym zadaniu przyznawano jeden punkt *za poprawny opis próby uwzględniający próbkę wody z Morza Sargassowego*. W uwadze do zasad zapisano, że *uznaje się odpowiedź uwzględniającą obecność ^{14}C w próbie kontrolnej*. Tak sformułowane zasady oceniania spowodowały, że równocenne były odpowiedzi *Próbka wody z Morza Sargassowego* oraz *Próbka wody z Morza Sargassowego, nie wzbogacona o różne kombinacje pierwiastków, badana w kwestii asymilacji radioaktywnie znakowanego węgla*. Dzięki szerokiemu zakresowi poprawnych odpowiedzi poziom wykonania tego zadania był stosunkowo wysoki (49%), choć według klasyfikacji prof. Niemierki było to zadanie trudne dla zdających.

W grupie zadań sprawdzających umiejętność formułowania wniosków na podstawie wyników warto przyrzeć się kilku zadaniom – trzem przedstawiającym wyniki badania za pomocą wykresu oraz dwóm, różniącym się doprecyzowaniem polecenia, w których wyniki były przedstawione na schemacie. Zadanie 5.1. z roku 2018 uzyskało łatwość 8% i było dla zdających bardzo trudne. Zdający miał sformułować wniosek na podstawie wyników przedstawionych na wykresie. Opis wykresu był niekompletny. Oś OX opisano symbolami chemicznymi pierwiastków, podczas gdy można było doprecyzować opis, np. *Fe, Mn, Zn – mikroelementy pobierane z roztworu glebowego*. Z kolei oś OY opisano następująco: *średnia ilość mikroelementów pobranych przez*

roślinę [μg], a zgodnie z kryteriami zasad oceniania zdający powinien we wniosku odnieść się do badanego obiektu, czyli badanej rośliny lub wręcz do jej nazwy gatunkowej (wilec wodny), podanej w treści zadania, ale nieobecnej na wykresie. W większości rozwiązań zabrakło tego elementu, bo zdający zapewne sugerowali się opisem wykresu, przedstawiającego wyniki badania.

Zadanie 21.1. z 2018 roku uzyskało łatwość 64%, a więc było umiarkowanie trudne. W zadaniu tym, podobnie jak w zadaniu 5.1., zdający mieli za zadanie sformułować wniosek *na podstawie przedstawionych na wykresie wyników badania*. W tym zadaniu wykres był opisany podobnie jak w zadaniu 5.1. – oś OX opisana była powierzchnią wyspy [km^2], natomiast oś OY liczbą gatunków płazów i gadów (bez doprecyzowania lokalizacji). Krzywa wykresu wyraźnie wskazywała na związek liczby gatunków płazów i gadów i powierzchni wyspy. W schemacie punktowania jeden punkt przyznawano *za sformułowanie poprawnego wniosku, odnoszącego się do wpływu wielkości powierzchni wyspy na bogactwo gatunkowe płazów i gadów*. Nie wymagano zatem we wniosku precyzyjnego określenia obiektu badania. Spójność treści, polecenia i schematu punktowania sprzyjała wykazaniu się przez zdających umiejętnością formułowania wniosku na podstawie przedstawionych wyników. Zadanie to jednak miało niską moc różnicującą (0,21), co oznaczało, że w podobnym stopniu było poprawnie rozwiązywane przez zdających uzyskujących wysoki wynik z egzaminu, jak i przez słabiej przygotowanych zdających. Przyczyną stosunkowo niskiej mocy różnicującej mogły być niezbyt precyzyjne wymagania, opisane w schemacie punktowania, ale może to też oznaczać, że w rzeczywistości większość zdających posiada umiejętność formułowania wniosku na podstawie przedstawionych wyników.

Zadanie 20.1. z roku 2019 zostało wykonane w 21%, co sytuuje je w grupie zadań trudnych. Przyglądając się wynikom badania przedstawionym na wykresie, można zauważyć niekompletność opisu osi, podobną do tej, która występuje w zadaniu 5.1. z roku 2018, oraz niespójność polecenia i zasad oceniania. Na osi OY znalazł się opis: *różnorodność gatunkowa zbiorowiska (jednostki umowne)*, w poleceniu wniosek miał być sformułowany na podstawie przedstawionych (na wykresie) wyników badań, natomiast w zasadach oceniania znalazł się zapis: 1 p. – *za sformułowanie poprawnego wniosku, odnoszącego się do wpływu wypasu bydła na zwiększenie różnorodności gatunkowej badanego zbiorowiska*. Zatem odpowiedzi typu: *Umiarkowany wypas bydła zwiększa różnorodność gatunkową zbiorowiska* nie mogły być uznane za poprawne, a były formułowane na podstawie wyników przedstawionych na wykresie. Zadanie uzyskało moc różnicującą równą 0,53, ale trudno tutaj jednoznacznie stwierdzić, czy zdający uzyskujący wysoki wynik z testu mają większą umiejętność formułowania wniosku, czy też w większym stopniu niż pozostali kierują się wyuczonym schematem konieczności uwzględnienia badanego obiektu we wniosku. Zadanie 15.1. z roku 2018 zostało wykonane jedynie w 4%, a więc okazało się bardzo trudne dla zdających. Zdający mieli sformułować wniosek na podstawie przedstawionych na schemacie wyników doświadczenia. Na schemacie, podobnie jak na wykresie w zadaniu 5.1., zabrakło nazwy rodzajowej badanego obiektu, wystąpił też brak spójności między opisem doświadczenia a rysunkiem – w pierwszym posługiwano się nazwą oocyty, w drugim – komórki,

co sugerowało, że może chodzić tu również o inne komórki organizmu, nie tylko oocyty. W schemacie punktowania natomiast przyznano jeden punkt za *sformułowanie poprawnego wniosku, dotyczące obecności w cytoplazmie dzielących się oocytów Xenopus związków chemicznych stymulujących przejście tych komórek do fazy M*. Dodatkowo, zapisano uwagę, że *nie uznaje się odpowiedzi zbyt ogólnych – nieuwzględniających badanego obiektu*.

Z kolei zadanie 20.1. z roku 2018, gdzie zdający miał sformułować wniosek *dotyczący zależności między poziomem troficznym zajmowanym przez gatunek a stężeniem PCB w organizmie* na podstawie danych ze schematu, okazało się zadaniem umiarkowanie trudnym (58%), a przy tym dobrze różnicującym (moc równa 0,58). W schemacie punktowania jeden punkt przyznawano za *sformułowanie poprawnego wniosku, wskazującego na wzrost stężenia PCB przy przejściu z niższego na wyższy poziom troficzny*. Zastanawia fakt, że brak jest tutaj wymagania, by zdający odniósł się do obiektu badawczego, określonego w treści zadania (sieć pokarmowa ekosystemu Bałtyku). Zatem wniosek typu: *Im wyższy poziom troficzny organizmu w łańcuchu pokarmowym, tym wyższe stężenie PCB* był uznawany za poprawny i kryterialnie przyznawano za niego jeden punkt. Wydaje się, że w zasadach oceniania tego zadania zabrakło konsekwencji w stawianiu wymagań, co skutkowało akceptacją nieuprawnionych wniosków (na podstawie treści zadania nie można stwierdzić, czy taka prawidłowość występuje w innych ekosystemach morskich). Z drugiej strony doprecyzowanie w poleceniu, czego dotyczyć ma wniosek, mogło sprzyjać jego poprawnemu sformułowaniu.

Podobne doprecyzowanie mogłoby podnieść trafność trudnego zadania 8.1. z roku 2019 (wykonanie równe 39%), w którym zdający mieli *sformułować wniosek na podstawie wyników przedstawionego doświadczenia*. W tabeli umieszczono wiele danych, odnoszących się zarówno do sposobu przeprowadzenia doświadczenia, jak i do jego wyników. W schemacie punktowania uznano, że jeden punkt przyznaje się za *wniosek uwzględniający wpływ infekcji endofitem na zmniejszenie skutków zakażenia fitoftorą lub na zwiększenie odporności kakaowca na fitoftorę*. Dodatkowo, sformułowano dwie uwagi o nieuznawaniu wniosków nieuprawnionych oraz nieuznawaniu opisu wyników zamiast wniosku, np. *W próbie z endofitami jest mniejszy odsetek obumarłych liści i zniszczonej powierzchni żywych liści spowodowany zakażeniem fitoftorą*. Umieszczenie w schemacie punktowania dwóch możliwych rozwiązań, wynikających z odmiennych, ale poprawnych dróg rozumowania, może wskazywać, że autorzy zadania nie przewidzieli wcześniej, że na podstawie przedstawionych wyników można wnioskować w różny sposób. Gdyby jednak oczekiwali tylko jednego wariantu myślenia i wniosku, to doskonałym rozwiązaniem byłoby doprecyzowanie polecenia, na przykład: *Sformułuj wniosek na podstawie wyników przedstawionego doświadczenia, uwzględniający wpływ infekcji endofitem na zmniejszenie skutków zakażenia fitoftorą*. Druga uwaga do tego zadania zmusza natomiast do zastanowienia się nad przykładem poprawnej odpowiedzi do zadania 20.1. z roku 2018, gdzie również należało sformułować wniosek, a uznawane były jako poprawne rozwiązania opisujące wynik badania, np. *Organizmy z wyższych poziomów troficznych zawierają większe stężenia PCB niż organizmy z niższych poziomów troficznych*.

Wnioski

Wydaje się, że rodzaj zadania (zamknięte lub otwarte) nie wpływa bezpośrednio na jego poziom wykonania.

W zasadach oceniania do części analizowanych zadań brak jest konsekwencji w podawaniu kryteriów oceny – raz wymagane jest szczegółowe określenie obiektu badawczego, innym razem – trudno określić dlaczego – nie jest wymagane.

Analiza zadań otwartych wykazała ich zróżnicowanie i – w części z nich – niespójność między treścią, poleceniem i zasadami oceniania, które mogły być przyczyną ich niskiego poziomu wykonania.

Rekomendacje

Wydaje się, że pożądane i możliwe jest ustalenie stałych zasad, dotyczących konstrukcji zadań, sprawdzających umiejętności opisane wymaganiami ogólnym podstawy programowej *Pogłębianie znajomości metodyki badań biologicznych*. Ustalone i konsekwentnie przestrzegane zasady mogą pozytywnie wpłynąć na trafność zadań, mogą też ułatwić pracę ich konstruktorom, a także egzaminatorom, sprawdzającym i oceniającym prace egzaminacyjne, mogą zatem ograniczyć wpływ błędu pomiaru na wyniki matury z biologii. Mogą też pomóc w efektywnym przygotowaniu przez nauczycieli i przygotowaniu się uczniów do egzaminu maturalnego z biologii.

Proponowane zasady to:

1. Wyniki doświadczeń i obserwacji powinny być podawane na/w samoobjaśniających się (precyzyjnie opisanych i podpisanych, łącznie z podaniem nazwy obiektu badanego) wykresach, tabelach lub schematach. Jest to szczególnie istotne w sytuacji, gdy polecenie brzmi *sformułuj wniosek na podstawie wyników*.
2. Polecenia powinny być doprecyzowane tak, by zdający odczytał i zrozumiał oczekiwania kierowane wobec niego. Przykładowo:
 - a. Na podstawie przedstawionego opisu przebiegu/planu doświadczenia sformułuj problem badawczy.
 - b. Na podstawie przedstawionych danych/wyników sformułuj wniosek uwzględniający/dotyczący...
 - c. Uzasadnij wybór, odnosząc się do roli próby kontrolnej w tym/w opisanym doświadczeniu.
3. Problemy badawcze i wnioski powinny odnosić się do badanych obiektów czy badanego środowiska i takie zapisy powinny konsekwentnie obowiązywać zarówno w zasadach oceniania, jak i w przykładowych rozwiązaniach.
4. Wnioski nie mogą być zastępowane opisem wyników doświadczenia lub ich analizą. Nie należy czynić w tej materii wyjątków, bo mogą one dezinformować zarówno egzaminatorów sprawdzających prace, jak i uczniów, przygotowujących się do egzaminu.

5. Zasady oceniania powinny być precyzyjne i spójne z poleceniem. Precyzyjne zasady oceniania ułatwiają obiektywne, porównywalne i kryterialne ocenianie rozwiązań zadań przez egzaminatorów, przez co ograniczają wpływ kolejnego źródła błędu pomiaru.
6. Przy konstruowaniu zadań dobrze jest przestrzegać ustalonego, opisanego wymaganiami ogólnymi podstawy programowej z roku 2012 oraz z roku 2018 podziału na obserwację i doświadczenie, których wspólnymi cechami są problem badawczy i hipoteza, a cechą charakterystyczną doświadczenia jest obecność prób kontrolnej i badawczej. Egzamin maturalny nie powinien być miejscem wprowadzania nowych, obcych zdającym interpretacji (przykład zadania 9.1. z 2021 roku), bo nie jest przeznaczony dla olimpijczyków tylko dla wszystkich zainteresowanych nim absolwentów szkoły średniej.
7. Zadania sprawdzające umiejętność rozróżniania próby kontrolnej i próby badawczej powinny opierać się na jasnych zasadach – próba badawcza to próba, dzięki której można rozwiązać problem badawczy, próba kontrolna to próba, w której nie występuje czynnik badany. Rolą próby kontrolnej jest uwiarygodnienie wyników doświadczenia przez kontrolę wpływu innych niż badany czynników. Konsekwencją tej roli jest właściwa interpretacja wyników doświadczenia. Próbę kontrolną można zaplanować jako element planu doświadczenia lub opisać, w jaki sposób została przeprowadzona. W zależności od sytuacji należy uwzględnić tę różnicę w poleceniu i konsekwentnie wymagać tej różnicy w zasadach oceniania.

Podsumowanie

Należy podkreślić, że opracowanie opiera się jedynie na analizie treści zadań i zasad ich oceniania oraz podstawowych wskaźników psychometrycznych. Z pewnością warto byłoby w przyszłości dokonać głębszej analizy opisanych problemów, projektując i przeprowadzając badanie z użyciem zadań w wersji „maturalnej” i zmodyfikowanej, albo przeprowadzając badania kognitywne (*cognitive labs*) z uczniami klas maturalnych, których wyniki mogłyby potwierdzić formułowane wnioski lub im zaprzeczyć. Jednak mimo ograniczeń badania warto dokonać podsumowania.

Trudność zadania maturalnego nie powinna być trudnością w odgadnięciu tego, co w rzeczywistości sprawdza zadanie. Trudność zadania powinna wynikać z konfrontacji wiadomości i umiejętności zdającego z jasno określonymi w poleceniu wymaganiami. Efekt tej konfrontacji to obecność lub brak precyzyjnego zapisu czynności umysłowych zdającego – poprawnego rozwiązania zadania. Wyniki egzaminu maturalnego decydują o dalszych losach edukacyjnych zdającego, są też brane pod uwagę przy ocenie pracy szkół przez organy prowadzące i pracy nauczycieli przez dyrektorów. Błędy pomiaru wpływające na wyniki egzaminów mogą powodować, że wnioski wyciągane na ich podstawie nie będą uprawnione. Egzamin maturalny z biologii nie może odgrywać roli olimpiady biologicznej, mimo że jego wynik decyduje o – między innymi – uzyskaniu indeksu uczelni medycznej. Nie znaczy to, że powinien zawierać tylko zadania łatwe, ale obecne w nim zadania trudne, sprawdzające umiejętności złożone, powinny być sformułowane precyzyjnie, jednoznacznie oraz

w zgodzie z wymaganiami podstawy programowej. Być może wprowadzenie i przestrzeganie pewnych zasad dotyczących konstrukcji zadań przyczyni się do odkrycia, że egzamin z biologii w rzeczywistości nie jest tak trudny, jak na to wskazują coroczne, średnie wyniki zdających.

Literatura

- Arkusze maturalne z biologii z lat 2018–2021.
Jakubowski M., Pokropek A., *Badając egzaminy*, Centralna Komisja Egzaminacyjna, Warszawa 2009.
Filipska J. i in., *Sprawozdanie z egzaminu maturalnego 2018*, CKE, Warszawa, 2018.
Filipska J. i in., *Sprawozdanie z egzaminu maturalnego 2019*, CKE, Warszawa, 2019.
Filipska J. i in., *Sprawozdanie z egzaminu maturalnego 2020*, CKE, Warszawa, 2020.
Niemierko B., *Pomiar wyników kształcenia*, WSiP SA, Warszawa, 1999.
Snow E., Katz I.R., *Using Cognitive Interviews to Validate an Interpretive Argument for the ETS iSkills™ Assessment*, Communications in Information Literacy, 2009, https://www.researchgate.net/publication/255908240_Using_cognitive_interviews_to_validate_an_interpretive_argument_for_the_ETS_iSkills_assessment
Zasady oceniania rozwiązań zadań z biologii z lat 2018–2020, CKE, Warszawa.