



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

IBE  *entuzjaści
edukacji*

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



RAPORT Z BADANIA

„Laboratorium myślenia” Diagnoza umiejętności gimnazjalistów w zakresie przedmiotów przyrodniczych 2011



Redakcja merytoryczna:
dr Elżbieta Barbara Ostrowska
prof. dr hab. Krzysztof Spalik

Recenzenci:
prof. dr hab. Ewa Bartnik, dr Ewa Stożek, dr Henryk Szaleniec

Autorzy:
Irina Buczek, Marcin Chrzanowski, dr Wojciech Grajkowski, Magdalena Grudniewska, dr Marcin Grynberg, Grzegorz Guziak, Jagna Hałaczek, Krzysztof Horodecki, Magdalena Kędziora, Bartosz Kondratek, Tomasz Nowacki, Dominik Nowakowski, dr Tomasz Opach, dr Elżbieta Barbara Ostrowska, dr Artur Pokropek, Urszula Poziomek, Lidia Setti, prof. dr hab. Krzysztof Spalik, Martyna Studzińska, Piotr Walicki

Redakcja językowa:
Doroła Cyngot

Wydawca:
Instytut Badań Edukacyjnych
ul. Górczewska 8
01-180 Warszawa
tel. (22) 241 71 00; www.ibe.edu.pl

© Copyright by: *Instytut Badań Edukacyjnych, Warszawa, wrzesień 2012*

Publikacja opracowana w ramach projektu systemowego: *Badanie jakości i efektywności edukacji oraz instytucjonalizacja zaplecza badawczego*, współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego, realizowanego przez Instytut Badań Edukacyjnych.

Egzemplarz bezpłatny

Streszczenie

Cele badania. Podstawowym celem badania „Laboratorium myślenia” jest diagnoza umiejętności absolwentów gimnazjum w zakresie przedmiotów przyrodniczych: biologii, chemii, fizyki i geografii w kontekście zmiany podstawy programowej. Badanie prowadzone będzie przez 4 lata (2011-2014) i obejmie ostatni rocznik gimnazjalistów kształconych według starej podstawy programowej oraz 3 roczniki nauczane według nowej podstawy. Duży nacisk położono na pomiar kluczowych umiejętności rozumowania w naukach przyrodniczych, jak wybór hipotez, planowanie eksperymentu, wyszukiwanie i krytyczna analiza informacji, wnioskowanie naukowe. Badania pozwolą odpowiedzieć na pytanie, czy reforma podstawy programowej w istotny sposób wpłynęła na poziom kształtowania umiejętności gimnazjalistów, a przede wszystkim, czy osiągnięty został jej główny cel, jakim było odejście od nauczania encyklopedycznego na rzecz problemowego. Wyniki mogą okazać się niezwykle pomocne przy przewidzianej ustawowo korekcie podstawy programowej po pierwszym pełnym cyklu kształcenia. Jednocześnie badaniu towarzyszy upowszechnianie narzędzi pomiaru dydaktycznego konstruowanych na bazie nowej podstawy programowej i służących diagnozie umiejętności rozumowania w naukach przyrodniczych.

Przesłanki badania. Działania na rzecz poprawy jakości kształcenia wymagają dobrej diagnozy stanu obecnego. Niestety, nie dysponujemy obecnie dobrą diagnozą umiejętności absolwentów gimnazjum, a wyniki międzynarodowych badań kompetencji 15-latków (PISA), pokazujące wzrost ich umiejętności w zakresie rozumowania w naukach przyrodniczych, stoją w sprzeczności z powszechną opinią o obniżającym się poziomie polskiego szkolnictwa. Diagnozy takiej nie dostarczają także egzaminy gimnazjalne, albowiem dopiero od 2012 roku część przyrodnicza egzaminu jest wydzielona, a ponadto każdy z przedmiotów przyrodniczych reprezentowany jest w niej przez zaledwie 6 zadań. Najwięcej informacji o umiejętnościach polskich gimnazjalistów w zakresie rozumowania w naukach przyrodniczych dostarczyło dotychczas badanie PISA. Należy jednak podkreślić, że nie ma ono aspektu przedmiotowego, tzn. nie mierzy osobno kompetencji z biologii, chemii, fizyki i geografii, ale jedynie wspólne kompetencje ponadprzedmiotowe. Ponieważ badanie prowadzone jest w kilkudziesięciu krajach na całym świecie, wykorzystywane zadania muszą bazować na absolutnie podstawowym kanonie wiadomości z zakresu nauk przyrodniczych. Trudno zatem odnieść umiejętności bezpośrednio mierzone w badaniu PISA do tych zdefiniowanych w polskiej podstawie programowej. Badanie „Laboratorium myślenia” jest w dużej mierze inspirowane PISA, jego założeniem jest jednak sprawdzanie umiejętności określonych podstawą programową z przedmiotów przyrodniczych (biologii, chemii, fizyki i geografii), z naciskiem na umiejętności myślenia naukowego oraz na obserwacje i eksperymenty. Badanie jest zatem bardzo ściśle powiązane z zakresem nauczania w gimnazjum oraz ma zarówno wymiar przedmiotowy, jak i ponadprzedmiotowy.

Metodologia badania. Badanie realizowane jest na ogólnopolskiej reprezentatywnej próbie 180 szkół ponadgimnazjalnych w latach 2011-2014, na początku każdego roku szkolnego, tak by wpływ nowej szkoły na wiedzę uczniów był możliwie niewielki oraz by efekt nowej szkoły korzystnie wpływał na wysoką motywację uczniów do udziału w badaniu. W każdej badane są dwa oddziały, co pozwala osiągnąć próbę na poziomie ponad 7000 uczniów w pierwszych trzech cyklach oraz próbę ponad 14 000 uczniów w cyklu ostatnim, powiększonym o dodatkowe dwa oddziały na poziomie klasy drugiej. Do pomiaru wykorzystano 208 zadań zamkniętych, na które złożyły się po 52 zadania z biologii, chemii, fizyki i geografii. Zadania zostały umieszczone w 16 wersjach testów w taki sposób, by zarówno trudność, jak i czas rozwiązywania każdej wersji były podobne. Standaryzację narzędzi przeprowadzono w 2010 roku na reprezentatywnej próbie 120 szkół ponadgimnazjalnych. Oceny wyników badania dokonano za pomocą klasycznej teorii testu (KTT), przeprowadzono także analizy zróżnicowanego funkcjonowania zadań DIF oraz wykonano analizy z wykorzystaniem metody IRT (ze średnią ustawioną na poziomie 500). Oprócz rozwiązywania zadań w części kognitywnej, uczniowie

odpowiadali także na pytania kontekstowe kwestionariusza. Zebrano także informacje o wynikach uczniów z egzaminu gimnazjalnego oraz o ocenach z przedmiotów przyrodniczych na koniec gimnazjum.

Wyniki. Wyniki uzyskane przez uczniów w badaniu „Laboratorium myślenia” były skorelowane z wynikami egzaminu gimnazjalnego oraz z ocenami uczniów. Warto podkreślić, że wyższą zależność uzyskano pomiędzy wynikiem egzaminu części matematyczno-przyrodniczej a liczbą punktów uzyskanych w badaniu z poszczególnych przedmiotów (czyli pomiarami zewnętrznymi) niż między ocenami wewnątrzszkolnymi a wynikami prezentowanego badania. Średni wynik uczniów liceów ogólnokształcących był wyższy niż uczniów techników i zasadniczych szkół zawodowych, należy jednak pamiętać, że z uwagi na czas badania zróżnicowanie to oddaje jedynie selekcję do tych szkół. Analiza statystyczna wyników testu z uwzględnieniem płci ucznia pokazała, że w przypadku biologii i chemii dziewczęta uzyskiwały przeciętnie wyższy wynik na skali umiejętności niż chłopcy, w biologii o 22 punkty, w chemii o 18 punktów. W przypadku geografii różnica płci nie była istotna (6 punktów), a w zadaniach z fizyki lepsi okazali się chłopcy (różnica istotna – 17 punktów). Za pomocą metody IRT wyznaczono trudność każdego zadania oraz indywidualny wynik ucznia, a następnie wyróżniono 6 poziomów umiejętności ucznia/trudności zadania: I - poniżej 350 punktów, II - 350–449, III - 450–549, IV - 550–649, V - 650–749, VI – powyżej 750. Dla każdego przedmiotu podjęto próbę jakościowego opisu tych poziomów, zarówno w kategoriach umiejętności przedmiotowych, jak i ponadprzedmiotowych. Poziomy I i II – to odczytywanie i odtwarzanie informacji (z tabel – w geografii, z wykresów – w fizyce, z tekstu – w biologii i chemii); wśród zadań z tego poziomu dominowały zadania wielokrotnego wyboru. Poziom III – to proste wnioskowanie i kojarzenie faktów (w geografii – na podstawie map i rysunków; w fizyce – na podstawie prostych doświadczeń; w chemii – wnioskowanie o przebiegu zjawisk fizycznych; w biologii – w zakresie prostej metodologii). Poziom IV – to wnioskowanie przyczynowo-skutkowe (w geografii, biologii, fizyce), znajomość metodologii badań i prowadzenia doświadczeń (w biologii, chemii, fizyce). Poziomy V i VI – to zawansowana analiza i interpretacja danych oraz zjawisk, znajomość terminologii, ugruntowana wiedza.

Wnioski. Prezentowane w raporcie wyniki są diagnozą stanu wyjściowego przed wprowadzeniem nowej podstawy programowej. Stwierdzono, że dla każdego przedmiotu rozkłady osiągnięć uczniów są lognormalne i lekko prawoskośne, na najniższym poziomie umiejętności znajdowało się ok. 5% uczniów, natomiast na najwyższym - zaledwie ok. 1%. Podstawowe parametry, jakie pozwolą w następnych cyklach badania pokazać ewentualne tendencje, to średni wynik uczniów oraz kształt rozkładu osiągnięć, w tym procentowy udział uczniów na najniższym i najwyższym poziomie umiejętności. Analiza rozwiązywalności poszczególnych zadań, w tym zadań linkowych (uwzględnionych we wszystkich cyklach badania) pozwoli natomiast na wskazanie zagadnień, z którymi uczniowie mają największe problemy. Wyniki te dostarczą naukowych podstaw do przewidzianej ustawą korekty podstawy programowej po pierwszym pełnym cyklu kształcenia. Ważnym wnioskiem jest odzwierciedlenie w wynikach uczniów założenia opracowania testu mierzącego umiejętności na wszystkich poziomach trudności z badanych przedmiotów.

Spis treści

Streszczenie	3
Spis treści	5
1. Wprowadzenie	10
1.1 Nauczanie przedmiotów przyrodniczych w polskich szkołach	10
1.2 Diagnoza umiejętności polskich uczniów w zakresie nauk przyrodniczych	12
1.3 Pomiar umiejętności polskich gimnazjalistów w badaniach PISA	13
1.4 Założenia badania „Laboratorium myślenia”	13
1.5 Mierzone umiejętności przedmiotowe i ponadprzedmiotowe	14
1.6 Charakterystyka wykorzystanych narzędzi badawczych	15
1.6.1 Pomiar wiadomości a pomiar umiejętności	16
1.6.2 Kontekst przedstawienia problemu do rozwiązania	16
1.6.3 Forma zadań	16
1.7 Najważniejsze wyniki z I cyklu pomiaru „Laboratorium myślenia”	17
2. Założenia metodologiczne	24
2.1 Koncepcja badania	24
2.2 Zasady doboru próby badawczej	25
2.3 Cykl badania	26
2.4 Narzędzia badawcze	29
2.4.1 Próba w pierwszym cyklu badania i poziom jej realizacji	34
3. Opinie uczniów o ukończonych przez nich szkołach gimnazjalnych	36
3.1 Opinie uczniów o nauczaniu przedmiotów przyrodniczych w gimnazjum	38
3.2 Opinie uczniów dotyczące definicji samodzielnego myślenia i postawy uczniów	44
3.3 Zainteresowania uczniów	47
3.4 Podsumowanie wyników zebranych za pomocą Kwestionariusza Ucznia	49
4. Biologia	50
4.1 Charakterystyka zadań z biologii	50

4.1.1 Zadania z biologii a podstawa programowa	50
4.1.2 Konstrukcja zadań z biologii	51
4.1.3 Kontekst zadań z biologii.....	53
4.1.4 Umiejętności mierzone zadaniami z biologii.....	53
4.2 Wyniki części biologicznej	54
4.2.1 Odsetek prawidłowych odpowiedzi	54
4.2.2 Trudność zadań z biologii według modelu IRT.....	55
4.2.3 Poziomy umiejętności uczniów	56
4.2.4 Umiejętności ponadprzedmiotowe na poszczególnych poziomach.....	57
4.2.4.1 Rozumienie i analiza tekstu.....	58
4.2.4.2 Znajomość metodologii badań biologicznych.....	58
4.2.4.3 Rozumowanie	58
4.2.5 Cele kształcenia a poziom trudności zadań	59
4.2.6 Konstrukcja zadania a poziom jego trudności	59
4.2.7 Kontekst zadania a jego trudność.....	60
4.2.8 Zróżnicowanie wyników pod względem płci i wyboru szkoły ponadgimnazjalnej.....	60
4.3 Przykładowe zadania z biologii wraz z komentarzem.....	63
4.4 Podsumowanie	90
5. Chemia	91
5.1 Zadania z chemii a podstawa programowa.....	91
5.2 Konstrukcja zadań z chemii.....	92
5.3 Kontekst zadań z chemii	93
5.4 Mierzone umiejętności	94
5.5 Wyniki części chemicznej.....	96
5.5.1 Odsetek prawidłowych odpowiedzi	96
5.5.2 Trudność zadań z chemii według modelu IRT.....	96
5.5.3 Poziomy umiejętności uczniów	98

5.5.4 Umiejętności ponadprzedmiotowe	99
5.5.5 Konstrukcja zadania a poziom jego trudności	100
5.5.6 Kontekst zadań a ich trudność.....	100
5.5.7 Zróżnicowanie wyników pod względem płci i wyboru szkoły ponadgimnazjalnej.....	101
5.6 Przykładowe zadania z chemii wraz z komentarzami.....	104
5.7 Podsumowanie	122
6. Fizyka	124
6.1 Charakterystyka zadań z fizyki	124
6.1.1 Zadania z fizyki a podstawa programowa	124
6.1.2 Konstrukcja zadań z fizyki	125
6.1.3 Kontekst zadań z fizyki.....	125
6.1.4 Umiejętności mierzone zadaniami z fizyki.....	126
6.2 Wyniki z części fizycznej	127
6.2.1 Odsetek prawidłowych odpowiedzi.....	127
6.2.2 Trudność zadań z fizyki.....	128
6.2.3 Poziomy umiejętności uczniów.....	130
6.2.4 Cele kształcenia a poziom trudności zadań	131
6.2.5 Konstrukcja zadania a poziom trudności zadań z fizyki.....	132
6.2.6 Kontekst zadań z fizyki a trudność.....	132
6.3 Przykładowe zadania z fizyki wraz z komentarzami.....	136
6.4 Podsumowanie	148
7. Geografia	149
7.1 Charakterystyka zadań z geografii.....	149
7.1.1 Zadania z geografii a podstawa programowa.....	149
7.1.2 Konstrukcja zadań z geografii	150
7.1.3 Kontekst zadań geograficznych.....	150

7.1.4 Umiejętności mierzone w zadaniach geograficznych	152
7.2 Wyniki części geograficznej.....	152
7.2.1 Odsetek prawidłowych odpowiedzi.....	152
7.2.2 Trudność zadań z geografii według modelu IRT	153
7.2.3 Poziomy umiejętności uczniów.....	154
7.2.4 Umiejętności ponadprzedmiotowe	155
7.2.5 Cele kształcenia a poziom trudności zadań	155
7.2.6 Konstrukcja a poziom trudności zadań	156
7.2.7 Zróżnicowanie wyników według płci i wyboru szkoły ponadgimnazjalnej.....	157
7.3 Przykładowe zadania z geografii wraz z komentarzami	159
7.4 Podsumowanie	177
8. Literatura cytowana.....	178
Nota o Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych	179
ZAŁĄCZNIK 1.....	180
9. Psychometryczne procedury analizy zadań i skalowania wyników wykorzystywane w badaniu „Laboratorium myślenia”	180
9.1 Wstęp. Cykl badawczy	180
9.2 Analiza zadań	180
9.2.1 Oceny zadań w klasycznej teorii testu (KTT)	181
9.2.1.1 Łatwość zadania	181
9.2.2 Moc różnicująca (współczynnik dyskryminacji)	182
9.2.3 Wyniki analizy.....	182
9.2.4 Zmiany dokonane w zadaniach po przeprowadzeniu analiz statystycznych oraz analizach eksperckich	187
9.2.5 Analiza funkcjonowania dystraktorów	188
9.2.6 Zróżnicowane funkcjonowanie zadań – DIF.....	189
9.2.6.1 Opis metody	190
9.2.6.2 Miary wielkości efektu DIF.....	191

9.2.6.3 Klasyfikacja efektu DIF.....	192
9.2.6.4 Wyniki analizy DIF	192
9.2.7 Oceny zadań w IRT (<i>Item response theory</i>).....	194
9.2.8 Skalowanie wyników	201
9.2.8.1 Analiza klas ukrytych.....	203
9.3 Aneks	207

1. Wprowadzenie

1.1 Nauczanie przedmiotów przyrodniczych w polskich szkołach

Badanie „Laboratorium myślenia” stawia sobie za cel przede wszystkim całościowe sprawdzenie wiadomości i umiejętności absolwentów gimnazjum z zakresu przedmiotów przyrodniczych: biologii, chemii, fizyki i geografii. Poprzez regularne publikowanie użytych w badaniu narzędzi pomiarowych (zadań wraz z ich szczegółowym omówieniem) oraz organizowanie konferencji, seminariów i warsztatów, może także sprzyjać rozwijaniu u uczniów rozumowania w naukach przyrodniczych – jednej z kluczowych umiejętności, niezbędnej każdemu obywatelowi. Badania będą prowadzone przez cztery lata i obejmą ostatni rocznik uczniów kształconych według starej podstawy programowej oraz trzy roczniki nauczane według nowej podstawy. Wyniki mogą być pomocne przy przewidzianej ustawą korekcie podstawy programowej w 2015 roku, ulepszaniu formuły egzaminów zewnętrznych, doskonaleniu zawodowym nauczycieli oraz rozwijaniu innych form polityki edukacyjnej państwa.

Polskiej szkole od lat stawia się zarzut, że dominuje w niej nauczanie wiedzy encyklopedycznej, zorientowane na zapamiętywanie wiadomości, a następnie ich odtwarzanie w tym samym kontekście. Łatwiej bowiem zapytać o jakiś czasem nawet mało istotny szczegół, niż sprawdzić umiejętność rozumowania. Ten stan został zasadniczo zmieniony w 1999 roku przez reformę oświatową, która wprowadziła do systemu szkolnictwa gimnazja oraz egzaminy zewnętrzne. Gimnazjum wydłużyło okres wspólnej edukacji wszystkich uczniów z 8 do 9 lat, natomiast egzaminy zewnętrzne określiły standardy egzaminacyjne, w których podkreślono sprawdzanie umiejętności, a także zapewniły jednolitą ocenę osiągnięć ucznia. Szczególną uwagę należy zwrócić na egzamin gimnazjalny, złożony początkowo z dwóch części: humanistycznej i matematyczno-przyrodniczej, który był najwyższym rangą egzaminem powszechnym, tzn. zdawanym przez każdego ucznia. Aczkolwiek do dzisiejszego dnia można spotkać głosy krytyczne wobec reformy gimnazjalnej, badania naukowe pokazują, że odniosła ona olbrzymi sukces. Międzynarodowe badanie kompetencji 15-latków PISA, do którego Polska dołączyła w roku wprowadzania reformy gimnazjalnej, pokazało, że w latach 1999–2009 polscy 15-latkowie zdecydowanie poprawili swoje wyniki w zakresie: analizy tekstów, kompetencji matematycznych oraz rozumowania w naukach przyrodniczych. Z dalekiej pozycji, jaką zajmowali w 2000 roku, dogoniliśmy kraje, których wynik był równy średniej OECD (OECD, 2010b). Jednak bardziej szczegółowa analiza kompetencji uczniów w zakresie rozumowania w naukach przyrodniczych pokazuje, że polscy uczniowie w porównaniu z rówieśnikami z OECD, zarówno w roku 2006 jak i w 2009, słabiej wypadają w rozwiązywaniu zadań dotyczących rozpoznawania zagadnień naukowych, czyli określenia co i jak można badać naukowo. Należy również podkreślić, że dokładny pomiar umiejętności rozumowania w naukach przyrodniczych miał miejsce w 2006 roku, kiedy ta dziedzina była wiodącą w badaniu. Powtórzenie tego pomiaru nastąpi w 2015 roku, kiedy nauki przyrodnicze będą ponownie główną dziedziną w badaniu PISA.

Reforma, jak każda zasadnicza zmiana, nie była jednak wolna od wad. Kontrowersje budziła zwłaszcza podstawa programowa, która była sformułowana zbyt ogólnikowo, co stwarzało problemy przy ocenie osiągnięć ucznia. Krytykowano także egzamin gimnazjalny za mało reprezentatywne próbkowanie wiedzy uczniów. Na przykład, na niektórych egzaminach gimnazjalnych w części matematyczno-przyrodniczej zaledwie kilka zadań sprawdzało umiejętności w zakresie nauk przyrodniczych. Dopelnieniem reformy było zatem wprowadzenie w 2009 roku nowej podstawy programowej, która sprecyzowała wymagania ogólne i szczegółowe, kładąc zasadniczy nacisk na kształcenie umiejętności. Wyodrębniono również część historyczną oraz przyrodniczą egzaminu. Pierwszy egzamin gimnazjalny według nowej formuły odbył się w 2012 roku. Czy obecna podstawa

programowa i nowa formuła egzaminu gimnazjalnego będą lepiej niż poprzednie sprzyjać kształtowaniu kompetencji uczniów w naukach przyrodniczych? Odpowiedź na to pytanie jest jednym z głównych celów badania „Laboratorium myślenia”, dzięki porównaniu wyników ostatniego rocznika kształconego według starej podstawy oraz trzech roczników uczniów nauczanych według nowej.

Warto zwrócić uwagę na trzy najważniejsze cechy nowej podstawy programowej. Są to:

- silnie podkreślona nadrzędność celów kształcenia (wymagań ogólnych) nad treściami (wymaganiami szczegółowymi);
- nacisk na uczenie i sprawdzanie wiadomości w kontekście określonych umiejętności;
- podkreślenie wagi obserwacji i doświadczeń w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych.

Zalecenia te wydają się oczywiste z punktu widzenia metodyki nauczania.

Planując badania kompetencji absolwentów gimnazjum w zakresie wiedzy przyrodniczej, rozumianej jako suma wiadomości i umiejętności, należy sobie zadać zasadnicze pytanie, czemu ta wiedza ma służyć. Można wyróżnić jej cztery aspekty:

- **naukowy** – wiedza szkolna jest fundamentem kształcenia zawodowego przyszłych inżynierów, techników, lekarzy, naukowców itd., ale także rzemieślników, kierowców czy pracowników fizycznych. Nauki przyrodnicze uczą rozumowania analitycznego, umiejętności odróżniania faktów od opinii, rozpoznawania zagadnień możliwych do zweryfikowania za pomocą metod naukowych, czy wreszcie stawiania pytań i weryfikowania hipotez oraz formułowania wniosków;
- **praktyczny** – wiele wiadomości oraz umiejętności nabytych w szkole przydaje się w życiu codziennym, jak np. wiedza o elektryczności, umiejętność czytania ze zrozumieniem etykiet produktów chemicznych i leków, wiedza o roślinach i zwierzętach przydatna w ich domowej hodowli, umiejętność korzystania z planu i mapy itd.; aspekt praktyczny mają także omówione powyżej umiejętności w zakresie rozumowania naukowego;
- **światopoglądowy** – nauki przyrodnicze pozwalają zrozumieć otaczający świat, przede wszystkim w aspekcie zjawisk przyrodniczych oraz techniki, ale także procesów społecznych i cywilizacyjnych; postęp naukowy w dziedzinie zdrowia, genetyki, ochrony przyrody i środowiska budzi wiele niepokojów i przynosi wiele dylematów natury moralnej. Niekiedy źródłem lęków jest brak wiadomości, nieumiejętność oceny sytuacji lub opieranie się na obiegowych, niepotwierdzonych naukowo opiniach – a przecież decyzje obywateli lub ich wybranych reprezentantów (w samorządzie lub parlamencie) powinny być racjonalne, oparte na rzetelnej analizie, nie zaś na emocjach i lękach;
- **etyczny** – poprzez zapoznawanie z przyrodą, nauki przyrodnicze sprzyjają kształtowaniu właściwego stosunku do przyrody, uświadamiają jak wielką jest ona wartością oraz skłaniają do jej ochrony.

Nauczanie przedmiotów przyrodniczych w szkole ma zatem służyć nie tylko kształceniu przyszłych naukowców i inżynierów, ale przede wszystkim świadomych obywateli, podejmujących na podstawie swojej wiedzy racjonalne decyzje. Dlatego edukacja przyrodnicza w szkole jest także elementem szeroko rozumianej edukacji obywatelskiej.

Jak wspomniano powyżej, zasadniczym elementem nauk przyrodniczych jest racjonalne myślenie. Nauczanie przedmiotów przyrodniczych nie może zatem obejmować jedynie przekazywania samej wiedzy, ale powinno przede wszystkim kształtować u uczniów umiejętność dochodzenia do tej wiedzy na drodze obserwacji i doświadczeń, stawiania i weryfikowania hipotez, wyciągania wniosków. Kluczowe dla wnioskowania naukowego są także: krytyczna analiza informacji, odróżnianie faktów od opinii, znajdowanie związków przyczynowo-skutkowych, wynajdywanie niespójności i niekonsekwencji oraz twórcze szukanie rozwiązań.

1.2 Diagnoza umiejętności polskich uczniów w zakresie nauk przyrodniczych

Nie dysponujemy obecnie zadowalającą diagnozą umiejętności polskich uczniów w zakresie nauk przyrodniczych (IBE, 2011). Wiele informacji można wprawdzie uzyskać na podstawie analizy wprowadzonych przez reformę edukacyjną egzaminów zewnętrznych – sprawdzianu po szkole podstawowej, egzaminu gimnazjalnego oraz matur – ale egzaminy te czemu innemu służą, a zatem są przygotowane pod innym kątem. Umożliwiają porównanie umiejętności uczniów z danego rocznika, co ma znaczenie w przypadku kwalifikacji do szkół wyższego stopnia, ale dają ograniczone możliwości porównywania osiągnięć między rocznikami. Zadania są po każdej sesji egzaminacyjnej ujawniane, a łatwość bądź trudność całego egzaminu może się zmieniać się z roku na rok – trudno zatem stwierdzić, czy różnica między średnimi wynikami z poszczególnych lat wynika z różnicy poziomu trudności egzaminu czy też z poziomu kompetencji uczniów. Wprawdzie w IBE prowadzone są obecnie badania nad porównywaniem wyników egzaminów zewnętrznych z różnych lat, ale nie rozwiążą one innego problemu – reprezentatywności zadań mierzących umiejętności i wiadomości w wielu aspektach przedmiotów przyrodniczych. Warto zauważyć, że sprawdzian po szkole podstawowej jest egzaminem ponadprzedmiotowym i zadania z przyrody nie zawsze się w nim pojawiają (np. nie było takich zadań w latach 2010-2012). W egzaminie gimnazjalnym do roku 2011 poszczególne przedmioty przyrodnicze były w różnym stopniu obecne, a zazwyczaj dominowały zadania sprawdzające jedynie wiadomości. W 2012 roku część przyrodnicza egzaminu gimnazjalnego zawierała po sześć zadań z każdego przedmiotu, co także w umiarkowany sposób pozwala na sprawdzenie kompetencji przedmiotowych. Znacznie dokładniejsze próbkowanie wiedzy ucznia zapewnia matura. Jednak egzaminy maturalne z przedmiotów przyrodniczych nie są egzaminami obowiązkowymi i służą głównie do kwalifikacji na studia o profilu przyrodniczym, medycznym lub technicznym.

Celem badania „Laboratorium myślenia” jest diagnoza umiejętności absolwentów gimnazjów z przedmiotów przyrodniczych, czyli biologii, chemii, fizyki i geografii. Szczególny nacisk położony jest na sprawdzenie umiejętności w zakresie myślenia naukowego, m.in.: poruszania się w gąszczu informacji, formułowania problemów, analizy tekstów, tabel i wykresów, umiejętności odnoszenia nabytej wiedzy do sytuacji z życia codziennego. W dużo mniejszym stopniu sprawdzane jest zapamiętywanie faktów i definicji. Wiadomości i umiejętności sprawdzane są zgodnie z wymaganiami nowej podstawy programowej, zarówno ogólnymi, jak i szczegółowymi. Nadrzędne są w tym wypadku wymagania ogólne, zwłaszcza te o charakterze ponadprzedmiotowym, np. odnoszące się do analizy informacji czy wnioskowania i argumentacji. Mamy także nadzieję, że wnioski z wyników badania pomogą w systematycznym podnoszeniu jakości programów nauczania, ulepszaniu egzaminów zewnętrznych oraz w rozwijaniu skutecznych form doskonalenia zawodowego nauczycieli.

Dodatkowym, choć nie mniej ważnym zadaniem, jakie sobie stawiamy, jest upowszechnienie wypracowanych w ramach projektu „Laboratorium myślenia” zadań zamkniętych służących sprawdzaniu umiejętności złożonych. Zadania zamknięte są często uważane za odtwórcze i sprawdzające głównie wiadomości, a nie umiejętności, co nie jest zgodne z prawdą. Aczkolwiek rzeczywiście nie wszystkie umiejętności da się za ich pomocą skutecznie sprawdzić (np. trudno zweryfikować umiejętność formułowania własnej opinii), to dobrze skonstruowane zadania zamknięte mogą być pomocne w diagnozowaniu umiejętności wnioskowania naukowego (Ostrowska i Spalik, 2010; IFiS PAN, 2007).

1.3 Pomiar umiejętności polskich gimnazjalistów w badaniach PISA

Opisując założenia „Laboratorium myślenia”, należy nawiązać do wspomnianego już międzynarodowego badania PISA, które było jedną z jego inspiracji (MEN, 2007). Badanie PISA dotyczy pomiaru kompetencji piętnastolatków w zakresie czytania i rozumowania w naukach humanistycznych, umiejętności matematycznych oraz rozumowania w naukach przyrodniczych. W kategorii (skali) rozumowania w naukach przyrodniczych wyróżniono trzy grupy (podskale) umiejętności:

- 1) rozpoznawanie zagadnień naukowych,
- 2) wyjaśnianie zjawisk przyrodniczych w sposób naukowy,
- 3) interpretowanie i wykorzystanie dowodów naukowych.

Kategorie te nie są całkowicie rozłączne. Warto zauważyć, że osiągnięcia ucznia w zakresie wyjaśniania zjawisk przyrodniczych najbardziej zależą od opanowanych przez niego wiadomości, natomiast jego kompetencje w zakresie rozpoznawania zagadnień naukowych oraz interpretacji dowodów naukowych w większym stopniu zależą od umiejętności rozumowania naukowego, a zwłaszcza od znajomości metod prowadzenia badań.

Należy podkreślić, że w zakresie rozumowania w naukach przyrodniczych badanie PISA nie ma aspektu przedmiotowego, tzn. nie mierzy osobno kompetencji z zakresu biologii, chemii, fizyki i geografii, ale jedynie wspólne, wymienione powyżej kompetencje ponadprzedmiotowe. Wykorzystuje w tym celu najczęściej rozbudowane zadania otwarte, zwykle oparte na krótkich tekstach popularnonaukowych. Ponieważ badanie – z użyciem tych samych zadań – prowadzone jest w kilkudziesięciu krajach na całym świecie, zadania te muszą bazować na absolutnie podstawowym kanonie wiadomości z zakresu nauk przyrodniczych. Trudno zatem odnieść umiejętności bezpośrednio mierzone w badaniu PISA do tych zdefiniowanych w nowej podstawie programowej, w której większą wagę przyłożono jednak do szczegółowych wymagań przedmiotowych.

1.4 Założenia badania „Laboratorium myślenia”

Badanie „Laboratorium myślenia” prowadzone będzie przez cztery lata. Obejmuje absolwentów gimnazjum, dlatego jest prowadzone w pierwszych klasach szkół ponadgimnazjalnych, na początku roku szkolnego. Pierwszy cykl badania odbył się jesienią 2011 roku i objął ostatni rocznik gimnazjalistów, którzy uczyli się według starej podstawy programowej. W kolejnych latach będą badani absolwenci, którzy uczyli się według nowej podstawy. Ponadto w 2014 roku badanie obejmie także uczniów klas drugich, mających za sobą rok obowiązkowej nauki przedmiotów przyrodniczych w szkole ponadgimnazjalnej, który – zgodnie z założeniami reformy – ma stanowić kontynuację i uzupełnienie trzyletniej edukacji w gimnazjum. Badanie będzie prowadzone na ogólnopolskiej próbie losowej, obejmującej co roku ponad 7 tysięcy uczniów klas pierwszych ze 180 szkół ponadgimnazjalnych. W 2014 roku będzie to 14 tysięcy uczniów. W celu zapewnienia porównywalności wyników podstawowy zestaw zadań będzie tajny i zostanie wykorzystany we wszystkich cyklach badawczych.

W naszym badaniu przyjęliśmy następujące założenia: sprawdzamy umiejętności określone podstawą programową z przedmiotów przyrodniczych (biologii, chemii, fizyki i geografii), ale z naciskiem na umiejętności myślenia naukowego oraz na obserwacje i eksperymenty. Badanie jest zatem bardzo ściśle powiązane z zakresem nauczania w gimnazjum oraz ma zarówno wymiar przedmiotowy, jak i ponadprzedmiotowy. Umiejętności te sprawdzamy podobnie jak na egzaminie gimnazjalnym – za pomocą zadań zamkniętych, aczkolwiek mają one często bardziej rozbudowaną formę niż te zastosowane na egzaminie w 2012 roku (Twardowska i in., 2011). Wykorzystanie tych samych

narzędzi przez cztery cykle badawcze umożliwi bezpośrednie porównanie wyników uczniów z kolejnych roczników. W miarę możliwości zbierane będą również informacje o osiągnięciach ucznia na egzaminie gimnazjalnym oraz rezultaty oceniania wewnątrzszkolnego, czyli oceny z przedmiotów przyrodniczych na świadectwie ukończenia szkoły. Arkuszowi z zadaniami towarzyszy ankieta, dotycząca zainteresowań i motywacji ucznia, a także jego subiektywnej oceny sposobu, jakości i efektywności kształcenia.

1.5 Mierzone umiejętności przedmiotowe i ponadprzedmiotowe

Analizując wymagania przedmiotowe Nowej Podstawy Programowej, zarówno ogólne, jak i szczegółowe, można wyróżnić trzy zasadnicze obszary umiejętności (Ostrowska i Spalik, 2010) :

- posługiwanie się językiem (symbolami, wzorami, pojęciami itd.) właściwym danej dyscyplinie oraz umiejętność opisu zjawisk i procesów za pomocą tego języka;
- wyjaśnianie zjawisk i procesów przyrodniczych (w zakresie objętym wymaganiami szczegółowymi), w tym przykładów z życia codziennego, za pomocą poznanych pojęć, praw i prawidłowości;
- poszukiwanie, przetwarzanie, tworzenie, analiza i wykorzystywanie informacji pochodzących z różnych źródeł, w tym prowadzenie doświadczeń i obserwacji oraz wnioskowanie na podstawie uzyskanych wyników albo zebranych informacji.

Pierwsza grupa obejmuje głównie umiejętności proste, zwykle odtwórcze i sprawdzające zapamiętanie wiadomości (Grajkowski i Ostrowska, 2012). Wymagania dotyczące tych umiejętności można zidentyfikować za pomocą takich czasowników operacyjnych, jak: *posługuje się, wymienia, opisuje* itp. Druga i trzecia grupa natomiast obejmują także umiejętności złożone, zarówno opisane w wymaganiach ogólnych, jak i te sprecyzowane za pomocą wymagań szczegółowych. Można je zidentyfikować po czasownikach operacyjnych: *wyjaśnia, analizuje, interpretuje, formułuje* itp. Obszary pierwszy i drugi obejmują głównie umiejętności wymagające wiedzy z danego przedmiotu, natomiast grupa trzecia zawiera umiejętności, które są w dużej mierze ponadprzedmiotowe – i właśnie diagnoza umiejętności z grupy trzeciej jest głównym celem naszego badania. Na szczególną uwagę zasługuje umiejętność posługiwania się metodą naukową – stawianie hipotez oraz ich weryfikacja z wykorzystaniem obserwacji i eksperymentu. Jest ona wspólna dla wszystkich nauk przyrodniczych, a jej znaczenie zostało docenione w nowej podstawie programowej – poprzez umieszczenie zalecanych obserwacji i doświadczeń.

Nowa podstawa programowa wyszczególnia osiem najważniejszych umiejętności zdobywanych przez ucznia w trakcie kształcenia ogólnego na III i IV etapie edukacyjnym obejmującym gimnazja i szkoły ponadgimnazjalne:

- 1) czytanie – umiejętność rozumienia, wykorzystywania i refleksyjnego przetwarzania tekstów, w tym tekstów kultury, prowadząca do osiągnięcia własnych celów, rozwoju osobowego oraz aktywnego uczestnictwa w życiu społeczeństwa;
- 2) myślenie matematyczne – umiejętność wykorzystania narzędzi matematyki w życiu codziennym oraz formułowania sądów opartych na rozumowaniu matematycznym;
- 3) myślenie naukowe – umiejętność wykorzystania wiedzy o charakterze naukowym do identyfikowania i rozwiązywania problemów, a także formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycznych dotyczących przyrody i społeczeństwa;
- 4) umiejętność komunikowania się w języku ojczystym i w językach obcych, zarówno w mowie, jak i w piśmie;
- 5) umiejętność sprawnego posługiwania się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi;
- 6) umiejętność wyszukiwania, selekcjonowania i krytycznej analizy informacji;

- 7) umiejętność rozpoznawania własnych potrzeb edukacyjnych oraz uczenia się;
- 8) umiejętność pracy zespołowej.

Niektóre z nich, jak np. umiejętność pracy zespołowej, bardzo trudno jest poddać zewnętrznemu ocenianiu bazującemu na testach pisemnych. Inne z kolei, jak np. umiejętność komunikowania się, trudno jest mierzyć za pomocą zadań zamkniętych. W kontekście nauczania przedmiotów przyrodniczych oraz diagnozowania umiejętności przedmiotowych warto zwrócić uwagę na wyszczególnione poniżej umiejętności kluczowe.

- *Czytanie – umiejętność rozumienia, wykorzystania i refleksyjnego przetwarzania tekstów, w tym tekstów kultury, prowadząca do osiągnięcia własnych celów, rozwoju osobowego oraz aktywnego uczestnictwa w życiu społeczeństwa.* Umiejętność ta, aczkolwiek zdefiniowana raczej w kontekście przedmiotów humanistycznych, jest również niezwykle istotna w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych, np. przy wykorzystywaniu tekstów popularnonaukowych albo publicystycznych, odnoszących się do takich zagadnień, jak ochrona przyrody i środowiska czy bioetyka.
- *Myślenie matematyczne – umiejętność wykorzystania narzędzi matematyki w życiu codziennym oraz formułowania sądów opartych na rozumowaniu matematycznym.* Umiejętności matematyczne znajdują bezpośrednie zastosowanie w rozwiązywaniu niektórych zadań z fizyki, chemii czy geografii, ale należy pamiętać, że myślenie matematyczne obejmuje też logikę. Chociaż w nowej podstawie programowej, nawet dla liceum, nie ma elementów logiki formalnej, autorzy podstawy podkreślają, że rozumowania logicznego należy uczyć, odwołując się do języka naturalnego.
- *Myślenie naukowe – umiejętność wykorzystania wiedzy o charakterze naukowym do identyfikowania i rozwiązywania problemów, a także formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycznych dotyczących przyrody i społeczeństwa.* Myślenie naukowe w sposób nierozzerwalny łączy się z myśleniem matematycznym, odwołuje się bowiem do myślenia indukcyjnego i dedukcyjnego (bez ich formalnego wprowadzania).
- *Umiejętność wyszukiwania, selekcjonowania i krytycznej analizy informacji.* Aczkolwiek ta umiejętność została wymieniona osobno, jest ona nieodłącznym elementem rozumowania w naukach przyrodniczych. W kontekście nauczania przedmiotów przyrodniczych należy traktować ją łącznie z umiejętnością czytania i analizy tekstu, obie dotyczą bowiem analizowania dostępnych materiałów informacyjnych.

Wymienione powyżej umiejętności ponadprzedmiotowe znajdują także odzwierciedlenie w wymaganiach ogólnych i szczegółowych poszczególnych przedmiotów przyrodniczych.

1.6 Charakterystyka wykorzystanych narzędzi badawczych

Wykorzystane w badaniu zadania można poklasyfikować w zależności od:

- celu pomiaru – tzn., czy mierzymy przede wszystkim opanowanie wiadomości czy umiejętności;
- kontekstu sytuacyjnego – szkolnego, praktycznego lub naukowego – w jakim zadanie jest osadzone;
- formy zadania – wielokrotnego wyboru, typu „prawda-fałsz”, „na przyporządkowanie”.

1.6.1 Pomiar wiadomości a pomiar umiejętności

Konstruując zadanie pomiarowe, trzeba sobie zadać pytanie, co przede wszystkim dane zadanie mierzy (Grajkowski i Ostrowska, 2012), czyli co jest zasadniczą trudnością dla ucznia przy jego rozwiązywaniu. Czy jest to znajomość określonego pojęcia, wzoru, prawa albo faktu naukowego – innymi słowy, określonych wiadomości? Czasami jednak wszystkie podstawowe informacje zawarte są w towarzyszących zadaniu materiałach informacyjnych (tekście, ilustracjach). Wtedy podstawową trudnością jest konieczność wykazania się przez ucznia określonymi umiejętnościami, w tym także ponadprzedmiotowymi, np. analizą tekstu, wnioskowaniem, umiejętnością identyfikowania związków przyczynowo-skutkowych. Warto podkreślić, że w nowej podstawie programowej wymagania szczegółowe dotyczące wiadomości zostały sformułowane w kontekście określonych umiejętności. Innymi słowy, zamiast pytać ucznia o definicje pewnych pojęć, czy prosić go o podanie jakiegoś prawa, lepiej jest sprawdzić, czy uczeń dane pojęcie rozumie lub czy umie zastosować określone prawo (Chrzanowski i in., 2012).

1.6.2 Kontekst przedstawienia problemu do rozwiązania

Rodzaj sytuacji opisanej w zadaniu bądź wykorzystany tekst mogą wpływać na jego rozwiązywalność, niezależnie od obiektywnego stopnia trudności postawionego przed uczniem problemu. Interesujący albo istotny z życiowego punktu widzenia kontekst potrafi ucznia zmotywować do próby rozwiązania zadania. Typowy, sztamkowy przykład, a zwłaszcza zadanie żmudne, mogą skutecznie zniechęcić do podjęcia próby rozwiązania, zwłaszcza w sytuacji, gdy uczeń nie jest motywowany chęcią osiągnięcia dobrego wyniku. Zadania można podzielić z uwagi na kontekst, w jakim przedstawiony jest problem do rozwiązania, na:

- **kontekst szkolny** – zadania typowo szkolne, odwołujące się do pojęć, faktów oraz umiejętności w sposób w jaki gimnazjalista uczył się i był sprawdzany i oceniany na lekcji; często są to zadania odtwórcze (choć nie zawsze); w tej grupie były kwalifikowane także zadania dotyczące prostych eksperymentów i obserwacji, jeśli miały one szkolny charakter;
- **kontekst praktyczny** – zadania odwołujące się do sytuacji z życia codziennego, w których trzeba zastosować nabyte w szkole umiejętności; należy podkreślić, że powinny być to sytuacje rzeczywiście praktyczne, nie zaś jedynie takie udające, jakie się czasem pojawiają w szkolnych zadaniach – te ostatnie bowiem są odbierane przez uczniów jako sztuczne i demotywujące;
- **kontekst naukowy** – zadania odwołujące się do analizy i wnioskowania na podstawie tekstu popularnonaukowego, nieznanego wcześniej uczniowi; ważne jest to, że tekst powinien opisywać rzeczywiste odkrycie naukowe. Zadania bazujące na wymyślonych odkryciach zaliczane były raczej do kontekstu szkolnego.

1.6.3 Forma zadań

- **Zadania wielokrotnego wyboru (WW)** z jedną odpowiedzią prawidłową są najczęściej wykorzystywaną formą zadań zamkniętych, dobrze znaną uczniom. W badaniu wykorzystano zadania zawierające 4–6 odpowiedzi do wyboru. W zależności od liczby dystraktorów, prawdopodobieństwo losowego wyboru prawidłowej odpowiedzi wynosi zatem 17–25%.
- **Zadania typu „prawda-falsz” (P/F)** polegają na przyporządkowaniu każdemu stwierdzeniu określonej wartości logicznej. Do wyboru jest zwykle odpowiedź *tak* lub *nie*, jeśli uczeń ma odpowiedzieć na pytanie, albo *prawda* lub *falsz*, jeśli jego zadaniem jest ocena prawdziwości stwierdzeń. Prawdopodobieństwo losowego udzielenia prawidłowej odpowiedzi dla

pojedynczego wiersza wynosi 50%, jednak zadanie zwykle obejmuje co najmniej 3 stwierdzenia w badaniach „Laboratorium myślenia”. Sprawdza ono jedną umiejętność, a zatem uznaje się je za dobrze rozwiązane, jeśli uczeń udzieli prawidłowej odpowiedzi w każdym wierszu. Dla zadania złożonego z 3 wierszy prawdopodobieństwo przypadkowego udzielenia prawidłowej odpowiedzi wynosi 12,5%, a dla złożonego z 4 wierszy – zaledwie 6,25%.

- **Zadania „na przyporządkowanie”** obejmują zadania o złożonej strukturze, zawierające niekiedy elementy zadań WW lub P/F, ale przede wszystkim wymagające dopasowania do siebie określonych elementów, np. wymagające w pierwszym kroku wyboru odpowiedzi na zadane pytanie, a w drugim – dobranie właściwego uzasadnienia. Zadania mogą różnić się stopniem złożoności i prawdopodobieństwem losowego udzielenia prawidłowej odpowiedzi.

1.7 Najważniejsze wyniki z I cyklu pomiaru „Laboratorium myślenia”

W badaniu „Laboratorium myślenia” wzięło udział 7689 uczniów z pierwszych klas liceów ogólnokształcących (3664 uczniów), techników (2778 uczniów) i zasadniczych szkół zawodowych (1247 uczniów). Szczegółowe dane o próbie podano w rozdziale 2. Test, który rozwiązywali uczniowie, składał się z pytań z zakresu biologii, chemii, fizyki i geografii. Oprócz rozwiązywania zadań w części kognitywnej, uczniowie odpowiadali także na pytania kontekstowe kwestionariusza. W czasie badania zbierano również informacje o wynikach uczniów z egzaminu gimnazjalnego oraz o ocenach z przedmiotów przyrodniczych, jakie uzyskali absolwenci gimnazjów, kończąc ten etap edukacji.

Tabela 1.1. Wyniki badanych uczniów gimnazjów z egzaminu gimnazjalnego w 2011 roku i w ocenie wewnątrzszkolnej (na świadectwie ukończenia szkoły).

		liczba punktów z części matematyczno-przyrodniczej egzaminu	liczba punktów z części humanistycznej egzaminu	ocena z biologii	ocena z fizyki	ocena z chemii	ocena z geografii
LO	średnio	28,2	30,3	4,0	3,7	3,7	3,9
	min–max	5–50	5–50	2–6	2–6	2–6	2–6
Technikum	średnio	21,8	23,6	3,1	2,9	2,9	3,1
	min–max	2–47	4–50	2–6	2–6	2–6	2–6
ZSZ	średnio	16,1	17,7	2,4	2,3	2,3	2,4
	min–max	0–40	0–46	2–6	2–6	2–6	2–5
Ogółem	średnio	24,5	25,9	3,4	3,2	3,2	3,4
	min–max	0–50	0–50	2–6	2–6	2–6	2–6

Jak można było oczekiwać, uczniowie, którzy uzyskali najwyższe wyniki z egzaminu gimnazjalnego, zazwyczaj trafiali do liceum ogólnokształcącego, a uczniowie ze słabszymi wynikami do zasadniczej szkoły zawodowej. Należy jednak zwrócić uwagę, że grupy te nie były jednorodne i w kohorcie uczniów z liceów byli i tacy, którzy osiągnęli zaledwie 5 punktów, a równocześnie do wszystkich typów szkół trafiali uczniowie z bardzo dobrym wynikiem z egzaminu gimnazjalnego. Również uczniowie z najwyższymi ocenami z przedmiotów przyrodniczych (czyli z „szóstką”) na świadectwie ukończenia szkoły, wybierali wszystkie typy szkół.

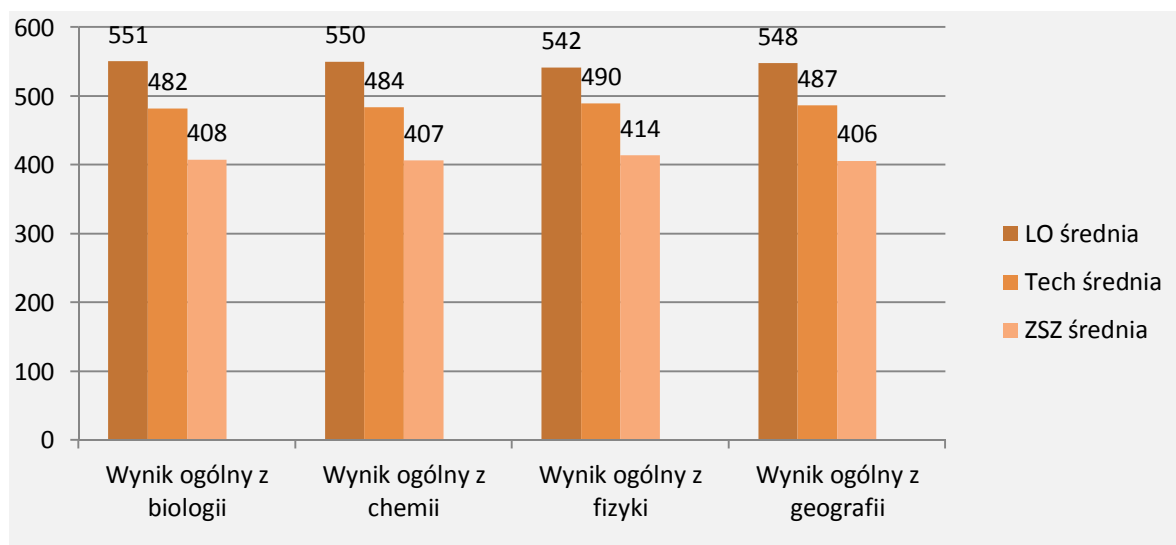
Wyniki uzyskane przez uczniów w badaniu „Laboratorium myślenia” były skorelowane z wynikami egzaminu gimnazjalnego oraz z ocenami uczniów (tabela 1.2.). Warto podkreślić, że wyższą zależność uzyskano pomiędzy wynikiem egzaminu części matematyczno-przyrodniczej a liczbą punktów uzyskanych w badaniu „Laboratorium myślenia” z poszczególnych przedmiotów (czyli pomiarami zewnętrznymi) niż między ocenami wewnątrzszkolnymi a wynikami prezentowanego badania.

Tabela 1.2. Korelacje wyników przedmiotowych na zakończenie edukacji w gimnazjum z wynikami badania „Laboratorium myślenia” (LM).

Wynik LM	liczba punktów z części matematyczno-przyrodniczej egzaminu	liczba punktów z części humanistycznej egzaminu	Ocena z biologii	Ocena z fizyki	Ocena z chemii	Ocena z geografii
Biologia	0,629	0,570	0,514	0,514	0,521	0,500
Fizyka	0,623	0,523	0,454	0,474	0,467	0,448
Chemia	0,638	0,575	0,515	0,519	0,524	0,500
Geografia	0,641	0,560	0,488	0,502	0,500	0,487

Ważne jest, że badano uczniów z różnym poziomem wiadomości i umiejętności wyniesionym ze szkoły podstawowej i gimnazjum oraz że przedstawiane i analizowane wyniki są zbierane tuż po selekcji uczniów do trzech typów szkół. Nie dziwi więc fakt, że uczniowie liceów ogólnokształcących uzyskali statystycznie lepszy wynik z każdego przedmiotu w porównaniu z uczniami techników i zasadniczych szkół zawodowych (wykres 1.1.). Na wykresie przedstawiono wyniki uczniów wyskalowane tak, że średni wynik dla każdego przedmiotu wynosi 500 punktów, a odchylenie standardowe 100 (więcej na temat metod pomiaru w rozdziale 3.)

Wykres 1.1. Wyniki badania „Laboratorium myślenia” z poszczególnych przedmiotów w zależności od typu szkoły.



różnica między daną średnią a kategorią odniesienia (LO) istotna statystycznie ($p < 0,05$)

Wyniki badania poddano analizie za pomocą metody IRT (załącznik 1.), dzięki czemu na tej samej skali wyznaczono trudność każdego zadania oraz indywidualny wynik ucznia.

Na podstawie wyników uczniów wyznaczono VI poziomów umiejętności uczniów o następujących zakresach.

Poziom I	<350
Poziom II	350–449
Poziom III	450–549
Poziom IV	550–649
Poziom V	650–749
Poziom VI	>750

Dla każdego przedmiotu podjęto próbę opisanie, jakie umiejętności mierzono poprzez zadania z poszczególnych poziomów. Opisy każdego z poziomów trudności stanowią również charakterystykę zadań z danego poziomu. W rozdziałach tego raportu dotyczących poszczególnych przedmiotów (5–8) szczegółowo omówiono te poziomy. Mimo że specyfika danej dziedziny sprawia, że opisy różnią się od siebie, można zauważyć pewne cechy wspólne wyróżnionych poziomów umiejętności:

poziom I i II – to odczytywanie i odtwarzanie informacji (z tabel – w geografii, z wykresów – w fizyce, z tekstu – w biologii i chemii); najwięcej zadań wielokrotnego wyboru;

poziom III – to proste wnioskowanie i kojarzenie faktów (w geografii – na podstawie map i rysunków; w fizyce – na podstawie prostych doświadczeń; w chemii – wnioskowanie o przebiegu zjawisk fizycznych; w biologii – w zakresie prostej metodologii);

poziom IV – to wnioskowanie przyczynowo-skutkowe (w geografii, biologii, fizyce), znajomość metodologii badań i prowadzenia doświadczeń (w biologii, chemii, fizyce);

poziom V i VI – to zawansowana analiza i interpretacja danych oraz zjawisk, znajomość terminologii, ugruntowana wiedza.

Szczegółowym analizom poddano różne czynniki, które – jak zakładano – mogły wpłynąć na poziom umiejętności uczniów, m.in. płeć, pochodzenie (miasto / wieś), wcześniejsze doświadczenia edukacyjne czy samoocenę uczniów.

Analiza statystyczna wyników testu z uwzględnieniem płci ucznia (3862 dziewczęta i 3827 chłopców) pokazała, że w przypadku biologii i chemii dziewczęta uzyskiwały przeciętnie wyższy wynik na skali umiejętności niż chłopcy: w biologii o 22 punkty, w chemii o 18 punktów (wykres 1.2.). W przypadku geografii różnica płci nie była istotna (6 punktów), a w zadaniach z fizyki lepsi okazali się chłopcy (różnica istotna – 17 punktów). W przedstawionym zestawieniu brano pod uwagę średni wynik wszystkich uczniów. Udział dziewcząt i chłopców w poszczególnych poziomach umiejętności analizowano w rozdziałach przedmiotowych (rozdziały 4–7).

Tabela 1.3. Wyniki „Laboratorium myślenia” z poszczególnych przedmiotów z uwzględnieniem podziału na płeć uczniów.

Wynik ogólny		Biologia	Chemia	Fizyka	Geografia
dziewczęta	średnio	511*	509*	491*	497
	SD	4,05	4,13	3,94	4,38
Chłopcy	średnio	489	491	508	503
	SD	3,94	3,86	4,26	4,09

* różnica między chłopcami i dziewczętami istotna statystycznie ($p < 0,05$), SD – odchylenie standardowe

Analiza statystyczna porównania wyników uczniów szkół wiejskich i miejskich wykazała istotność różnic dla każdego przedmiotu. Uczniowie szkół miejskich uzyskiwali średnio o około 23 punktów więcej niż ich rówieśnicy uczący się w szkołach wiejskich.

Przeanalizowano także powiązania pomiędzy wynikami uczniów a ich dotychczasowymi doświadczeniami edukacyjnym, w szczególności czy to, że uczeń zmienił szkołę bądź nauczyciela, nie chodził do szkoły dłużej niż trzy miesiące miało wpływ na jego wyniki. Badano również zależność między powtarzaniem klasy a wynikiem ucznia.

Czy w trakcie nauki w gimnazjum... (pytanie z kwestionariusza ucznia)

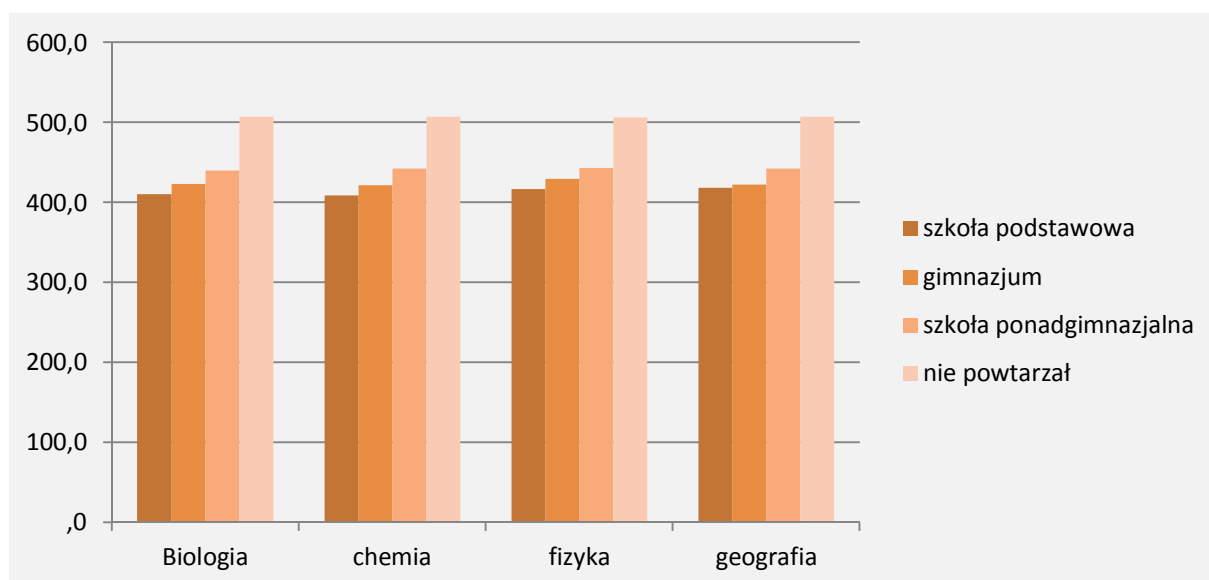
		Procent odpowiedzi*	
		Tak	Nie
a)	zmieniałaś/eś szkołę	4,7	90,0
b)	nie chodziłaś/eś do szkoły przez 3 miesiące lub dłużej (np. choroba, wyjazd)	3,7	90,7
c)	zmieniono Wam nauczyciela biologii	25,7	69,8
d)	zmieniono Wam nauczyciela chemii	27,4	68,1
e)	zmieniono Wam nauczyciela fizyki	27,1	68,5
f)	zmieniono Wam nauczyciela geografii	23,1	72,4

*procent odpowiedzi Tak i Nie, pozostały odsetek stanowią braki wypełnienia

Różnice średnich wyników z poszczególnych przedmiotów między uczniami, którzy odpowiadali „tak” lub „nie” na poszczególne pytania były istotne statystycznie tylko dla punktów a i b. Okazało się, że zmiana nauczyciela nie miała wpływu na wynik ucznia. Natomiast zmiana szkoły lub dłuższa nieobecność w stopniu istotnym wpływały na liczbę uzyskanych punktów z każdego przedmiotu. Uczniowie, którzy zmieniali szkołę, uzyskiwali średnio o około 25 punktów mniej niż ich koledzy uczący się cały czas w jednym gimnazjum. Uczniowie, którzy deklarowali dłuższą przerwę w nauce, uzyskiwali średnio o 35 punktów mniej (na skali o średniej 500 i odchyleniu standardowym 100).

Pytano również uczniów czy powtarzali klasę w szkole podstawowej, gimnazjum oraz czy ponownie uczęszczają do 1. klasy w szkole ponadgimnazjalnej. Największa różnica w wynikach wystąpiła wśród uczniów, którzy powtarzali klasę w szkole podstawowej. Uczniowie ci mieli wynik o około 100 punktów niższy od średniego wyniku całej populacji biorącej udział w badaniu. Można jedynie przypuszczać, że uczniowie ci mieli już problemy z nauką w szkole podstawowej.

Wykres 1.2. Średnie wyniki uczniów z poszczególnych przedmiotów w odniesieniu do powtarzania klasy.



W badaniach edukacyjnych często poruszaną kwestią jest zróżnicowanie międzyszkolne i wewnątrzszkolne. Badanie „Laboratorium myślenia” prowadzono w różnych typach szkół i ma to odzwierciedlenie w wynikach (tabela 1.4.). Wariancja międzyszkolna wynosi w przeliczeniu na procenty około 40. Najniższą uzyskano dla fizyki. Wartość wariancji wewnątrzszkolnej jest wyższa i wskazuje na duże zróżnicowanie uczniów w szkole. W kolejnych latach edukacji według Nowej Podstawy Programowej warto przyjrzeć się tym parametrom, uwzględniając zarówno typ szkoły jak i wyniki przedmiotowe.

Tabela 1.4. Wariancja wewnątrzszkolna i międzyszkolna.

	Wariancja		
	Wewnątrzszkolna	międzyszkolna	rho
Biologia	6073,29	4003,99	0,398
Chemia	6049,48	4040,05	0,400
Fizyka	6573,47	3558,20	0,351
Geografia	6121,21	4007,55	0,395

$$\rho = \frac{\text{wariancja międzyszkolna}}{\text{wariancja międzyszkolna} + \text{wariancja wewnątrzszkolna}}$$

Ważnym elementem badania był kwestionariusz kontekstowy, odnoszący się do doświadczeń ucznia w poprzedniej szkole, do jego sytuacji rodzinnej oraz do zainteresowań i postaw związanych z naukami przyrodniczymi. Szczegółową analizę odpowiedzi na pytania kwestionariuszowe zawarto w rozdziale 4. W tym miejscu warto jednak zwrócić uwagę na niektóre powiązania wyników uczniów z ich deklaracjami.

Jak sądzisz, na ile łatwo byłoby Ci samodzielnie wykonać poniższe zadania?

(pytanie z kwestionariusza ucznia pytanie 21.)

	mogłabym / mógłbym to zrobić z łatwością
	Procent
a) Wymienić zasady, których trzeba przestrzegać, biorąc antybiotyki.	36,4
b) Zaplanować eksperyment określający wpływ określonych warunków na wzrost roślin.	15,7
c) Podjąć decyzję o zakupie na podstawie informacji na opakowaniu produktu żywnościowego.	50,4
d) Na podstawie ulotki informacyjnej stwierdzić, czy dwa leki można przyjmować równocześnie.	31,6
e) Przygotować roztwór o stężeniu 3% z roztworu o stężeniu 10 %.	12,6
f) Wyjaśnić, w jaki sposób geny są przekazywane z jednego pokolenia do drugiego.	23,4
g) Powiedzieć, jak przekształcanie środowiska naturalnego człowieka wpływa na przetrwanie różnych gatunków.	26,5

Istnieje zależność między oceną własnych możliwości a wynikami uzyskanym przez uczniów we wszystkich przedmiotach, co pokazuje tabela 1.5. Ocena własnych możliwości może być jedną z przyczyn wpływających na dobre wyniki ucznia, ale też może być rezultatem wyższego poziomu umiejętności.

Tabela 1.5. Ocena własnych możliwości a wyniki uzyskane przez uczniów.

	średnia	21 a	21 b	21 c	21 d	21 e	21 f	21 g
Biologia – wynik ogólny	500							
mogłabym/mógłbym to zrobić z łatwością		506	524	518	514	522	513	520
przy odrobinie wysiłku		500	505*	492*	497*	505*	504*	505*
sprawiłoby mi to trudność		493*	494*	473*	489*	501*	494*	488*
nie mogłabym tego zrobić		463*	476*	446*	465*	490*	478*	455*
Chemia – wynik ogólny	500							
mogłabym/mógłbym to zrobić z łatwością		505	524	517	514	523	513	520
przy odrobinie wysiłku		505	505*	492*	496*	506*	504*	505*
sprawiłoby mi to trudność		494*	493*	473*	490*	501*	493*	488*
nie mogłabym tego zrobić		461*	476*	449*	464*	488*	477*	451*
Fizyka – wynik ogólny	500							
mogłabym/mógłbym to zrobić z łatwością		503	524	514	510	526	511	518
przy odrobinie wysiłku		505	506*	494*	498*	507*	503*	505*
sprawiłoby mi to trudność		497	493*	479*	494*	499*	496*	490*
nie mogłabym tego zrobić		469*	475*	454*	470*	487*	482*	456*
Geografia – wynik ogólny	500							
mogłabym/mógłbym to zrobić z łatwością		502	523	516	512	524	511	519
przy odrobinie wysiłku		506	505*	493*	497*	507*	504	505*
sprawiłoby mi to trudność		496	492*	474*	490*	498*	495*	489*
nie mogłabym tego zrobić		467*	481*	454*	469*	489*	483*	459*

* różnica między średnią dla danej kategorii a kategorią odniesienia istotna statystycznie
Istotność różnic wszystkich średnich testowana w odniesieniu do kategorii odniesienia („mogłabym/mógłbym to zrobić z pewnością“.)

2. Założenia metodologiczne

2.1 Koncepcja badania

Głównym celem badania „Laboratorium myślenia” jest diagnoza poziomu wiedzy absolwentów gimnazjów z przedmiotów przyrodniczych, tj. z biologii, chemii, fizyki i geografii. Diagnoza prowadzona jest na podstawie analizy wyników uczniów z zadań testowych. Zadania tak skonstruowano, by na ich podstawie móc odtworzyć tok rozumowania uczniów, a analiza błędów uczniów może pozwolić na przygotowanie wniosków dydaktycznych dla nauczycieli przedmiotów przyrodniczych. W „Laboratorium myślenia” zaplanowano także działania wykraczające poza aspekt badawczy, a ukierunkowane na wzmacnianie dydaktyk tych przedmiotów, tj.: upowszechnianie wyników i ich analiz, rozpowszechnianie użytych w badaniu, wybranych do odtajnienia zadań – narzędzi badawczych, czy prowadzenie konferencji i seminariów poświęconych wynikom badania. Ważnym celem badania jest zainicjowanie ogólnopolskiej dyskusji nad kondycją edukacji w zakresie przedmiotów przyrodniczych, jako coraz bardziej znaczącej dla bycia świadomym obywatelem i – co najważniejsze – kluczowej dla kształtowania elit naukowych i technicznych.

Na powstanie i kształt badania „Laboratorium myślenia” w sposób istotny wpłynęły dwa fakty. Pierwszy to wyniki Międzynarodowego Programu Oceny Umiejętności Uczniów PISA z roku 2006, które wskazywały na istotnie niższy poziom umiejętności polskich gimnazjalistów w zakresie rozumowania w naukach przyrodniczych w porównaniu do innych państw biorących udział w badaniu. Drugi, równie ważny, to zmiany zachodzące w systemie edukacji, m.in. wprowadzenie w 2009 nowej podstawy programowej kształcenia ogólnego, w tym kształcenia w zakresie przedmiotów przyrodniczych. Nowa podstawa programowa wprowadziła szereg istotnych zmian, a uczniowie kształceni według nowych zasad po raz pierwszy przystąpili do egzaminu gimnazjalnego w 2012 roku. Ponadto zaplanowano wydłużenie edukacji ogólnej poprzez połączenie programowe cyklu nauczania w gimnazjum z pierwszą klasą szkoły ponadgimnazjalnej. Mając na uwadze powyższe czynniki w sformułowano główne założenia badania:

- Cyklicznie powtarzana przez co najmniej kilka lat ocena poziomu wiedzy pozwoli obserwować tendencje zmian. Takie założenie umożliwia porównywanie wyników z poszczególnych cykli, dzięki czemu uzyskane wyniki będą bardziej wiarygodne, przez co możliwe do wykorzystania w przyszłych pracach nad dydaktyką przedmiotów przyrodniczych.
- Pomiar obejmujący na początku badania absolwentów gimnazjum, nauczanych według wcześniej obowiązującej podstawy programowej – będzie stanowił punkt wyjścia do porównań z uczniami nauczonymi według nowej podstawy programowej. Pozwoli to także dokonać analiz pełnego cyklu kształcenia po połączeniu programowym trzech klas gimnazjum z pierwszą klasą szkoły ponadgimnazjalnej.
- Losowo dobrana próba badawcza obejmuje reprezentatywną populację uczniów.
- Pomiar umiejętności i wiadomości dokonywany jest za pomocą dużej liczby zadań z wszystkich czterech przedmiotów przyrodniczych, tj. biologii, chemii, fizyki i geografii. Zadania użyte w badaniu spełniają wysokie standardy merytoryczne i psychometryczne, potwierdzone badaniami pilotażowymi, badaniami jakościowymi i standaryzacją.
- Pomiar realizowany jest wyłącznie z użyciem zadań typu zamkniętego.

- Pomiar – zarówno poziomu wiadomości, jak i umiejętności, w tym umiejętności rozumowania naukowego – przeprowadzany jest za pomocą narzędzi pomiarowych (zadań) nie wykraczających poza zapisy nowej podstawy programowej i możliwie szeroko pokrywających jej wymagania. Pozwala to na zdobycie informacji, w których obszarach polscy uczniowie radzą sobie lepiej lub gorzej. Umożliwia to także sprawdzenie czy nastąpi różnica w poziomie umiejętności uczniów drugiego, trzeciego i czwartego cyklu badania w odniesieniu do uczniów badanych w pierwszym cyklu i nauczanych wg wymagań starej podstawy programowej.
- Wnioski i analizy opracowywane są na wynikach wyskalowanych zaawansowanymi metodami statystycznymi IRT (ang. Item Response Theory).

Cel badawczy realizowany jest przez badanie ilościowe w szkołach, przy wykorzystaniu narzędzia w postaci testów kognitywnych złożonych z zadań zamkniętych z przedmiotów przyrodniczych.

Do osiągnięcia celów dodatkowych, między innymi wzmocnienia dydaktyk przedmiotowych, służą:

- Odtajnianie pewnej puli zadań z każdego przedmiotu i rozpowszechnianie ich. Umożliwia to lepsze zrozumienie wyników „Laboratorium myślenia”: przede wszystkim odniesienie wyników do nowatorskiego pomiaru umiejętności rozumowania zadaniami zamkniętymi. Odtajnione zadania mogą być także wykorzystywane przez nauczycieli na lekcjach lub mogą inspirować do tworzenia nowych narzędzi wspierających nauczanie przedmiotów przyrodniczych. Może to być także przyczynek do prac nad rozwojem dydaktyk tych przedmiotów.
- Konferencje prezentujące wyniki nie tylko otwierają dyskusję nad kondycją nauczania przedmiotów przyrodniczych w Polsce, ale także stanowią swego rodzaju informację o zapotrzebowaniu na tego typu wiedzę naukową i działania w środowisku edukacyjnym.
- Przekazywanie wyników biorącym udział w badaniu szkołom stanowi pewną rekompensatę poniesionego wysiłku organizacyjnego. Pozwala szkołom ocenić słabe i mocne strony umiejętności uczniów z zakresu przedmiotów przyrodniczych, dzięki czemu nauczyciele mogą precyzyjniej dostosować metody nauczania do ich potrzeb.

2.2 Zasady doboru próby badawczej

Laboratorium myślenia jest badaniem wieloletnim, realizowanym na ogólnopolskiej, reprezentatywnej próbie 180 szkół ponadgimnazjalnych. Zaplanowano realizację czterech cykli badania w latach 2011, 2012, 2013 i 2014. Wszystkie cykle odbywają się na początku roku szkolnego, w październiku, tak by wpływ nowej szkoły na wiedzę uczniów był możliwie niewielki oraz by efekt nowej szkoły korzystnie wpływał na wysoką motywację uczniów do udziału w badaniu. W każdej badanej szkole zaplanowano udział uczniów z dwóch oddziałów na poziomie pierwszych klas. Pozwala to osiągnąć próbę na poziomie ponad 7000 uczniów w pierwszych trzech cyklach oraz próbę ponad 14 000 uczniów w cyklu ostatnim, powiększonym o dodatkowe dwa oddziały na poziomie klasy drugiej. W 2010 roku przeprowadzono standaryzację narzędzi na reprezentatywnej próbie 120 szkół ponadgimnazjalnych.

Wielkość próby badawczej, jak i założenia metodologiczne losowania, są wzorowane na międzynarodowym badaniu PISA. Wielkość próby pozwala w sposób reprezentatywny odzwierciedlić strukturę typów szkół ponadgimnazjalnych w Polsce, do których trafiają absolwenci gimnazjów. Celem badania jest pomiar umiejętności z zakresu nauczania w gimnazjum, natomiast realizacja w różnych

typach szkół ponadgimnazjalnych zwiększa reprezentatywność próby ponieważ w klasach znajdują się uczniowie z wielu gimnazjów. Tak zaplanowany pomiar wyklucza tzw. efekt wpływu jednego nauczyciela. Dodatkowo realizacja badania w maju lub czerwcu w gimnazjach byłaby bardziej kłopotliwa – z uwagi na koniec roku szkolnego i związane z tym obciążenia pracowników szkół oraz na fakt, że uczniowie kończący szkołę mogą mieć niewielką motywację do rzetelnego wypełniania testów.

Próba losowana jest dla każdego cyklu na kilka miesięcy przed badaniem na podstawie danych Systemu Informacji Oświatowej dotyczących szkół ponadgimnazjalnych dla młodzieży: liceów ogólnokształcących, średnich szkół zawodowych i zasadniczych szkół zawodowych. Losowano 180 szkół w próbie głównej oraz dodatkowo 360 szkół w dwóch próbach rezerwowych. Na jedną szkołę z próby głównej przypadały 2 szkoły z prób rezerwowych, na wypadek na przykład braku zgody szkoły na udział w badaniu, braku zgody rodziców na udział uczniów w badaniu itp.

Losowanie systematyczne zakłada warstwowanie, czyli wyodrębnienie ze zróżnicowanej zbiorowości szkół proporcjonalnej ich liczby posiadających dane cechy. To znaczy dąży się do tego, by każda z grup była odpowiednio reprezentowana w próbie. Warstwowanie przeprowadzono ze względu na:

- typ szkoły (liceum ogólnokształcące, średnia zawodowa, zasadnicza zawodowa);
- organ prowadzący szkoły (szkoła publiczna, szkoła prywatna);
- wielkość miejscowości (wieś, miasto < 5 tys., miasto 5–100 tys., miasto > 100 tys.);
- typ szkoły ze względu na proporcje płci (zrównoważona, co najmniej 80% chłopców, co najmniej 80% dziewcząt);
- wielkość szkoły (dla cyklu pierwszego to liczebność pierwszych klas w latach 2010/11);
- losowanie proporcjonalne do liczby oddziałów w klasach pierwszych.

Założono, że w pierwszych trzech cyklach udział w badaniu w szkołach biorą po dwa oddziały na poziomie pierwszej klasy. Jeżeli w szkole jest jeden lub dwa oddziały, w badaniu biorą udział wszystkie oddziały. Jeżeli liczba wszystkich uczniów w szkole na poziomie klasy pierwszej nie jest większa niż 30 osób, w badaniu uczestniczą wszyscy uczniowie. Jeżeli liczba oddziałów klas pierwszych jest większa, do udziału losuje się dwa oddziały na podstawie odpowiedniej procedury, która polega na przyporządkowaniu wcześniej przygotowanych liczb losowych do liczby oddziałów w szkole (siatka Kisha - metoda nazwana od nazwiska jej autora). W czwartym cyklu badania próba zostanie powiększona o dodatkowe dwa oddziały na poziomie klasy drugiej, których schemat losowania jest analogiczny.

2.3 Cykl badania

„Laboratorium myślenie” jest przeprowadzane przy współpracy z wyłonioną w postępowaniu przetargowym firmą Millward Brown SMG/KRC, zwaną dalej Wykonawcą. Umowa dotyczy przeprowadzenia w terenie czterech cykli badania. Wykonawca otrzymuje dla każdego cyklu badania listę z danymi 180 szkół, które wyraziły zgodę na udział w nim. Otrzymuje niezbędne do realizacji procedury i narzędzia. Wykonawca ma obowiązek przeszkolić osoby realizujące badanie do wymaganych procedur, wydrukować narzędzia badawcze, w wyznaczonym terminie przeprowadzić

badanie w szkołach oraz wprowadzić wyniki do bazy danych. Koncepcje badania, wszystkie materiały i narzędzia badawcze, procedury, dokumentacja oraz szablon bazy danych zostały opracowane przez pracowników Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych IBE oraz współpracujących z nią ekspertów.

W badaniu założono poziom realizacji próby w pierwszym, drugim i trzecim cyklu na ok. 7000 uczniów, w ostatnim cyklu w roku 2014 próba ma być podwójna i obejmie ponad 14 000 uczniów.

Tabela 2.1. Cykle badania w poszczególnych latach i wielkość próby.

Cykl	Rok	Próba
pierwszy cykl badania	2011	180 szkół, w każdej 2 oddziały na poziomie klasy pierwszej
drugi cykl badania	2012	180 szkół, w każdej 2 oddziały na poziomie klasy pierwszej
trzeci cykl badania	2013	180 szkół, w każdej 2 oddziały na poziomie klasy pierwszej
czwarty cykl badania	2014	180 szkół, w każdej 2 oddziały na poziomie klasy pierwszej oraz w każdej 2 oddziały na poziomie klasy drugiej

Pierwszym krokiem podczas przygotowań do realizacji cyklu badania jest losowanie próby. Losowanie odbywa się pod koniec roku szkolnego poprzedzającego dany cykl na podstawie danych Systemu Informacji Oświatowej. Kolejnym krokiem jest przygotowywanie i modyfikowanie procedur realizacji badania w terenie. W skład procedur wchodzi m.in.:

- listy przewodnie dla dyrektorów szkół i rodziców; formularze zgody na udział ucznia w badaniu i przetwarzanie jego danych osobowych;
- procedura przygotowania i realizacji badania w szkole pozwalająca osiągnąć zaplanowany poziom realizacji próby;
- scenariusz realizacji sesji testowej;
- procedury zachowania poufności narzędzi i danych zbieranych podczas badania.

Od ostatniego tygodnia sierpnia rozpoczyna się rekrutacja szkół do badania, która trwa 2–3 tygodnie i rozpoczyna etap, podczas którego ankieterzy nawiązują kontakt ze szkołami. Wszyscy ankieterzy realizujący badanie przechodzą szkolenie prowadzone pod nadzorem pracowników zespołu badawczego. Etap przygotowań kończy się w momencie ustalenia terminów realizacji oraz uzyskania od rodziców pisemnych zgód na udział uczniów w badaniu. Równolegle wykonawca drukuje narzędzia badawcze w odpowiedniej liczbie dla każdej wersji Testu. Przeprowadzenie sesji testowych (*testing window*) rozpoczyna się w szkołach w drugim pełnym tygodniu października i trwa maksymalnie 3 tygodnie (dwa tygodnie badania zasadniczego i tydzień rezerwowy). Sesja testowa obejmuje czas trwania dwóch jednostek lekcyjnych wraz z przerwą pomiędzy nimi (razem około 100 min), w trakcie której uczniowie rozwiązują Test składający się wyłącznie z pytań zamkniętych (70–80 min) oraz wypełniają Kwestionariusz Ucznia (około 15 min.). Główne zadania ankieterów w kolejności ich realizacji:

- kontakt ze szkołą w celu ustalenia terminu badania i sposobu zbierania formularzy zgody rodziców na udział uczniów w badaniu oraz ustalenie liczby uczniów w klasach przewidzianych do badania;
- odbiór odpowiedniej liczby materiałów do badania oraz sprawdzenie ich kompletności;
- spotkanie z dyrektorem szkoły lub z osobą do tego wyznaczoną w celu omówienia procedury realizacji badania;
- pozyskanie zgód rodziców na udział uczniów w badaniu;
- poinformowanie szkoły o warunkach, w jakich powinna być realizowana sesja testowa oraz ewentualna pomoc w przygotowaniu sali;
- przybycie w dniu realizacji badania na minimum 60 minut przed rozpoczęciem sesji testowej, w celu dopełnienia formalności określonych w instrukcjach badania. Realizacja sesji testowej w wyznaczonym czasie, według procedur;
- przekazanie w ciągu 24 godzin od zakończenia sesji testowej danych dotyczących poziomu realizacji, na podstawie których podejmowana jest decyzja o przeprowadzeniu ewentualnej sesji dodatkowej;
- skompletowanie i odesłanie wszystkich materiałów z realizacji badania.

Organizacja i przebieg kontroli realizacji badania

Badanie na zlecenie Instytutu realizuje wykonawca. W trosce o przestrzeganie zaplanowanych procedur badanie objęte jest kontrolą prowadzoną przez pracowników IBE, jak i wewnętrzną kontrolą wykonawcy. Kontrola IBE objęła realizację badania w co najmniej 10% losowo wybranych szkół. Do zadań kontrolera należało sprawdzenie, czy badanie jest przeprowadzone według instrukcji, czy kontakty wykonawcy ze szkołą są realizowane zgodnie z założeniami, tak by maksymalnie ograniczały zakłócenia w jej pracy, czy narzędzia badawcze są odpowiednio zabezpieczone przed upowszechnieniem itd.

Kontrola badania była za każdym razem niezapowiedziana, a wszystkie pojawiające się uwagi na bieżąco przekazywano wykonawcy.

Kontrolerzy opracowali kwestionariusz kontroli, w którym odnotowywano wszelkie nieprawidłowości i odstępstwa od procedur badawczych.

Dodatkowe dane zbierane podczas badania

Test zawierający zadania sprawdzające wiedzę z zakresu przedmiotów przyrodniczych jest podstawowym źródłem danych umożliwiających realizację założeń badania. Dodatkowe informacje pozyskiwane są dzięki Kwestionariuszowi Ucznia, który szczegółowo omówiony został w rozdziale IV raportu. Ponadto zaplanowano zbieranie danych takich jak: sumaryczna liczba punktów z egzaminu gimnazjalnego z części matematyczno-przyrodniczej i części humanistycznej oraz oceny z gimnazjum uzyskane na koniec szkoły z przedmiotów przyrodniczych. Na podstawie tych informacji przeprowadzane są analizy korelacyjne osiągnięć szkolnych z osiągnięciami testu „Laboratorium myślenia”. Dodatkowo wystąpiono do wszystkich Okręgowych Komisji Egzaminacyjnych o udostępnienie szczegółowych wyników dla zadań z części matematyczno-przyrodniczej egzaminu

gimnazjalnego 2011 roku w stosunku do uczniów biorących udział w badaniu. Wyniki badania i wyniki egzaminu będą analizowane pod kątem pomiaru analogicznych lub podobnych wiadomości i umiejętności.

Wszystkie pozyskiwane dane są anonimizowane, a zbiór zgłaszany jest do Generalnego Inspektora Ochrony Danych Osobowych (GIODO). Wyniki oraz zebrane dane zostaną opracowane na poziomie ogólnopolskim, bez analiz na poziomie szkół czy województw, jednocześnie nie posłużą one także do tworzenia rankingów placówek uczestniczących w badaniu.

2.4 Narzędzia badawcze

Kluczowym elementem projektu „Laboratorium myślenia” jest przygotowanie narzędzi badawczych – testu kognitywnego, na który składają się zadania oraz kwestionariusza ucznia.

Proces tworzenia zespołu ekspertów przygotowujących zadania miał swój początek w 2009 roku, kiedy członkowie ZISE IFIS PAN (Zespół Interdyscyplinarnych Studiów nad Edukacją w Instytucji Filozofii i Socjologii PAN) rozpoczęli projekt „Polska PISA” na zlecenie Centralnej Komisji Egzaminacyjnej. Projekt ten trwał dwa lata i miał na celu opracowanie zadań mierzących umiejętności złożone z zakresu przedmiotów przyrodniczych oraz z zakresu czytania i rozumowania. To właśnie w trakcie trwania projektu „Polska PISA” formował się późniejszy zespół badawczy projektu „Laboratorium myślenia”, a przede wszystkim rozpoczął się trudny i długotrwały proces opracowywania procedury tworzenia zadań zamkniętych mierzących poziom umiejętności złożonych, w tym umiejętności rozumowania naukowego.

W badaniu „Laboratorium myślenia” użyte są wyłącznie pytania zamknięte – czyli takie które wymagają jedynie zaznaczenia poprawnej odpowiedzi. Zadania tego typu stosowane są zarówno do oceny wiadomości, jak i umiejętności. Początkowe wątpliwości co do rzeczywistej wartości diagnostycznej tego typu zadań zostały rozwiązane po analizie wyników pilotażowych badań, które jednoznacznie wskazywały na wysoką trafność i rzetelność tych narzędzi (IBE, 2010). W projekcie „Polska PISA” na początku celem było układanie zadań otwartych wraz z kluczami odpowiedzi, lecz w miarę postępu prac autorzy dochodzili do przekonania, że to jednak zadania zamknięte są bardziej pożądane zarówno z punktu widzenia badawczego, jak i systemu edukacji, np. jako pomoc dydaktyczna czy narzędzie diagnostyczne poziomu umiejętności ucznia. Zadania zamknięte w porównaniu do zadań otwartych:

- są tańsze i szybsze w wykorzystaniu, ponieważ nie wymagają kosztownego i długotrwałego procesu kodowania;
- dają bardziej wiarygodne wyniki, gdyż pominięty jest proces kodowania, który w pewnym stopniu zależy od precyzji klucza kodowego oraz interpretacji odpowiedzi ucznia przez koderę;
- są łatwiejsze do wykorzystania na lekcji w formie klasówki, w sytuacji, gdy brakuje czasu na ocenę swobodnej wypowiedzi ucznia;
- skracają czas udzielania odpowiedzi przez ucznia, dzięki czemu w badaniu można umieścić większą liczbę pytań i tym samym zwiększyć dokładność pomiaru kompetencji z badanych przedmiotów;

- przygotowanie ich wymaga więcej czasu i jest trudniejsze, ponieważ oprócz odpowiednio sformułowanego pytania wymagają one ułożenia różnych wersji odpowiedzi, z których uczeń ma za zadanie wybrać tę poprawną; odpowiedzi niepoprawne, zwane dystraktorami, powinny mieć podobną długość co odpowiedź poprawna, a ich odrzucenie przez ucznia powinno wymagać umiejętności założonych, możliwych do sprawdzenia w danym pytaniu (nie powinny być łatwe do odrzucenia przez ucznia);
- zadania o złożonej konstrukcji, np. składające się z dwóch części, pozwalają śledzić tok dochodzenia ucznia do poprawnej odpowiedzi bądź weryfikować poprawność rozumowania poprzez wybranie argumentacji.

Szacowany czas przygotowania wykorzystanego w badaniu zadania to ok. 1,5–2 lata. Proces ten rozpoczyna się od pracy autorów zadań, którzy po ich napisaniu prezentują je na spotkaniach ekspertów. Spotkania takie służą pogłębionej analizie oraz krytyce każdego, nawet najdrobniejszego elementu zadania. Spotkanie najczęściej rozpoczyna się od zwyczajnego rozwiązywania wszystkich zadań przez ekspertów, a kończy się dyskusją nad listą wątpliwości, uwag lub szczegółowych propozycji modyfikacji zadania. Ocenie podlega zarówno cel zadania, wskazanie, co ma sprawdzać, jego wstęp, kontekst, sposób formułowania pytania, poprawność merytoryczna czy wreszcie forma konstrukcyjna. Następnie zadanie przechodzi przez kilka cykli nanoszenia uwag przez recenzentów, propozycji zmian wprowadzanych przez autora i kolejnych dyskusji na forum zespołów ekspertów. Zadania, które zostają zaakceptowane w toku prac eksperckich, trafiają do puli zadań przeznaczonych do pilotażu – badań ilościowych. Pilotaże realizowane są na odpowiedniej próbie badawczej, najczęściej ok. 300–400 uczniów rozwiązujących jedno zadanie w momencie, gdy zostanie zebrana stosowna liczba zadań. Wyniki pilotaży przekazywane są zespołom ekspertów do ponownej analizy, w celu znalezienia odpowiedzi na pytanie, czy postawione a priori założenia sprawdziły się. W przypadku wyników nie dających jednoznacznego obrazu, zadanie kieruje się do jakościowego badania pogłębionego (*cognitive laboratory*). Badania te polegają na indywidualnych rozmowach z uczniami o różnych poziomach umiejętności, które prowadzą do poznania dróg dochodzenia do rozwiązania zarówno w przypadku ucznia bardzo zdolnego, jak i ucznia mniej zdolnego. W toku tych badań określa się także żmudność rozwiązywania, budzenie zaciekawienia czy subiektywną trudność zadań. Ostatecznym etapem włączania zadań do badania jest ilościowe badanie standaryzacyjne, które umożliwia przypisanie zadaniom takich parametrów jak trudność czy moc różnicująca. Parametry zadań włączonych do badania zostały szerzej przedstawione z załączniku 2.

Do badania w pierwszym cyklu „Laboratorium myślenia” wykorzystano 208 zadań zamkniętych, na które złożyły się po 52 zadania z biologii, chemii, fizyki i geografii. Zadania zostały umieszczone w 16 wersjach testów w taki sposób, by zarówno trudność, jak i czas rozwiązywania każdej wersji był podobny. Osiągnięto to poprzez podzielenie zadań z każdego przedmiotu na 4 części, zwane klastrami¹ lub modułami, przy czym każdy klaster występuje 4 razy pośród 16 wersji zeszytów. Oznacza to, że każde zadanie występuje w badaniu 4 razy. System rozmieszczenia zaplanowano tak, by każdy klaster znalazł się w różnych miejscach testu: raz na jego początku, w kolejnej wersji testu na jego końcu i w kolejnej wersji w środku. Klaster rozmieszczony jest również tak, by każdy z nich sąsiadował w testach za każdym razem z klastrem z innego przedmiotu.

¹ klaster – blok zadań z danego przedmiotu stanowiący w badaniu pewną całość.

Tabela 2.2. Schemat rozmieszczenia klastrow przedmiotowych w 16 zeszytach testowych.

Numer zeszytu	pierwszy klaster	drugi klaster	trzeci klaster	czwarty klaster
1	fiz1	fiz2	che1	che3
2	fiz2	fiz3	bio1	bio3
3	fiz3	fiz4	geo1	geo3
4	che1	che2	fiz1	fiz3
5	che2	che3	bio4	bio1
6	che3	che4	geo4	geo1
7	bio1	bio2	fiz4	fiz1
8	bio2	bio3	che4	che1
9	bio3	bio4	geo2	geo4
10	geo1	geo2	fiz2	fiz4
11	geo2	geo3	che3	che2
12	geo3	geo4	bio2	bio4
13	bio4	bio1	fiz3	fiz2
14	geo4	geo1	bio3	bio2
15	fiz4	fiz1	che2	che4
16	che4	che1	geo3	geo2

Przyporządkowanie zadań do poszczególnych klastrow odbywało się według następujących założeń:

- w każdym klastrze powinny znaleźć się zadania o różnym poziomie trudności, o różnej konstrukcji, o różnym kontekście i mierzące różne umiejętności;
- każdy klaster przedmiotowy powinien być rozwiązywany przez ucznia w podobnym czasie.

Klasy natomiast rozmieszczane są według przedstawionego schematu (tabela 2.2.), w celu uniknięcia efektu końca testu – kiedy zmęczenie ucznia może powodować opuszczanie ostatnich zadań – oraz by nie zachodził ewentualny efekt wpływu klastrow z innego przedmiotu na rozwiązywane zadania.

Tabela 2.3. Tabela obrazująca liczbę i procent wypełnienia danej wersji testu. Zaprezentowany w tabeli 2.2. schemat sprawdził się, co widać po niemal równej liczbie rozwiązań (rozkłady) wszystkich wersji testów.

Wersja testu	Frekwencja	Procent
ZESZYT 01	487	6,3 %
ZESZYT 02	491	6,4 %
ZESZYT 03	495	6,4 %
ZESZYT 04	496	6,5 %
ZESZYT 05	487	6,3 %
ZESZYT 06	484	6,3 %
ZESZYT 07	489	6,4 %
ZESZYT 08	468	6,1 %
ZESZYT 09	468	6,1 %
ZESZYT 10	475	6,2 %
ZESZYT 11	477	6,2 %
ZESZYT 12	466	6,1 %
ZESZYT 13	467	6,1 %
ZESZYT 14	469	6,1 %
ZESZYT 15	493	6,4 %
ZESZYT 16	477	6,2 %
Razem	7689	100 %

Zadania zamknięte wykorzystane w badaniu mają różną konstrukcję. W każdym przypadku polegają na wyborze przez ucznia jednej poprawnej odpowiedzi w zadaniach jednoczęściowych lub w zadaniach składających się z kilku części po jednej poprawnej odpowiedzi w każdej z nich. Nie ma zadań z większą liczbą poprawnych odpowiedzi niż jeden. Założeniem jest to, by nie dokładać elementu utrudniającego poprawne rozwiązanie zadania. Założenia przy konstruowaniu zadań są następujące:

- wstępy do zadań są dobierane tak, by były ciekawe dla ucznia; jeżeli to możliwe, posiadają zakotwiczenie w życiu codziennym, czyli na przykład związane są z sytuacjami, z którymi uczeń może się spotkać w domu, na podwórku; dobre zadanie powinno być interesujące i motywować ucznia do rozwiązania go; zdarzały się przypadki gdy uczniowie – w czasie wywiadów pogłębionych z uczniami (*cognitive lab*) lub standaryzacji zadań – sygnalizowali, że zadania pozwoliły im nauczyć się nowych umiejętności, zrozumieć omawiane w zadaniu zagadnienie;
- pytania i dystraktory są formułowane precyzyjnie i jednoznacznie, tak by nie prowokować błędnych odpowiedzi wynikających z niejednoznaczności; w procesie układania zadania i w procesie włączania go do badania jest ono kilkakrotnie testowane na uczniach, a w przypadku, gdy wyniki któregoś z elementów składowych zadania nie spełniają standardów, nie jest ono w całości akceptowane bądź wraca do etapu przygotowań i powtórnych próbnych testów;

- każde zadanie jest traktowane jako autonomiczny element i oceniane w skali 0–1, na przykład zadanie składające się z trzech części, gdzie uczeń w każdej z nich wybiera jedną odpowiedź, ostatecznie jest oceniane jako 0 – niepoprawnie rozwiązane, lub 1 – poprawnie;
- do każdego zadania są przypisane cele i treści z podstawy programowej;
- zadania mają różnorodną konstrukcję, np. wielokrotnego wyboru (WW), „prawda/fałsz”, „na przyporządkowanie”.

Przykład 1. Zadanie typu WW – wielokrotnego wyboru z jedną poprawną odpowiedzią.

Koty należą do

A. płazów / B. gadów / C. ptaków / D. ssaków.

Przykład 2. Zadanie dwuczęściowe na przyporządkowanie.

Zadanie dwuczęściowe, w którym uczeń w każdej części zaznacza jedną odpowiedź, a tylko poprawna odpowiedź na obie części pozwala na przyznanie uczniowi jednego punktu.

(1) Koty należą do

A. płazów / B. gadów / C. ptaków / D. ssaków,

(2) ponieważ

A. ich młode piją mleko matki.

B. ich młode wykluwają się z jajek.

C. ich ciała są pokryte łuską.

Przykład 3. Zadanie trzyczęściowe, typu prawda/fałsz.

Stwierzenie	Prawda czy fałsz?
1. Koty należą do ssaków.	<input checked="" type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz
2. Młode kotów wykluwają się z jajek.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input checked="" type="checkbox"/> Fałsz
3. Ciała kotów pokryte są łuską.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input checked="" type="checkbox"/> Fałsz

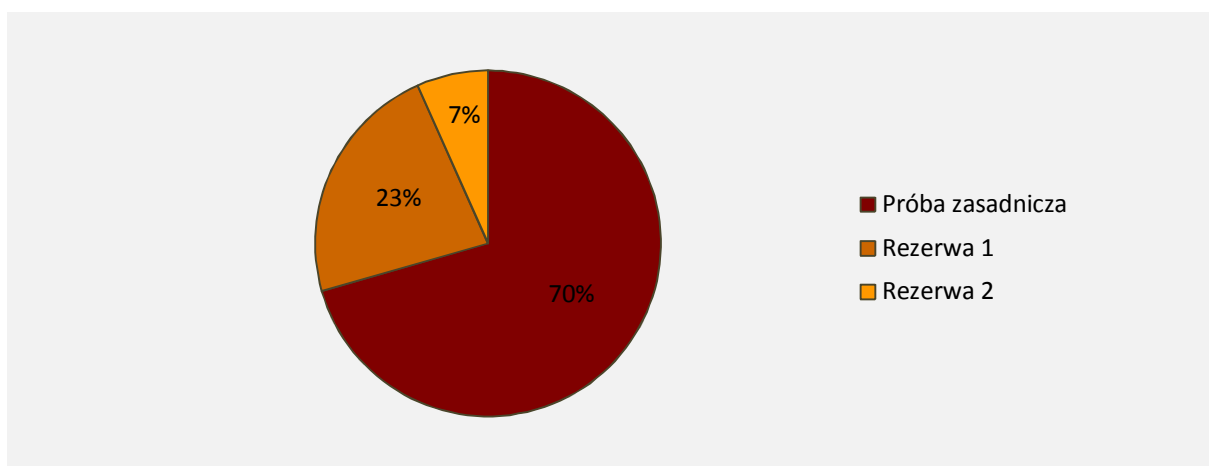
Zadania jednoczęściowe, np. typu WW, posiadają wysokie – 25% prawdopodobieństwo losowego udzielenia poprawnej odpowiedzi. Jeśli zadanie składa się z większej liczby elementów, to prawdopodobieństwo losowego trafienia poprawnej odpowiedzi jest mniejsze. Niemniej jednak bardziej złożona konstrukcja zadań ma na celu przede wszystkim upewnienie się, że umiejętność rozumowania założona w danym zadaniu jest trafnie mierzona. Badania pilotażowe wykazały, że bardziej złożona konstrukcja zadań sama w sobie nie stanowi dla uczniów większej trudności.

Tabela 2.4. Liczba zadań w podziale na typy zadań.

Typ zadania	Liczba zadań ogółem z wszystkich przedmiotów
Zadania WW – wielokrotnego wyboru z jedną poprawną odpowiedzią	89
Zadania kilkuczęściowe	119

2.4.1 Próba w pierwszym cyklu badania i poziom jej realizacji

Wykres 2.1. Do próby zasadniczej wylosowano 180 szkół, taką samą liczbę szkół wylosowano dla pierwszej próby rezerwowej oraz dla drugiej próby rezerwowej. Wykres prezentuje procent szkół biorących udział w pierwszym cyklu badania z próby zasadniczej oraz prób rezerwowych.



W próbie szkół 127 było szkołami z próby zasadniczej, kolejne 41 szkół pochodziło z rezerwy pierwszej, a 12 szkół z rezerwy drugiej. Jest to bardzo dobry wynik, z uwagi na fakt, że badanie z pewnością zakłóca tryb pracy szkoły oraz że na samym początku angażuje przedstawicieli w szkoły do zebrania niezbędnych danych i zgód na udział uczniów.

Tabela 2.5. Realizacja badania w poszczególnych typach szkół w podziale na próbę zasadniczą i próby rezerwowe.

Typ próby	próba podstawowa	rezerwa 1	rezerwa 2	suma
licea ogólnokształcące	58	16	6	80
Technika	45	17	2	64
zasadnicze szkoły zawodowe	24	8	4	36
Suma	127	41	12	180

Do obowiązków Wykonawcy należało podjęcie wcześniej zaplanowanych i zaakceptowanych przez Zamawiającego działań, zapewniających 80% poziom realizacji badania w stosunku do wszystkich uczniów w wylosowanych klasach oraz 70% poziom realizacji badania w stosunku do wszystkich uczniów w danej klasie.

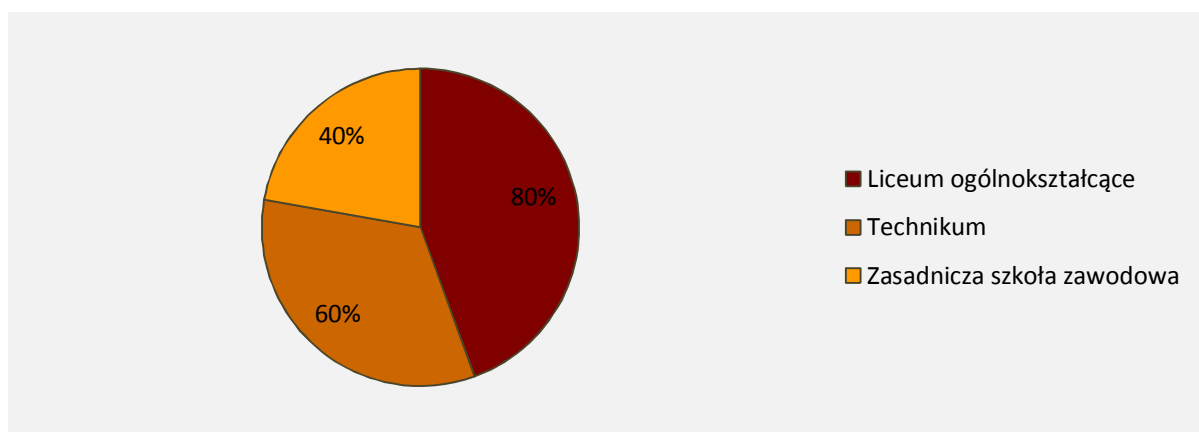
Tabela 2.6. Średni procent realizacji próby (response rate – RR) w odniesieniu do typu szkoły.

Typ szkoły	Średnia z RR szkoły
Liceum ogólnokształcące	93%
Liceum profilowane	88%
Technikum	91%
Zasadnicza szkoła zawodowa	90%
Suma końcowa	92%

Tabela 2.7. Liczebność uczniów biorących udział w badaniu w poszczególnych typach szkół.

Typ szkoły	liczba uczniów	procent
Liceum ogólnokształcące	3664	47,7 %
Technikum	2778	36,1 %
Zasadnicza szkoła zawodowa	1247	16,2 %
Razem	7689	100 %

Wykres 2.2. Realizacja próby pierwszego cyklu badania z podziałem na typy szkół.

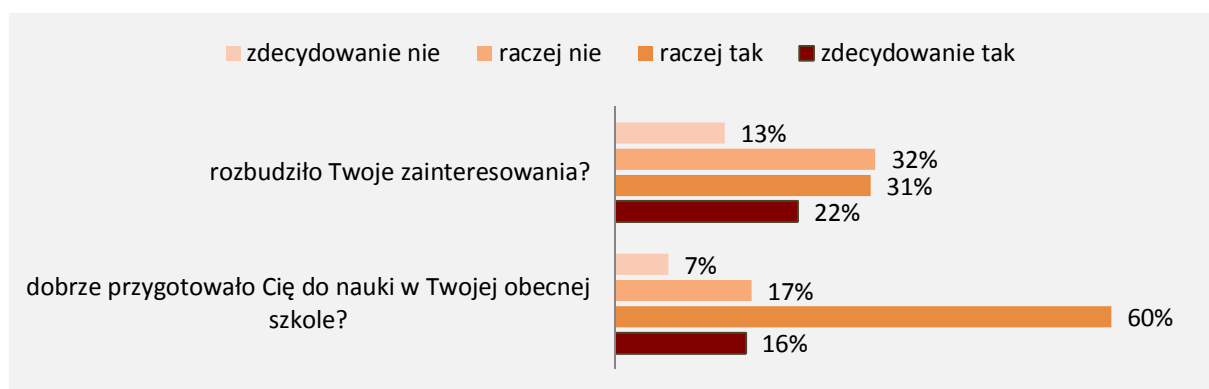


Spośród 180 szkół, 80 z nich stanowiły licea ogólnokształcące, 60 technika i 40 zasadnicze szkoły zawodowe.

3. Opinie uczniów o ukończonych przez nich szkołach gimnazjalnych

Prezentowane wyniki dotyczą opinii uczniów o gimnazjum, do którego uczęszczali. Z przeanalizowanych odpowiedzi wynika, że 70% uczniów (połączone odpowiedzi *zdecydowanie tak* i *raczej tak*) uważa, że gimnazjum, do którego uczęszczali, dobrze przygotowało ich do nauki w obecnej szkole ponadgimnazjalnej.

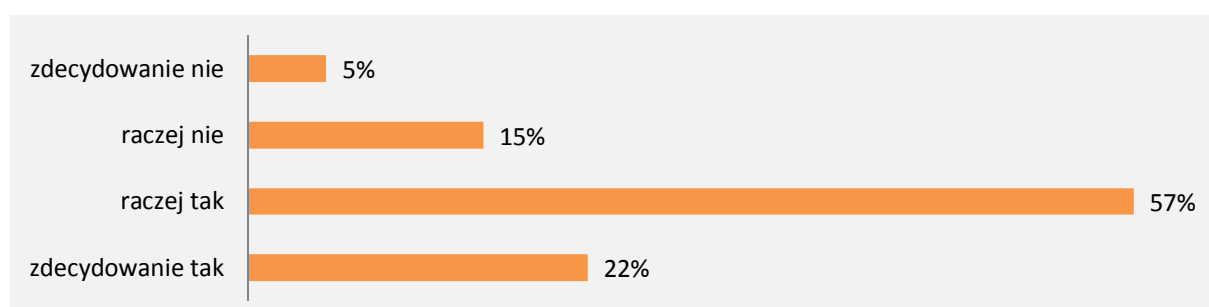
Wykres 3.1. Odpowiedzi uczniów na pytanie: *Czy Twoim zdaniem gimnazjum, do którego uczęszczałeś/eś..., dobrze przygotowało Cię do nauki w Twojej obecnej szkole?*



Jednocześnie 79% uczniów (połączone odpowiedzi *zdecydowanie tak* i *raczej tak*) deklaruje, że gimnazjum pomogło rozwinąć im umiejętność samodzielnego myślenia. Trochę inaczej przedstawia się sprawa rozbudzania w gimnazjum zainteresowań uczniowskich – 53% badanych uczniów (połączone odpowiedzi *zdecydowanie tak* i *raczej tak*) uznało, że gimnazjum rozbudziło ich zainteresowania. Trzeba jednak podkreślić, że aż 32% uczniów stwierdziło, że gimnazjum raczej nie rozbudziło ich zainteresowań, a 13% podkreśla, że gimnazjum zdecydowanie nie rozbudziło ich zainteresowań. To pierwsza krytyczna opinia uczniów dotycząca gimnazjum.

Uczniowie niezbyt wysoko ocenili też pomoc gimnazjum przy wyborze szkoły kolejnego etapu edukacyjnego i nisko udział gimnazjum w sprecyzowaniu wyobrażenia o zawodzie, który chcieliby wykonywać w przyszłości (odpowiednio odpowiedź na podpunkt: pomogło Ci dokonać wyboru następczej szkoły? Oraz:pomogło Ci sprecyzować Twoje wyobrażenia o tym, jaki zawód chciałabyś / chciałbyś wykonywać?).

Wykres 3.2. Odpowiedzi uczniów na pytanie: *Czy Twoim zdaniem gimnazjum, do którego uczęszczałeś/eś..., pomogło Ci rozwinąć umiejętność samodzielnego myślenia?*



Zdecydowana większość, czyli 75% uczniów (połączone odpowiedzi *zdecydowanie tak* i *raczej tak*) deklaruje, że ukończone gimnazjum pomogło im rozwijać umiejętność wyrażania własnych myśli i poglądów, natomiast 72% uczniów (połączone odpowiedzi *zdecydowanie tak* i *raczej tak*) uznaje, że w gimnazjum nauczyło się troski o środowisko naturalne.

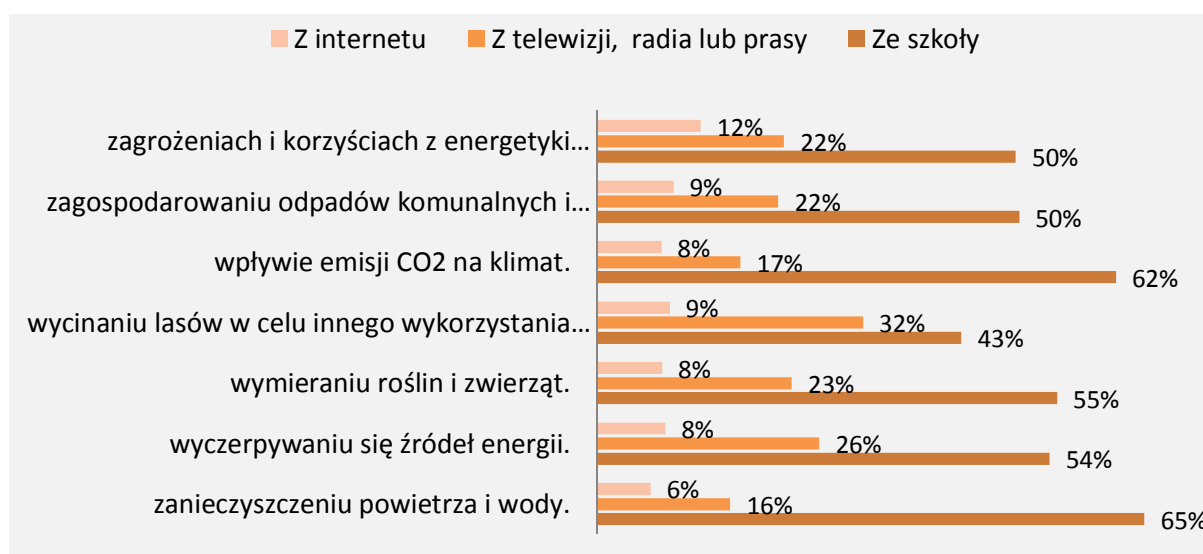
Wykres 3.3. Odpowiedzi uczniów na pytanie: *Czy Twoim zdaniem gimnazjum, do którego uczęszczałaś/eś...?*



Co prawda 25% uczniów zadeklarowało, że gimnazjum zdecydowanie pomogło im w dokonaniu wyboru szkoły, ale 16% uczniów twierdzi, że gimnazjum zdecydowanie nie pomogło im przy tym wyborze. W opinii 33% uczniów gimnazjum raczej nie pomogło w sprecyzowaniu wyobrażenia o przyszłym zawodzie, a 23% uważa, że zdecydowanie nie pomogło. To drugi obszar, w którym uczniowie dość krytycznie ocenili gimnazjum jako miejsce, które pomogło im zdecydować o swojej przyszłości.

Uczniowie odpowiadali także na blok pytań związanych ze źródłami ich wiedzy na dane tematy, zagadnienia w szczególności związane z naukami przyrodniczymi.

Wykres 3.4. Odpowiedzi uczniów na pytanie: *Skąd przede wszystkim zdobyłaś / zdobyłeś wiedzę o ...* (procenty dla odpowiedzi: ze szkoły, z Internetu, z telewizji, radia lub prasy).

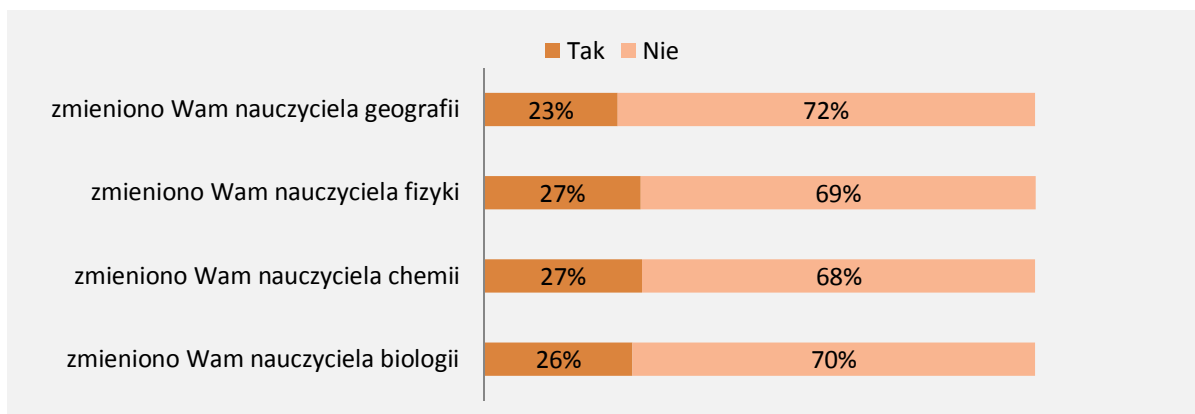


Na podstawie wyników można stwierdzić, że – zgodnie z opinią uczniów – ich głównym źródłem wiedzy związanej z ochroną środowiska i przyrody jest szkoła. Zdecydowanie wyprzedza ono wszystkie inne, spośród których uczniowie mogli wybierać: *Z telewizji, radia lub prasy, Od rodziny, Z książek, Z Internetu* (uczniowie mogli wybierać więcej niż jedną odpowiedź). Warto zwrócić uwagę, że drugim w kolejności źródłem, często wskazywanym przez uczniów, są media (telewizja i prasa – oraz Internet). Warto poświęcić więcej uwagi tej kwestii, może nawet wprowadzając jakieś zajęcia z tym związane do szkół. W tym miejscu warto przywołać odpowiedzi uczniów na pytanie o to, kim jest człowiek samodzielnie myślący. W tym pytaniu odpowiedź: *rozumie informacje pojawiające się w prasie, telewizji lub Internecie i potrafi odróżniać fakty od opinii* zebrała niewiele, bo tylko 33% wskazań uczniów. Z takich odpowiedzi uczniów może nasunąć się wniosek że dla uczniów rozumienie i analizowanie informacji z mediów nie jest związane z umiejętnością samodzielnego myślenia. W chwili obecnej mamy zebranych zbyt mało danych, by wysnuwać daleko idące wnioski, ale warto śledzić w kolejnych edycjach badania odpowiedzi na te pytania i sprawdzać, na ile pokrywają się one z odpowiedziami uczniów w zadaniach testowych.

3.1 Opinie uczniów o nauczaniu przedmiotów przyrodniczych w gimnazjum

W kolejnym bloku pytań uczniowie wypowiadali się na temat zmian uczących ich w gimnazjum nauczycieli przedmiotów przyrodniczych. Zebrane wyniki prezentuje wykres poniżej:

Wykres 3.5 Odpowiedzi uczniów na pytanie: *Czy w trakcie nauki w gimnazjum...*



Aż jedna czwarta uczniów miała zmienianych nauczycieli z przedmiotów przyrodniczych podczas nauki w trzyletnim gimnazjum. Częste zmiany nauczyciela mogą się negatywnie odbić na poziomie wiadomości i zakresie umiejętności uczniów oraz na ich postawie wobec przedmiotów przyrodniczych. Zmiana nauczyciela może mieć również znaczenie w rozbudzaniu zainteresowań zagadnieniami z fizyki, chemii, geografii czy biologii wśród uczniów.

Kwestionariusz ucznia zawierał również blok pytań, w których uczniowie zostali poproszeni o opisanie form i metod pracy nauczycieli przedmiotów przyrodniczych w gimnazjum. Celem tego bloku było uzyskanie informacji, jakie elementy dydaktyki przedmiotu były stosowane przez nauczycieli najczęściej, a jakie najrzadziej, i jak to wyglądało na zajęciach z poszczególnych przedmiotów

przyrodniczych. Uczniowie osobno oceniali lekcje biologii, chemii, fizyki oraz geografii. Opinie uczniów prezentują poniższe wykresy

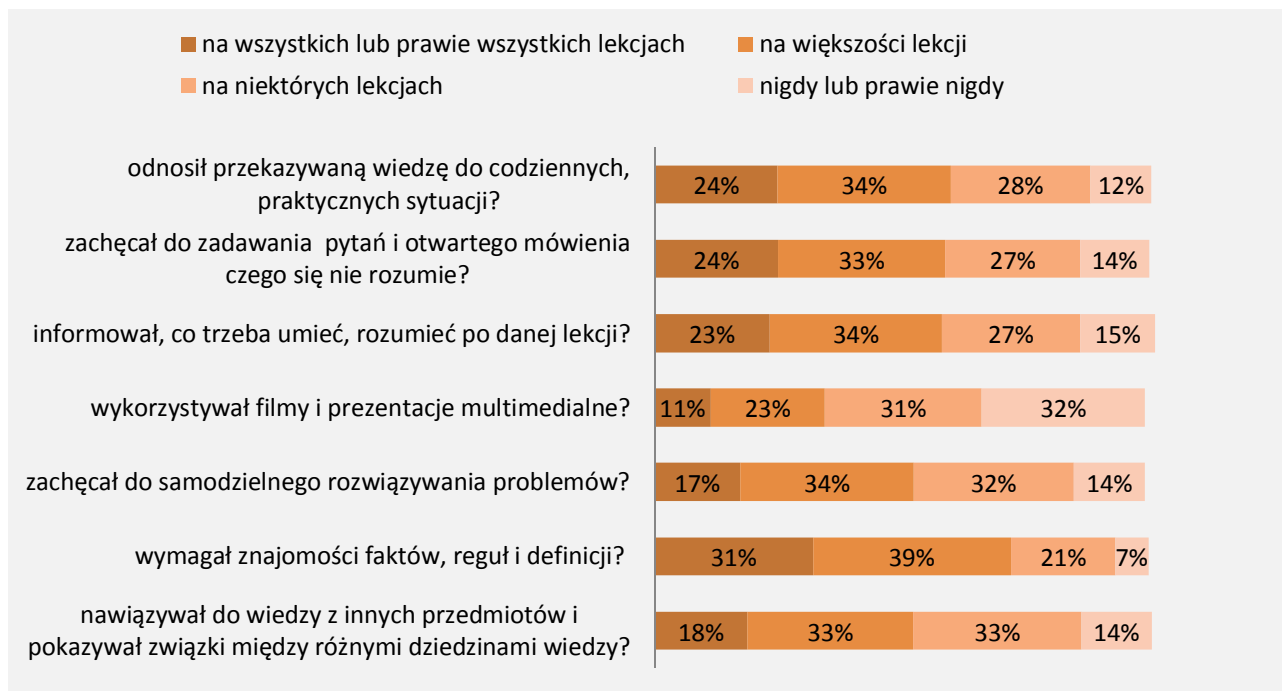
Wykres 3.6. Odpowiedzi uczniów na pytanie: *Jak często w gimnazjum Twój nauczyciel biologii...*



Wykres 3.7. Odpowiedzi uczniów na pytanie: *Jak często w gimnazjum Twój nauczyciel chemii...*



Wykres 3.8. Odpowiedzi uczniów na pytanie: *Jak często w gimnazjum Twój nauczyciel fizyki...*



Wykres 3.9. Odpowiedzi uczniów na pytanie: *Jak często w gimnazjum Twój nauczyciel geografii...*



Przy omawianiu wyników badania należy pamiętać, że opisywany cykl badania dotyczy realiów poprzedniej podstawy programowej. Interesuje nas czy pewne założenia aktualnej podstawy

programowej były obecne w poprzedniej podstawie programowej. Wyniki z tych obszarów będziemy porównywać w kolejnych latach. Z zebranych danych na podstawie opinii przebadanych uczniów można zauważyć, że biologia nauczana jest inaczej od pozostałych przedmiotów. Widać to szczególnie w odpowiedziach na podpunkt z kafeterii (podanej listy odpowiedzi do wyboru) – **nawiązywał do różnych przedmiotów i wskazywał związki między różnymi dziedzinami**, taką odpowiedź wybrało 8% uczniów z biologii, a odpowiednio 13% z chemii, 18% z fizyki i 19% z geografii.

Zgodnie z opiniami uczniów, nauczyciele najczęściej (prawie na każdej lekcji) wymagają znajomości faktów, reguł i definicji: na lekcjach biologii (22%) i geografii (24%). Zdaniem uczniów, samodzielne rozwiązywanie problemów miało miejsce najczęściej na lekcjach chemii i geografii. Jednocześnie aż 14% uczniów deklaruje, że nigdy coś takiego nie miało miejsca na lekcjach fizyki. Należy podkreślić, że uczniowie często wskazywali odpowiedzi mówiące o tym, że nauczyciel w gimnazjum nigdy nie wykorzystuje filmów i prezentacji multimedialnych na lekcjach (37% na lekcjach chemii i 32% na lekcjach fizyki). Brak jest wyraźnych różnic w nauczaniu między badanymi przedmiotami – w pytaniach dotyczących informowania, co trzeba umieć po danej lekcji. Takie wymagania wynikają z rozporządzenia w sprawie oceniania, klasyfikowania i promowania uczniów i słuchaczy. Nie można wskazać wyraźnych różnic między przedmiotami w odpowiedziach uczniów na pytania dotyczące zachęcania do zadawania pytań i odnoszenia przez nauczyciela przekazywanej wiedzy do codziennych, praktycznych sytuacji. Ten brak różnic można odebrać jako dobry sygnał na temat stosowanych metod dydaktycznych. Powszechnie podejmuje się działania wymagane w rozporządzeniu dotyczącym oceniania, klasyfikowania i promowania uczniów i słuchaczy.

W Kwestionariuszu Ucznia znalazły się też pytania o działania samodzielnie wykonywane przez uczniów podczas lekcji.

Ponieważ nowa podstawa programowa zawiera listę zalecanych doświadczeń, które powinny być wykonywane na lekcjach biologii, chemii i fizyki, a nie zawiera takich zaleceń wobec geografii, dlatego poniższy blok pytań został zadany tylko w odniesieniu do tych przedmiotów i pomięto w nim geografę. Główne pytanie do całego bloku brzmiało: *Jak często w gimnazjum na lekcjach biologii, chemii i fizyki miały miejsce opisane poniżej sytuacje?*

Tabela 3.1. Wybrane odpowiedzi na pytanie: Jak często na lekcjach biologii, chemii i fizyki miały miejsce opisane poniżej sytuacje?

	Na biologii		Na chemii		Na fizyce	
Uczniowie samodzielnie robili doświadczenia w pracowni szkolnej.	często	8%	często	14%	często	16%
	czasami	37%	czasami	39%	czasami	43%
	nigdy	50%	nigdy	42%	nigdy	36%
Uczniowie byli proszeni o wyciągnięcie wniosków z doświadczenia, które przeprowadzili.	Na biologii		Na chemii		Na fizyce	
	często	31%	często	41%	często	34%
	czasami	43%	czasami	39%	czasami	42%
	igdy	21%	nigdy	14%	nigdy	18%
Uczniowie mogli samodzielnie planować doświadczenia.	Na biologii		Na chemii		Na fizyce	
	często	11%	często	12%	często	13%
	czasami	35%	czasami	37%	czasami	37%
	nigdy	48%	nigdy	45%	nigdy	45%
Nauczyciel demonstrował uczniom doświadczenia.	Na biologii		Na chemii		Na fizyce	
	często	23%	często	41%	często	37%
	czasami	43%	czasami	41%	czasami	43%
	nigdy	28%	nigdy	12%	nigdy	15%

Sądząc po wypowiedziach uczniów, nie ma zdecydowanych różnic w realizacji zalecenia podstawy programowej na poszczególnych przedmiotach. Uczniowie najczęściej samodzielnie wykonywali doświadczenia w pracowni szkolnej na fizyce (tak deklaruje 16% uczniów), za to na chemii najczęściej byli proszeni o wyciąganie wniosków z doświadczenia, które przeprowadzali (41% uczniów).

Podobny procent uczniów z każdego przedmiotu deklaruje, że na lekcjach nigdy nie planowali samodzielnie doświadczeń (48% na biologii, 45% na chemii, 45% na fizyce).

Zdaniem uczniów, nauczyciel demonstruje uczniom doświadczenia najczęściej na chemii (41%), a najrzadziej na biologii (23%). Jeśli już uczniowie robią doświadczenia na lekcjach, to najczęściej są one realizowane według poleceń nauczyciela. Warto mieć na uwadze ten element kwestionariusza w kolejnych edycjach badania, po to, by sprawdzić, czy roczniki realizujące w gimnazjum już nową podstawę programową w większym stopniu przeprowadzają samodzielnie doświadczenia, wnioskuje na ich podstawie, czy też je planują.

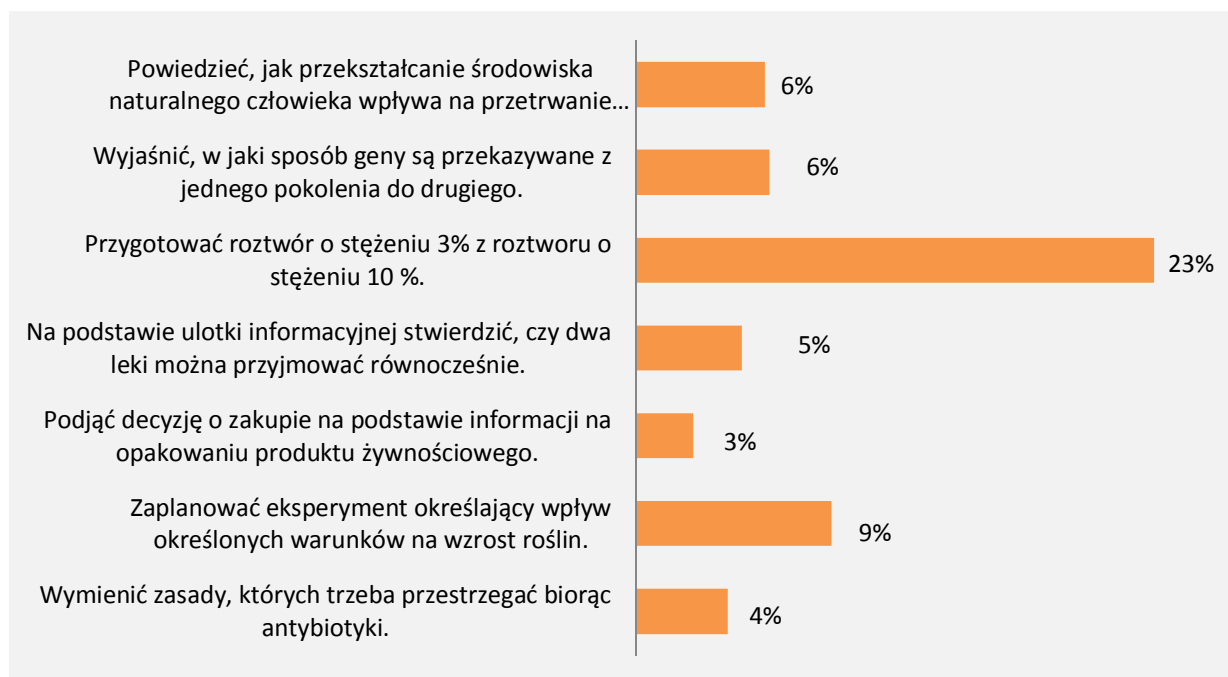
Uczniów wypełniających kwestionariusz poproszono też o ocenę ich własnych umiejętności. Uczniowie mieli ocenić, jak łatwo mogliby samodzielnie wykonać opisane w kwestionariuszu zadania.

Wykres 3.10. Odpowiedzi uczniów na pytanie: *Jak sądzisz, na ile łatwo byłoby Ci samodzielnie wykonać poniższe zadania?*



Jak widać z wykresu, zdecydowana większość uczniów deklaruje, że z łatwością mogłaby podjąć decyzję o zakupie na podstawie informacji na opakowaniu produktu żywnościowego (51%), na podstawie ulotki stwierdzić, czy dwa leki można przyjmować równocześnie (47%), a także mogłaby wymienić zasady, których trzeba przestrzegać podczas brania antybiotyków (36%).

Wykres 3.11. Odpowiedzi uczniów na pytanie: *Jak sądzisz, na ile łatwo byłoby Ci samodzielnie wykonać poniższe zadania? Odpowiedź – nie mogłabym / nie mógłbym tego zrobić.*



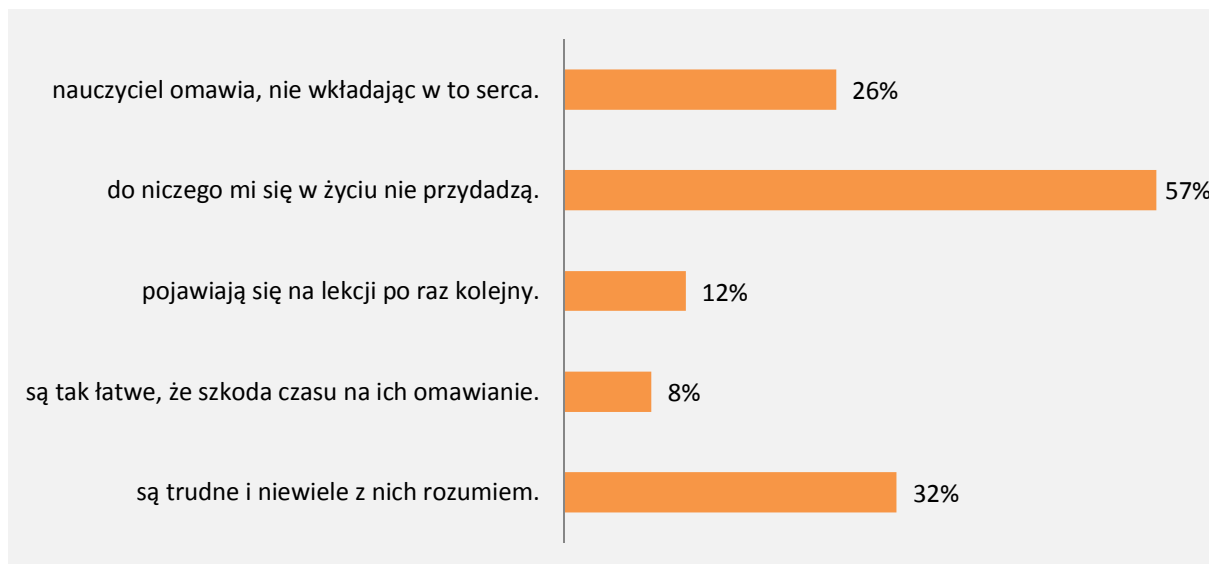
Jednocześnie duża część uczniów deklaruje, że miałaby trudności z przygotowaniem roztworu o podanym stężeniu (23%) i zaplanowaniem eksperymentu (9%). Uczniowie czują się najmniej pewni, gdy mają samodzielnie przeprowadzić jakieś działanie – szczególnie dotyczy to lekcji chemii. Może to świadczyć o tym, że podczas lekcji zdecydowanie za rzadko mają oni szansę samodzielnie przeprowadzić eksperyment. Warto śledzić zmiany w odpowiedziach na to pytanie podczas kolejnych edycji badania.

Deklaracje uczniów wyraźnie ukazują, jak oceniają oni swoje umiejętności. Najmniejsze trudności sprawia im decydowanie, jakie leki można brać równolegle, czy opisanie zasad, których trzeba przestrzegać, biorąc antybiotyki, a jednocześnie deklarują, że najtrudniej im przygotować odpowiedni roztwór. Z jednej strony oba te działania odnoszą się do praktycznych umiejętności, związanych z życiem codziennym, ale różnice w odpowiedziach są znaczne. Warto zastanowić się, z czego to może wynikać – zgodnie z deklaracjami uczniów 42% z chemii i 36% z fizyki – nigdy nie przeprowadzało samodzielnie doświadczenia; podobne deklaracje co do lekcji biologii wskazuje 50% uczniów. Ale, co ciekawe, 14% uczniów deklaruje, że często wykonują doświadczenia samodzielnie na lekcji chemii, 16% na lekcji fizyki, a tylko 8% na biologii. Warto śledzić te wyniki w kolejnych cyklach badania i sprawdzać, na ile się to zmieni.

3.2 Opinie uczniów dotyczące definicji samodzielnego myślenia i postawy uczniów

W Kwestionariuszu Ucznia znalazły się również pytania dotyczące opinii uczniów na temat poziomu atrakcyjności zajęć z przedmiotów przyrodniczych w gimnazjum, które ukończyli.

Wykres 3.12. Odpowiedzi uczniów na pytanie: *W szkole najbardziej nudzą mnie tematy, które...*



Uczniów najbardziej nudzą sprawy, które do niczego im się nie przydadzą (57%), oraz te, które są dla nich za trudne (32%). Zauważają też i uznają za nudne kwestie, które nauczyciel omawia, nie wkładając w nie serca (26%).

Zdecydowanie rzadziej uczniowie oceniają jako nudne tematy powtarzane po raz kolejny (12%) oraz takie, które są zbyt łatwe (8%). Takie informacje mogą pomóc nauczycielom w prowadzeniu z uczniami ciekawszych lekcji. Omawiając zagadnienia, warto pokazywać ich bezpośrednie odniesienie do codziennego życia i sprawdzać, czy uczniowie na pewno wszystko rozumieją. Warto byłoby też, by nauczyciel sam był zainteresowany tym, o czym opowiada, i starał się przekazać omawiane zagadnienia z pasją.

Uczniowie zaznaczali też cechy, którymi charakteryzuje się łoświek samodzielnie myślący.

Tabela 3.2. Odpowiedzi uczniów na pytanie: Człowiek samodzielnie myślący... Wybierz spośród poniższych określeń trzy, z którymi zgadzasz się najbardziej

umie oddzielać informacje ważne od nieważnych i skupiać się na istocie problemu.	57%
potrafi wykorzystywać swoją wiedzę w realnych, praktycznych sytuacjach.	62%
ma przemyślane opinie na różne sprawy i potrafi je poprzeć logicznymi argumentami.	52%
widzi świat całościowo i dostrzega powiązania między jego poszczególnymi elementami.	30%
rozumie informacje pojawiające się w prasie, telewizji lub Internecie i potrafi odróżniać fakty od opinii.	33%
umie zadać sobie właściwe pytania i szuka na nie odpowiedzi.	42%
pamięta wiele interesujących faktów, rozumie trudne pojęcia i łatwo zapamiętuje informacje.	31%

Uczniowie zostali poproszeni o wybranie 3 określeń, które ich zdaniem określają człowieka samodzielnie myślącego. Tabela powyżej prezentuje najczęściej wybierane przez uczniów odpowiedzi.

Uczniowie najczęściej zaznaczają odpowiedzi: *potrafi wykorzystywać swoją wiedzę w realnych, praktycznych sytuacjach* (62% wskazań), *umie oddzielać informacje ważne od nieważnych i skupiać się na istocie problemu* (57% wskazań) oraz *ma przemyślane opinie na różne sprawy i potrafi je poprzeć logicznymi argumentami* (52% wskazań). Z tych odpowiedzi wyłania się obraz człowieka samodzielnie myślącego jako osoby potrafiącej wykorzystać swoją wiedzę w codziennych realnych sytuacjach, która ma przemyślane opinie i potrafi je poprzeć argumentami oraz jest w stanie odpowiednio oddzielać informacje ważne od nieważnych.

Warto zwrócić uwagę na fakt, że uczniowie najrzadziej zaznaczali odpowiedzi: **widzi świat całościowo i dostrzega powiązania między jego poszczególnymi elementami** (30%), **pamięta wiele interesujących faktów, rozumie trudne pojęcia i łatwo zapamiętuje informacje** (31%) oraz **rozumie informacje pojawiające się w prasie, telewizji lub Internecie i potrafi odróżniać fakty od opinii** (33%). Warto zwrócić uwagę na fakt, że tak niewielu uczniów zazaczyło odpowiedź nawiązującą do całościowego widzenia świata i zauważania połączeń między jego elementami.

Uczniowie w przygotowanym przez nas kwestionariuszu zostali poproszeni o ocenę, na ile uczyli się samodzielnego myślenia w gimnazjum. Odpowiedzi dla tego pytania przedstawia poniższa tabela.

Tabela 3.3. Odpowiedzi uczniów na pytanie: Oceń w skali szkolnej (od 1 do 6), na ile uczyłeś się samodzielnego myślenia w gimnazjum na lekcjach...

	1	2	3	4	5	6
Biologii	7%	12%	30%	29%	15%	6%
Chemii	9%	21%	28%	20%	14%	6%
Fizyki	10%	20%	30%	21%	12%	6%
Geografii	6%	11%	27%	28%	19%	8%

Zdaniem uczniów, najczęściej samodzielnego myślenia uczyli się na lekcjach geografii (8% odpowiedzi). Jest to nieznacznie częściej niż na innych przedmiotach. Niepokojący jest fakt, że uczniowie najczęściej oceniają nauczanie samodzielnego myślenia na lekcjach przedmiotów przyrodniczych w gimnazjum na 3 i 4..

W badaniu uczniowie zostali poproszeni także o zaznaczenie, czym się kierują podczas podejmowania ważnej decyzji.

Tabela 3.4. Kiedy muszę podjąć ważną decyzję, to... (Zaznacz najbardziej pasującą odpowiedź).

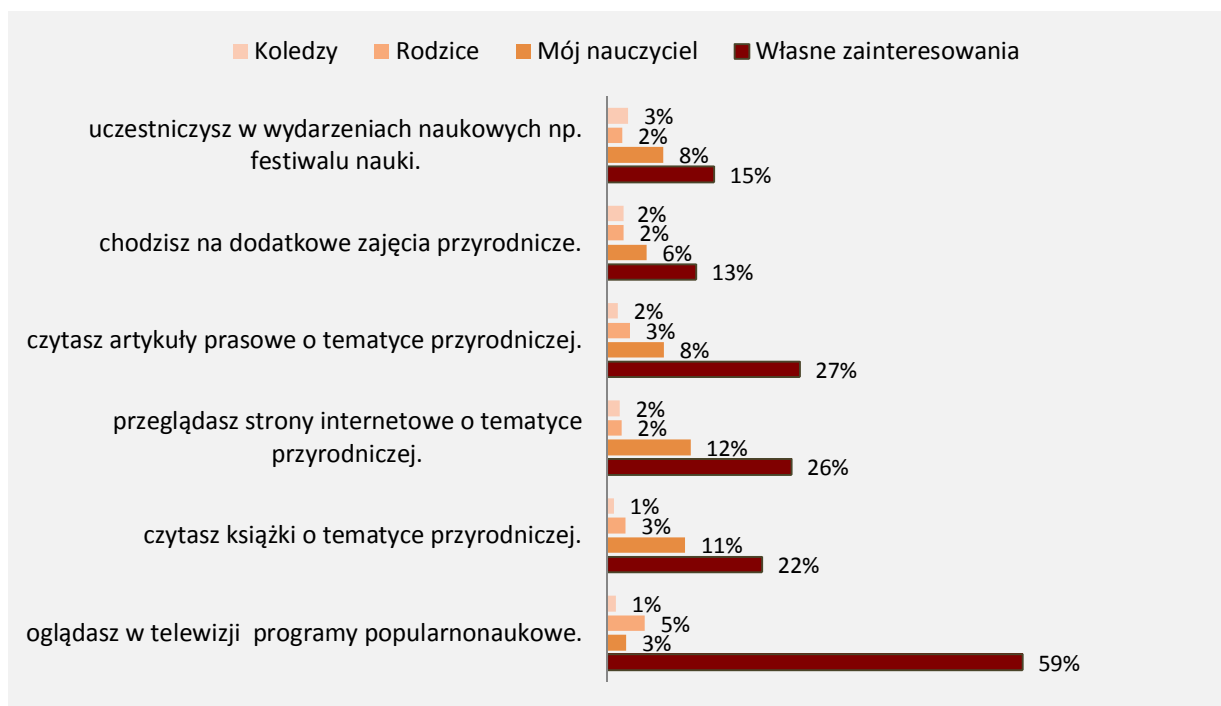
nie zastanawiam się zbyt i polegam na swojej intuicji.	18%
rozważam wszystkie za i przeciw, po czym wybieram najrozsądniejsze wyjście.	52%
zasięgam opinii osób, które dobrze się znają na danej kwestii.	22%
zasięgam rady rodziców.	23%
zasięgam rady rówieśników (przyjaciół, rodzeństwa).	18%
szukam informacji w Internecie (np. na forach dyskusyjnych).	12%
biorę pod uwagę wróżby, numerologię lub horoskopy.	3%

Z odpowiedzi uczniów można wywnioskować, że deklarują kierowanie się rozsądkiem – najczęściej wskazywali odpowiedzi *rozważam wszystkie za i przeciw, po czym wybieram najrozsądniejsze wyjście* (52% wskazań). Uczniowie dość często powołują się na zasięgnięcie opinii innych, czy to rodziców (jak zaznaczyło 23%), czy to opinii osób znających się na danej kwestii (22% odpowiedzi). Tyle samo uczniów deklaruje zasięgnięcie opinii u rówieśników oraz to, że nie zastanawia się zbyt i polega na intuicji. Każda z tych odpowiedzi ma 18% wskazań). Warto zwrócić uwagę, że tylko 12% uczniów deklaruje szukanie informacji w Internecie, a jedynie 3% uczniów bierze pod uwagę wróżby, numerologię i horoskopy. Warto śledzić kolejne fale badania, może rośnie nam inne pokolenie – bardziej racjonalnych, odpowiedzialnych w podejmowaniu decyzji, odpowiedzialnych za siebie.

3.3 Zainteresowania uczniów

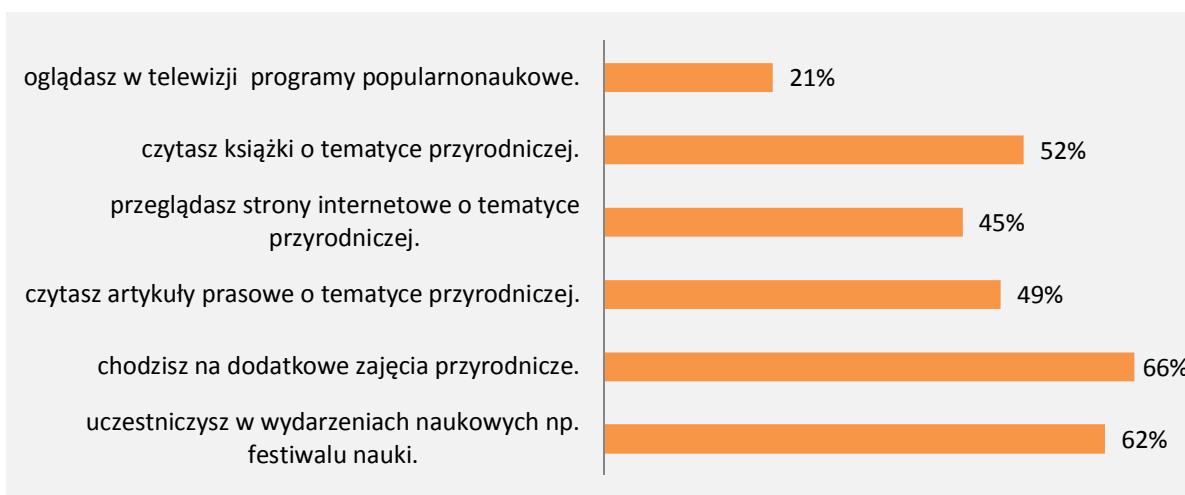
Część pytań postawionych w kwestionariuszu ucznia dotyczyła osób bądź instytucji które miały lub mają wpływ na zainteresowania uczniów. Uczniom zostało postawione pytanie: *Co lub kto sprawia, że...* poniżej zostały opisane odpowiedzi uczniów na to pytanie.

Wykres 3.13. Odpowiedzi uczniów na pytanie: *Co lub kto sprawia, że*



Uczniowie deklarują, że najczęściej motywują ich własne zainteresowania oraz nauczyciel, do podejmowania jakichś działań rozwijających wiedzę z przedmiotów przyrodniczych. Tak jest np. w przypadku czytania książek o tematyce przyrodniczej – 22% uczniów deklaruje, że robi to ze względu na własne zainteresowania a 11% uczniów, że robi to ze względu na swojego nauczyciela. Warto zwrócić uwagę, że zdecydowanie najmniejszy wpływ na podejmowanie działań związanych z zainteresowaniem przedmiotami przyrodniczymi mają rodzice i koledzy.

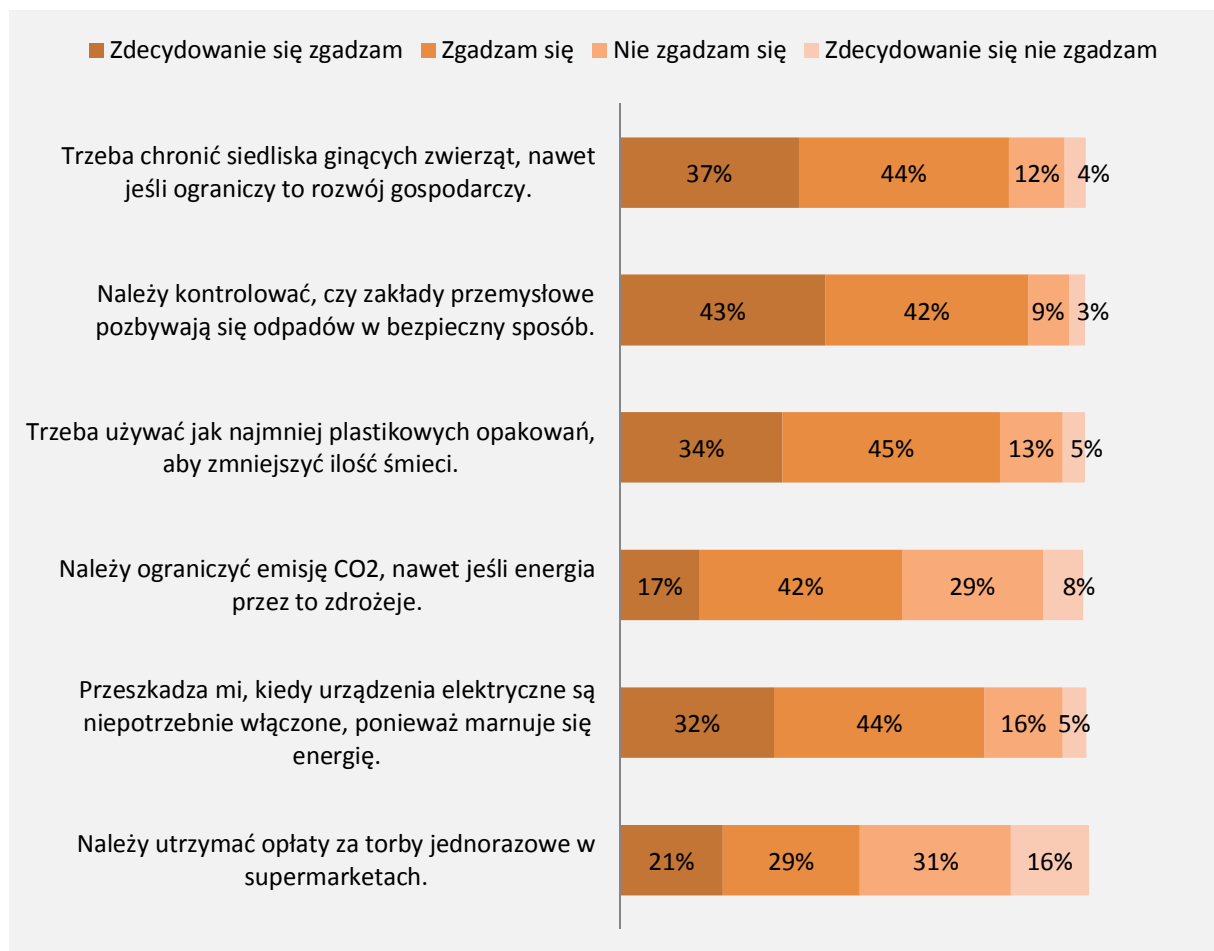
Wykres 3.14. Odpowiedzi uczniów na pytanie: *Co lub kto sprawia, że...* wyniki dla odpowiedzi *nie robię tego*.



Niepokojące jest to, że prawie połowa uczniów deklaruje, że nie robi nic z podanej kafeterii odpowiedzi do wyboru. Wyjątkiem od tej tendencji jest oglądanie w telewizji programów popularnonaukowych. Może to świadczyć o tym, że większość uczniów samodzielnie nie poszerza swojej wiedzy w danych obszarach, a może nie interesują się zagadnieniami z przedmiotów przyrodniczych – warto śledzić te tendencje w przyszłych edycjach naszego badania.

W kwestionariuszu znalazły się też pytania dotyczące opinii uczniów o świecie, związanych z wiedzą uczniów z zakresu dziedzin przyrodniczych. Opinie uczniów prezentuje poniższy wykres.

Wykres 3.15. Odpowiedzi uczniów na pytanie: *Na ile zgadzasz się z poniższymi stwierdzeniami?*



Jak widać, uczniowie mają bardzo zdecydowane, pozytywne opinie o sposobach ochrony środowiska. Przeanalizowane odpowiedzi uczniów porównane z wynikami testów ucznia ukazują pewną zależność. Uczniowie, którzy w teście osiągnęli lepsze wyniki, częściej zdecydowanie zgadzają się ze stwierdzeniami dotyczącymi ochrony środowiska, o jakie pytaliśmy.

W kwestionariuszu ucznia znalazł się także blok pytań dotyczących oceniania przez ucznia możliwości samodzielnego wykonania czynności związanych z przedmiotami przyrodniczymi. Wyniki zostały omówione w rozdziale 3.1.

Blok pytań o zainteresowania uczniów jest zadawany także w innych badaniach międzynarodowych realizowanych na grupie 15-latków. (PISA, ROSE) Nasze badanie „Laboratorium myślenia” – diagnoza umiejętności gimnazjalistów w zakresie przedmiotów przyrodniczych w Polsce – czerpie z doświadczeń innych badań, które są już od lat realizowane na świecie oraz z badań realizowanych w Polsce. W badaniu PISA z 2006 roku polscy uczniowie najwyżej z krajów objętych tym badaniem ocenili swoje możliwości – samodzielnego wykonania czynności związanych z nauką w szkole. W badaniu „Laboratorium myślenia” w Kwestionariuszu Ucznia zastosowano podobny blok pytań, ale bardziej skonkretyzowanych i nastawionych na przeprowadzanie doświadczeń. W pytaniach związanych ze zdrowiem i pozostających na większym poziomie ogólności – uczniowie czują się mocni, jednak gdy dochodzimy do konkretów, np. przygotowania odpowiedniego roztworu bądź zaplanowania doświadczenia – uczniowie objęci naszym badaniem dużo bardziej krytycznie oceniali swoje możliwości.

Podobnie przedstawia się kwestia zainteresowań uczniów, która w badaniu PISA 2006 stanowiła blok pytań. Najczęściej uczniowie uznawali za interesujące zagadnienia z biologii człowieka, rzadziej zagadnienia z astronomii, chemii, fizyki i biologii roślin.

3.4 Podsumowanie wyników zebranych za pomocą Kwestionariusza Ucznia

Z naszych badań wynika, że:

- Jedna czwarta badanych uczniów miała w gimnazjum zmienianego nauczyciela przedmiotów przyrodniczych.
- Zebrane dane pozwalają jednoznacznie wskazać bardzo istotną rolę szkoły - jest ona głównym źródłem wiedzy uczniów o otaczającym ich świecie. W szkole też kształtuje się stanowisko uczniów np. w kwestii środowiska neutralnego. Dlatego należy podkreślać znaczenie szkoły w budowaniu postaw wśród młodych ludzi. Ważne też jest odpowiednie dostosowanie programów nauczania do celu kształtowania postaw pożądaných. Szkoła to główne miejsce, gdzie można wyposażyć młodych ludzi w potrzebną im wiedzę i umiejętności
- Uczniowie objęci badaniem deklarują, że są samodzielni w podejmowaniu decyzji i tworzeniu własnych opinii o świecie. Sądzą, że na ich opinie ani nauczyciel, ani rodzice nie mają większego wpływu.
- Z deklaracji uczniów wyraźnie widać, jak oceniają swoje umiejętności. Najmniejsze trudności sprawia im decydowanie, jakie leki można brać równolegle czy opisanie zasad, których trzeba przestrzegać, biorąc antybiotyki. Jednocześnie uczniowie deklarują, że najtrudniej jest im przygotować odpowiedni roztwór. Różnice w odpowiedziach są znaczne. Warto zastanowić się, z czego to może wynikać. Oba te działania odnoszą się do praktycznych umiejętności związanych z życiem codziennym i różnice mogą wynikać z innych sposobów samodzielnego trenowania pewnych umiejętności i sprawdzania wiedzy podczas zajęć w szkole.
- Uczniowie z łatwością poradzą sobie z czytaniem ulotki lekarstw, ale mają trudności z praktycznym wykonaniem wskazanego roztworu. Warto sprawdzić, jak będą zmieniały się odpowiedzi na ten blok pytań w kolejnych cyklach badania.
- Uczniowie rzadko mieli szansę na samodzielne realizowanie doświadczeń podczas lekcji, najczęściej widzieli doświadczenia demonstrowane przez nauczyciela. Warto przyjrzeć się opiniom uczniów na ten temat w kolejnych cyklach badania.

4. Biologia

Rozdział poświęcony biologicznej części badania składa się z trzech części. W pierwszej z nich scharakteryzowano zadania testowe. Wskazano, do jakich celów ogólnych i szczegółowych podstawy programowej nawiązują, opisano pokrótce ich konstrukcję i przedstawiono zróżnicowanie kontekstów, w jakich zostały osadzone. Opisano też grupy zadań mierzących trzy umiejętności ponadprzedmiotowe będące przedmiotem bardziej szczegółowej analizy. W drugiej części zaprezentowano wyniki badania. Przedstawiono trudność poszczególnych zadań obliczoną według modelu IRT, jednocześnie określając na tej samej skali punktowej poziomy umiejętności poszczególnych uczniów. Umożliwiło to scharakteryzowanie, w sposób przybliżony, czynników wpływających na trudność zadania oraz wstępny i nieco umowny opis umiejętności uczniów odpowiadających poszczególnym poziomom. Przedstawiono również zależność między wynikami ucznia w badaniu a jego płcią oraz wybraną przez niego szkołą ponadgimnazjalną. W części trzeciej zamieszczono kilka przykładowych zadań tworzących biologiczną część testu wraz komentarzem i prezentacją wyników uzyskanych przez uczniów.

4.1 Charakterystyka zadań z biologii

4.1.1 Zadania z biologii a podstawa programowa

Tak jak w przypadku pozostałych przedmiotów, część biologiczna testu składała się z 52 zadań. Dobrano je tak, aby odnosiły się do wszystkich wymagań ogólnych (celów kształcenia) nowej podstawy programowej tego przedmiotu. Objęcie zadaniami wszystkich wymagań szczegółowych było oczywiście niemożliwe, postarano się jednak, aby w teście znalazły się zadania nawiązujące do treści każdego z działów nauczania. Liczbę zadań sprawdzających poszczególne wymagania ogólne i szczegółowe przedstawia tabela 4.1. Należy zwrócić uwagę, że jedno zadanie odnosiło się zwykle do więcej niż jednego celu kształcenia, a często także do kilku treści nauczania (na przykład zadanie Bio1_02 z wiązki *Gruźlica i mukowiscydoza* nawiązuje do trzech celów kształcenia i dwóch punktów treści nauczania). W teście znalazły się też zadania sprawdzające opanowanie umiejętności ponadprzedmiotowych (np. znajomości metodyki badań naukowych), bez odnoszenia się do konkretnych treści biologicznych. W takich przypadkach zadaniom przyporządkowywano jedynie wymagania ogólne, bez wymagań szczegółowych.

Tabela 4.1. Charakterystyka zestawu zadań z biologii pod względem sprawdzanych wymagań ogólnych i szczegółowych.

Ponieważ jedno zadanie mogło odnosić się do więcej niż jednego wymagania ogólnego oraz do jednego, kilku bądź do żadnego wymagania szczegółowego, liczba zadań nie sumuje się do 52.

Wymagania ogólne – cele kształcenia	
Cel kształcenia	Liczba zadań
I. Znajomość różnorodności biologicznej i podstawowych procesów biologicznych	19
II. Znajomość metodyki badań biologicznych	14
III. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji	26
IV. Rozumowanie i argumentacja	27
V. Znajomość uwarunkowań zdrowia człowieka	15
Wymagania szczegółowe – treści nauczania	
Dział treści nauczania	Liczba zadań
I. Związki chemiczne budujące organizmy oraz pozyskiwanie i wykorzystanie energii	2
II. Budowa i funkcjonowanie komórki	3
III. Systematyka – zasady klasyfikacji, sposoby identyfikacji i przegląd różnorodności organizmów	4
IV. Ekologia	5
V. Budowa i funkcjonowanie organizmu roślinnego na przykładzie rośliny okrytozalążkowej	1
VI. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka	14
VII. Stan zdrowia i choroby	8
VIII. Genetyka	8
IX. Ewolucja życia	5
X. Globalne i lokalne problemy środowiska	0

4.1.2 Konstrukcja zadań z biologii

Zadania tworzące test różniły się konstrukcją. Wyróżniono tu trzy kategorie:

- **Zadania wielokrotnego wyboru** (zazwyczaj z jedną prawidłową odpowiedzią) to zadania o najprostszej, klasycznej formie, do której uczniowie są przyzwyczajeni. Rozwiązanie polega na wyborze jednej z czterech podanych odpowiedzi. Wadą tego typu zadań jest duże, bo wynoszące aż 25%, prawdopodobieństwo losowego udzielenia prawidłowej odpowiedzi. W teście biologicznym znalazły się 22 takie zadania (np. zadanie Bio1_06 *Dzioby ptaków* czy zadanie Bio1_03 z wiązki *Gruźlica i mukowiscydoza*).
- **Zadania typu „prawda/fałsz”** składają się z trzech lub więcej podpunktów (wierszy), z których każdy wymaga zaznaczenia jednej z dwóch możliwych odpowiedzi. Uczeń wybiera najczęściej między odpowiedziami *Tak* i *Nie* (jeśli zadanie ma postać pytania) lub między odpowiedziami *Prawda* i *Fałsz* (jeśli podpunkty są stwierdzeniami, których prawdziwość należy ocenić). Prawdopodobieństwo losowego udzielenia prawidłowej odpowiedzi w

pojedynczym podpunkcie wynosi 50%, jednak zadanie uznaje się za dobrze rozwiązane, jeśli uczeń udzieli prawidłowej odpowiedzi w każdym wierszu. Dla zadania złożonego z 3 wierszy prawdopodobieństwo przypadkowego udzielenia prawidłowej odpowiedzi wynosi zatem 12,5%, a dla złożonego z 4 wierszy – zaledwie 6,25%. Jest ono zatem znacznie niższe niż w przypadku zadań wielokrotnego wyboru. Biologiczna część testu zawierała 21 zadań typu „prawda/fałsz” (na przykład oba zadania z wiązki *Stonka i ziemniaki* oraz zadanie Bio2_18 *Kolorowe kartki*).

- **Zadania „na przyporządkowanie”** są najbardziej skomplikowanym pod względem formalnym rodzajem zadań. Wymagają od ucznia dopasowania do siebie określonych elementów, np. jednej z dwóch (bądź obu) hipotez do każdego z czterech faktów (np. zadanie Bio1_01 z wiązki *Gruźlica i mukowiscydoza*) lub dobrania odpowiedniego uzasadnienia do zaznaczonej wcześniej odpowiedzi (np. zadanie Bio1_08 *Cytat z Darwina*). Zadania tego typu nie mają ściśle określonej struktury, wobec czego mogą różnić się stopniem złożoności i prawdopodobieństwem losowego udzielenia prawidłowej odpowiedzi (które zawsze jest jednak niższe niż w przypadku zadań wielokrotnego wyboru z czterema możliwymi odpowiedziami). W teście biologicznym znalazło się 9 zadań typu „na przyporządkowanie”.

Układając zadania do testu, starano się odejść od standardowej formuły zadania egzaminacyjnego w stronę rozwiązań, które sprzyjałyby zaciekawieniu ucznia postawionym problemem. Stąd duże zróżnicowanie prezentowanych w treści zadań zagadnień, metod i sposobów patrzenia na biologię. Tematami są ciekawostki naukowe (np. w zadaniach z wiązki *Gruźlica i mukowiscydoza*), metody planowania, wykonania i analizy eksperymentów (np. zadanie Bio2_18 *Kolorowe kartki*), jak i sprawy „z życia wzięte”, związane z rozumieniem świata, który nas otacza (wiązka *Stonka i ziemniaki*). Różnorodność przejawia się również w charakterze wstępu do zadania. Może mieć on postać fragmentu tekstu popularnonaukowego, ulotki dołączonej do leku, cytatu z książki (zadanie Bio1_08 *Cytat z Darwina*) czy opisu eksperymentu wzbogaconego schematem (zadanie Bio2_18 *Kolorowe kartki*). W niektórych zadaniach umieszczono również ilustracje, tabele i wykresy, których analiza była niezbędna do udzielenia prawidłowej odpowiedzi (tabela 4.2).

Tabela 4.2. Częstość występowania wybranych elementów we wstępach do zadań tworzących test. Wstęp mógł zawierać jednocześnie kilka spośród wymienionych elementów, np. opis wyników doświadczenia i tabelę. W teście znalazły się również zadania praktycznie pozbawione wstępu.

Element obecny we wstępie do zadania	Liczba zadań
Dłuższy tekst (np. popularnonaukowy)	27
Opis wyników doświadczenia	10
Wykres	6
Tabela	5
Ilustracja lub schemat	3

4.1.3 Kontekst zadań z biologii

Ponieważ nowa podstawa programowa bardzo silnie zaznacza, że celem edukacji jest nie tylko przekazywanie uczniom wiadomości, ale też kształtowanie u nich określonych umiejętności, starano się umieścić w teście zadania sprawdzające oba te elementy. Najczęściej do rozwiązania zadania potrzebne było połączenie wiadomości i umiejętności, np. w zadaniu Bio1_08 *Cytat z Darwina* sprawdzane jest zarówno rozumienie tekstu, jak i znajomość pojęć „dobór naturalny” i „dobór sztuczny”. W teście znalazły się też zadania odwołujące się przede wszystkim do wiadomości (np. zadanie Bio1_06 *Dzioby ptaków*, które nawiązuje do podręcznikowego przykładu przystosowania organizmów do środowiska) oraz zadania mierzące niemal wyłącznie umiejętności (np. zadanie Bio1_12 z wiązki *Stonka i ziemniak* czy zadanie Bio2_18 *Kolorowe kartki*).

Zadania osadzone były w trzech różnych kontekstach: szkolnym, naukowym i praktycznym. Szczegółowe opisy poszczególnych kontekstów oraz sposób klasyfikacji zadań pod tym względem zostały przedstawione w części 1.6.2. Przykładem zadania osadzonego w kontekście szkolnym jest zadanie Bio2_18 *Kolorowe kartki*, w którym opisano sytuację, jaka mogłaby mieć miejsce na lekcji biologii. Zadania z wiązki *Stonka i ziemniak* jest natomiast przykładem zadania łączącego kontekst naukowy (wstęp do zadania stanowi tekst o charakterze popularnonaukowym) z praktycznym (tematyka zadania odnosi się do konkretnego, „życiowego” zagadnienia).

Tabela 4.3. Liczba zadań mierzących wiadomości i umiejętności osadzonych w poszczególnych kontekstach.

Liczby w tabeli nie sumują się do 52, ponieważ jedno zadanie mogło być osadzone w jednym lub w dwóch kontekstach, a także mogło mierzyć zarówno wiadomości, jak i umiejętności.

	Liczba zadań sprawdzających:	
	wiadomości	Umiejętności
Kontekst zadania	szkolny	12
	naukowy	18
	praktyczny	15

4.1.4 Umiejętności mierzone zadaniami z biologii

Wśród zadań tworzących biologiczną część testu wyodrębnić można trzy kategorie, odpowiadające trzem grupom umiejętności ponadprzedmiotowych właściwych przedmiotom przyrodniczym. W przypadku biologii owe grupy umiejętności odpowiadają w dużej mierze trzem spośród pięciu wymagań ogólnych (II, III i IV). Poniżej scharakteryzowano pokrótce zadania należące do tych trzech kategorii. Należy również zaznaczyć, że grupy te nie są rozłączne, tzn. jedno zadanie może należeć do więcej niż jednej kategorii.

- **Zadania sprawdzające rozumienie tekstu** odnoszą się do punktu III wymagań ogólnych dla biologii. Wstęp zadań tego typu zawiera tekst (mogący mieć różną długość i trudność), który uczeń powinien przeczytać i zrozumieć. Następnie – zależnie od stopnia trudności zadania – uczeń powinien albo jedynie odnaleźć w nim określone informacje, albo przeprowadzić jego

analizę i wyciągnąć określone wnioski, niekiedy odnosząc się również do własnej wiedzy biologicznej. Przykładem zadania z tej kategorii jest zadanie Bio1_08 *Cytat z Darwina*.

- **Zadania związane z metodologią badań biologicznych** mierzą opanowanie umiejętności wymienionych w punkcie II wymagań ogólnych. Obejmują one trzy podstawowe obszary umiejętności: planowanie, przeprowadzanie i analizę wyników doświadczeń naukowych. Przykładem takiego zadania jest zadanie Bio2_18 *Kolorowe kartki*, w którym uczniowie mieli dopasować problem badawczy do opisanego eksperymentu.
- **Zadania mierzące umiejętność rozumowania**, czyli stosowania reguł logiki, prawidłowego wnioskowania i określania związków przyczynowo-skutkowych. Kategoria ta najsilniej odnosi się do punktu IV wymagań ogólnych. Elementy związane z logicznym rozumowaniem obecne są na przykład w zadaniach Bio1_01 z wiązki *Gruźlica i mukowiscydoza* czy Bio1_12 z wiązki *Stonka i ziemniaki*.

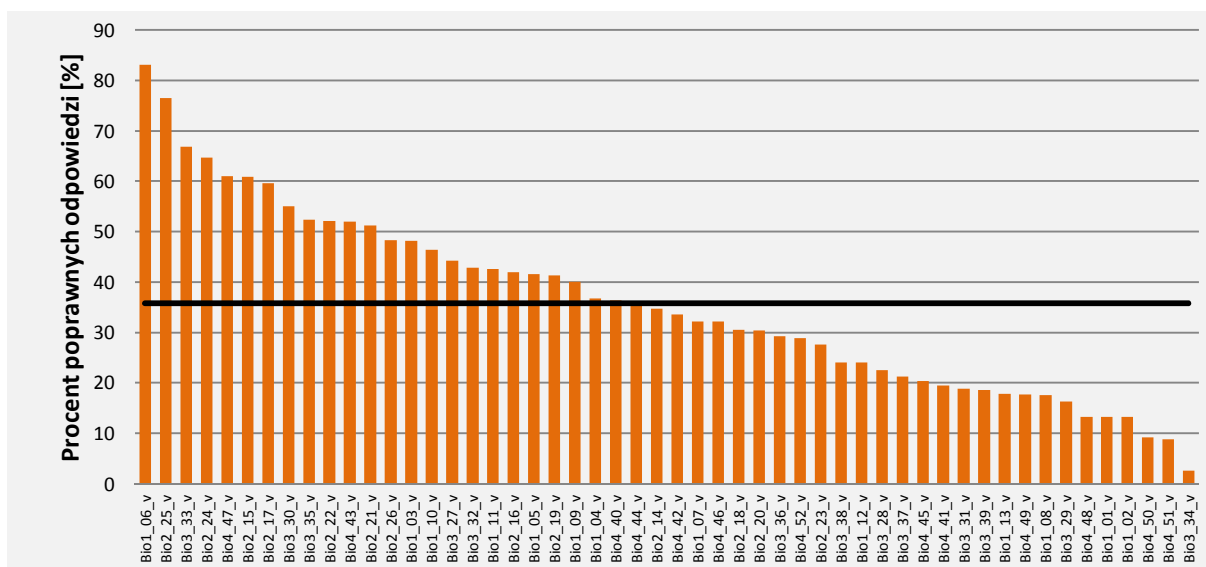
Układając test, starano się umieszczać w nim zadania o możliwie zróżnicowanej trudności, aby móc mierzyć opanowanie umiejętności i wiadomości zarówno przez uczniów o wyższych, jak i niższych kompetencjach. Tam, gdzie było to możliwe, przy ocenie trudności danego zadania opierano się na wynikach uprzednio przeprowadzonej standaryzacji (patrz: punkt 2.4).

4.2 Wyniki części biologicznej

4.2.1 Odsetek prawidłowych odpowiedzi

Wykres 4.1 przedstawia procent prawidłowych odpowiedzi udzielonych przez uczniów na każde z zadań tworzących biologiczną część testu. Rozpiętość jest znaczna: od 83,2% do 2,6%, przy średniej wynoszącej 35,8%. Warto zauważyć, że procent prawidłowych odpowiedzi zmienia się stopniowo i dość płynnie, dzięki czemu mamy niemal pełne spektrum zadań o malejącym odsetku prawidłowych odpowiedzi (przynajmniej w przedziale od 70% do 10%).

Wykres 4.1. Zadania według odsetka prawidłowych odpowiedzi udzielonych przez uczniów. Kolorem pomarańczowym zaznaczony jest procent poprawnych odpowiedzi uczniów na poszczególne zadania, czarna kreska pokazuje średni procent prawidłowych odpowiedzi



4.2.2 Trudność zadań z biologii według modelu IRT

Tak jak opisano to w załączniku w części 9.2.8, wyniki badania zostały poddane analizie za pomocą metody IRT, dzięki czemu na tej samej skali wyznaczono trudność każdego zadania oraz wynik każdego ucznia. Jako średnią arbitralnie przyjęto wartość 500. Spośród 52 zadań tworzących biologiczną część testu, 5 zostało wykluczonych ze skalowania, ponieważ charakteryzowały się zbyt niską wartością dyskryminacji i nie spełniały tym samym wymogów umożliwiających analizę według modelu IRT. W kolejnych dwóch zadaniach niska dyskryminacja wynikała z obecności pojedynczych wierszy (podpunktów zadania), które okazały się dla uczniów szczególnie trudne. W obu zadaniach przy skalowaniu pominięto wyniki dla tych wierszy, uzyskując w ten sposób zadowalające parametry statystyczne.

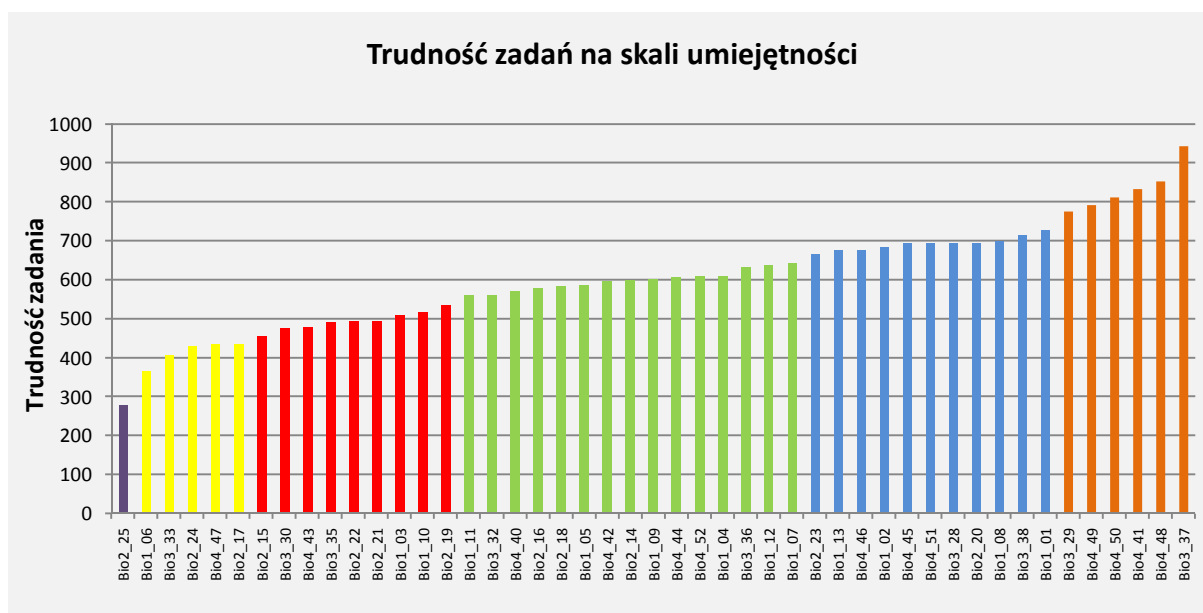
Wykres 4.2 przedstawia trudność (w rozumieniu IRT) 47 zadań wziętych pod uwagę przy skalowaniu biologicznej części testu. Przedziały odpowiadające poszczególnym poziomom umiejętności zostały wyznaczone co 100 punktów. Ten wstępny podział ma charakter arbitralny i być może po kolejnych cyklach badań celowa okaże się jego weryfikacja. Na potrzeby niniejszego raportu przyjęto następujące zakresy punktów:

poziom I	<350
poziom II	350–449
poziom III	450–549
poziom IV	550–649
poziom V	650–749
poziom VI	>749

Jak widać, liczba zadań na poszczególnych poziomach jest bardzo zróżnicowana, od zaledwie 1 na poz. I do 15 na poz. IV. Szczególnie znamienna jest tu duża różnica między poziomami I i II (łącznie 6 zadań) a poziomami V i VI (17 zadań), co oznacza, że dla znacznej liczby najslabszych uczniów test okazał się zdecydowanie zbyt trudny, bądź też uczniowie ci – z różnych przyczyn – nie podjęli nawet próby jego rozwiązania.

Wykres 4.2. Zadania tworzące biologiczną część testu według rosnącej trudności (wyznaczonej za pomocą metody IRT).

Na wykresie przedstawiono trudność jedynie 47 zadań, ponieważ 5 pozostałych charakteryzowało się zbyt niską dyskryminacją, aby włączyć je do skalowania. Kolorami zaznaczono poziomy trudności, do których zaliczono poszczególne zadania: kolorem fioletowym oznaczono poziom I, żółtym – poziom II, czerwonym – poziom III, zielonym – poziom IV, niebieskim – poziom V i pomarańczowym – poziom VI.



4.2.3 Poziomy umiejętności uczniów

Przyjmując za punkt wyjścia podział zadań przedstawiony na wykresie 4.2, starano się opisać, jakie umiejętności mierzone były przez zadania z poszczególnych poziomów, oraz ustalić, co sprawiało, że jedne zadania okazywały się dla uczniów trudniejsze, a inne – łatwiejsze. Opisy poszczególnych poziomów trudności, stanowiące zarazem charakterystykę zadań należących do tych poziomów, zestawiono w tabeli 4.4. Ze względu na bardzo małą liczbę zadań, poziomy I i II potraktowano łącznie. Poziomy V i VI również mają wspólny opis, ponieważ nie daje się zauważyć istotnych różnic między zadaniami należącymi do każdego z nich.

Tabela 4.4. Charakterystyka zadań z poszczególnych poziomów pod względem konstrukcji i sprawdzanych umiejętności. Ze względu na podobieństwo zadań z poziomów I i II oraz V i VI opisy tych par poziomów zostały potraktowane łącznie.

Poziom	Przedział punktowy	Liczba zadań	Charakterystyka
I	<350	1	Odtwarzanie wiadomości i wyuczonych schematów (np. sposobu zapisywania danych). Niemal wyłącznie zadania wielokrotnego wyboru, brak rozbudowanych wstępów, krótkie, jasne polecenia.
II	350–449	5	
III	450–549	9	Wyszukiwanie i porównywanie informacji wprost podanych w tekście (nawet dość długim i skomplikowanym), proste kojarzenie faktów, ocena prawdziwości stwierdzeń, podstawy metodologii badań (określanie próby kontrolnej). Pojawiają się zadania typu „prawda-fałsz”.
IV	550–649	15	Analiza i interpretacja danych (tekst, wykres, opis wyników doświadczenia), o ile nie jest do tego konieczne posiadanie informacji innych niż podane we wstępie do zadania. Wyciąganie wniosków, opisywanie zależności przyczynowo-skutkowych, znajomość metodologii badań biologicznych. Mniej więcej równa proporcja zadań typu „prawda-fałsz” i wielokrotnego wyboru.
V	650–749	11	Zaawansowana analiza i interpretacja danych (przedstawionych w bardzo różnorodnej formie) na podstawie wiedzy biologicznej, znajomości terminologii i ogólnej orientacji w tematyce, której dotyczy zadanie. Od połowy V poziomu coraz częstsze zadania „na przyporządkowanie”, bardzo mało zadań wielokrotnego wyboru.
VI	>749	6	

4.2.4 Umiejętności ponadprzedmiotowe na poszczególnych poziomach

Jak wspomniano w części poświęconej konstrukcji testu, spośród wszystkich zadań części biologicznej wyodrębniono trzy kategorie zadań sprawdzających opanowanie określonych umiejętności ponadprzedmiotowych. Były to:

- zadania sprawdzające rozumienie i analizę tekstu, czyli umiejętności zawierające się w punkcie III wymagań ogólnych dla biologii: *Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji*;
- zadania mierzące znajomość metodyki badań biologicznych, a zatem odnoszące się wprost do punktu II wymagań ogólnych;
- zadania mierzące rozumowanie w naukach przyrodniczych (w tym wnioskowanie i wskazywanie związków przyczynowo-skutkowych), czyli nawiązujące do punktu IV wymagań ogólnych: *Rozumowanie i argumentacja*.

Poniżej opisano, w jaki sposób zadania z tych trzech kategorii rozkładają się na poszczególnych poziomach trudności, co daje pewne wyobrażenie o gradacji umiejętności uczniów w każdym z tych obszarów.

4.2.4.1 Rozumienie i analiza tekstu

Należące do tej kategorii zadania z poziomów I–III sprawdzają przede wszystkim proste wyszukiwanie informacji w tekście, bez konieczności analizowania i wnioskowania. W tym przedziale wzrost trudności zadania polega głównie na wydłużaniu się i komplikowaniu tekstu. Na poziomie III uczniowie radzą sobie nawet z dość długimi i skomplikowanymi tekstami, pod warunkiem, że odpowiedzi na pytania można znaleźć wprost w tekście.

Na poziomie IV uczniowie potrafią już prowadzić prawdziwą analizę, czyli wyciągać wnioski na podstawie tekstu (np. zinterpretować wynik doświadczenia), pod warunkiem, że do udzielenia prawidłowej odpowiedzi nie jest konieczna specyficzna wiedza związana z omawianym zagadnieniem (tzn. wszystkie niezbędne informacje podane są w tekście). Przykładem jest zadanie Bio1_12 z wiązki *Stonka i ziemniaki*. Na tym poziomie analizowane teksty mogą już być skomplikowane i zawierać np. wykresy lub opisy przeprowadzonych doświadczeń (przenikanie się umiejętności analizy tekstu z umiejętnościami interpretacji danych w formie graficznej i ze znajomością metodologii badań naukowych).

Dopiero na poziomach V i VI uczniowie łączą umiejętność analizy tekstu ze swoją wiedzą na dany temat, np. w przypadku zadania Bio1_13 z wiązki *Stonka i ziemniaki* powinni nie tylko zrozumieć tekst, ale też mieć pewne pojęcie o ekologii, a w zadaniu Bio1_08 *Cytat z Darwina* – o doborze naturalnym i sztucznym.

4.2.4.2 Znajomość metodologii badań biologicznych

Na poziomach I–III znalazły się tylko 4 zadania z tej kategorii, w tym dwa mierzące wiedzę o próbie kontrolnej i jedno wymagające bardzo elementarnego wnioskowania na podstawie wyników.

Zadania z poziomu IV sprawdzają głównie umiejętność wyciągania wniosków z wyników doświadczenia, przedstawionych za pomocą tekstu lub wykresu. Znalazło się tam również zadanie Bio2_18 *Kolorowe kartki*, w którym sytuacja została odwrócona – trzeba dobrać problem badawczy do opisanego doświadczenia. Na przełomie IV i V poziomu pojawiają się zadania sprawdzające umiejętność planowania eksperymentu, a na poziomie wyższym również zadanie wymagające wskazania błędu w procedurze badawczej. Najtrudniejsze spośród zadań sprawdzających umiejętność posługiwania się metodologią badań to zadanie Bio1_01 z wiązki *Gruźlica i mukowiscydoza*, w którym trzeba określić, za którą hipotezą przemawiają dane fakty (szczególną trudność sprawił uczniom podpunkt, w którym należało zaznaczyć, że dany fakt może przemawiać za obiema hipotezami).

4.2.4.3 Rozumowanie

Zadania zakwalifikowane jako wymagające logicznego myślenia oraz znajomości praw nauki w zdecydowanej większości znalazły się na poziomach IV–VI. Zadania te dotyczą bardzo różnych dziedzin, ale zawsze, po krótszym lub dłuższym wstępie tłumaczącym problem, następuje pytanie lub polecenie wiążące się z koniecznością wnioskowania. Trzy zadania tego typu, które znalazły się wśród zadań łatwych, wydają się odnosić do wiedzy wyuczonej w szkole i nie wymagają od ucznia analizy nowych informacji lub dotyczą problemu znanego, bliskiego życia codziennego. Pozostałe

zadania należą do poziomów najtrudniejszych i wiążą się z analizą i interpretacją danych, np. zadanie Bio1_01 z wiązki *Gruźlica i mukowiscydoza* czy zadanie Bio1_13 z wiązki *Stonka i ziemniaki*. Wśród zadań z tej grupy zasadniczo brak jest zadań wielokrotnego wyboru.

4.2.5 Cele kształcenia a poziom trudności zadań

Pomijając oczywiste różnice wynikające z nierównomiernego rozkładu zadań pomiędzy poziomami, udało się w dużej mierze spełnić założenie badania, aby wszystkie wymagania ogólne, zapisane w podstawie programowej biologii, sprawdzać na różnych poziomach trudności. Tabela 5.5 pokazuje, że zadania odpowiadające poszczególnym wymaganiom ogólnym są obecne niemal na wszystkich poziomach umiejętności. Uwagę zwraca jedynie wyższy udział zadań odnoszących się do czwartego wymagania ogólnego na poziomach IV–VI. Zadania mierzące złożone umiejętności, mieszczące się w pojęciach „rozumowanie i argumentacja”, okazały się dla uczniów nieco trudniejsze.

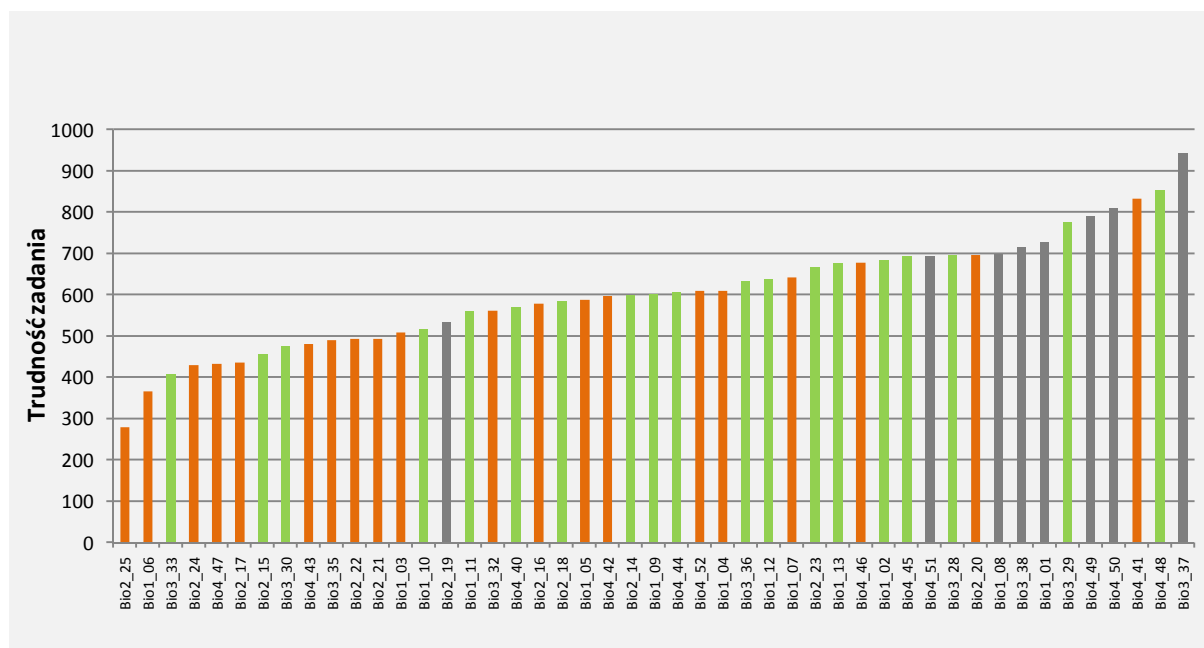
Tabela 4.5. Liczba zadań na poszczególnych poziomach trudności sprawdzających określone wymagania ogólne przedstawione w podstawie programowej biologii. *Liczby w tabeli nie sumują się do 47, ponieważ jedno zadanie mogło odnosić się do więcej niż jednego wymagania ogólnego.*

	I. Znajomość różnorodności biologicznej i podstawowych procesów biologicznych	II. Znajomość metodyki badań biologicznych	III. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji	IV. Rozumowanie i argumentacja	V. Znajomość uwarunkowań zdrowia człowieka
poziom I	1	0	0	0	0
poziom II	1	1	2	2	2
poziom III	4	3	5	3	4
poziom IV	5	6	8	7	4
poziom V	3	4	6	7	3
poziom VI	5	0	5	7	2

4.2.6 Konstrukcja zadania a poziom jego trudności

Jak wynika z wykresu 4.3, istnieje pewna zależność między konstrukcją zadania a jego trudnością. Na poziomach I i II występują niemal wyłącznie klasyczne zadania wielokrotnego wyboru. O relatywnie niskiej trudności tego typu zadań zdecydowało zapewne dość wysokie, bo wynoszące aż 25%, prawdopodobieństwo udzielenia prawidłowej odpowiedzi w sposób zupełnie losowy oraz fakt, że uczniowie są oswojeni z zadaniami o takiej konstrukcji. Na poziomie III zaczynają pojawiać się również zadania typu „prawda/fałsz”, nadal jednak przeważają zadania wielokrotnego wyboru. Proporcja ta odwraca się dopiero na poziomie IV, a od połowy poziomu V jest już bardzo mało zadań wielokrotnego wyboru, pojawiają się natomiast zadania „na przyporządkowanie”. Ten typ zadań okazał się dla uczniów wyraźnie najtrudniejszy. Z jednej strony może to wynikać ze stosunkowo rzadkiego stosowania takich zadań w praktyce szkolnej, z drugiej zaś należy pamiętać, że taka konstrukcja zadania jest często stosowana, kiedy sprawdzamy zdolność argumentacji (dobieranie uzasadnienia) czy wskazywania zależności przyczynowo-skutkowych, a umiejętności te, związane z pkt. IV wymagań ogólnych, wydają się być opanowane przez uczniów w stosunkowo niewielkim stopniu (por. tabela 4.5 oraz podpunkt *Rozumowanie* w części 4.2.4).

Wykres 4.3. Zależność między konstrukcją zadania a jego trudnością wyznaczoną w analizie IRT. Kolorem pomarańczowym zaznaczone są zadania wielokrotnego wyboru, zielonym zadania typu „prawda-falsz”, a szarym zadania „na przyporządkowanie”.



4.2.7 Kontekst zadania a jego trudność

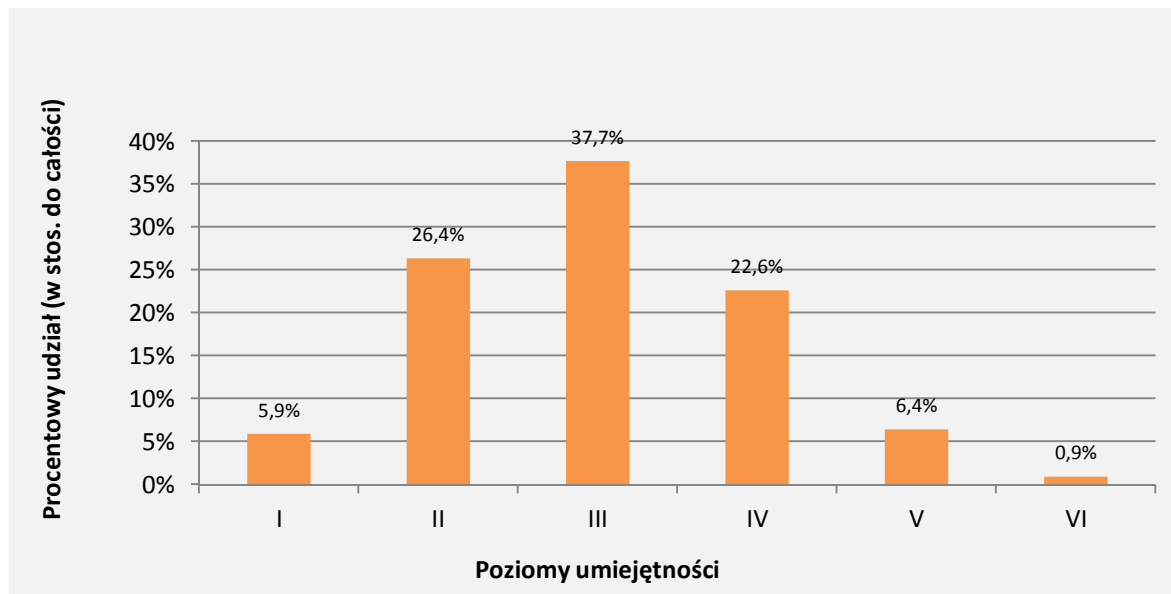
W biologicznej części testu nie zaobserwowano żadnej wyraźnej zależności pomiędzy kontekstem, w jakim osadzone było zadanie, a poziomem trudności, na którym się znalazło. Wydaje się zatem, że przedstawienie zagadnienia w kontekście praktycznym, naukowym bądź typowo szkolnym nie wpływało znacząco na prawdopodobieństwo rozwiązania zadania przez uczniów, bądź też wpływ ten był znikomy w porównaniu z innymi czynnikami.

4.2.8 Zróżnicowanie wyników pod względem płci i wyboru szkoły ponadgimnazjalnej

W przypadku biologii, podobnie jak dla pozostałych przedmiotów przyrodniczych, udział uczniów na poszczególnych poziomach umiejętności odpowiada mniej więcej rozkładowi normalnemu, z małym przesunięciem w stronę poziomów niższych (wykres 4.4). Najliczniej reprezentowany jest poziom III, do którego zalicza się 37,73% badanych. Charakterystyczny jest również duży odsetek uczniów na poziomach I i II, czyli takich uczniów, którzy opanowali jedynie zupełnie podstawowe umiejętności związane z biologią – stanowią oni łącznie aż 32,28% badanej populacji.

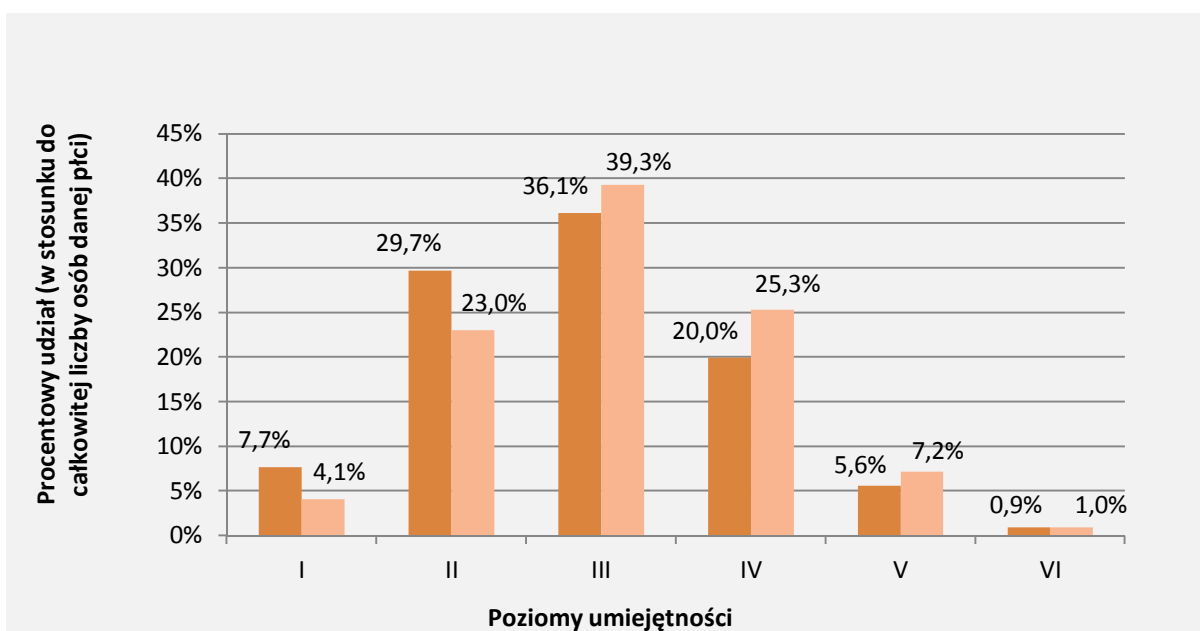
Pamiętając, że zgodnie z założeniami IRT uczeń o wyniku np. 400 ma 50% szans na rozwiązanie zadania o trudności 400, widzimy, że dla znacznej liczby uczniów test okazał się bardzo trudny. Aż 1/3 badanych reprezentowała bowiem poziomy I i II, do których należy zaledwie 6 spośród 47 włączonych do skalowania zadań (wykres 4.2). Na drugim końcu skali znajduje się 6 zadań najtrudniejszych, należących do poziomu VI. Odsetek uczniów na tym poziomie umiejętności jest jednak wielokrotnie niższy i wynosi zaledwie 0,94% (wykres 4.4).

Wykres 4.4. Procentowy udział uczniów na poszczególnych poziomach umiejętności.



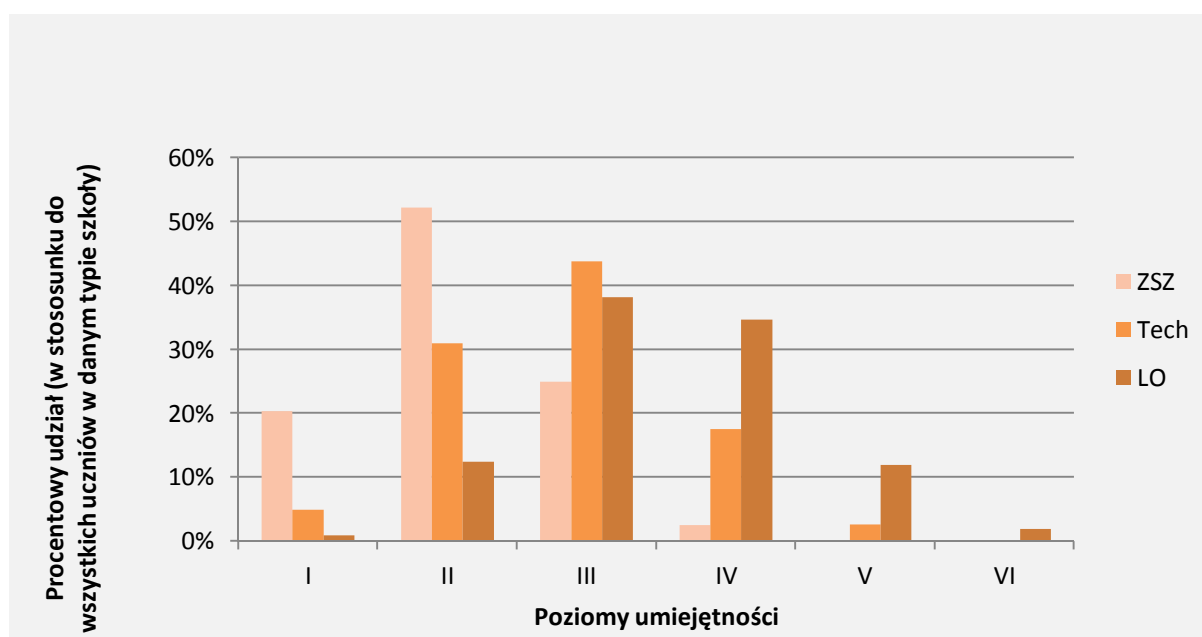
Analiza wyników testu z uwzględnieniem płci uczniów ujawniła, że dziewczęta uzyskiwały przeciętnie wyższy wynik na skali umiejętności niż chłopcy i była to różnica istotna statystycznie. Na wykresie 4.5 widać, że chłopcy przeważają na najniższych poziomach (I i II), zaś dziewczęta – na poziomach III–V. Wyniki wydają się wyrównywać się na poziomie VI, ponieważ jednak dotyczy to już bardzo niewielkiej grupy badanych, trudno wyciągać wnioski dotyczące proporcji płci wśród uczniów osiągających najlepsze wyniki.

Wykres 4.5. Procentowy udział dziewcząt i chłopców na poszczególnych poziomach umiejętności. Kolorem brązowym oznaczony jest procentowy udział chłopców, a pomarańczowym dziewcząt.



Ponieważ badanie przeprowadzane było wśród uczniów pierwszych klas różnych typów szkół ponadgimnazjalnych, możliwe było porównanie wyników pomiędzy poszczególnymi typami szkół. Należy jednak wyraźnie podkreślić, że testując wiedzę uczniów na samym początku edukacji w szkole ponadgimnazjalnej, w żadnym razie nie można oceniać skuteczności nauczania w tej szkole. Weryfikacji podlegała wiedza wyniesiona z wcześniejszej edukacji i na tej podstawie możemy co najwyżej ustalić, jaki typ szkoły wybrali uczniowie o najwyższych wynikach, a jaki – ci o najniższych.

Wykres 4.6. Procentowy udział uczniów na poszczególnych poziomach umiejętności uczęszczających w momencie przeprowadzenia badania do ZSZ, technikum bądź LO.



Wykres 4.6 pokazuje, że na naukę w zasadniczych szkołach zawodowych zdecydowali się niemal wyłącznie uczniowie z poziomów I–III. Jedynie ok. 2,5% uczęszczających tam uczniów osiągnęło w teście biologicznym wynik plasujący ich na poziomie IV, a osoby o jeszcze wyższych wynikach zdarzały się jedynie sporadycznie. W technikum przeważali uczniowie z poziomów II i III, jednak ten typ szkoły wybrało też całkiem sporo (17,57%) osób z poziomu IV. Począwszy od poziomu IV, uczniowie zdecydowali się głównie na naukę w liceach ogólnokształcących, jednak i w tym typie szkoły najliczniej reprezentowany był poziom III (38,14%), nie brakowało też uczniów na poziomie II (12,43%). Licea ogólnokształcące są zatem typem szkoły najbardziej zróżnicowanym pod względem poziomu umiejętności przyjmowanych uczniów.

4.3 Przykładowe zadania z biologii wraz z komentarzem

Wiązka Gruźlica i mukowiscydoza

Informacja do zadań Bio1_01, Bio1_02 i Bio1_03:

Gruźlicę wywołuje bakteria nazywana prątkiem gruźlicy. Choroba ta najczęściej atakuje płuca. Do typowych objawów należą bóle w klatce piersiowej, plucie krwią i przewlekły, męczący kaszel. Osoba przewlekłe chora na gruźlicę łatwo się męczy i często jest bardzo wychudzona.

Mukowiscydoza jest chorobą genetyczną, związaną z produkcją dużej ilości lepkiego śluzu w różnych narządach wewnętrznych. W płucach powoduje on utrudnione oddychanie, uporczywy kaszel i często przyczynia się do nawracającego zapalenia płuc. Nadmiar śluzu może też zatykać przewód trzustkowy, powodując dolegliwości ze strony układu pokarmowego, a u mężczyzn – prowadzić również do niedrożności nasieniowodów.

Zadanie Bio1_01

Treść zadania

Fryderyk Chopin od dzieciństwa ciężko chorował. Za jego życia lekarze uważali, że cierpiał na gruźlicę. Niedawno badacze wysunęli jednak hipotezę, że kompozytor był chory na mukowiscydozę.

W tabeli wymieniono kilka faktów z życia kompozytora. Zaznacz A, jeśli dany fakt przemawia za hipotezą o gruźlicy, B – jeśli przemawia za hipotezą o mukowiscydozie, C – jeśli przemawia za obiema hipotezami.

	Fakty z życia Chopina	Hipotezy o chorobie
1.	Chopin nie miał dzieci, mimo że prowadził aktywne życie płciowe.	<input type="checkbox"/> A / <input type="checkbox"/> B / <input type="checkbox"/> C
2.	Nawet nieznaczny wysiłek fizyczny powodował u Chopina silne zmęczenie i zadyszkę.	<input type="checkbox"/> A / <input type="checkbox"/> B / <input type="checkbox"/> C
3.	Chopin musiał być na ścisłej diecie, ponieważ bardzo szkodliły mu tłuste pokarmy.	<input type="checkbox"/> A / <input type="checkbox"/> B / <input type="checkbox"/> C

Metryczka zadania

Prawidłowa odpowiedź: 1–B, 2–C, 3–B.

Wymagania ogólne

III. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. (Uczeń odczytuje, analizuje, interpretuje i przetwarza informacje tekstowe, graficzne, liczbowe).

IV. Rozumowanie i argumentacja. (Uczeń interpretuje informacje i wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe między faktami, formułuje wnioski).

V. Znajomość uwarunkowań zdrowia człowieka. (Uczeń analizuje związek pomiędzy własnym postępowaniem a zachowaniem zdrowia (prawidłowa dieta, aktywność ruchowa, badania profilaktyczne)).

Wymagania szczegółowe

6.1.3. Budowa i funkcjonowanie organizmu człowieka. Tkanki, narządy, układy narządów. Uczeń opisuje budowę, funkcje i współdziałanie poszczególnych układów: ruchu, pokarmowego, oddechowego, krążenia, wydalniczego, nerwowego, dokrewnego i rozrodczego.

Odsetek prawidłowych odpowiedzi: 13,3%

Trudność: 728

Poziom trudności: V

Komentarz

W zadaniu mowa jest o dwóch chorobach: mukowiscydozie i gruźlicy, nie sprawdzamy tu jednak wiedzy na ich temat. Uczeń powinien natomiast wykazać się umiejętnością analizy i interpretacji tekstu, praktycznym zrozumieniem pojęcia „hipoteza” oraz podstawową znajomością funkcjonowania organizmu człowieka.

Pierwsze stwierdzenie dotyczące życia Chopina odnosi się do sugerowanej przez niektórych badaczy bezpłodności kompozytora. Uczniowie powinni skojarzyć ją z jednym z opisanych w tekście objawów mukowiscydozy – niedrożnością nasieniowodów. Ponieważ zaś bezpłodność nie występuje w przypadku gruźlicy, prawidłową odpowiedzią jest B. Uczniowie nie mieli problemu z tym punktem zadania – odpowiedź prawidłowa była najczęściej wybieraną przez każdą z 8 grup, a łącznie udzieliło jej 73,4% uczniów (wykres 4.7).

Drugi z faktów wymienionych w tabeli dotyczył zmęczenia i zadyszki pojawiających się u Chopina nawet po nieznamym wysiłku fizycznym. Informację tę należało odnieść do dwóch fragmentów tekstu. W części poświęconej gruźlicy zaznaczono, że osoba chora „łatwo się męczy”. W przypadku mukowiscydozy wspomniano natomiast o śluzie, który powoduje w płucach utrudnione oddychanie. Przytoczony fakt z życia kompozytora przemawia zatem w równym stopniu za obiema hipotezami (odpowiedź C). Stosunkowo niewielu (27,4%) uczniów odpowiedziało tutaj prawidłowo. Zdecydowanie najczęściej wybieraną, we wszystkich 8 grupach, była odpowiedź A – gruźlica (wykres 4.8). Zapewne, gdyby spytać uczniów wprost, czy osoba, która ma w płucach śluz utrudniający oddychanie, podczas wysiłku fizycznego łatwo się męczy i dostaje zadyszki, zdecydowana większość z nich odpowiedziałaby „tak”. W tym jednak przypadku niemal $\frac{3}{4}$ badanych nie dostrzegło takiej zależności. Jest to niewątpliwie dowód na niedostateczne opanowanie umiejętności analizy tekstu. Aż 85% uczniów (suma odpowiedzi A i C) wskazała na gruźlicę, w opisie której wprost zaznaczono, że chory „łatwo się męczy”, zatem odniesienie tej informacji do stwierdzenia o „silnym zmęczeniu” u Chopina wymagało jedynie porównania dwóch fragmentów tekstu. W przypadku mukowiscydozy natomiast, gdzie należało wykonać nieco bardziej skomplikowaną operację myślową, wyniki były już znacznie słabsze. Nie bez znaczenia był zapewne również fakt, że informacja dotycząca gruźlicy pojawiła się we wstępie do zadania jako pierwsza. Wielu uczniów, natrafiając na nią, mogło zatem postąpić zgodnie z zasadą: „znalazłem, o co pytano, nie szukam dalej”, i nawet nie zajrzeć do akapitu poświęconego mukowiscydozie.

W przypadku trzeciego faktu z życia Chopina mamy do czynienia z podobną sytuacją, jak w punkcie pierwszym. Uczeń powinien skojarzyć dietę, której musiał przestrzegać Chopin, z dolegliwościami ze strony układu pokarmowego towarzyszącymi mukowiscydozie i zaznaczyć odpowiedź B. W zasadzie nie jest tutaj niezbędna wiedza o roli trzustki – wystarczy uświadomić sobie związek między dietą a niesprawnym układem pokarmowym. Mimo, że zagadnienie jest podobne do tego poruszonego w punkcie pierwszym, poprawnej odpowiedzi udzieliło znacząco mniej uczniów (42,9%, wykres 4.9).

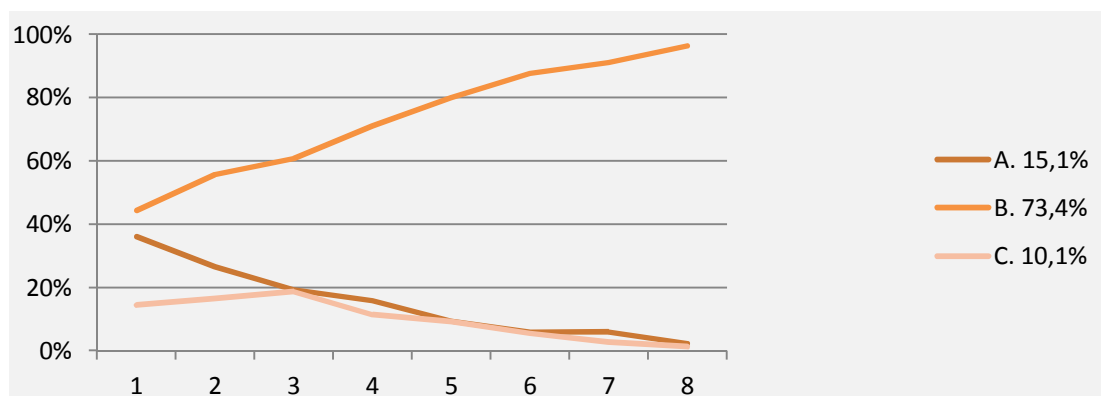
Najwyraźniej zatem skojarzenia nie były tutaj tak jednoznaczne, jak w przypadku bezpłodności i niedrożnych nasieniowodów.

Całe zadanie zostało prawidłowo rozwiązane przez zaledwie 13,3% badanych, przy czym w przypadku grupy 8., złożonej z uczniów, którzy osiągnęli najlepsze wyniki w całym teście, liczba prawidłowych odpowiedzi nie przekroczyła 30% (wykres 4.10). Tak słaby rezultat wynikał w największym stopniu ze wspomnianych trudności z punktem drugim. Po jego pominięciu odsetek prawidłowych odpowiedzi zwiększyłby się do 31,7%, a w przypadku grupy 8. – do 59,8%.

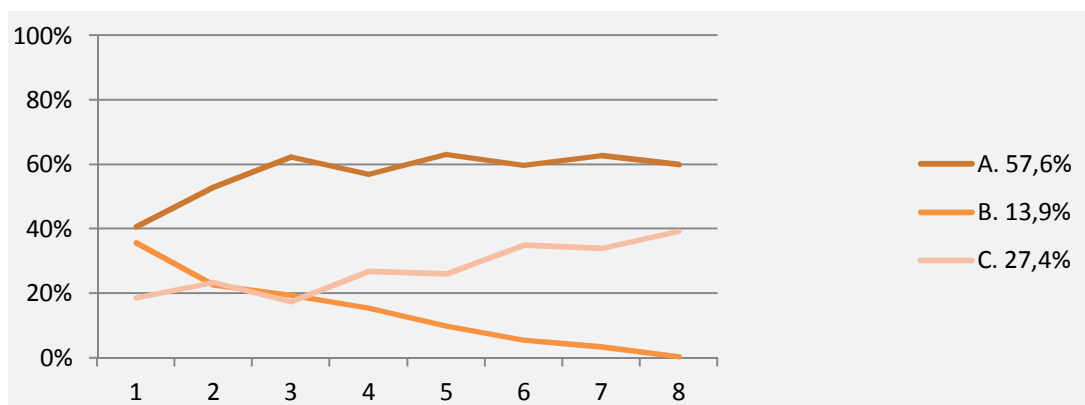
Wykresy

Na każdym wykresie w tym rozdziale na osi X zaznaczono poszczególne grupy uczniów (1 – grupa uczniów, którzy uzyskali najniższe wyniki w całym teście, 8 – grupa o najwyższych wynikach), na osi Y zaś – odsetek uczniów z danej grupy, którzy wybrali daną odpowiedź. Wartości nie sumują się do 100%, ponieważ każdorazowo uwzględniano także tę część uczniów, która nie wybrała żadnej odpowiedzi.

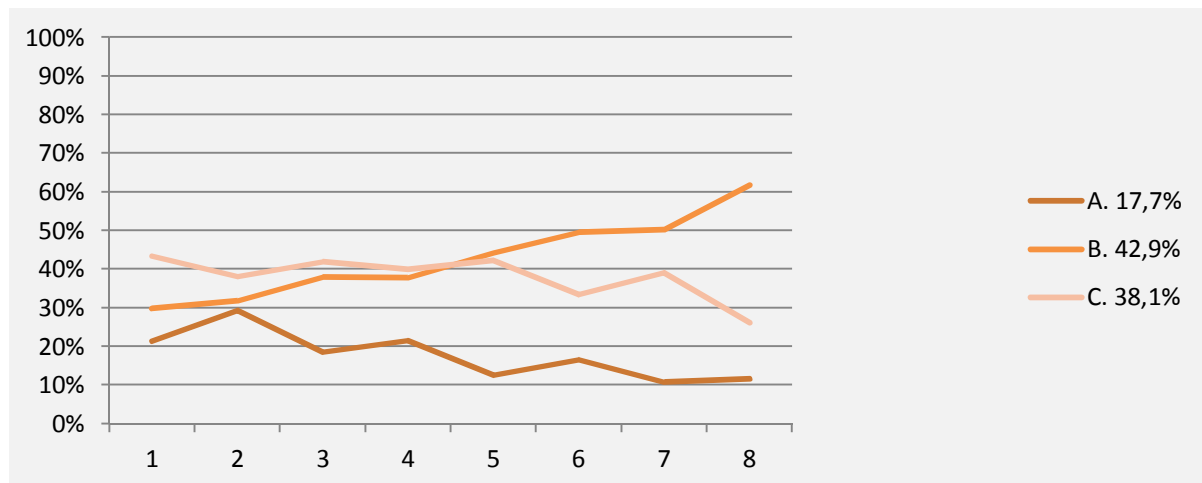
Wykres 4.7. Rozkład częstości odpowiedzi dla punktu pierwszego zadania Bio1_01 w zależności od wyniku uzyskanego przez ucznia w całym teście (1 – grupa uczniów o najniższych wynikach, 8 – grupa o wynikach najwyższych).



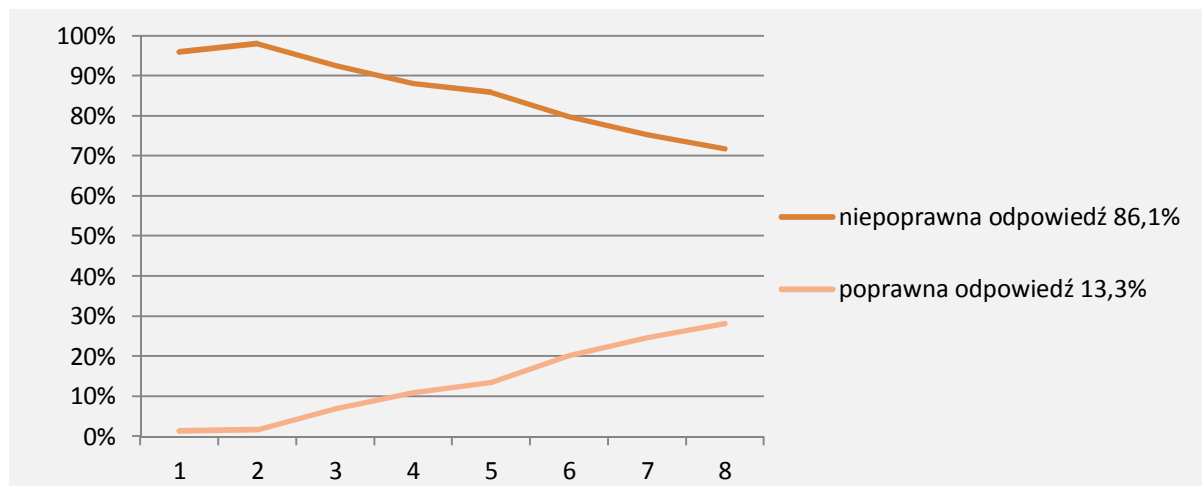
Wykres 4.8. Rozkład częstości odpowiedzi dla punktu drugiego zadania Bio1_01.



Wykres 4.9. Rozkład częstości odpowiedzi dla punktu trzeciego zadania Bio1_01.



Wykres 4.10. Odsetek uczniów w poszczególnych grupach, którzy rozwiązali prawidłowo całe zadanie Bio1_01.



Zadanie Bio1_02

Treść zadania

W tabeli przedstawiono różne formy leczenia chorób, w tym terapie będące jeszcze na etapie badań, które mogą być przydatne w leczeniu przyczyn i bezpośrednich objawów gruźlicy i mukowiscydozy.

Zaznacz **A**, jeśli dana terapia może być użyteczna w wypadku gruźlicy, **B** – w wypadku mukowiscydozy, **C** – w wypadku obu chorób.

Forma terapii	Przydatność terapii
1. Nowe, skuteczniejsze szczepionki	<input type="checkbox"/> A / <input type="checkbox"/> B / <input type="checkbox"/> C
2. Związki stymulujące naturalną odporność organizmu	<input type="checkbox"/> A / <input type="checkbox"/> B / <input type="checkbox"/> C
3. Środki rozrzedzające śluz	<input type="checkbox"/> A / <input type="checkbox"/> B / <input type="checkbox"/> C
4. Terapia genowa, polegająca na zastąpieniu uszkodzonego genu prawidłowym	<input type="checkbox"/> A / <input type="checkbox"/> B / <input type="checkbox"/> C

Metryczka zadania

Prawidłowa odpowiedź: 1–A, 2–A, 3–B, 4–B.

Wymagania ogólne

III. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. (Uczeń odczytuje, analizuje, interpretuje i przetwarza informacje tekstowe, graficzne, liczbowe).

IV. Rozumowanie i argumentacja. (Uczeń interpretuje informacje i wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe między faktami, formułuje wnioski).

V. Znajomość uwarunkowań zdrowia człowieka. (Uczeń analizuje związek pomiędzy własnym postępowaniem a zachowaniem zdrowia (prawidłowa dieta, aktywność ruchowa, badania profilaktyczne)).

Wymagania szczegółowe

7.3. Stan zdrowia i choroby. Uczeń wymienia najważniejsze choroby człowieka wywołane przez wirusy, bakterie, protisty i pasożyty zwierzęce oraz przedstawia zasady profilaktyki tych chorób; w szczególności przedstawia drogi zakażenia się wirusami HIV, HBV i HCV oraz HPV, zasady profilaktyki chorób wywołanych przez te wirusy oraz przewiduje indywidualne i społeczne skutki zakażenia.

8.9. Genetyka. Uczeń rozróżnia mutacje genowe (punktowe) i chromosomowe oraz podaje przykłady chorób człowieka warunkowanych takimi mutacjami (mukowiscydoza, zespół Downa).

Odsetek prawidłowych odpowiedzi: 13,3%

Trudność: 684

Poziom trudności: V

Komentarz

Choć zadanie to odwołuje się do tego samego wstępu, co zadanie poprzednie, sprawdza jednak nieco inny zasób wiedzy. Tym razem mniejszy nacisk położono na analizę tekstu, potrzebna natomiast jest ogólna znajomość podłoża chorób genetycznych i zakaźnych oraz wiedza o ich profilaktyce i leczeniu. W poleceniu dodatkowo podkreślono, że chodzi o przyczyny i bezpośrednie objawy obu schorzeń, aby nie było wątpliwości, że pytanie nie dotyczy bakteryjnych zakażeń dróg oddechowych, które często towarzyszą mukowiscydozie.

Pierwsza z proponowanych form terapii to szczepionki. Zwiększają one oczywiście odporność przeciwko chorobom bakteryjnym, takim jak gruźlica, jednak są zupełnie nieskuteczne przeciwko mukowiscydozie – chorobie genetycznej. Prawidłowa jest zatem odpowiedź A, którą zaznaczyło 51,8% uczniów. Znaczny odsetek (39,2%) uważał natomiast, że stymulacja układu odpornościowego może również pomóc w przypadku mukowiscydozy. Bardzo niewielu uczniów (8,0%) wskazało na samą tylko mukowiscydozę. Rozkład odpowiedzi w poszczególnych grupach uczniów przedstawia wykres 4.11. Najślabi wybierali przeważnie odpowiedź A, kierując się być może prostym skojarzeniem: gruźlica – szczepionka. Wśród uczniów przeciętnych wzrastał natomiast udział odpowiedzi C (w grupie 4. była ona nawet wybierana najczęściej), a dopiero uczniowie o najlepszych wynikach w zdecydowanej większości zaznaczali odpowiedź prawidłową.

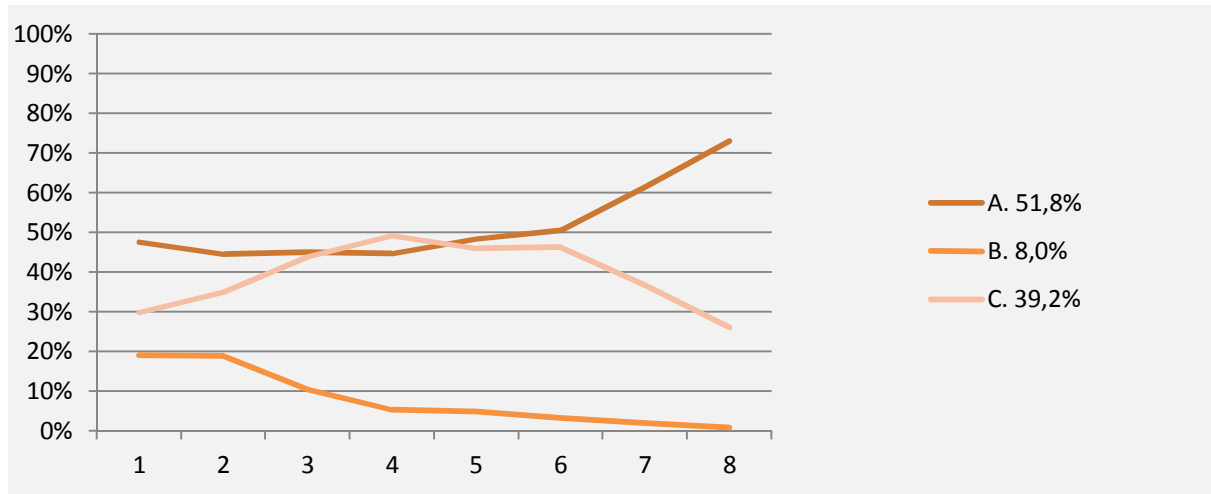
Druga z zaproponowanych form terapii jest w istocie bardzo zbliżona do pierwszej. Tu również chodzi o stymulację układu odpornościowego i tu także odpowiedzią prawidłową jest A. Wyniki dla tego podpunktu są nieco gorsze niż w wypadku poprzedniego (40,3% prawidłowych odpowiedzi) i ponownie widać, że zadanie różnicowało jedynie uczniów z wyższych grup – udział prawidłowych odpowiedzi w grupach 1–4 był niemal stały (wykres 4.12). Zwraca uwagę dwukrotnie wyższy niż w poprzednim przykładzie odsetek odpowiedzi B wśród najślabszych uczniów, wynikający prawdopodobnie z braku tak silnego, automatycznego skojarzenia z gruźlicą, jak w przypadku szczepionek. Ponownie jednak widzimy dużą częstość odpowiedzi C we wszystkich 8 grupach.

Trzecia forma terapii – stosowanie środków rozrzedzających śluz – w bezpośredni sposób nawiązuje do jednego z elementów opisu mukowiscydozy umieszczonego we wstępie do wiązki. Wystarczyło właściwie zatem uważnie przeczytać tekst, a dodatkowa wiedza o opisywanych chorobach nie była konieczna. Prawdopodobnie z tego też powodu wyniki dla tego punktu były najlepsze. Prawidłowej odpowiedzi udzieliło aż 72,8% uczniów, przy czym nawet w grupie 1. odsetek ten był stosunkowo wysoki (48,0%, wykres 4.13). Podobnie było w przypadku czwartego sposobu leczenia – terapii genowej. Skojarzenie jej z chorobą genetyczną (mukowiscydozą) nie sprawiło uczniom większej trudności (62,3% prawidłowych odpowiedzi, wykres 4.14).

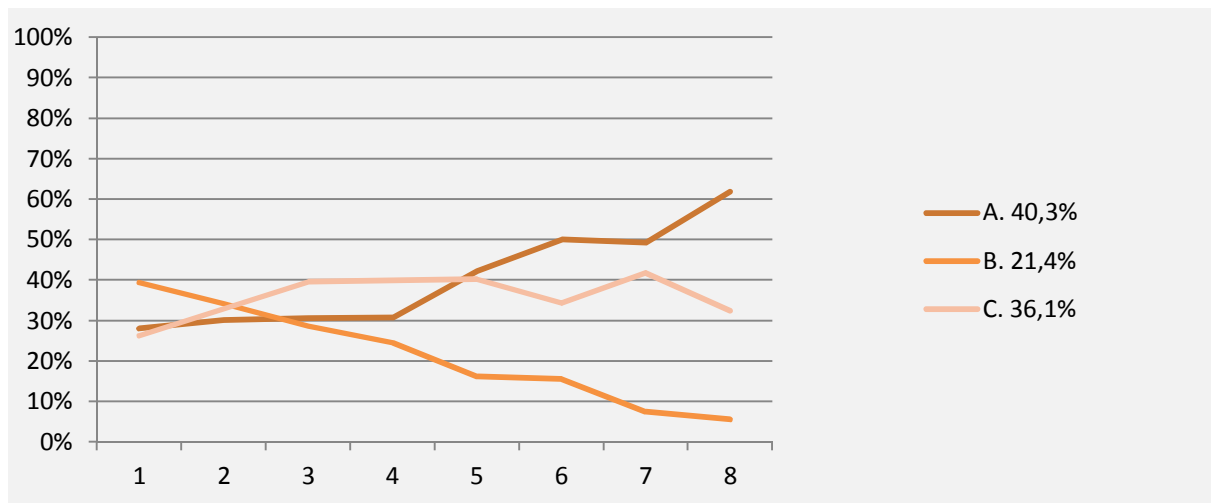
Całe zadanie prawidłowo rozwiązało zaledwie 13,3% uczniów (wykres 4.15), przy czym nie widać żadnego zróżnicowania pomiędzy grupami 1–4. Dopiero począwszy od grupy 5., dostrzec można wzrost odsetka prawidłowych odpowiedzi.

Wykresy

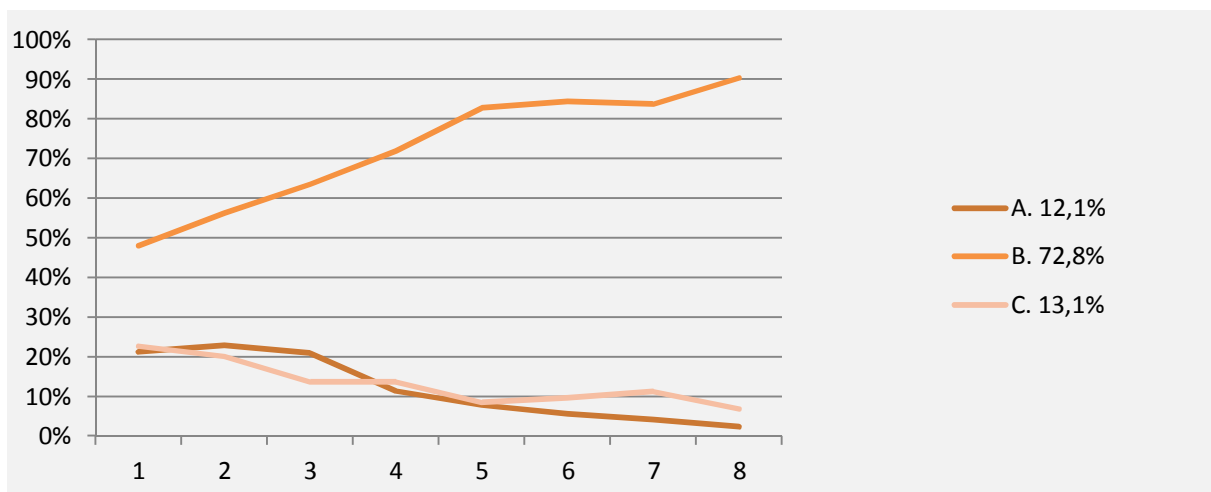
Wykres 4.11. Rozkład częstości odpowiedzi dla punktu pierwszego zadania Bio1_02.



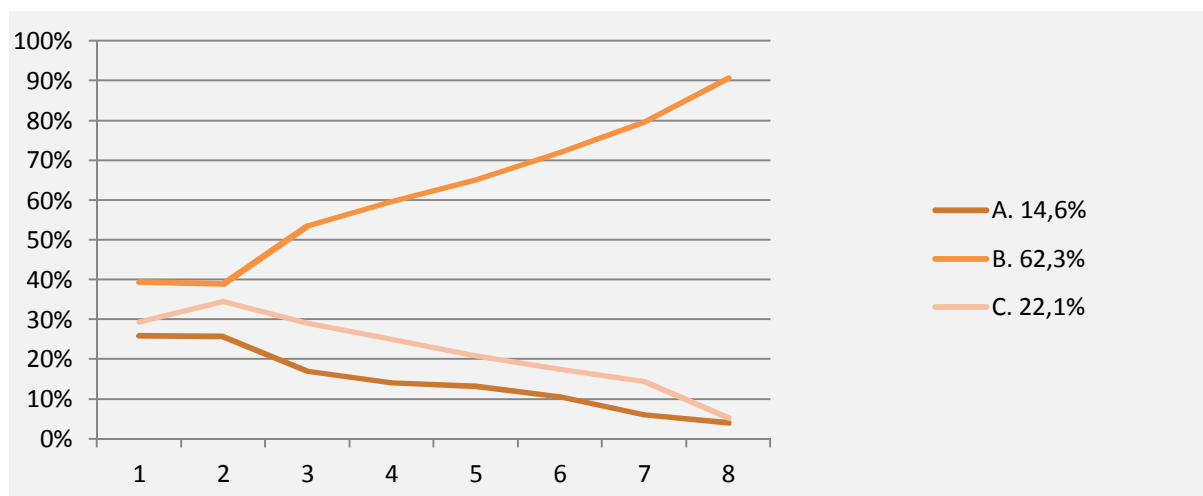
Wykres 4.12. Rozkład częstości odpowiedzi dla punktu drugiego zadania Bio1_02.



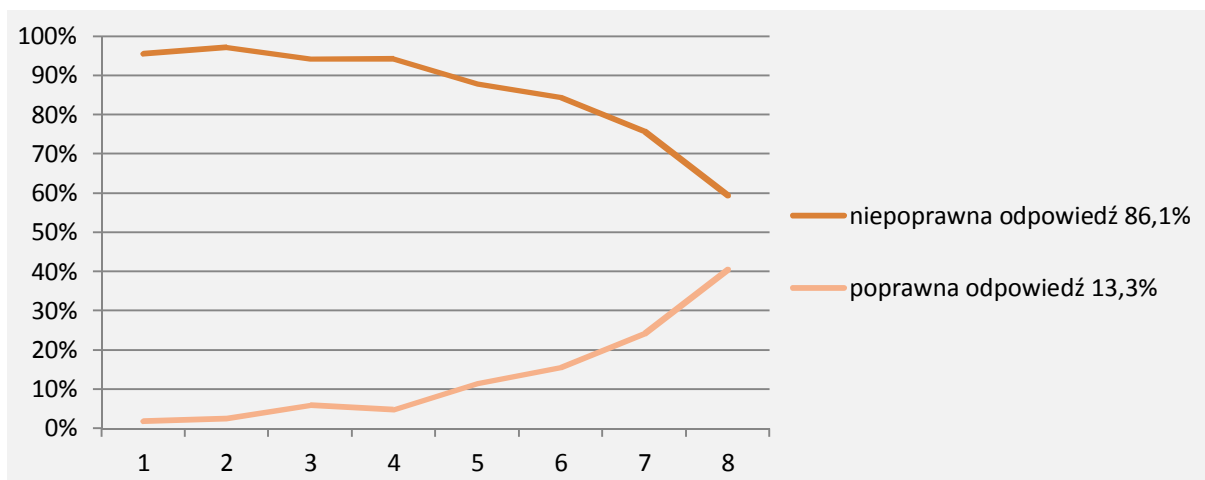
Wykres 4.13. Rozkład częstości odpowiedzi dla punktu trzeciego zadania Bio1_02.



Wykres 4.14. Rozkład częstości odpowiedzi dla punktu czwartego zadania Bio1_02.



Wykres 4.15. Odsetek uczniów w poszczególnych grupach, którzy rozwiązali prawidłowo całe zadanie Bio1_02.



Zadanie Bio1_03

Treść zadania

Wybierz prawdziwe zdanie.

- A. Częstym powikłaniem przy mukowiscydozie jest nawracające zapalenie płuc.
- B. Gruźlica często występuje w tej samej rodzinie, co oznacza, że jest chorobą dziedziczną.
- C. Osoby chore na mukowiscydozę powinny zasłaniać usta przy kaszlu, aby nie roznosić choroby drogą kropelkową.
- D. Bóle w klatce piersiowej dowodzą, że pacjent choruje na gruźlicę.

Metryczka zadania

Prawidłowa odpowiedź: A.

Wymagania ogólne

III. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. (Uczeń odczytuje, analizuje, interpretuje i przetwarza informacje tekstowe, graficzne, liczbowe).

IV. Rozumowanie i argumentacja. (Uczeń interpretuje informacje i wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe między faktami, formułuje wnioski).

V. Znajomość uwarunkowań zdrowia człowieka. (Uczeń analizuje związek pomiędzy własnym postępowaniem a zachowaniem zdrowia (prawidłowa dieta, aktywność ruchowa, badania profilaktyczne)).

Wymagania szczegółowe

7.3. Stan zdrowia i choroby. Uczeń wymienia najważniejsze choroby człowieka wywołane przez wirusy, bakterie, protisty i pasożyty zwierzęce oraz przedstawia zasady profilaktyki tych chorób; w szczególności przedstawia drogi zakażenia się wirusami HIV, HBV i HCV oraz HPV, zasady profilaktyki chorób wywołanych przez te wirusy oraz przewiduje indywidualne i społeczne skutki zakażenia.

8.9. Genetyka. Uczeń rozróżnia mutacje genowe (punktowe) i chromosomowe oraz podaje przykłady chorób człowieka warunkowanych takimi mutacjami (mukowiscydoza, zespół Downa).

Odsetek prawidłowych odpowiedzi: 48,2%

Trudność: 509

Poziom trudności: III

Komentarz

Zadanie 3 sprawdza w przybliżeniu te same wiadomości i umiejętności co zadanie 2. Rozwiązanie każdego z nich wymaga pewnej wiedzy na temat chorób bakteryjnych i wirusowych, a także przeprowadzenia analizy tekstu i prawidłowego wnioskowania. Zadania różnią się natomiast konstrukcją: zadanie 2. należy do typu „na przyporządkowanie”, podczas gdy zadanie 3. ma klasyczną formę zadania wielokrotnego wyboru z jedną prawidłową odpowiedzią.

Ocena prawdziwości stwierdzenia A wymaga właściwie jedynie odnalezienia w tekście fragmentu mówiącego, że gromadzący się u chorych na mukowiscydozę śluz „często przyczynia się do nawracającego zapalenia płuc”. Aby odrzucić odpowiedzi B i D, potrzebna jest natomiast umiejętność odróżniania zjawiska współwystępowania od zależności przyczynowo-skutkowej. Choroby genetyczne

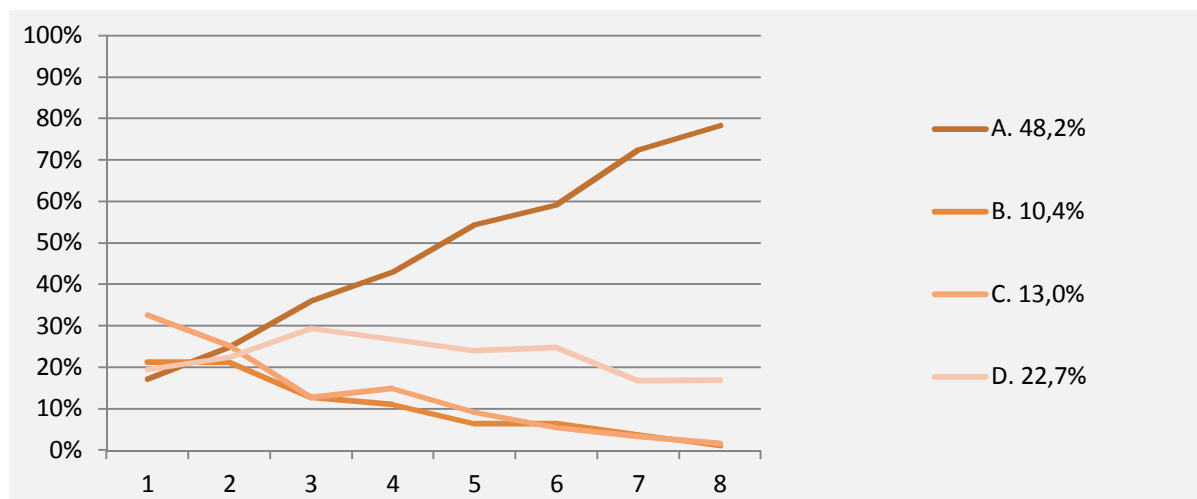
zwykle występują u członków tej samej rodziny, a gruźlicy towarzyszą bóle w klatce piersiowej, ale nie oznacza to oczywiście, że każda choroba dotykająca całą rodzinę ma podłoże genetyczne, ani że każdy ból w piersiach oznacza gruźlicę. Odpowiedź C należy z kolei odrzucić na podstawie wiedzy o tym, że mukowiscydoza jest chorobą genetyczną i jako taka nie przenosi się drogą kropelkową.

Można by zatem uznać, że spektrum wiadomości i umiejętności sprawdzanych w tym zadaniu jest dość szerokie, gdyby nie fakt, że uczeń ma wybrać jedną tylko odpowiedź. Jeśli zatem prawidłowo oceni prawdziwość stwierdzenia A, nie musi już w ogóle analizować pozostałych trzech odpowiedzi, a my nie uzyskujemy żadnych informacji o jego wiedzy na tematy, których one dotyczą. Pod tym względem niewątpliwie konstrukcja przyjęta w zadaniach 1 i 2, w których uczeń odnosi do każdego stwierdzenia osobno, pozwala na o wiele dokładniejszą diagnozę jego wiedzy. Jest to również przykład ukazujący, w jaki sposób konstrukcja zadania może wpłynąć na jego trudność. Nie zmienia to jednak faktu, że zadanie 3 bardzo dobrze zróżnicowało uczniów. W grupie 1. prawidłowej odpowiedzi udzieliło zaledwie 17,2% badanych, podczas gdy w grupie 8. było to już 78,3% (wykres 4.16).

Na koniec warto zwrócić uwagę, że najczęściej wybieraną odpowiedzią błędną było stwierdzenie D, w którym mowa jest o towarzyszących gruźlicy bólach w klatce piersiowej. Prawdopodobnie uczniowie wybierali ją dlatego, że jako jedyna oprócz odpowiedzi A odnosi się wprost do fragmentu analizowanego tekstu („Do typowych objawów należą bóle w klatce piersiowej”). Raz jeszcze widać zatem, że część uczniów ma skłonność do poszukiwania prawidłowej odpowiedzi poprzez proste wyszukiwanie w analizowanym tekście sformułowań zawartych w pytaniu, bez głębszej analizy.

Wykresy

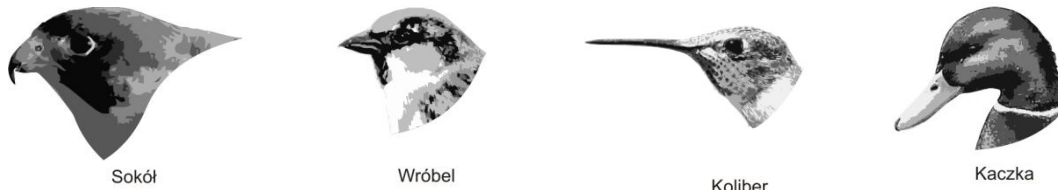
Wykres 4.16. Rozkład częstości wyboru poszczególnych odpowiedzi w zadaniu Bio1_03.



Zadanie Bio1_06. Dzioby ptaków

Treść zadania

Rysunek przedstawia głowy czterech różnych gatunków ptaków.



(nie odwzorowuje rzeczywistej skali)

Kształt dzioba odzwierciedla, w jaki sposób ptaki

- A. walczą ze sobą o zdobycie tego samego pożywienia.
- B. różnią się pod względem ilości pożywienia, koniecznej, aby przeżyć.
- C. magazynują pożywienie na miesiące zimowe.
- D. przystosowane są do zdobywania pożywienia z różnych źródeł.

Metryczka zadania

Prawidłowa odpowiedź: D.

Wymagania ogólne

I. Znajomość różnorodności biologicznej i podstawowych procesów biologicznych. (Uczeń przedstawia i wyjaśnia zależności między organizmem a środowiskiem, wskazuje ewolucyjne źródła różnorodności biologicznej).

Wymagania szczegółowe

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

Odsetek prawidłowych odpowiedzi: 83,2%.

Trudność: 366.

Poziom trudności: II.

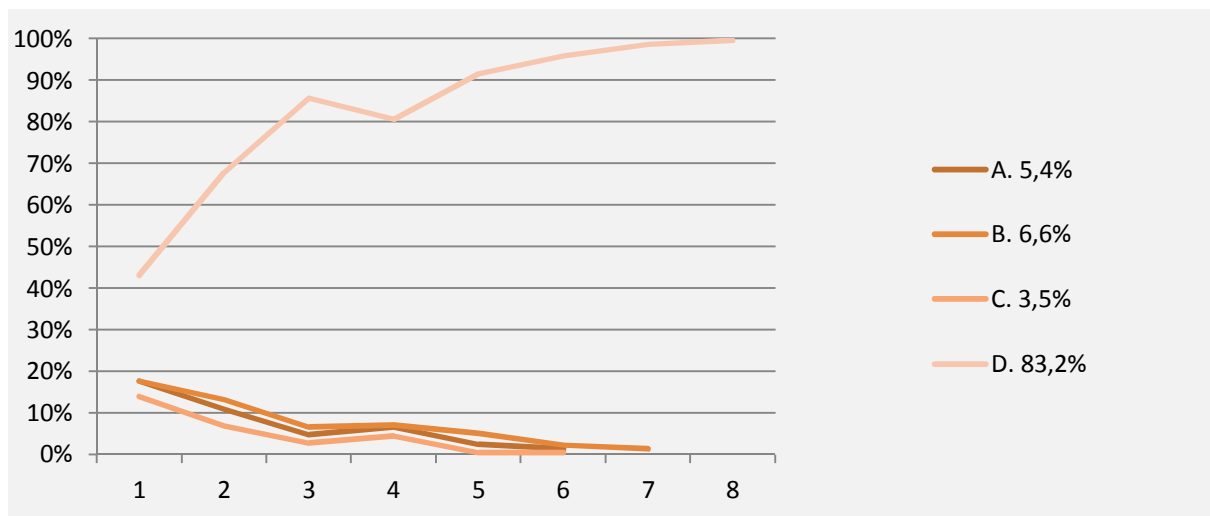
Komentarz

Zadanie sprawdza wiedzę uczniów o ewolucyjnym przystosowaniu organizmów do środowiska. Trudno przy tym o bardziej typowy przykład niż przedstawiony we wstępie. Kształt dzioba ptaków jest bowiem już od czasu słynnych „zięb Darwina” tradycyjną ilustracją zmienności organizmów, będącej wyrazem przystosowania do różnych sposobów zdobywania pokarmu. Rysunki takie jak zamieszczony we wstępie do zadania można zaś znaleźć w wielu podręcznikach biologii przeznaczonych dla różnych etapów edukacyjnych.

Do prawidłowego rozwiązania zadania konieczne było zatem jedynie zapamiętanie określonych informacji. W połączeniu z prostą, typową konstrukcją (zadanie wielokrotnego wyboru) sprawiło to, że zadanie 6 było jednym z najłatwiejszych w całym teście (wykres 4.17). Właściwej odpowiedzi udzieliło aż 83,2% badanych, przy czym nawet w grupie 1. (o najniższych wynikach z całego testu) prawidłowo odpowiedziało 43% uczniów, a w grupie 8. – niemal wszyscy (99,6%).

Wykresy

Wykres 4.17. Rozkład częstości wyboru poszczególnych odpowiedzi w zadaniu Bio1_06.



Zadanie Bio1_08. Cytat z Darwina

Treść zadania

Poniżej przedstawiono cytat z dzieła Karola Darwina:

Gdyby dobór polegał jedynie na wydzielaniu pewnych wyróżniających się odmian i dalszym ich rozmnażaniu, to zasada jego działania byłaby tak prosta, że nie warto byłoby o niej tu wspominać. Istotą doboru jest jednak gromadzenie w ciągu kolejnych pokoleń zmian w określonym kierunku, tak drobnych, że niedostrzegalnych dla niedoświadczonego oka – ja w każdym razie nie zdołałem ich zauważyć. Mniej niż jeden człowiek na tysiąc ma na tyle wprawne oko i osąd, by stać się wybitnym hodowcą. Jeśli jednak jest obdarzony tymi talentami (...), odniesie sukces i może dokonywać znacznych ulepszeń.

(1) Cytowany tekst opisuje

- A. dobór naturalny,
- B. dobór sztuczny,

(2) ponieważ jest w nim mowa o

- A. drobnych zmianach gromadzących się w ciągu pokoleń.
- B. rozmnażaniu się osobników faworyzowanych poprzez dobór.
- C. zwiększaniu się przystosowania organizmów do środowiska.
- D. celowych ulepszeniach dokonywanych przez hodowcę.

Metryczka zadania

Prawidłowa odpowiedź: B, D.

Wymagania ogólne

1.2. Uczeń wyjaśnia zjawiska i procesy biologiczne zachodzące w wybranych organizmach i w środowisku.

1.4. Uczeń wskazuje ewolucyjne źródła różnorodności biologicznej.

3.2. Uczeń odczytuje, analizuje, interpretuje i przetwarza informacje tekstowe, graficzne, liczbowe.

3.3. Uczeń rozumie i interpretuje pojęcia biologiczne, zna podstawową terminologię biologiczną.

Wymagania szczegółowe

IX.2. Uczeń wyjaśnia na odpowiednich przykładach, na czym polega dobór naturalny i sztuczny, oraz podaje różnice między nimi.

Odsetek prawidłowych odpowiedzi: 17,7%.

Trudność: 700.

Poziom trudności: V.

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność analizy tekstu na podstawie wiedzy biologicznej, a zatem z jednej strony odwołuje się do punktu I wymagań ogólnych (*Znajomość różnorodności biologicznej i podstawowych procesów biologicznych*), z drugiej zaś do punktu III (*Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji*). Aby udzielić prawidłowej odpowiedzi, uczeń nie tylko powinien posiadać odpowiednią wiedzę (rozdzielić dobór naturalny od doboru sztucznego), ale też powinien potrafić odnaleźć w tekście informacje przemawiające za którąś z tych możliwości. Jest to kluczowa kombinacja umiejętności przy dzisiejszym niezwykle szerokim dostępie do informacji, kiedy to, wykorzystując podstawowy zasób wiadomości, poprzez samodzielną pracę z różnego rodzaju źródłami zdobywamy bardziej szczegółową wiedzę.

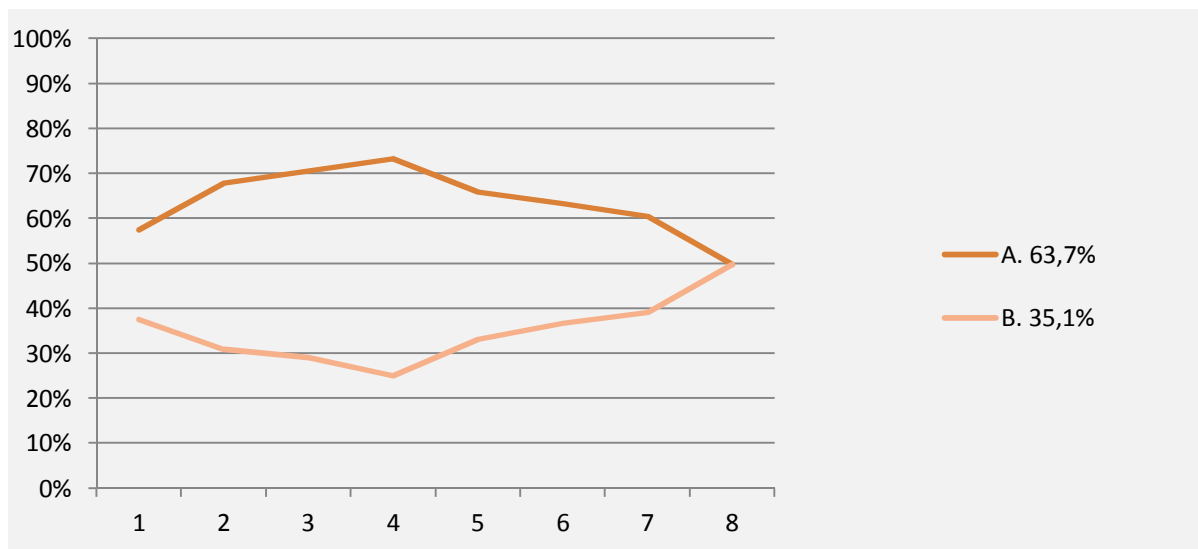
W omawianym zadaniu przedmiotem analizy jest fragment dzieła Karola Darwina *O powstawaniu gatunków*. Aby archaiczny język nie stanowił dla uczniów dodatkowego utrudnienia, zrezygnowano z wykorzystania klasycznego przekładu Dicksteina i Nusbauma z 1884 roku, zastępując je własnym, uwspółcześnionym tłumaczeniem z oryginału angielskiego. Po przeczytaniu tekstu uczeń powinien zdecydować, czy opisuje on dobór naturalny czy sztuczny, a następnie wyszukać wśród podanych uzasadnień to, które jest odpowiednie do dokonanego wyboru; pod względem konstrukcji jest to zatem zadanie „na przyporządkowanie”. Bardzo wyraźne wskazówki przemawiające za doбором sztucznym odnajdujemy w dwóch ostatnich zdaniach cytatu, gdzie wprost mowa jest o hodowcy i dokonywanych przez niego „znaczących ulepszeniach”. Prawidłowa odpowiedź brzmi zatem: *Cytowany tekst opisuje (B) dobór sztuczny, ponieważ jest w nim mowa o (D) celowych ulepszeniach dokonywanych przez hodowcę*.

W pierwszej części zadania błędną odpowiedź A zaznaczyło aż 63,7% uczniów (w tym połowa uczniów z grupy 8.), być może kierując się utartym skojarzeniem: Darwin – dobór naturalny (wykres 4.18). W drugiej części natomiast największą popularnością cieszyła się odpowiedź A (37,1%), podczas gdy prawidłową odpowiedź D zaznaczyło 26,2% badanych (wykres 4.19). Dystraktory B i C wybrało, odpowiednio, 16,8% i 17,9% uczniów. Być może wynika to z faktu, że odpowiedzi A i D bezpośrednio nawiązywały do sformułowań użytych w tekście, podczas gdy o faworyzowaniu osobników przez dobór (odpowiedź B) czy zwiększaniu się przystosowania do środowiska (odpowiedź C) w cytowanym fragmencie w ogóle nie było mowy. Pozostaje to w zgodzie z wynikami uzyskanymi dla innych tego typu zadań, które wskazują, że absolwenci gimnazjów dobrze radzą sobie z wyszukiwaniem i porównywaniem informacji tekstowych, podczas gdy znaczny problem sprawia im już wyciąganie wniosków z tych porównań i interpretacja odczytanych treści.

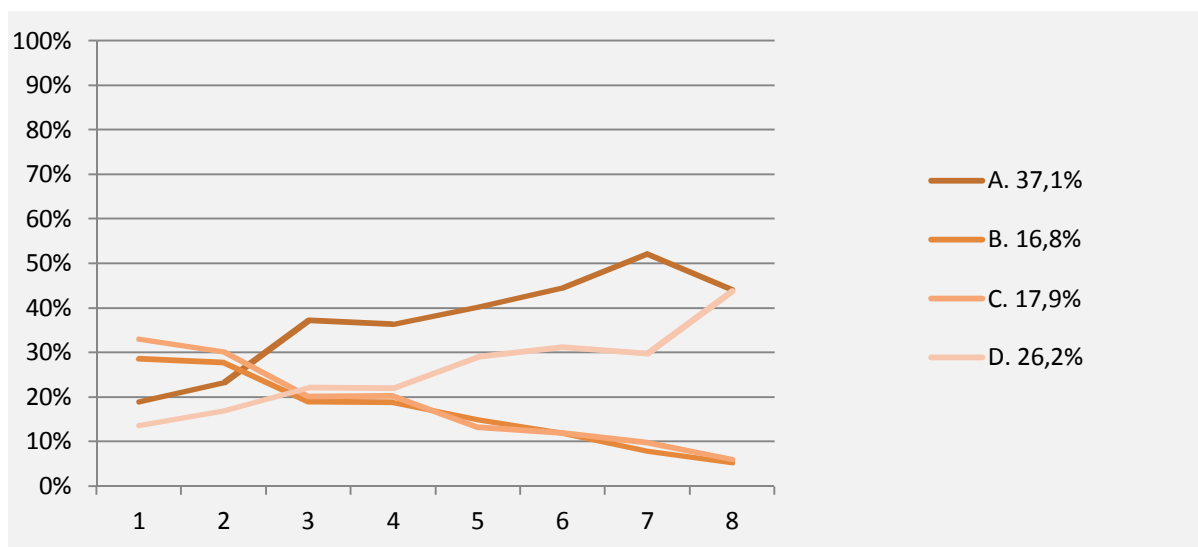
Zadanie prawidłowo rozwiązało zaledwie 17,7% uczniów, przy czym nawet w grupie 8. (złożonej z tych, którzy osiągnęli najlepsze wyniki w całym teście), odsetek ten wyniósł tylko 41,0% (wykres 4.20). Co ciekawe, bez względu na to, którą odpowiedź zaznaczyli w pierwszej części zadania, uczniowie zwykle w logiczny sposób wybierali uzasadnienie w części drugiej. Ci, którzy wskazali na dobór naturalny, zdecydowanie najczęściej zaznaczali odpowiedź A, a ci, którzy uważali, że chodzi o dobór sztuczny – odpowiedź D. Jeszcze wyraźniej było to widoczne wśród uczniów z grupy 8., którzy wybierali niemal wyłącznie kombinację A–A lub B–D (po 41,0%). Pokazuje to, że uczniowie, szczególnie ci zdolniejsi, rozumieli, na czym polegają dobór sztuczny i dobór naturalny. Przyczyną słabego wyniku była natomiast niedostateczna umiejętność analizy tekstu.

Wykresy

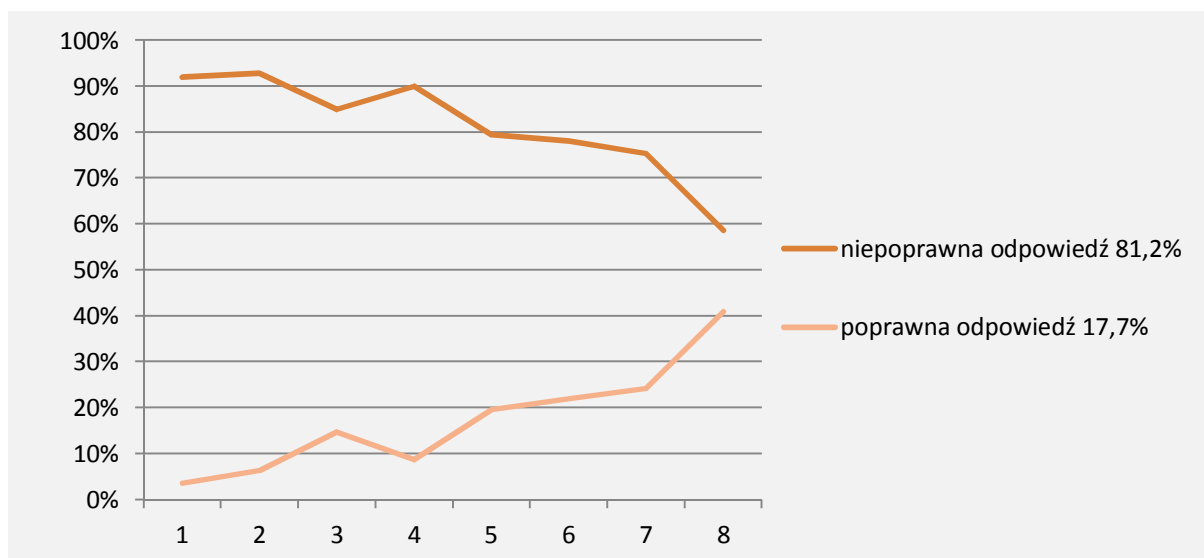
Wykres 4.18. Rozkład częstości odpowiedzi w pierwszej części zadania Bio1_06.



Wykres 4.19. Rozkład częstości odpowiedzi w drugiej części zadania Bio1_06.



Wykres 4.20. Odsetek uczniów w poszczególnych grupach, którzy rozwiązali prawidłowo całe zadanie Bio1_06.



Wiązka Stonka i ziemniaki

Wstęp do zadań Bio1_12 i Bio1_13

Pierwotnie stonka ziemniaczana żyła wyłącznie w Ameryce Północnej, na terenie dzisiejszego stanu Kolorado. Zależności międzygatunkowe panujące w tamtejszym ekosystemie utrzymywały liczebność jej populacji na stałym poziomie. Wszystko zmieniło się, gdy ludzie przywieźli do Kolorado nową roślinę. Był to pochodzący z oddalonej o tysiące kilometrów Ameryki Południowej ziemniak. Na początku XX w., wraz z transportem amerykańskich ziemniaków, stonka dotarła do Europy. Dzisiaj zarówno roślinę, jak i żywiącego się nią owada można spotkać w niemal całej strefie umiarkowanej półkuli północnej.

Zadanie Bio1_12

Treść zadania

Na podstawie informacji zawartych w tekście oceń, które z poniższych stwierdzeń są prawdziwe, a które fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda czy fałsz?
1. Choć dzisiaj ludzie uważają stonkę za szkodnika, pierwotnie pełniła ważną funkcję – regulowała liczebność populacji ziemniaka.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz
2. Ziemniak jest jedyną rośliną, którą stonka może się żywić.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz
3. Stonka rozprzestrzeniła się na ogromnym obszarze, ponieważ ludzie zaczęli uprawiać ziemniaki.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz

Metryczka zadania

Prawidłowa odpowiedź: Fałsz, Fałsz, Prawda.

Wymagania ogólne

I. Znajomość różnorodności biologicznej i podstawowych procesów biologicznych. (Uczeń wyjaśnia zjawiska i procesy biologiczne zachodzące w wybranych organizmach i w środowisku, przedstawia i wyjaśnia zależności między organizmem a środowiskiem).

III. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. (Uczeń odczytuje, analizuje, interpretuje i przetwarza informacje tekstowe, graficzne, liczbowe).

IV. Rozumowanie i argumentacja. (Uczeń interpretuje informacje i wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe między faktami, formułuje wnioski).

Wymagania szczegółowe

4.6. Uczeń wyjaśnia, jak zjadający i zjadani regulują wzajemnie swoją liczebność;

4.9. Uczeń opisuje zależności pokarmowe (łańcuchy i sieci pokarmowe) w ekosystemie, rozróżnia producentów, konsumentów i destruktorów oraz przedstawia ich rolę w obiegu materii i przepływie energii przez ekosystem.

Odsetek prawidłowych odpowiedzi: 24,1%.

Trudność: 638.

Poziom trudności: IV.

Komentarz

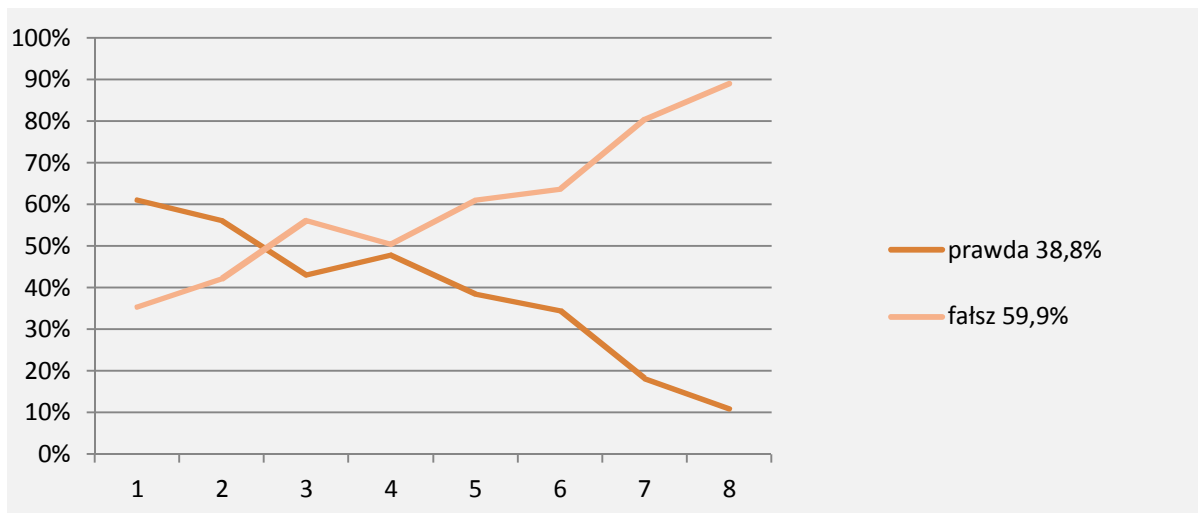
Na podstawie przeczytanego tekstu uczeń ma za zadanie ocenić prawdziwość trzech przedstawionych w tabeli stwierdzeń. Sprawdzamy zatem umiejętność analizy tekstu i formułowania wniosków. Nie jest przy tym wymagana głębsza znajomość opisywanego zagadnienia, ponieważ wszystkie potrzebne informacje podano już we wstępie. Dowiadujemy się z niego przede wszystkim, że stonka nie miała żadnej styczności z ziemniakiem, dopóki człowiek nie rozpoczął uprawy tej rośliny, co doprowadziło do rozprzestrzenienia się obu gatunków na bardzo dużym obszarze. Stwierdzenie pierwsze jest zatem całkowicie fałszywe – stonka nie mogła w naturze regulować populacji ziemniaka, ponieważ występował on w zupełnie innym, odległym o tysiące kilometrów, ekosystemie. Odpowiedź *Fałsz* zaznaczyło 59,9% uczniów, co nie stanowi dobrego wyniku, zważywszy, że przy zupełnie losowym udzielaniu odpowiedzi odsetek ten wyniósłby 50%. Na wykresie 4.21 widać jednak, że ocena tego stwierdzenia wyraźnie różnicuje uczniów. Ci z grupy 1. (osiągającej najniższe wyniki w całym teście), częściej wybierali odpowiedź błędną, podczas gdy niemal 90% uczniów z grupy 8. (najlepsze wyniki w całym teście) odpowiedziało prawidłowo. Drugie stwierdzenie odnosi się w zasadzie do tej samej kwestii. Skoro stonka od początku swojego istnienia obywatła się bez ziemniaka, to oczywiście nie może on być jej jedyną rośliną żywicielską. Stwierdzenie drugie jest przy tym znacznie krótsze od pierwszego i brak w nim bardziej skomplikowanych wyrażeń, takich jak „regulacja liczebności populacji”. Można by spodziewać się zatem, że nawet słabsi uczniowie po przeczytaniu tekstu nie będą mieli trudności z ocenieniem tego zdania jako fałszywego. Okazuje się jednak, że za prawdziwe uznało je aż 52,7% badanych (wykres 4.22). Co więcej, osoby zaznaczające w drugim wierszu *Prawda* przeważały we wszystkich grupach poza 8., zatem nawet dość zdolni uczniowie nie poradzili sobie z tym, zdawałoby się, banalnym zadaniem. Najprawdopodobniej wynika to z istnienia utartego, powtarzanego od najwcześniejszych lat nauki, schematu „stonka żywi się ziemniakami” (utrwalonego dodatkowo w nazwie owada). Wygląda zatem na to, że absolwenci gimnazjów bardziej są skłonni polegać na wyuczonych wiadomościach, niż korzystać z danych źródłowych lub też że analiza tych danych sprawia im większą trudność, niż można by przypuszczać.

Prawdziwość zdania trzeciego okazała się być najłatwiejsza do oceniania – prawidłowej odpowiedzi *Prawda* udzieliło aż 80,9% badanych (wykres 4.23). Wynika to najprawdopodobniej z faktu, że stwierdzenie to znajdowało potwierdzenie nie tylko w analizowanym tekście, ale też w wiedzy potocznej uczniów – tej samej, która „utrudniła” prawidłową odpowiedź w przypadku stwierdzenia 2 (*Ziemniak jest jedyną rośliną, którą stonka może się żywić*).

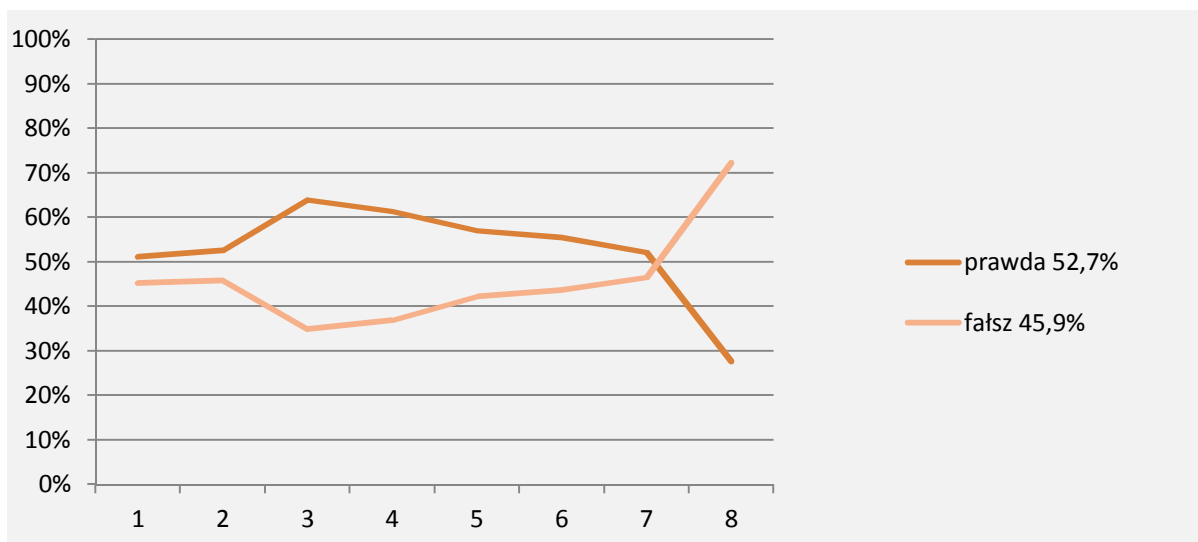
Całe zadanie prawidłowo zdołało rozwiązać 24,1% uczniów, przy czym wyraźnie widać, że wzrost odsetka właściwych odpowiedzi pojawia się dopiero w dwóch ostatnich grupach (wykres 4.24). Tylko najzdolniejsi uczniowie potrafili zatem udzielać prawidłowych odpowiedzi, korzystając z tekstu i nie sugerując się utartymi skojarzeniami.

Wykresy

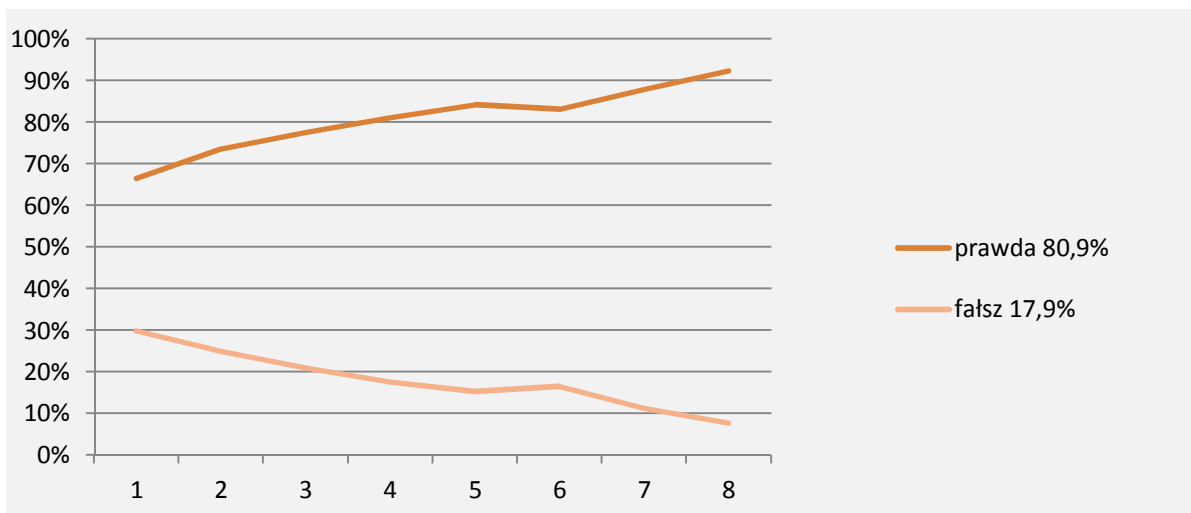
Wykres 4.21. Rozkład częstości odpowiedzi dla stwierdzenia pierwszego z zadania Bio1_12.



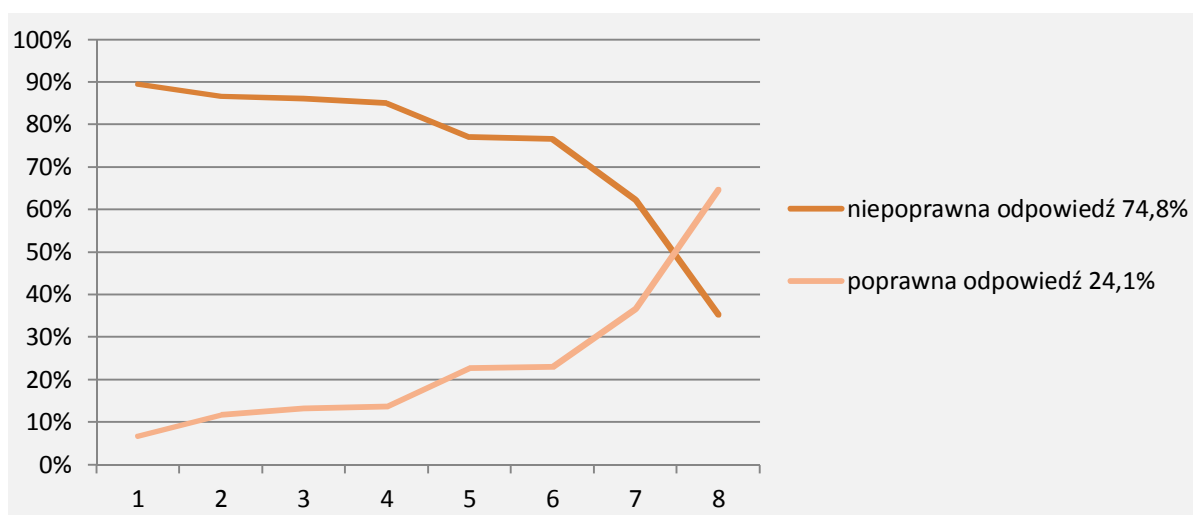
Wykres 4.22. Rozkład częstości odpowiedzi dla stwierdzenia drugiego z zadania Bio1_12.



Wykres 4.23. Rozkład częstości odpowiedzi dla stwierdzenia trzeciego z zadania Bio1_12.



Wykres 4.24. Odsetek uczniów w poszczególnych grupach, którzy rozwiązali prawidłowo całe zadanie z zadania Bio1_12.



Zadanie Bio1_13

Treść zadania

W warunkach naturalnych liczebność stonki nie przekraczała pewnego poziomu, dzięki zależnościom międzygatunkowym. Natomiast na polu uprawnym, jeśli nie stosuje się środków owadobójczych, jej populacja szybko osiąga ogromną liczebność.

Określ, czy poniższe stwierdzenia mogą wyjaśnić mniejszą liczebność populacji stonki w naturze niż na polu uprawnym.

Stwierdzenie	Czy może wyjaśnić opisaną różnicę?
1. W warunkach naturalnych stonka nie jest poddawana działaniu środków owadobójczych, natomiast na polu uprawnym – tak.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
2. W naturze stonka miała ograniczony dostęp do pożywienia, natomiast na polu jest go pod dostatkiem.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
3. W warunkach naturalnych, w Kolorado, stonka miała wielu naturalnych wrogów, którzy nie występują na polach uprawnych.	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie

Metryczka zadania

Prawidłowa odpowiedź: Nie, Tak, Tak.

Wymagania ogólne

I. Znajomość różnorodności biologicznej i podstawowych procesów biologicznych. (Uczeń wyjaśnia zjawiska i procesy biologiczne zachodzące w wybranych organizmach i w środowisku, przedstawia i wyjaśnia zależności między organizmem a środowiskiem.

III. Poszukiwanie, wykorzystanie i tworzenie informacji. (Uczeń odczytuje, analizuje, interpretuje i przetwarza informacje tekstowe, graficzne, liczbowe).

IV. Rozumowania i argumentacja. (Uczeń interpretuje informacje i wyjaśnia zależności przyczynowo-skutkowe między faktami, formułuje wnioski).

Wymagania szczegółowe

4.6. Uczeń wyjaśnia, jak zjadający i zjadani regulują wzajemnie swoją liczebność;

4.9. Uczeń opisuje zależności pokarmowe (łańcuchy i sieci pokarmowe) w ekosystemie, rozróżnia producentów, konsumentów i destruentów oraz przedstawia ich rolę w obiegu materii i przepływie energii przez ekosystem.

Odsetek prawidłowych odpowiedzi: 17,9%.

Trudność: 677.

Poziom trudności: V.

Komentarz

Zadanie to odwołuje się do tego samego wstępu co poprzednie, jednak sprawdza nieco inne umiejętności. Mniejszy nacisk położony jest tutaj na analizę samego tekstu, w dużo większym stopniu natomiast wymagana jest wiedza z zakresu ekologii oraz zdolność rozpoznawania i opisywania związków przyczynowo-skutkowych. Jak wspomniano wcześniej, ta ostatnia umiejętność, opisana w punkcie IV wymagań ogólnych, jest słabo opanowana przez większość uczniów. Z tego też zapewne względu zadanie to miało dość wysoką trudność (równą 677) i znalazło się na poziomie V.

Najwięcej trudności sprawiło uczniom udzielenie prawidłowej odpowiedzi w wierszu pierwszym. Przytoczone tam stwierdzenie jest prawdziwe, jednak nie może tłumaczyć większej liczebności stonki na polu uprawnym, ponieważ stosowanie środków owadobójczych prowadzi oczywiście do zmniejszenia, a nie zwiększenia jej populacji. Aż 67,6% uczniów na pytanie *Czy może wyjaśnić opisaną różnicę?* odpowiedziało jednak w tym punkcie *Tak*. Odsetek prawidłowych odpowiedzi udzielonych przez uczniów z grup 1–6 wahał się w przedziale 20–30% (wykres 4.25). Zauważalnie wzrastał dopiero dla dwóch najwyższych grup, przy czym jedynie w grupie 8. odpowiedzi prawidłowe przeważały. Tak słaby wynik może wynikać w pewnej mierze z nieuważnego czytania polecenia. Część uczniów prawdopodobnie nie zwróciła uwagi, że pytani są o to, czy dane stwierdzenie może wyjaśniać opisaną różnicę i po prostu ocenili jego prawdziwość. Drugim powodem mogą być wspomniane problemy części uczniów z rozpoznawaniem i opisywaniem zależności przyczynowo-skutkowych.

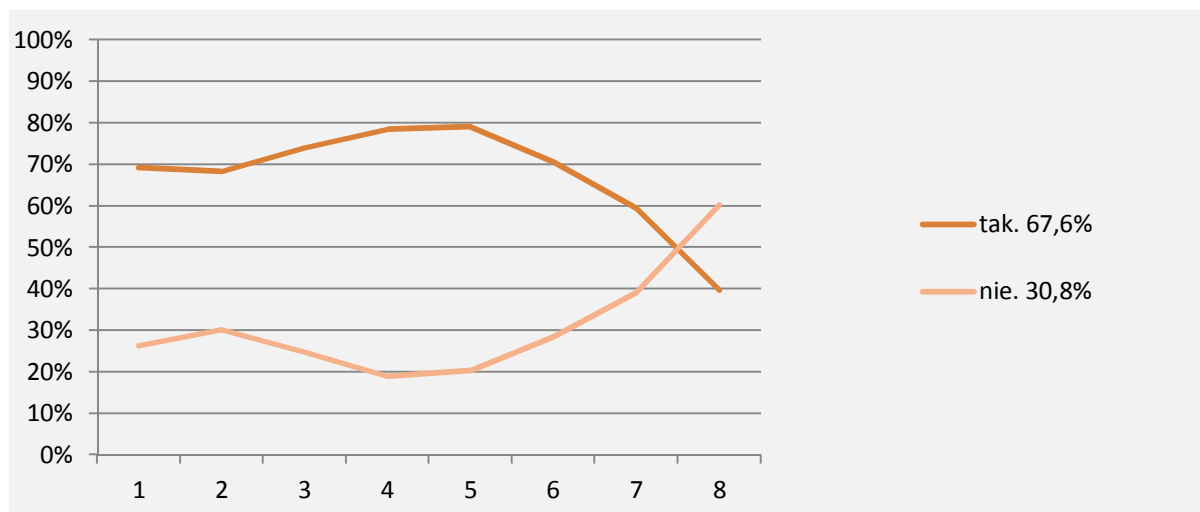
W przypadku stwierdzenia 2. uczniowie w zdecydowanej większości (73,3%) prawidłowo zaznaczyli odpowiedź *Tak* i przeważała ona we wszystkich 8 grupach (wykres 4.26). Z jednej strony wynikało to zapewne z tego, że opisana zależność była uczniom lepiej znana i dość oczywista, z drugiej zaś – z faktu, że uczeń, który nie zrozumiał polecenia i ocenił po prostu prawdziwość stwierdzenia, niejako przypadkowo „trafiał” tu w prawidłową odpowiedź. Widzimy zatem, jak ważne dla wiarygodnej oceny umiejętności ucznia jest branie pod uwagę zadania jako całości, a nie jego poszczególnych podpunktów.

Do oceny stwierdzenia 3. potrzebna była pewna wiedza z zakresu ekologii, pozwalająca prawidłowo zinterpretować umieszczoną we wstępie do zadania informację mówiącą, że *zależności międzygatunkowe panujące w tamtejszym ekosystemie utrzymywały liczebność jej [stonki] populacji na stałym poziomie*. Okazało się to zadaniem trudnym – właściwej odpowiedzi udzieliło zaledwie 51,5% uczniów, co jest wartością zbliżoną do rozkładu losowego. Jedynie w dwóch najwyższych grupach odpowiedź prawidłowa wyraźnie przeważała (wykres 4.27).

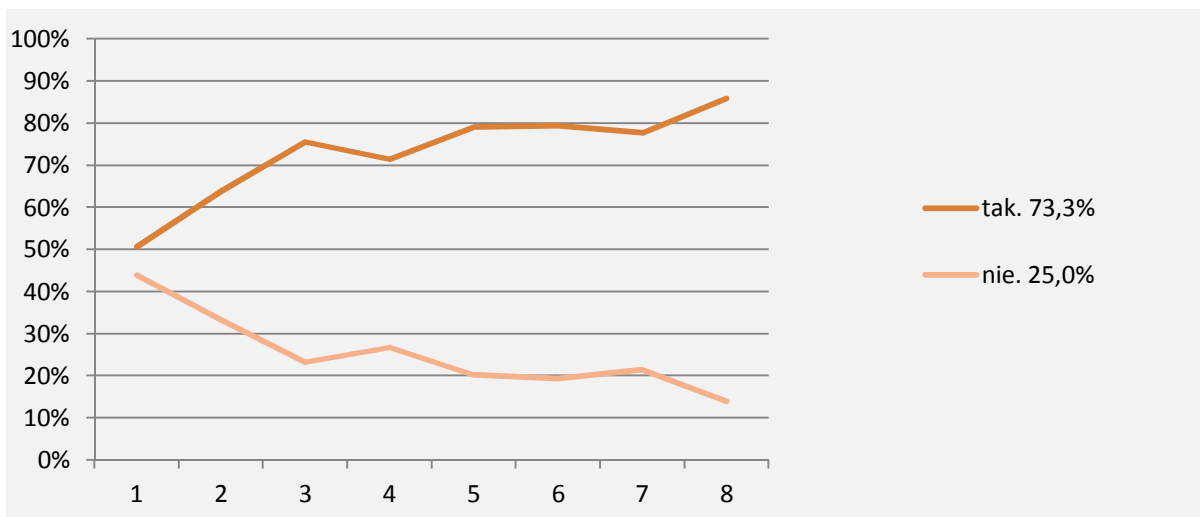
Całe zadanie prawidłowo rozwiązało zaledwie 17,9% uczniów, należących przede wszystkim do dwóch najwyższych grup (wykres 4.28).

Wykresy

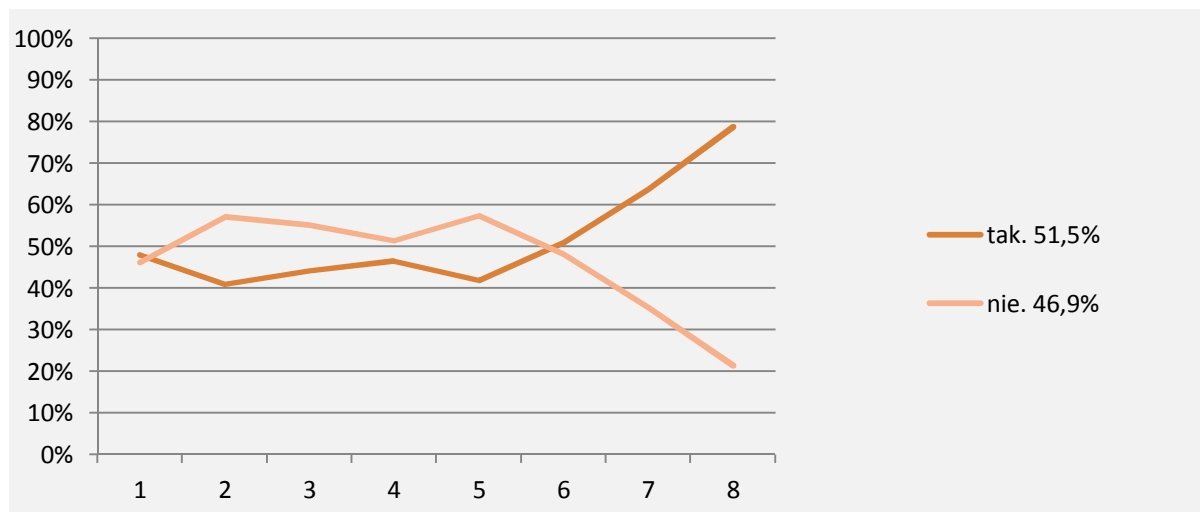
Wykres 4.25. Rozkład częstości odpowiedzi dla stwierdzenia pierwszego z zadania Bio1_13.



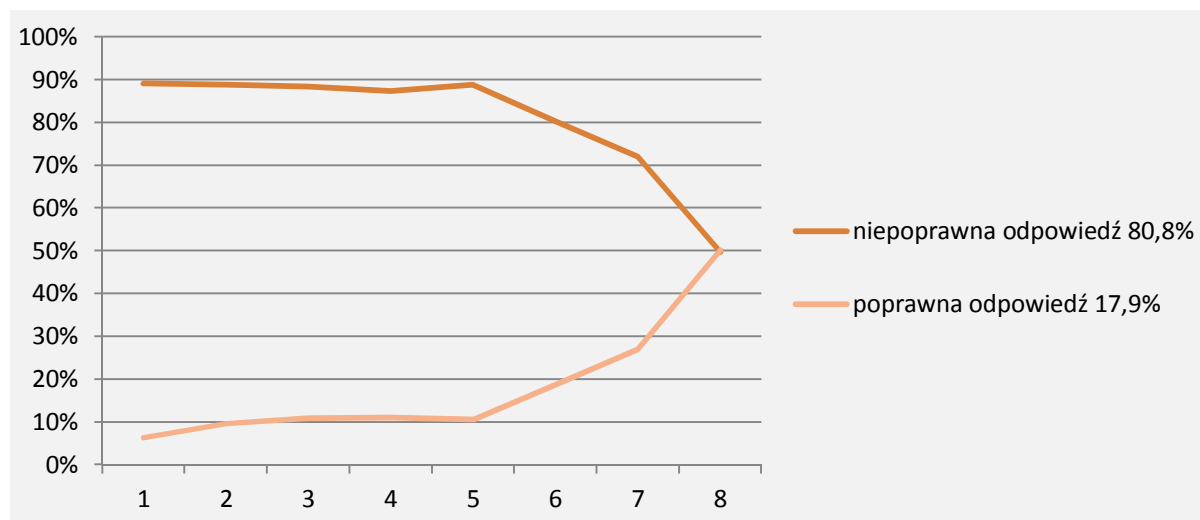
Wykres 4.26. Rozkład częstości odpowiedzi dla stwierdzenia drugiego z zadania Bio1_13.



Wykres 4.27. Rozkład częstości odpowiedzi dla stwierdzenia trzeciego z zadania Bio1_13.



Wykres 4.28. Odsetek uczniów w poszczególnych grupach, którzy rozwiązali prawidłowo całe zadanie z zadania Bio1_13.



Zadanie Bio2_18: Kolorowe kartki

Treść zadania

Uczniowie przeprowadzili doświadczenie dotyczące widzenia barw. W pudle kartonowym umieścili kolorowe, czyste kartki papieru oraz lampkę z zewnętrzną regulacją oświetlenia. Następnie obserwowali kartki przez otwór wycięty w ścianie pudła, regulując poziom oświetlenia. Zauważyli, że im niższe natężenie światła, tym trudniej rozróżnić barwy. Przy słabym natężeniu światła najlepiej widoczny był kolor czerwony.

Które z poniższych pytań badawczych postawiono w tym doświadczeniu?

Pytanie badawcze	Czy pytanie to postawiono w tym doświadczeniu?
1. Czy zmiana natężenia światła wpływa na ostrość widzenia przez człowieka?	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
2. Czy zmiana natężenia światła wpływa na widzenie barw przez człowieka?	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
3. Który z kolorów jest najlepiej widoczny przy słabym natężeniu światła?	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie

Metryczka zadania

Prawidłowa odpowiedź: Nie, Tak, Tak.

Wymagania ogólne

II. Znajomość metodyki badań biologicznych. (Uczeń planuje, przeprowadza i dokumentuje obserwacje i proste doświadczenia biologiczne).

Wymagania szczegółowe

6.9.1. Uczeń przedstawia budowę oka i ucha oraz wyjaśnia sposób ich działania

Odsetek prawidłowych odpowiedzi: 30,6%.

Trudność: 585.

Poziom trudności: IV.

Komentarz

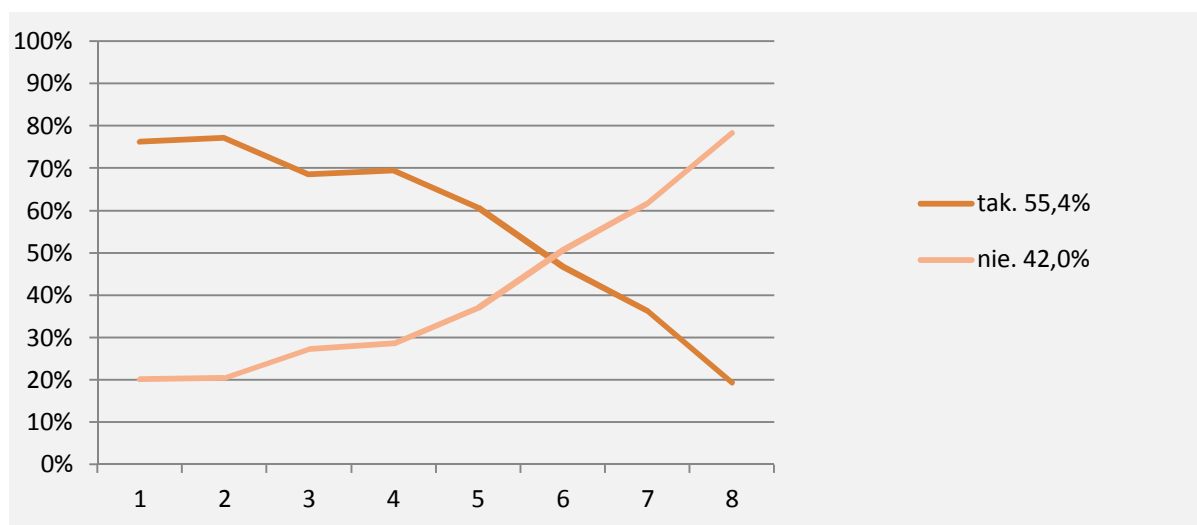
Zadanie to sprawdza przede wszystkim opanowanie punktu II wymagań ogólnych: *Znajomość metodyki badań biologicznych*. Istotny jest sposób przedstawienia doświadczenia w zadaniu. Nie odgrywa ono bowiem roli ilustracji omawianego zagadnienia, lecz stanowi sposób dochodzenia do nowej wiedzy. Podstawową kwestią związaną z posługiwaniem się metodą naukową jest – sprawdzana w tym zadaniu – umiejętność stawiania pytań badawczych. Nie można bowiem powiedzieć, że uczeń rozumie, na czym polega dane doświadczenie (nie mówiąc już o jego zaplanowaniu), jeśli nie potrafi określić, jaki jest jego cel.

Najtrudniejsza dla uczniów okazała się ocena adekwatności pierwszego pytania badawczego. Prawidłowej odpowiedzi udzieliło 55,4% badanych, co jest wartością zbliżoną do rozkładu losowego, widać jednak bardzo wyraźną zależność między odpowiedzią udzieloną w tym wierszu a ogólnym wynikiem ucznia (wykres 4.29). Uczniowie, którzy zaznaczyli tutaj odpowiedź *Tak*, nie dostrzegli być może różnicy między ostrością widzenia a rozróżnianiem barw, co mogło wynikać zarówno z nieuważnego czytania zadania, jak i braków w wiedzy (nawet potocznej) na temat funkcjonowania oka.

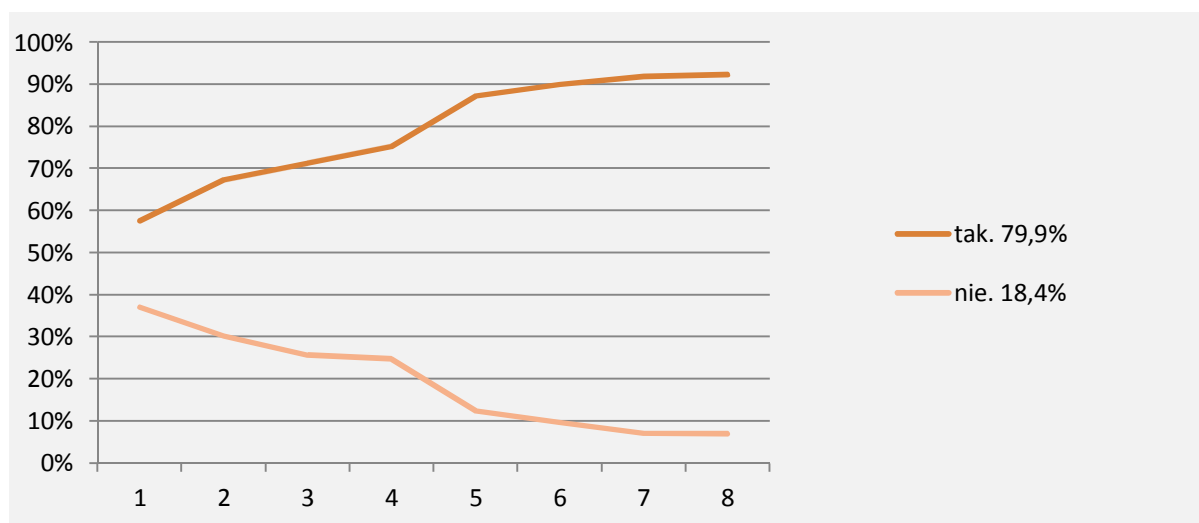
Pozostałe dwa wiersze zadania nie sprawiły badanym już takich trudności. Większość uczniów prawidłowo uznała, że opisane doświadczenie może dać odpowiedź zarówno na pytanie o wpływ natężenia światła na rozróżnianie kolorów (79,9% prawidłowych odpowiedzi, wykres 4.30), jak i o to, który z kolorów jest najlepiej widoczny w słabym oświetleniu (64,1% prawidłowych odpowiedzi, wykres 4.31). Całe zadanie zostało prawidłowo rozwiązane przez 30,6% badanych, przy czym, tak samo jak w przypadku poszczególnych wierszy, widoczna jest wyraźna korelacja z ogólnym wynikiem ucznia z całego testu biologicznego (wykres 4.32).

Wykresy

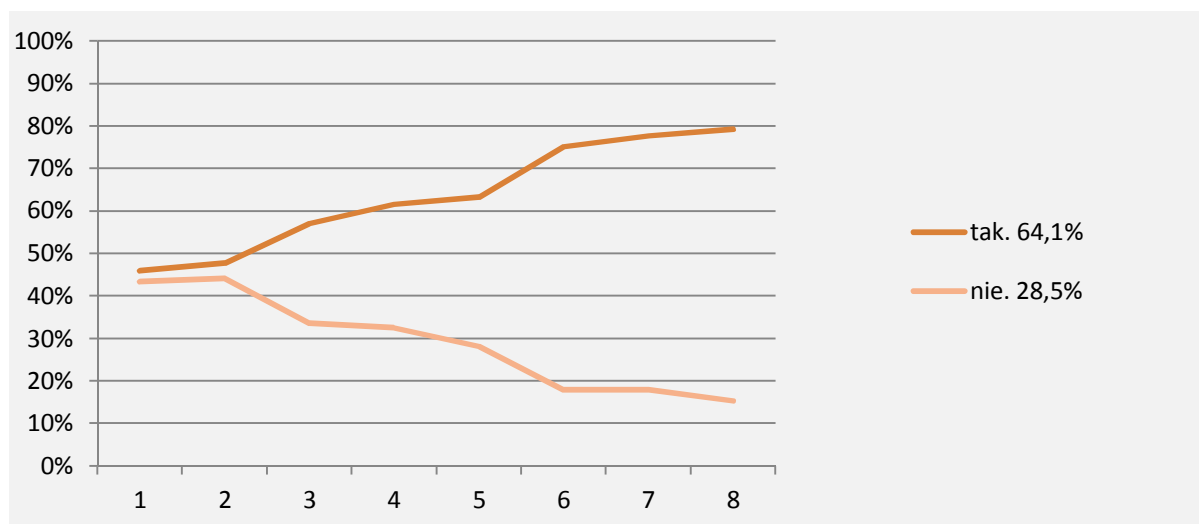
Wykres 4.29. Rozkład częstości odpowiedzi dla punktu pierwszego zadania Bio2_18.



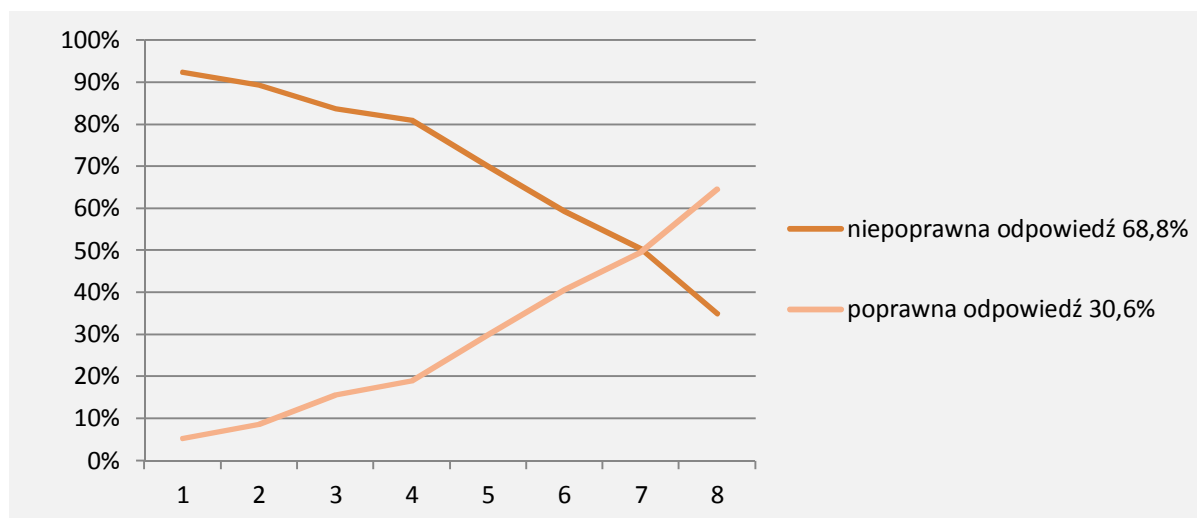
Wykres 4.30. Rozkład częstości odpowiedzi dla punktu drugiego zadania Bio2_18.



Wykres 4.31. Rozkład częstości odpowiedzi dla punktu trzeciego zadania Bio2_18.



Wykres 4.32. Odsetek uczniów w poszczególnych grupach, którzy rozwiązyli prawidłowo całe zadanie Bio2_18.



4.4 Podsumowanie

Analizując wyniki uczniów w biologicznej części testu należy pamiętać, że uzyskane dane nie pozwalają na ocenę trudności zadań czy umiejętności uczniów w kategoriach bezwzględnych. Na ich podstawie nie jesteśmy zatem w stanie określić, czy stan wiedzy uczniów jest wysoki czy niski lub czy opanowali daną umiejętność dobrze czy też słabo. Możemy jedynie porównywać między sobą trudność poszczególnych zadań bądź wyniki poszczególnych grup uczniów. Dlatego też wnioski zawarte w niniejszym raporcie z reguły mają charakter porównawczy – możemy na przykład określić, że w biologicznej części testu zadania „na przyporządkowanie” sprawiły uczniom większą trudność niż zadania wielokrotnego wyboru, że wyszukiwanie informacji wprost podanych we wstępie do zadania okazywało się łatwiejsze niż opisywanie związków przyczynowo-skutkowych oraz że uczniowie, którzy wybrali liceum ogólnokształcące osiągnęli w teście przeciętnie wyższe wyniki niż ci, którzy zdecydowali się na naukę w zasadniczej szkole zawodowej. Podobnego rodzaju informacje uzyskamy w kolejnych cyklach badania. Porównując wyniki uzyskiwane przez uczniów w kolejnych latach od wprowadzenia reformy programowej, będziemy mogli zaobserwować zmiany w poziomie umiejętności absolwentów gimnazjów z poszczególnych lat i ocenić wpływ reformy programowej na jakość nauczania. Podobnie jak w pierwszym cyklu badania, skupimy się przede wszystkim na pomiarze trzech umiejętności ponadprzedmiotowych (rozumienie tekstu, znajomość metodologii badań oraz rozumowanie) w kontekście biologii. Dodając do testu nowe zadania, postaramy się także w większym stopniu uwzględnić pomiar umiejętności odczytywania i analizy informacji przedstawionych w formie graficznej (tj. wykresów, schematów itp.), podobnie jak zostało to przeprowadzone w przypadku pozostałych trzech przedmiotów. Chcemy też zwiększyć liczbę zadań łatwiejszych, aby dokładniej mierzyć kompetencje uczniów na najniższych poziomach umiejętności.

5. Chemia

Chemia jest jednym z czterech przedmiotów przyrodniczych objętych badaniem „Laboratorium myślenia”. Podobnie jak w wypadku pozostałych przedmiotów, zestaw badawczy obejmował 52 zadania, dobrane tak, aby reprezentowały wszystkie cele kształcenia oraz różnorodne treści nauczania nowej podstawy programowej, z naciskiem na umiejętności ponadprzedmiotowe, takie jak rozumowanie naukowe. Narzędzia pomiarowe zostały uprzednio wystandaryzowane.

5.1 Zadania z chemii a podstawa programowa

W teście znalazły się 52 zadania z chemii, które objęły wszystkie cele kształcenia i wszystkie działy treści nauczania nowej podstawy programowej chemii dla III etapu edukacyjnego. Liczbę zadań odnoszących się do poszczególnych celów kształcenia i działów treści nauczania przedstawiają tabele 5.1 i 5.2.

Tabela 5.1. Liczba zadań z chemii diagnozujących wiedzę opisaną poszczególnymi celami kształcenia podstawy programowej chemii, III etap edukacyjny

Cele kształcenia (wymagania ogólne)	Liczba zadań*
I. Pozyskiwanie i przetwarzanie informacji	28
II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów	44
III. Opanowanie czynności praktycznych	25

Tabela 5.2. Liczba zadań z chemii diagnozujących wiedzę opisaną poszczególnymi treściami nauczania podstawy programowej chemii, III etap edukacyjny

Dział treści nauczania (treści szczegółowe)	Liczba zadań*
1. Substancje i ich właściwości	14
2. Wewnętrzna budowa materii	11
3. Reakcje chemiczne	20
4. Powietrze i inne gazy	13
5. Woda i roztwory wodne	7
6. Kwasy i zasady	13
7. Sole	13
8. Węgiel i jego związki z wodorem	13
9. Pochodne węglowodorów. Substancje chemiczne o znaczeniu biologicznym	11

* Poszczególne zadania odnosiły się zazwyczaj do więcej niż jednego celu kształcenia oraz kilku treści nauczania, dlatego liczba zadań nie sumuje się do 52.

Najwięcej zadań w teście dotyczy drugiego celu kształcenia: „rozumowania i zastosowania nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów” (44 zadania). Znalazły się tutaj zadania, które sprawdzają, czy „uczeń opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg prostych procesów chemicznych; zna związek właściwości różnorodnych substancji z ich zastosowaniem i ich wpływ na środowisko naturalne; wykonuje proste obliczenia dotyczące praw chemicznych”. Dwadzieścia osiem zadań dotyczyło „pozyskiwania, przetwarzania i tworzenia informacji”, czyli pierwszego celu kształcenia, a 25 związanych było z trzecim celem kształcenia, którym jest „opanowanie czynności praktycznych”. Zadania te diagnozują, czy „uczeń bezpiecznie posługuje się sprzętem laboratoryjnym i podstawowymi odczynnikami chemicznymi; projektuje i przeprowadza proste doświadczenia chemiczne”. W badaniu 15 zadań z chemii – ponad 28% wszystkich zadań chemicznych – diagnozuje tylko jeden cel kształcenia. Przykładami takich zadań są *Zabiegi higieniczne ptaków* oraz *Destylacja w czajniku*. Obydwa zadania dotyczą drugiego celu kształcenia, gdzie pierwsze z nich sprawdza, czy „uczeń (...) zna związek właściwości różnorodnych substancji z ich zastosowaniami i ich wpływ na środowisko naturalne”, a drugie weryfikuje, czy „uczeń opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg prostych procesów chemicznych”. Większość (ponad 71%) stanowią zadania obejmujące dwa lub trzy cele kształcenia podstawy programowej chemii (tabela 5.3).

Tabela 5.3. Udział celów kształcenia chemii nowej podstawy programowej w zadaniach „Laboratorium myślenia”

Zadania z chemii	Liczba zadań (szt.)	Liczba zadań (%)
diagnozujące jeden cel kształcenia	15	28,8
obejmujące dwa cele kształcenia	32	61,5
obejmujące trzy cele kształcenia	5	9,6

W odniesieniu do działów treści nauczania najwięcej zadań dotyczyło reakcji chemicznych – 20 zadań oraz substancji i ich właściwości – 14 zadań. Aż 31 zadań z 52 odnosiło się do kilku treści kształcenia, np. zadanie *Pikantny smak papryki* prezentowane w rozdziale 5.6. W teście znalazło się 18 zadań związanych tylko z jednym wymaganiami szczegółowym z podstawy programowej, na przykład odtajnione zadania: *Kosmetyk dla dziewczyny*, *Notatka z eksperymentu*, *Sączenie* oraz 3 zadania, które nie obejmują treści nauczania, a jedynie cele kształcenia, na przykład zadanie *Pomiary objętości*.

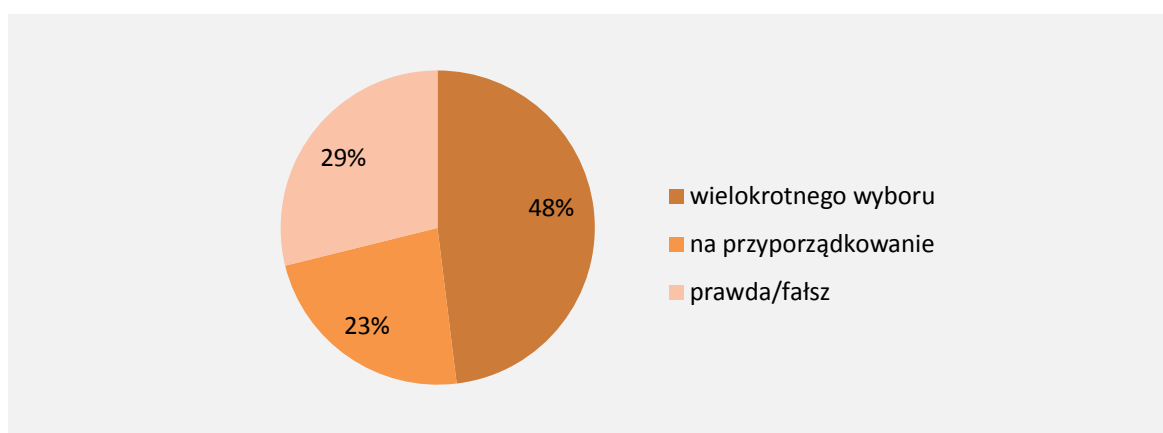
5.2 Konstrukcja zadań z chemii

Zadania z chemii wykorzystane w badaniu to zadania zamknięte. Spośród nich 25 (48%) to zadania wielokrotnego wyboru z jedną prawidłową odpowiedzią. W 12 zadaniach uczeń wybierał odpowiedź wśród czterech możliwości. Prawdopodobieństwo przypadkowego udzielenia prawidłowej odpowiedzi ucznia w takiego typu zadaniach wynosi 25%. W 11 zadaniach zwiększono liczbę możliwych odpowiedzi ucznia do pięciu, a w dwóch zadaniach do sześciu, uzyskując w ten sposób zmniejszenie tego prawdopodobieństwa do odpowiednio 20% i 17%. Zadań typu „prawda-falsz” było 15, co stanowiło 29% wszystkich zadań z chemii. Należy zaznaczyć, że zadanie uznaje się za prawidłowo rozwiązane wówczas, gdy uczeń odpowie prawidłowo w każdym wierszu, a zadania w tej formie składały się z dwu, trzech lub czterech wierszy. Zatem dla zadania składającego się z dwóch wierszy

prawdopodobieństwo przypadkowego udzielenia prawidłowej odpowiedzi wynosi 25%, dla złożonego z trzech wierszy 12,5%, a z czterech wierszy już tylko 6,25%. Pozostałe 12 zadań (23%) to zadania „na przyporządkowanie”. Przykładem tego typu jest zadanie „Sosjerka”. Składa się z ono dwóch części: uczeń ma najpierw wybrać jedną z dwóch proponowanych odpowiedzi, a następnie uzasadnić swój wybór. Taka budowa zadania zapewnia małe prawdopodobieństwo przypadkowego wskazania przez ucznia prawidłowej odpowiedzi.

Odsetek zadań o różnej konstrukcji przedstawia wykres 5.1.

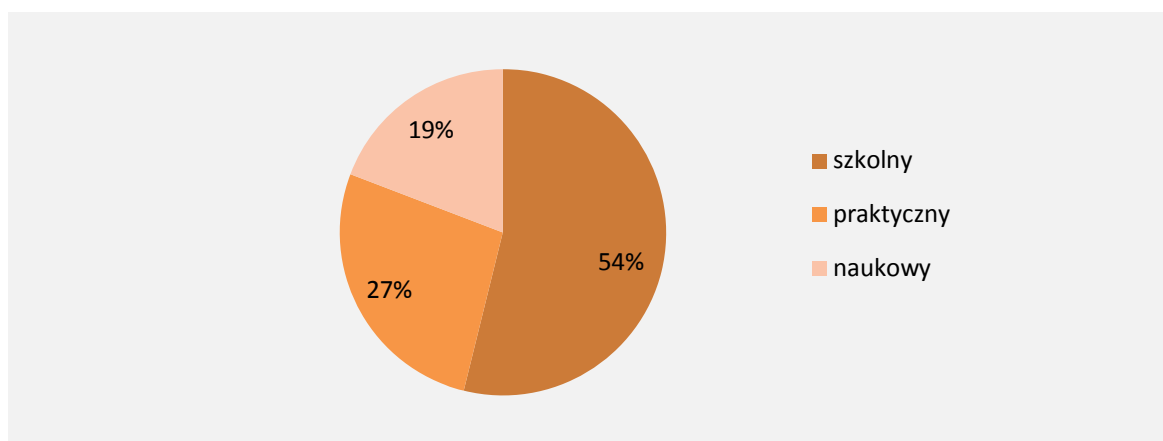
Wykres 5.1. Struktura ilościowa zadań z chemii o różnej konstrukcji użytych w badaniu „Laboratorium myślenia”



5.3 Kontekst zadań z chemii

Do badania dobrano zadania, które są osadzone w trzech konkretnych kontekstach: szkolnym, praktycznym oraz naukowym.

Wykres 5.2. Odsetek zadań z chemii w kontekście szkolnym, praktycznym i naukowym w badaniu „Laboratorium myślenia”.



Zadania w **kontekście szkolnym** służą sprawdzeniu podstawowych wiadomości i umiejętności ucznia gimnazjum w taki sposób, w jaki są one zazwyczaj nauczane i kształtowane podczas zajęć w szkole.

Są to przede wszystkim zadania sprawdzające znajomość i rozumienie podstawowych pojęć, praw, zjawisk i procesów chemicznych wymienionych w treściach nauczania podstawy programowej dla III etapu kształcenia. Przykładami tego typu zadań są *Zestaw do sączenia* i *Notatka z eksperymentu*. Takie zadania stanowiły 54% wszystkich zadań części chemicznej badania. Czternaście zadań (27%) osadzonych było w **kontekście praktycznym**. Celem ich było sprawdzenie, czy uczeń potrafi zastosować posiadaną wiedzę do rozwiązywania problemów z życia codziennego, jak na przykład w zadaniu *Sosjerka*. W tej grupie zadań są również takie, które sprawdzają umiejętności i wiadomości uczniów z chemii w korelacji z innymi naukami przyrodniczymi, najczęściej fizyką i biologią, lub matematyką. Przykładem takiego zadania jest *Kosmetyk dla dziewczyny*. Z kolei zadania mierzące wiadomości i umiejętności uczniów **w kontekście naukowym** wymagały od ucznia rozumienia języka specyficznego dla chemii, analizowania tekstu popularnonaukowego, interpretowania i porównywania danych, a także wyjaśniania przebiegu procesów chemicznych oraz przemian fizycznych. W badaniu znalazło się 10 takich zadań (19%).

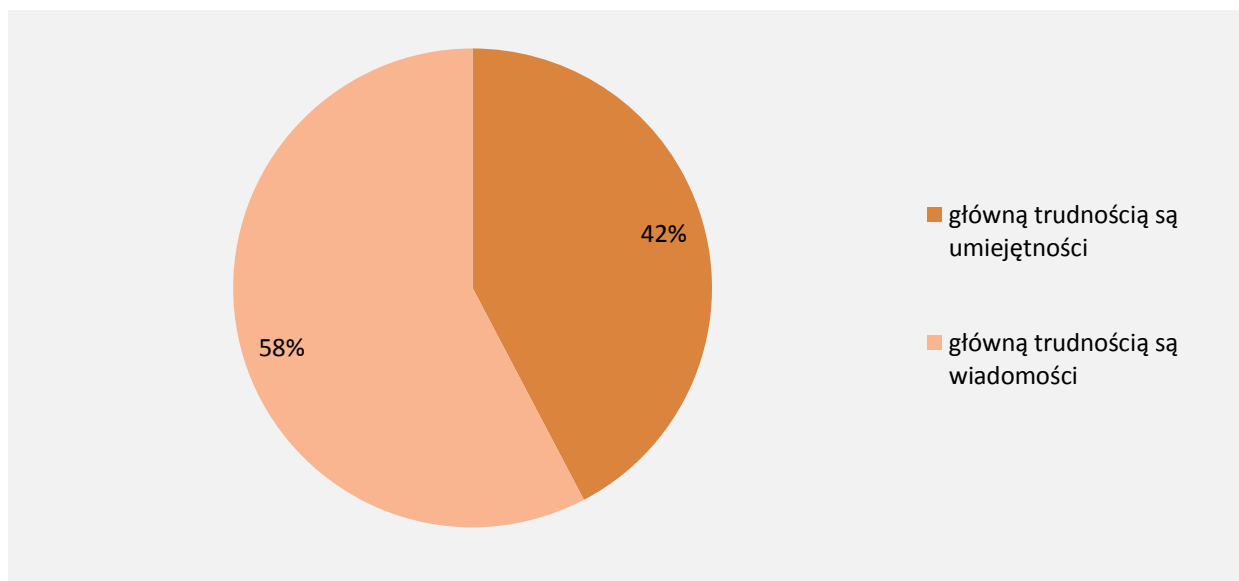
5.4 Mierzone umiejętności

Spośród wszystkich zadań z chemii wykorzystanych w badaniu prawie 58% (22 zadania) stanowiły zadania, w których dla uzyskania prawidłowej odpowiedzi konieczne było wykazanie się określonymi wiadomościami (wykres 5.3). W zadaniach tych sprawdzano, czy uczeń zna wzory i nazwy substancji, pojęcia, definicje, prawa oraz właściwości fizyczne i chemiczne substancji. Należy jednak wyraźnie zaznaczyć, że w tej grupie nie było zadań, w których bezpośrednio pytano ucznia o wiadomości, na przykład: „Podaj definicję...”, „Podaj treść prawa...” czy też „Wymień właściwości...”. Do zadań sprawdzających wiadomości zaliczono na przykład zadanie *Notatka z doświadczenia*, w którym niezbędna do prawidłowego wykonania była znajomość dwóch pojęć: „produkty” oraz „substraty” reakcji. Podobnym przykładem jest zadanie *Pikantny smak papryki*. Aby prawidłowo odpowiedzieć na to zadanie, uczeń powinien zidentyfikować charakterystyczne elementy struktury kapsaicyny. Jednak, aby to zrobić, powinien wiedzieć, że ugrupowanie karboksylowe ma wzór $-\text{COOH}$, musi znać wzór strukturalny i półstrukturalny grupy estrowej oraz wiedzieć, że wiązania podwójne i potrójne między atomami węgla są wiązaniami wielokrotnymi.

W badaniu uczniowie mieli również możliwość zmierzenia się z zadaniami, za pomocą których głównie diagnozowano umiejętności związane z rozumowaniem naukowym. Zadania tego typu stanowiły 42% wszystkich zadań z chemii (30 zadań). Umiejętności uczniów mierzone w tych zadaniach to:

- analiza i interpretacja informacji, w tym również informacji przedstawionej za pomocą symboli i nazw systematycznych związków;
- analiza związków przyczynowo-skutkowych w procesach, w zależności od warunków, w jakich przebiegają;
- zastosowanie konkretnych substancji w kontekście ich właściwości (np. zadanie *Zabiegi higieniczne ptaków*);
- interpretacja i praktyczne wykorzystanie wyników obliczeń (np. zadanie *Kosmetyk dla dziewczyny*);
- umiejętność pracy laboratoryjnej (przykładowe zadanie to *Pomiary objętości*);
- projektowanie doświadczeń.

Wykres 5.3. Odsetek zadań z chemii w badaniu „Laboratorium myślenia”, w których główną trudnością dla uczniów są umiejętności oraz w których główną trudnością dla uczniów są wiadomości.

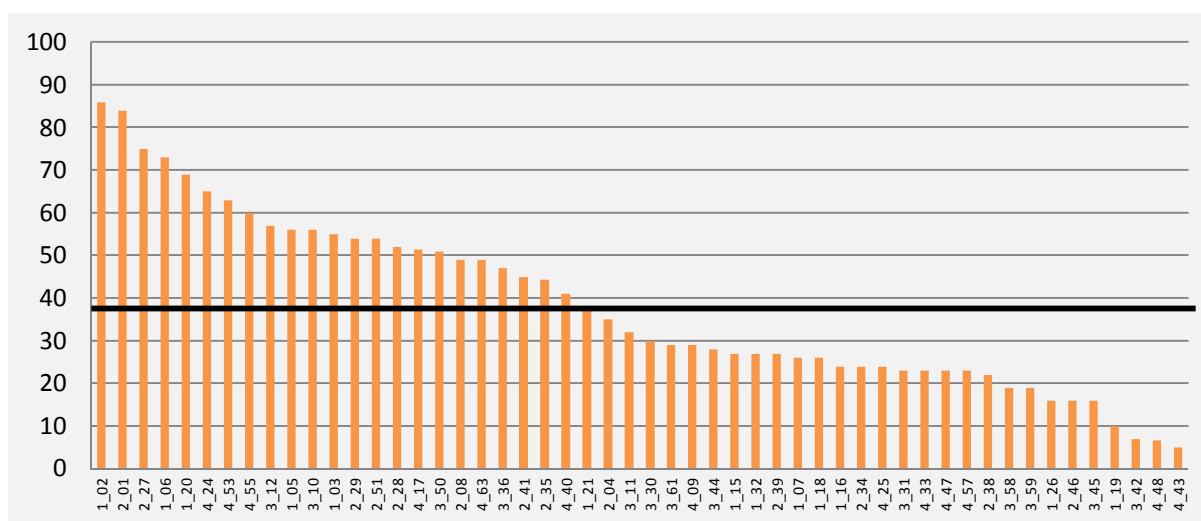


5.5 Wyniki części chemicznej

5.5.1 Odsetek prawidłowych odpowiedzi

Na wykresie 5.4 pokazano odsetek prawidłowych odpowiedzi udzielonych przez badanych uczniów dla wszystkich 52 zadań z chemii. Średnia wartość trudności zadań z chemii wyniosła 38,3%, co oznacza, że zadania były trudne dla uczniów.

Wykres 5.4. Zadania z chemii ułożone według malejącego procentu prawidłowych odpowiedzi udzielonych przez uczniów. Linia pozioma oznacza wartość średnią dla testu z chemii.



Najłatwiejsze zadanie w teście z chemii prawidłowo rozwiązało 88,1% uczniów. Treść tego zadania, odnoszącego się do sytuacji z życia codziennego ucznia, dotyczyła analizy jakościowej procesu. Kolejne dwa zadania, prawidłowo rozwiązane odpowiednio przez 84% i 75% uczniów, również dotyczyły sytuacji z życia codziennego. Czwarte z kolei zadanie, rozwiązane przez wysoki odsetek uczniów, dotyczyło znajomości budowy układu okresowego pierwiastków. Z kolei najtrudniejsze zadanie rozwiązane prawidłowo jedynie przez 5% badanych wymagało od ucznia analizy struktury chemicznej nieznanego mu wcześniej substancji o złożonej budowie. Do rozwiązania tego zadania niezbędne były wiadomości z różnych działów chemii organicznej. Jedynie 7% uczniów rozwiązało zadanie *Pikantny smak papryki* znajdujące się pośród zadań odtajnionych, patrz strona 142. Zadanie, które rozwiązało 10% uczniów, dotyczyło eksperymentu związanego z korozją stali. W zadaniu tym uczniowie mieli wskazać na te elementy układu, które należy obserwować, aby odróżnić próbę kontrolną od próby eksperymentalnej. Należy tutaj zaznaczyć fakt, że w treści i w poleceniu do omawianego zadania nie korzystano z żadnych określeń specjalistycznych, charakterystycznych dla metodologii przeprowadzania eksperymentu.

5.5.2 Trudność zadań z chemii według modelu IRT

Ze wszystkich 52 zadań składających się na część chemiczną badania 46 użyto do skalowania za pomocą metody IRT, którą szczegółowo omówiono w załączniku 1 w rozdziale 9.2.7. Metoda ta pozwala na pomiar trudności zadania oraz umiejętności ucznia za pomocą jednej skali. Przy skalowaniu wyników przyjęto arbitralnie średnią rozkładu 500 punktów. Sześciu zadań nie

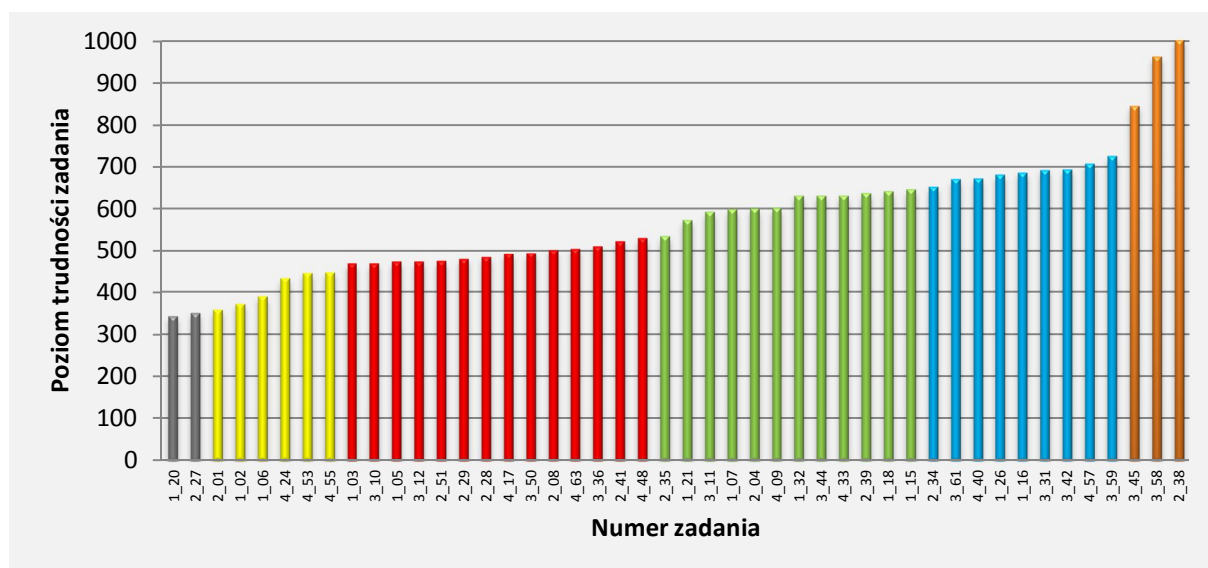
uwzględniono w analizach IRT – ze względu na niską wartość ich współczynnika dyskryminacji. Niska dyskryminacja oznacza, że zadanie takie nie różnicowało uczniów – wszyscy uczniowie, niezależnie od ich poziomu umiejętności, rozwiązywali je na podobnym poziomie. Nie oznacza to jednakże, że zadania takie zostały wyłączone ze wszystkich dalszych analiz, bowiem powody niskiej dyskryminacji mogą być różne. Z jednej strony mogą być spowodowane błędem w konstrukcji zadania, a z drugiej tym, że wszyscy uczniowie – niezależnie od zdobytego przez nich wyniku w całym teście – nie opanowali umiejętności badanych w konkretnym zadaniu.

Na wykresie 5.5 przedstawiono trudność 46 zadań z chemii użytych do skalowania za pomocą metody IRT. Biorąc pod uwagę wartości trudności, wyróżniono 6 zakresów odpowiadających poszczególnym poziomom trudności zadań (i umiejętności uczniów). Obejmują one następujące zakresy punktów:

- poziom I <350
- poziom II 350–449
- poziom III 450–549
- poziom IV 550–645
- poziom V 646–749
- poziom VI >749

Trzeba w tym momencie nadmienić, że podziału dokonano w sposób arbitralny oraz że w przyszłości granice poziomów mogą ulec przesunięciom.

Wykres 5.5. Zadania z chemii ułożone według rosnącej trudności wyliczonej za pomocą metody IRT. Kolorem szarym zaznaczono zadania z poziomu I, żółtym – z poziomu II, kolorem czerwonym – z poziomu III, zielonym – z poziomu IV, niebieskim – z poziomu V i pomarańczowym – VI.



Poziomy I i II obejmują zadania o niskim i względnie niskim stopniu trudności, poziom III oraz IV charakteryzują się trudnością umiarkowaną, a V i VI to zadania o względnie wysokim oraz wysokim

poziomie trudności. Wyróżnione powyżej poziomy charakteryzują się różną liczbą zadań – poziom, pierwszy objął jedynie 2 zadania, a najliczniejszy poziom trzeci – 14 zadań.

5.5.3 Poziomy umiejętności uczniów

Oprócz wymienionych w podpunkcie 5.3 kontekstów (szkolnego, praktycznego i naukowego), zadania różniły się poziomem i rodzajem umiejętności, a także poziomem wiadomości niezbędnych do ich rozwiązania. Wyróżniono następujące grupy czynników mogące mieć wpływ na poziom trudności zadania:

- **złożoność procesów myślowych**, niezbędnych do udzielenia prawidłowej odpowiedzi;
- **poziom wiadomości** sprawdzanych w zadaniu;
- **konstrukcja zadania** (zadania wielokrotnego wyboru, zadania typu prawda-falsz, zadania na przyporządkowanie, w tym zadania, w których uczeń dokonywał uzasadnienia wyboru);
- **rodzaj** i stopień złożoności **informacji źródłowych**, które trzeba przeanalizować w celu rozwiązania problemu postawionego w zadaniu (tekst, schematyczny rysunek, fotografia, wykres, tabela z danymi liczbowymi, struktura chemiczna lub wzór substancji, układ okresowy).

Zaletą metody IRT jest pomiar umiejętności uczniów na tej samej skali co poziom trudności zadania. Tabela 6.4 zawiera opis umiejętności na poszczególnych poziomach. Poziomy I i II oraz V i VI zostały omówione razem.

Tabela 5.4. Opis poziomów umiejętności uczniów

Poziom	Przedział punktowy	Liczba zadań	Umiejętności typowe dla danego poziomu
I	poniżej 350	2	Rozwiązywanie zadań, w których nie jest potrzebna znajomość terminologii chemicznej. Wykorzystywanie elementarnych wiadomości międzyprzedmiotowych (z przyrody, chemii, fizyki i biologii) oraz faktów z życia codziennego.
II	351 do 449	6	
III	450 do 569	14	Stosowanie nazw zwyczajowych substancji znanych z życia codziennego, pojedynczych słów ze słownictwa specjalistycznego oraz podstawowych definicji. Wnioskowanie o przebiegu zjawisk fizycznych.
IV	570 do 645	12	Posługiwanie się podstawową terminologią chemiczną. Interpretowanie ilościowe procesów i zjawisk. Znajomość zasad prowadzenia doświadczeń.
V	646 do 749	9	Posługiwanie się terminami specjalistycznymi, charakterystycznymi dla chemii. Analizowanie wyników eksperymentu z wykorzystaniem szerokiej i ugruntowanej wiedzy chemicznej. Wykazywanie się znajomością wiadomości spoza podstawy programowej.
VI	powyżej 750	3	

Umiejętnością specyficzną dla chemii jest rozumienie i analiza informacji zakodowanych językiem chemicznym. Uczniowie na najniższych poziomach umiejętności (I i II) korzystają do rozwiązywania zadań jedynie z wiadomości z życia codziennego oraz z wiadomości, które zdobyli na poprzednich etapach kształcenia. Na poziomie trzecim uczniowie wykorzystują podstawowe definicje znane z lekcji

chemii oraz pojedyncze sformułowania ze słownictwa specjalistycznego. Dopiero na czwartym poziomie plasują się umiejętność korzystania z nomenklatury chemicznej oraz umiejętność zapisu informacji przy wykorzystaniu języka chemii. Uczniowie posiadający umiejętności z dwóch najwyższych poziomów wykorzystują szeroką i dobrze ugruntowaną wiedzę chemiczną, operują swobodnie językiem charakterystycznym dla chemii i znają zasady kodowania informacji w tej dziedzinie wiedzy.

5.5.4 Umiejętności ponadprzedmiotowe

■ Rozumienie i analiza informacji

Uczniowie z dwóch najniższych poziomów rozwiązują zadania o prostej konstrukcji, w których tekst wstępny napisany jest prostym językiem, a schematy i zdjęcia, o ile występują, przedstawiają obiekty, które uczniowie znają z życia codziennego. Na trzecim poziomie umiejętności uczniowie potrafią wykorzystywać informacje z różnego rodzaju tekstów – ulotki leku, notatki sporządzonej przez ucznia, wyników obserwacji prostego eksperymentu, czy tekstu popularnonaukowego. Uczniowie posiadający umiejętności opisane poziomem czwartym wykorzystują informacje pochodzące z szerokiego wachlarza źródeł – zarówno mających charakter grafiki (na przykład zdjęcie, schemat, wykres, struktura chemiczna czy układ okresowy), jak i tekstowych oraz tabeli z danymi liczbowymi. Uczniowie posiadający najwyższy poziom umiejętności potrafią połączyć dane z różnorodnych źródeł. Potrafią też przekształcać jeden typ danych źródłowych w inny, na przykład dane z tabeli w wykres.

■ Znajomość metodyki badań naukowych

Uczniowie z pierwszych dwóch poziomów odczytują wskazania sprzętów i urządzeń pomiarowych oraz posługują się prostymi instrukcjami. Uczniowie z trzeciego poziomu analizują wyniki typowych i znanych im z lekcji chemii doświadczeń, zazwyczaj dotyczących przemian fizycznych. Do interpretacji wyników wykorzystują wiadomości zdobyte na lekcjach przyrody na II etapie kształcenia. Uczniowie z kolejnej, czwartej grupy analizują wyniki eksperymentów na podstawie wiadomości znanych im z życia codziennego, znajomości podstawowych praw i definicji, a także wiadomości podanych wprost w treści zadania; znają też zasady prowadzenia eksperymentu. Uczniowie z dwóch najwyższych grup potrafią zaplanować eksperyment, przeprowadzić pomiary oraz przeanalizować wyniki eksperymentu. Wykorzystują do tego szeroką i ugruntowaną chemiczną wiedzę.

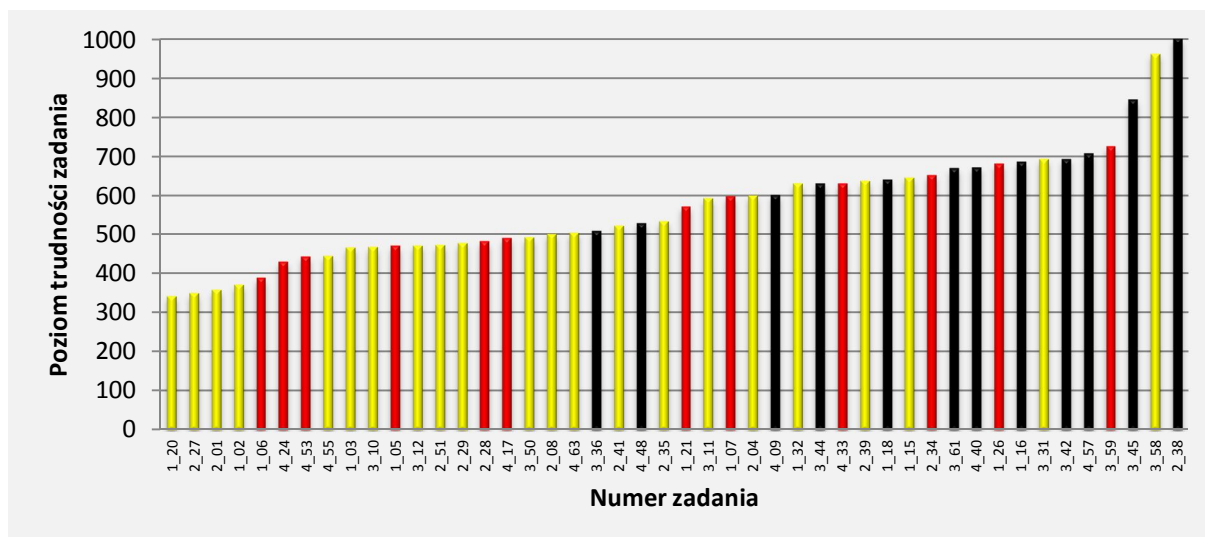
■ Rozumowanie

Uczniowie znajdujący się na poziomie pierwszym i drugim dokonują analizy sytuacji dotyczącej obiektów znanych im z najbliższego otoczenia i identyfikują zależności przyczynowo-skutkowe dotyczące zjawisk występujących w życiu codziennym. Uczniowie, których umiejętności uplasowały się na poziomie trzecim potrafią analizować właściwości obiektów, z którymi mogli mieć do czynienia w życiu codziennym, na przykład naczyń kuchennych, urządzeń z gospodarstwa domowego czy kosmetyków. Do rozwiązywania problemów wykorzystują wyuczone algorytmy, są zdolni dostrzec i wykorzystać proste analogie pomiędzy obiektami oraz na podstawie ich właściwości wnioskować o ich zastosowaniach. Uczniowie z czwartego poziomu dokonują analizy właściwości obiektów znanych im z lekcji chemii, posługują się symbolami oraz pojęciami abstrakcyjnymi. Uczniowie posiadający umiejętności opisane poziomami najwyższymi, czyli piątym i szóstym, potrafią dokonać głębokiej analizy właściwości obiektu (na przykład układu eksperymentalnego, skomplikowanej struktury związku chemicznego), posługują się rozumowaniem dedukcyjnym i indukcyjnym.

5.5.5 Konstrukcja zadania a poziom jego trudności

Warto zastanowić się nad zależnością trudności zadań w odniesieniu do ich konstrukcji. Poniższy wykres przedstawia zadania od najłatwiejszego do najtrudniejszego, z zaznaczeniem typu konstrukcji: zadania wielokrotnego wyboru, zadania „prawda-falsz” i zadania „na przyporządkowanie”.

Wykres 5.6. Zależność między stopniem trudności zadania z chemii a jego konstrukcją. Zadania ułożono według rosnącej trudności; kolorem żółtym oznaczono zadania wielokrotnego wyboru, kolorem czerwonym – na „przyporządkowanie”, a czarnym – zadania typu „prawda-falsz”.



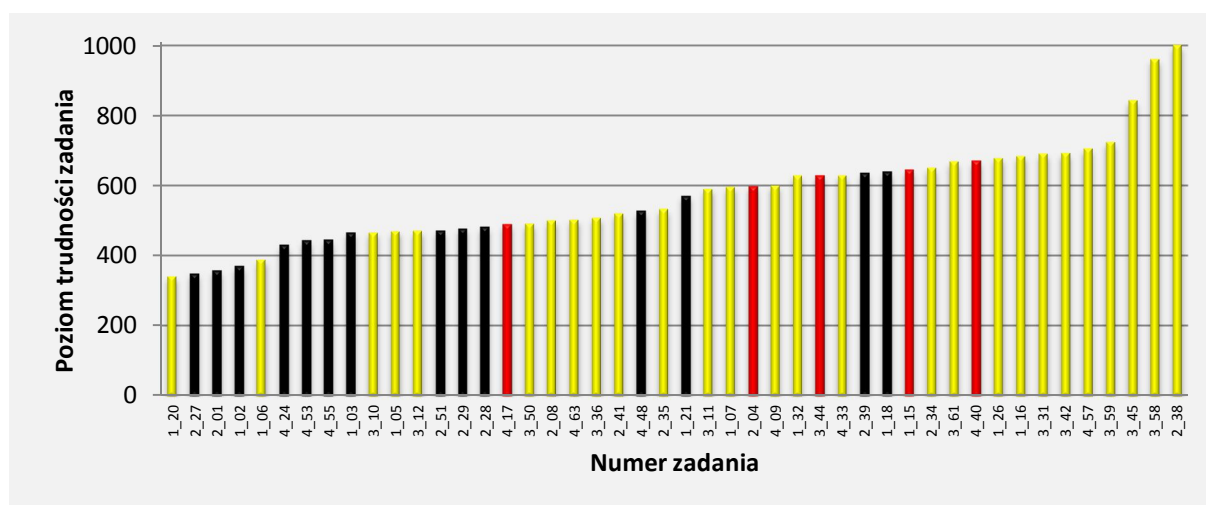
Z analizy wykresu 5.6 wynika, że istnieje zależność pomiędzy poziomem trudności zadania a jego konstrukcją. Zadania wielokrotnego wyboru występują w obrębie całej skali trudności, przy czym przeważają na niższych poziomach. W zadaniach wielokrotnego wyboru na niższych poziomach przeważają takie, w których prawdopodobieństwo udzielenia prawidłowej odpowiedzi w sposób przypadkowy jest stosunkowo wysokie (25%). Zadania wielokrotnego wyboru z wyższych poziomów trudności to zadania, w których prawdopodobieństwo „trafienia” prawidłowej odpowiedzi wynosi 20% lub mniej. Zadania na „przyporządkowanie” występują równomiernie na wszystkich poziomach trudności. Najwyższą trudnością charakteryzują się zadania typu „prawda-falsz”. Pierwsze takie zadanie pojawia się na granicy trzeciego i czwartego poziomu trudności zadań. Zadania tego typu przeważają na poziomach V i VI.

5.5.6 Kontekst zadań a ich trudność

Na wykresie 5.7. przedstawiono zależność między stopniem trudności zadania a jego kontekstem. Z analizy wykresu wynika, że może istnieć taki związek. Zadania z kontekstem praktycznym w większości znalazły się na poziomach trudności I, II i III (11 z 14 zadań). Zadania z kontekstem szkolnym występują równomiernie na wszystkich poziomach trudności. Należy zauważyć, że 9 najtrudniejszych zadań to zadania z kontekstem szkolnym. Sprawdzały one wiadomości obejmujące znajomość słownictwa dotyczącego procesów fizycznych i reakcji chemicznych oraz właściwości fizykochemicznych podstawowych odczynników chemicznych (wymienionych wprost w podstawie programowej dla III etapu kształcenia przedmiotu chemia). Przykładowe umiejętności szkolne to te, które zazwyczaj sprawdzane są na egzaminie gimnazjalnym – posługiwanie się układem okresowym, uzgadnianie współczynników stechiometrycznych reakcji czy analiza wyników prostych eksperymentów, z którymi uczeń zetknął się albo bezpośrednio na lekcjach chemii, albo

występujących w podręcznikach szkolnych. Pojedyncze zadanie z kontekstem naukowym pojawia się na trzecim poziomie. Większość zadań z kontekstem naukowym występuje na poziomie czwartym i piątym. Należy zauważyć, że do analizy IRT wykorzystano 5 zadań z tym kontekstem – pozostałe 5 ze względu na niskie wartości dyskryminacji nie zostały użyte do skalowania (niezależnie od poziomu umiejętności uczniowie uzyskiwali w nich niskie wyniki). Zadania te dotyczyły przekrojowych zagadnień, do rozwiązania których niezbędna była synteza wiadomości z różnych działów chemii (przykładowo – analiza związku chemicznego o skomplikowanej strukturze), posługiwanie się językiem specjalistycznym, znajomość metodologii przeprowadzania doświadczeń lub też wielopłaszczyznowa analiza wyników eksperymentu, planowanie doświadczenia, czy przewidzenie tego, jak zmienią się wyniki eksperymentu przy zmianie niektórych parametrów procesu.

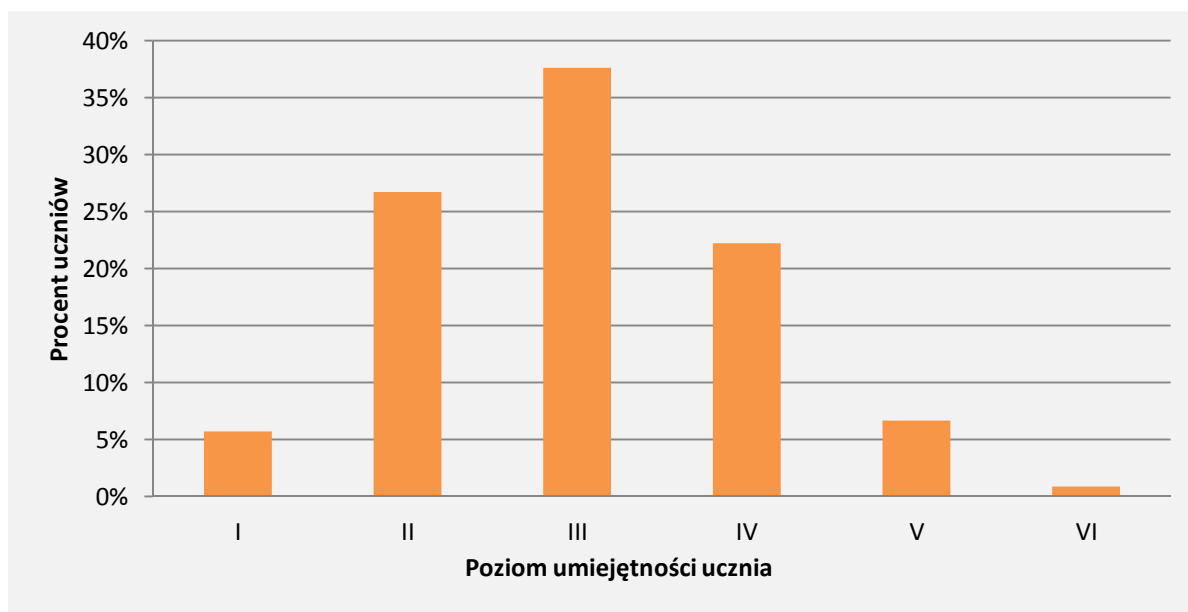
Wykres 5.7. Zależność między stopniem trudności zadania a jego kontekstem. Zadania ułożono według rosnącej trudności; kolorem żółtym oznaczono zadania z kontekstem szkolnym, kolorem czerwonym – z kontekstem naukowym, a czarnym – zadania z kontekstem praktycznym.



5.5.7 Zróżnicowanie wyników pod względem płci i wyboru szkoły ponadgimnazjalnej

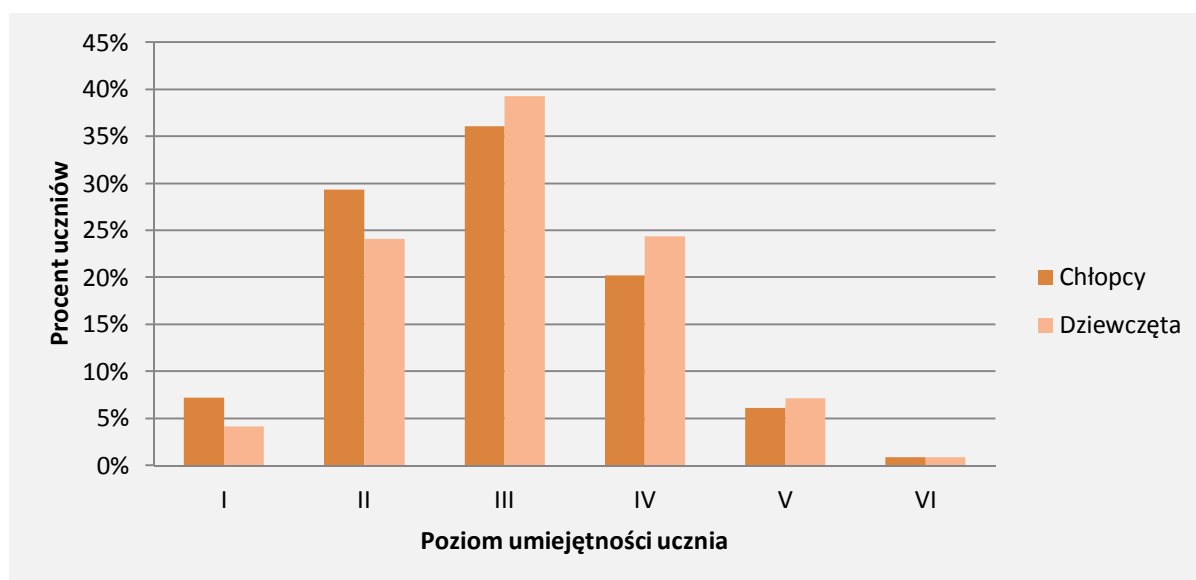
Zadania z chemii w badaniu „Laboratorium myślenia” sprawdzają różne umiejętności uczniów, różnią się jednocześnie poziomem trudności. Poszczególne poziomy umiejętności obejmują różne pod względem liczebności grupy uczniów. Poziom I reprezentuje 5,7%, a poziom II 26,76% badanych uczniów. Odsetek uczniów, którzy są na poziomie III z chemii, jest najwyższy i wynosi 37,7%. Najmniej uczniów znajduje się na poziomie V (6,67%) i VI (około 1%). Na wykresie 5.8 widać ponadto, że liczebność grup przesunięta jest nieco w lewą stronę, a więc w kierunku niższych umiejętności uczniów.

Wykres 5.8. Udział procentowy uczniów na poszczególnych poziomach umiejętności.



Kolejny wykres 5.9 przedstawia udział dziewcząt i chłopców na poszczególnych poziomach umiejętności. Można zauważyć, że chłopcy przeważają na poziomach I i II, natomiast dziewczęta stanowią większy odsetek na poziomach III, IV i V.

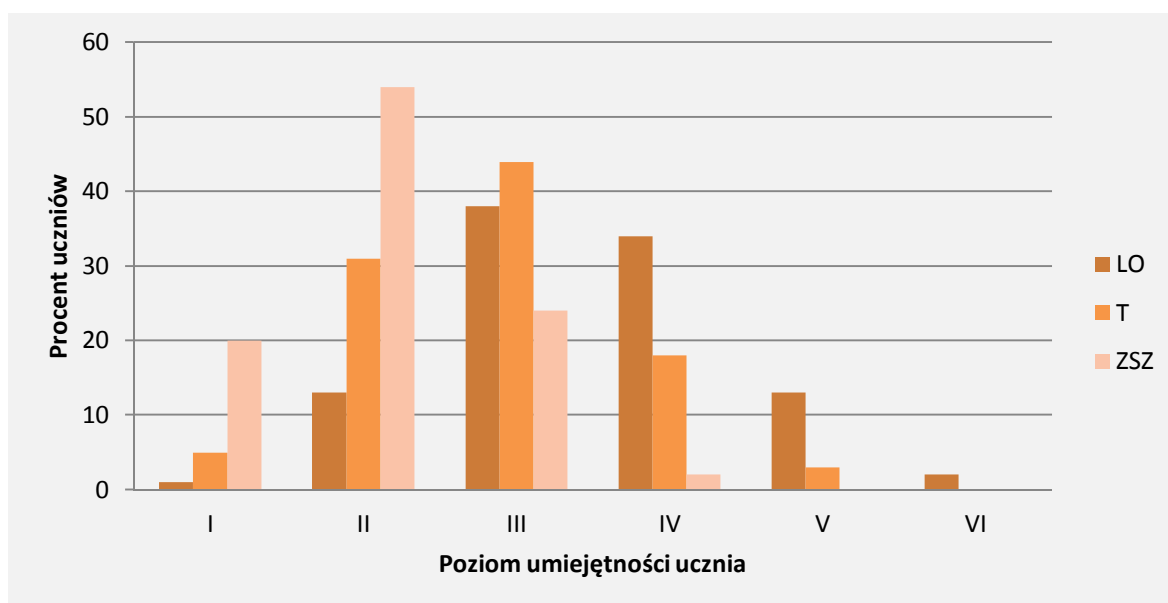
Wykres 5.9. Udział dziewcząt i chłopców na poszczególnych poziomach umiejętności.



Badaniu „Laboratorium myślenia” zostali poddani uczniowie I klasy szkoły ponadgimnazjalnej, czyli uczniowie dopiero co przyjęci do liceów ogólnokształcących, techników oraz zasadniczych szkół zawodowych. Odsetek uczniów na poziomie I i II jest najwyższy w ZSZ. Na poziomie III najwyższy odsetek stanowią uczniowie techników. Uczniowie liceów stanowią najwyższy odsetek uczniów, którzy

wykonywali zadania powyżej III poziomu. Poziom V jest reprezentowany już tylko przez uczniów liceów i techników. Na poziomie VI znajdują się wyłącznie uczniowie LO (wykres 5.10). Należy jednak zaznaczyć, że pokazane różnice między typami szkół wynikają z wyboru szkoły pogimnazjalnej przez uczniów oraz sposobu rekrutacji do tych szkół, nie zaś z efektywności kształcenia w tych szkołach. Wyniki te obrazują jedynie, jaki poziom umiejętności reprezentują uczniowie, którzy wybrali poszczególne typy szkół.

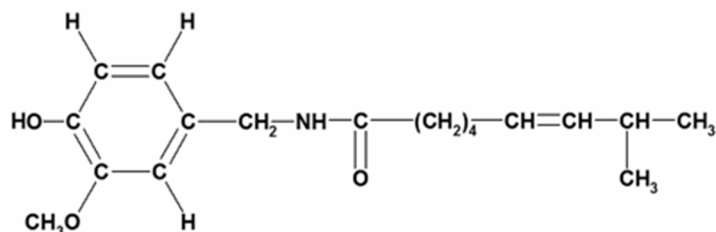
Wykres 5.10. Udział uczniów LO, techników i ZSZ na poszczególnych poziomach umiejętności.



5.6 Przykładowe zadania z chemii wraz z komentarzami

Zadanie Che3_42 *Pikantny smak papryki*

Kapsaicyna to organiczny związek chemiczny odpowiedzialny za ostry, pikantny smak papryki chili. Poniżej narysowany został wzór tego związku.



Zaznacz, które ugrupowania charakterystyczne dla związków chemicznych można odnaleźć we wzorze kapsaicyny.

Ugrupowanie	Czy jest obecne?
I. karboksylowe	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
II. estrowe	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie
III. wiązanie wielokrotne	<input type="checkbox"/> Tak / <input type="checkbox"/> Nie

Prawidłowa odpowiedź: I. Nie, II. Nie, III. Tak

Opis narzędzia

Cele kształcenia	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.
Treści nauczania	8.2 Węgiel i jego związki z wodorem. Uczeń definiuje pojęcia: węglowodory nasycone i nienasycone. 8.3 Węgiel i jego związki z wodorem. Uczeń tworzy wzór ogólny szeregu homologicznego alkanów (na podstawie wzorów trzech kolejnych alkanów) i układa wzór sumaryczny alkanu o podanej liczbie atomów węgla rysuje wzory strukturalne i półstrukturalne alkanów. 9.4 Pochodne węglowodorów. Substancje chemiczne o znaczeniu biologicznym. Uczeń podaje przykłady kwasów organicznych występujących w przyrodzie i wymienia ich zastosowania, pisze wzory prostych kwasów karboksylowych i podaje ich nazwy zwyczajowe i systematyczne. 9.6 Pochodne węglowodorów. Substancje chemiczne o znaczeniu biologicznym. Uczeń wyjaśnia, na czym polega reakcja estryfikacji, zapisuje równania reakcji pomiędzy prostymi kwasami karboksylowymi i alkoholami jednowodorotlenowymi, tworzy nazwy estrów pochodzących od podanych nazw kwasów i alkoholi, planuje i wykonuje doświadczenie pozwalające otrzymać ester o podanej nazwie.
Umiejętność	Posługiwanie się symboliką chemiczną
Kontekst	Szkolny
Obszar wiedzy chemicznej	Posługiwanie się symboliką, nomenklaturą i terminologią chemiczną .
Poziom trudności zadania	Poziom V (694)
Konstrukcja zadania	Zadanie typu „prawda-falsz”

Opis umiejętności mierzonej w zadaniu

Aby poprawnie odpowiedzieć na to zadanie, uczeń powinien:

- przeanalizować strukturę nieznanego, wielofunkcyjnego związku organicznego;
- zinterpretować sformułowanie *ugrupowania chemiczne* i wywnioskować, że mowa jest o grupach funkcyjnych, odnalezienia charakterystycznych ugrupowań chemicznych obecnych w strukturze cząsteczki i wymienionych w tabeli, nazwać poszczególne elementy struktury;
- wiedzieć, że ugrupowanie karboksylowe ma wzór –COOH (powinien również znać jego formę strukturalną);
- znać wzór strukturalny i półstrukturalny grupy estrowej;
- wiedzieć, że wiązania podwójne i potrójne między atomami węgla są wiązaniami wielokrotnymi oraz umieć rozpoznać je we wzorze strukturalnym.

Wyniki uczniów

Tabela 5.4. Rozkład procentowy prawidłowych odpowiedzi uczniów na pytania w poszczególnych wierszach tabeli (prawidłowe odpowiedzi wytłuszczono).

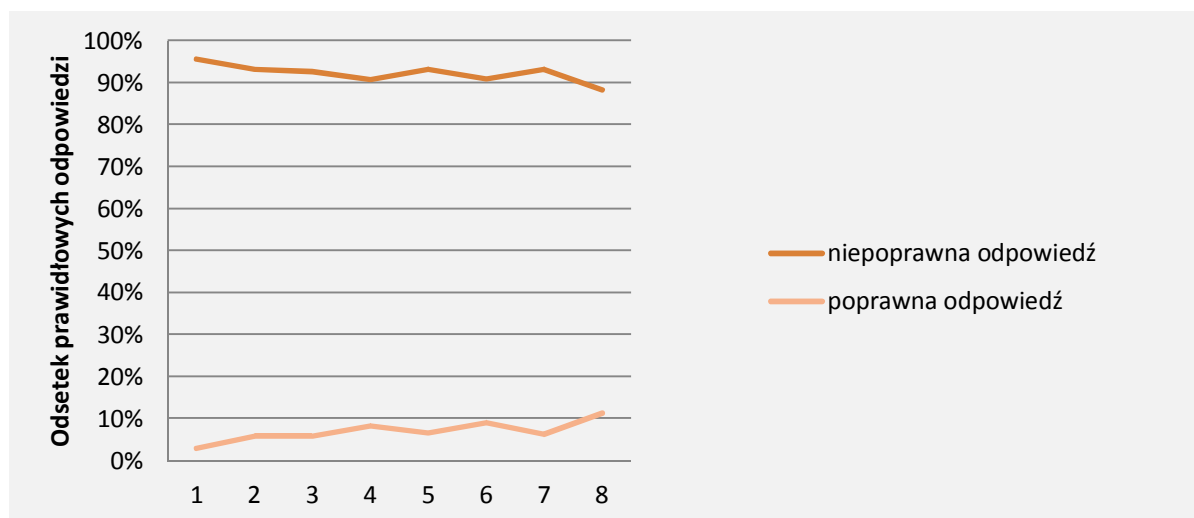
Ugrupowanie	Czy jest obecne?
I. karboksylowe	Tak (66,4%) / Nie (33,6%)
II. estrowe	Tak (50,8%) / Nie (49,2%)
III. wiązanie wielokrotne	Tak (72,4%) / Nie (27,6%)

Prawdopodobieństwo udzielenia poprawnej odpowiedzi, w każdym wierszu, wynosiło 50%. Analizując wzór kapsaicyny, można by sądzić, że uczniowie będą mieli największy problem z ugrupowaniem charakterystycznym dla estrów (związki złożone) – otrzymany wynik jest nieomalże równy prawdopodobieństwu „ustrzelenia” prawidłowej odpowiedzi (49,2% poprawnych odpowiedzi). Jednak najslabiej uczniowie odróżniali grupę karboksylową – tylko 1/3 uczniów udzieliła prawidłowej odpowiedzi. Najłatwiejsze dla uczniów okazało się odszukanie wiązania wielokrotnego (72,4% poprawnych odpowiedzi). Prawidłowej odpowiedzi we wszystkich trzech wierszach tabeli udzieliło jedynie 6,9% uczniów.

Udzielenie nieprawidłowej odpowiedzi w omawianym zadaniu może świadczyć o tym, że uczniowie nie potrafią identyfikować związków organicznych na podstawie wzoru i z pewnością nie widzą zależności między budową cząsteczki związku a jej właściwościami, zaś cały materiał chemii organicznej próbują opanować pamięciowo.

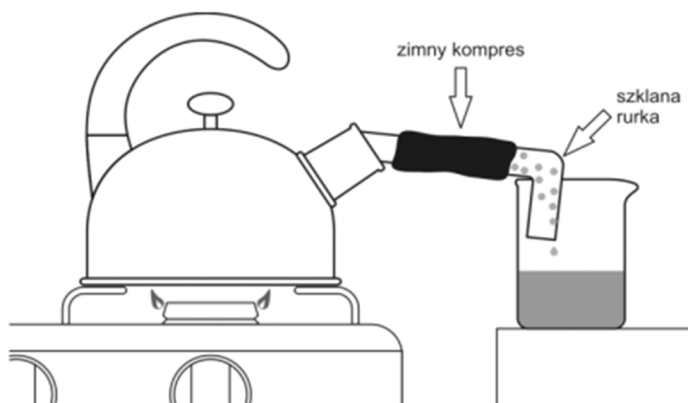
Na wykresie 5.11 przedstawiono procent prawidłowych odpowiedzi, udzielonych w tym zadaniu przez uczniów podzielonych na osiem równolicznych grup. Z wykresu wynika, że zadanie było tak samo trudne dla uczniów wszystkich grup – nawet wśród uczniów, którzy osiągnęli najlepsze wyniki w całym teście, odsetek prawidłowych odpowiedzi wahał się w granicach 10%.

Wykres 5.11. Rozkład częstości odpowiedzi dla wszystkich stwierżeń w zadaniu. Na osi X zaznaczono poziom uczenia (1 – grupa uczniów, którzy uzyskali najniższe wyniki w całym teście, 8 – grupa o najwyższych wynikach), na osi Y zaś – odsetek uczniów z danej grupy, którzy wybrali daną odpowiedź.



Zadanie Che3_44 Destylacja w czajniku

Piotrek przeprowadził w domu doświadczenie pokazane na rysunku. Do czajnika wlał wody z kranu i postawił go na palniku kuchenki gazowej. Z czajnika wyprowadził uprzednio dopasowaną rurkę z grubego szkła, której koniec włożył do szklanej zlewki stojącej na szafce obok kuchenki. Na rurce umieścił zimny kompres z waty nasączonej zimną wodą.



źródło: „Bazar chemiczny”, Stefan Sękowski, WSiP Warszawa 1982, str. 36

Zdecyduj, czy poniższe stwierdzenia są prawdziwe.

Stwierdzenia	Prawda czy fałsz?
I. W zlewce wytrącał się osad.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz
II. Gdyby doświadczenie przeprowadzić bez zimnego kompresu, ilość wody zebrana w zlewce byłaby mniejsza.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz
III. Woda znajdująca się w czajniku zmieniała swój stan skupienia na skutek dostarczonej z zewnątrz energii.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz

Prawidłowa odpowiedź: I. Fałsz, II. Prawda, III. Prawda

Opis narzędzia

Cele kształcenia	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. III. Opanowanie czynności praktycznych.
Treści nauczania	1.1 Substancje i ich właściwości. Uczeń opisuje właściwości substancji będących głównymi składnikami stosowanych na co dzień produktów, np. soli kamiennej, cukru, mąki, wody, miedzi, żelaza, wykonuje doświadczenia, w których bada właściwości wybranych substancji. Podstawa przedmiotu fizyka: 2.6 analizuje jakościowo zmiany energii wewnętrznej spowodowane wykonaniem pracy i przepływem ciepła, 2.9 opisuje zjawiska topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji i resublimacji;
Umiejętność	Wnioskowanie na podstawie analizy schematu.
Kontekst	Praktyczny
Obszar wiedzy chemicznej	wyjaśnianie prostych zjawisk zachodzących w życiu codziennym
Poziom trudności zadania	Poziom IV (634)
Konstrukcja zadania	Zadanie typu „prawda-fałsz”

Opis umiejętności mierzonej w zadaniu

Do poprawnego rozwiązania zadania niezbędna jest dokładna analiza rysunku oraz przewidzenie, co będzie się działo w czajniku, potem w szklanej rurce, a następnie w zlewce w dwóch sytuacjach: gdy na szklanej rurce jest zimny kompres oraz gdy go nie ma.

Aby poprawnie odpowiedzieć na pytanie, należy:

- wiedzieć, w jakich warunkach zachodzą przemiany stanu skupienia wody: parowanie i skraplanie;
- rozumieć, że tylko woda ulega przemianom fazowym i że rozpuszczone lub nierozpuszczone w niej ciała stałe nie przedostają się do zlewki w procesach zachodzących w tym zestawie (weryfikacja wiersza 1);
- wiedzieć, że zimny kompres powoduje, że większa ilość pary wodnej ulega skropleniu; układ jest otwarty – bez kompresu para mogłaby opuszczać układ bez skroplenienia (wiersz 2);
- rozumieć, że woda zamienia się w parę na skutek dostarczenia do układu energii (wiersz 3).

Wyniki uczniów

Tabela 5.5. Rozkład procentowy odpowiedzi uczniów na pytania postawione w poleceniu do zadania (właściwe odpowiedzi zaznaczono tłustym drukiem).

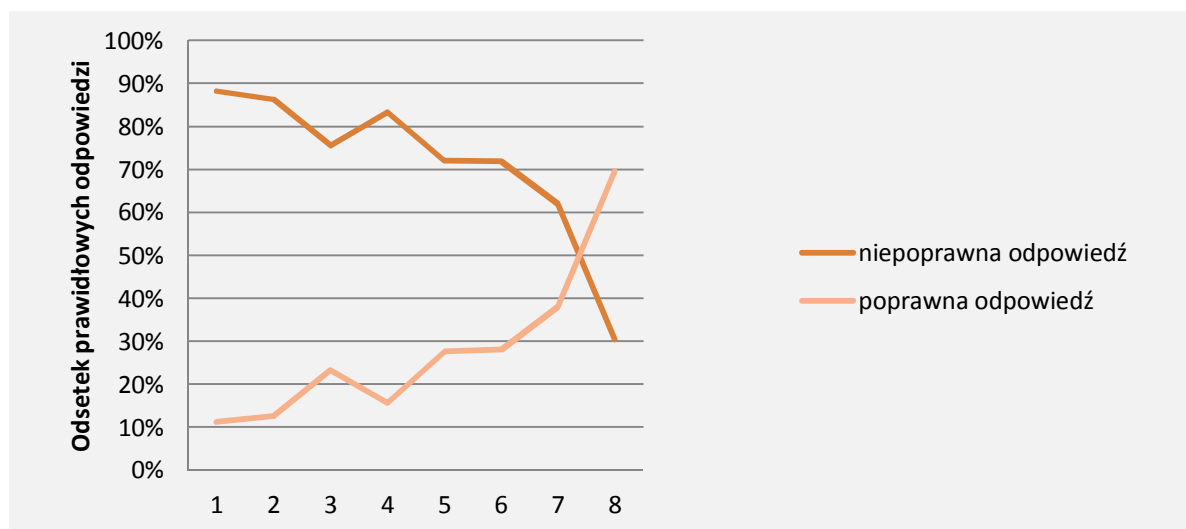
Stwierzenia	Prawda czy fałsz?
I. W zlewce wytrącał się osad.	Prawda (44,4%) / Fałsz (55,6%)
II. Gdyby doświadczenie przeprowadzić bez zimnego kompresu, ilość wody zebrana w zlewce byłaby mniejsza.	Prawda (59,4%) / Fałsz (40,6%)
III. Woda znajdująca się w czajniku zmieniała swój stan skupienia na skutek dostarczonej z zewnątrz energii.	Prawda (61,0%) / Fałsz (39,0%)

Mniej niż 30% uczniów odpowiedziało poprawnie na wszystkie trzy pytania. Jest to słaby wynik, zważywszy na fakt, że procesy opisane w zadaniu omówione są już w podstawie programowej przyrody do szkoły podstawowej.

Na wykresie 5.12. przedstawiono procent prawidłowych odpowiedzi, na wszystkie trzy pytania, udzielonych w tym zadaniu przez uczniów podzielonych na osiem równolicznych grup. Uczniowie z grupy pierwszej uzyskali najniższe średnie wyniki w całym teście, a z ósmej – najwyższe.

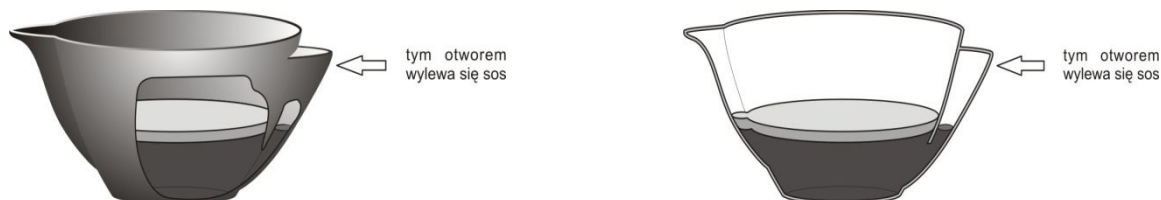
Z analizy wykresu wynika, że nieco więcej niż 10% najstarszych uczniów prawidłowo rozwiązało całe zadanie. Wraz z rosnącym poziomem umiejętności uczniów odsetek prawidłowych odpowiedzi rośnie, ale osiąga tylko 70% w ósmej grupie uczniów, którzy zdobyli największą liczbę punktów z całego testu.

Wykres 5.12. Rozkład częstości odpowiedzi dla wszystkich stwierdzeń w zadaniu. Na osi X zaznaczono poziom ucznia (1 – grupa uczniów, którzy uzyskali najniższe wyniki w całym teście, 8 – grupa o najwyższych wynikach), na osi Y zaś – odsetek uczniów z danej grupy, którzy wybrali daną odpowiedź.



Zadanie Che4_53 Sosjerka

Michał znalazł na jednej ze stron internetowych naczynie na sos (sosjerkę). Rysunek przedstawia przekrój sosjerki oraz sosjerkę z przekrojonym fragmentem.



Wybierz prawidłową odpowiedź, a następnie jej uzasadnienie:

(1) Sosjerka pozwala oddzielić:

- A. Sos od nadmiaru tłuszczu.
- B. Sos od nadmiaru soli kuchennej.
- C. Sos od nadmiaru rozdrobnionych przypraw.

(2) Uzasadnienie:

- I. Otwór służący do wylewania sosu działa jak sitko.
- II. Sól kuchenna krystalizuje i zbiera się na dnie sosu w postaci osadu.
- III. Tłuszcz ma gęstość mniejszą od wody i zbiera się na jego powierzchni

Prawidłowa odpowiedź: (1) A., (2) III

Opis narzędzia

Cele kształcenia	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów
Treści nauczania	1.1 opisuje właściwości substancji będących głównymi składnikami stosowanych na co dzień produktów (...), wykonuje doświadczenia, w których bada właściwości wybranych substancji; 7.6 wymienia zastosowania najważniejszych soli: (...) chlorków. 9.10 klasyfikuje tłuszcze pod względem pochodzenia, stanu skupienia i charakteru chemicznego; opisuje właściwości fizyczne tłuszczów; (...);
Umiejętność	wyjaśnianie prostych zjawisk z odwołaniem się do wiadomości
Kontekst	Praktyczny
Obszar wiedzy chemicznej	wyjaśnianie zastosowań substancji w kontekście ich właściwości
Poziom trudności zadania	Poziom III (444)
Konstrukcja zadania	Na przyporządkowanie

Opis umiejętności mierzonej w zadaniu

Zadanie dotyczy rozdzielania mieszaniny na składniki przy wykorzystaniu naczynia kuchennego – sosjerki. Aby prawidłowo rozwiązać to zadanie, należało przeanalizować rysunek zamieszczony we wstępie do zadania. Istotne jest również to, aby uczeń wiedział, jaki rodzaj mieszaniny znajduje się w sosierce oraz w jaki sposób będą zachowywały się poszczególne składniki mieszaniny podczas wylewania sosu z sosjerki. Powinien ponadto wykorzystać podstawowe wiadomości o tym, że sól kuchenna rozpuszcza się, a tłuszcz zbiera się na powierzchni sosu.

Wyniki uczniów

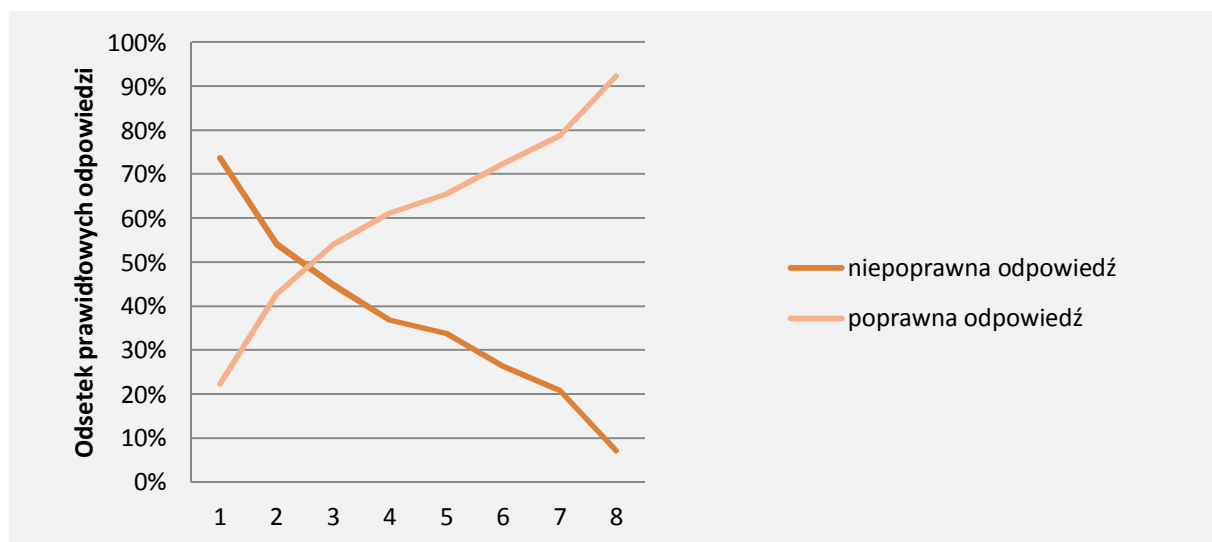
Tabela przedstawia rozkład procentowy odpowiedzi uczniów na poszczególne części pytania (prawidłowe odpowiedzi wytłuszczono). Prawdopodobieństwo przypadkowego udzielenia prawidłowej odpowiedzi wynosiło w tym zadaniu 11%. Prawidłowo na obydwie części zadania odpowiedziało 62,9% uczniów.

Tabela 6.6. Rozkład procentowy odpowiedzi uczniów na poszczególne części pytania

<i>(1) Sosjerka pozwala oddzielić:</i>	
A. Sos od nadmiaru tłuszczu	70,9%
B. Sos od nadmiaru soli kuchennej	12,5%
C. Sos od nadmiaru rozdrobnionych przypraw	13,9%
<i>(2) Uzasadnienie:</i>	
I. Otwór służący do wylewania sosu służy jak sitko	21,1%
II. Sól kuchenna krystalizuje się i zbiera na dnie sosu w postaci osadu.	9,9%
III. Tłuszcz ma gęstość mniejszą od wody i zbiera się na jego powierzchni.	67,0%

Na wykresie 5.13. przedstawiono procent prawidłowych odpowiedzi udzielonych w tym zadaniu przez uczniów podzielonych na osiem równolicznych grup. Z analizy wykresu wynika, że 22,3% najslabszych uczniów udzieliło prawidłowej odpowiedzi w zadaniu. Wraz z rosnącym poziomem umiejętności uczniów odsetek prawidłowych odpowiedzi rośnie i osiąga 92,5% w ósmej grupie uczniów, którzy zdobyli największą liczbę punktów z całego zestawu zadań.

Wykres 5.13. Rozkład częstości odpowiedzi dla wszystkich stwierdzeń w zadaniu. Na osi X zaznaczono poziom ucznia (1 – grupa uczniów, którzy uzyskali najniższe wyniki w całym teście, 8 – grupa o najwyższych wynikach), na osi Y zaś – odsetek uczniów z danej grupy, którzy wybrali daną odpowiedź.



Zadanie Che4_55 Zabiegi higieniczne ptaków

Zabiegiem higienicznym zaobserwowanym u ponad 200 gatunków ptaków jest smarowanie się rozgniecionymi mrówkami. Jad mrówek zawiera kwas metanowy (potocznie zwany kwasem mrówkowym).

Wybierz tę właściwość kwasu metanowego, która zadecydowała o wykorzystaniu kwasu metanowego przez ptaki.

- A. Kwas mrówkowy, ze względu na swój odczyn, chroni pióra ptaków przed kwaśnymi opadami.
- B. Kwas mrówkowy dobrze rozpuszcza się w wodzie, dlatego ptaki mogą latać w czasie deszczu.
- C. Kwas mrówkowy jest toksyczny między innymi dla bakterii i grzybów niszczących pióra ptaków.
- D. Kwas mrówkowy ma silny zapach, dzięki któremu ptaki rozpoznają poszczególnych osobników w stadzie.

Prawidłowa odpowiedź: C.

Opis narzędzia

Cele kształcenia	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów
Treści nauczania	6.7 wymienia rodzaje odczynu roztworu i przyczyny odczynu kwasowego, zasadowego i obojętnego; 6.8 interpretuje wartość pH w ujęciu jakościowym (odczyn kwasowy, zasadowy, obojętny); (...); 8.4 podaje przykłady kwasów organicznych występujących w przyrodzie i wymienia ich zastosowania; (...) podaje ich nazwy zwyczajowe i systematyczne;
Umiejętność	Znajomość właściwości substancji w kontekście jej zastosowania.
Kontekst	praktyczny
Obszar wiedzy chemicznej	wyjaśnianie zastosowań substancji w kontekście ich właściwości
Poziom trudności zadania	Poziom II (446)
Konstrukcja zadania	Wielokrotnego wyboru

Opis umiejętności mierzonej w zadaniu

Do poprawnego rozwiązania zadania niezbędna jest analiza wstępu do zadania. Kluczową informacją, którą uczeń powinien odnaleźć w tekście poprzedzającym zadanie, jest to, że smarowanie się mrówkami jest zabiegiem higienicznym. Uczeń powinien również wykazać się znajomością właściwości kwasu mrówkowego. Zadanie jest tak skonstruowane, że każda z proponowanych uczniowi odpowiedzi zawiera prawdziwą informację dotyczącą kwasu oraz proponowane uzasadnienie przyczyny wcierania kwasu w pióra przez ptaki.

Wyniki uczniów

W tabeli 5.7. przedstawiono rozkład procentowy odpowiedzi uczniów na pytanie postawione w poleceniu do zadania (prawidłową odpowiedź wytłuszczono). Prawdopodobieństwo przypadkowego

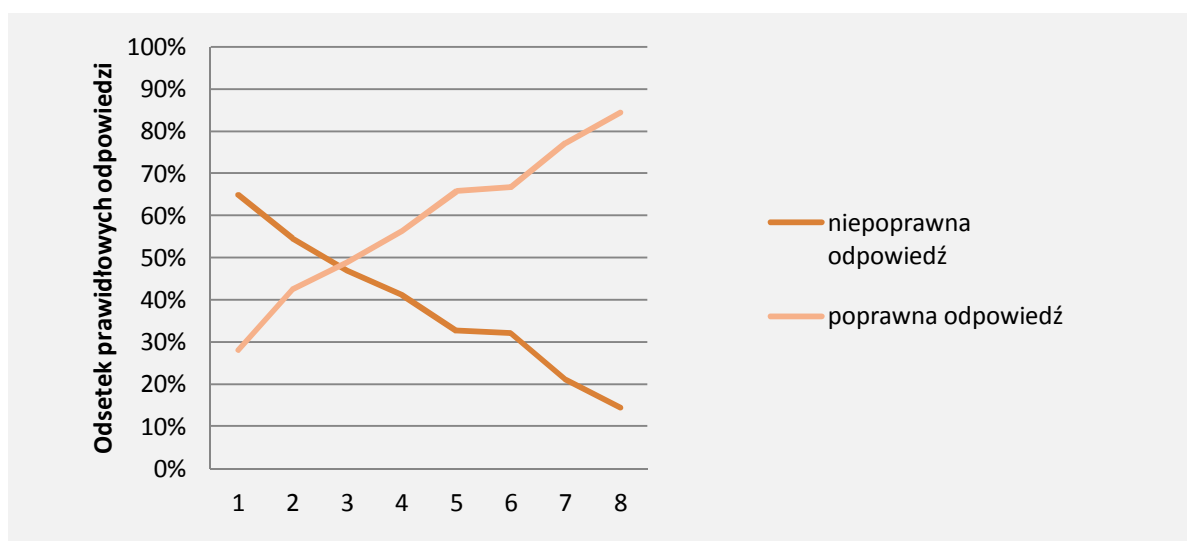
udzielenia prawidłowej odpowiedzi wynosiło w tym zadaniu 25%. Prawidłowej odpowiedzi c udzieliło prawie 60,4% uczniów.

Tabela 6.7. Rozkład procentowy odpowiedzi uczniów na pytanie postawione w poleceniu

Kwas mrówkowy, ze względu na swój odczyn, chroni pióra ptaków przed kwaśnymi opadami.	16,4%
Kwas mrówkowy dobrze rozpuszcza się w wodzie, dlatego ptaki mogą latać w czasie deszczu.	15,2%
Kwas mrówkowy jest toksyczny między innymi dla bakterii i grzybów niszczących pióra ptaków.	60,4%
Kwas mrówkowy ma silny zapach, dzięki któremu ptaki rozpoznają poszczególnych osobników w stadzie.	5,5%

Na wykresie 5.14. przedstawiono procent prawidłowych odpowiedzi udzielonych w tym zadaniu przez uczniów podzielonych na osiem równolicznych grup. Z analizy wykresu wynika, że 28,2% najslabszych uczniów udzieliło prawidłowej odpowiedzi w zadaniu. Wraz z rosnącym poziomem umiejętności uczniów odsetek prawidłowych odpowiedzi rośnie i osiąga 84,5% w ósmej grupie uczniów, którzy zdobyli największą liczbę punktów z całego zestawu zadań.

Wykres 5.14. Rozkład częstości odpowiedzi dla wszystkich stwierdzeń w zadaniu. Na osi X zaznaczono poziom ucznia (1 – grupa uczniów, którzy uzyskali najniższe wyniki w całym teście, 8 – grupa o najwyższych wynikach), na osi Y zaś – odsetek uczniów z danej grupy, którzy wybrali daną odpowiedź.



Zadanie Che2_39 Kosmetyk dla dziewczyny

Jarek przygotował w prezencie dla swojej dziewczyny roztwór o następującym składzie:

- a) olejek różany (1 g),
- b) olejek geraniowy (1 g),
- c) olejek pomarańczowy (2 g),
- d) olejek piżmowy (1 g),
- e) etanol (50 g).

W perfumiarstwie stosuje się następujące kryteria w nazewnictwie, które zależą od procentowej zawartości olejku zapachowego w wyrobie:

perfumy – 15% do 30%,	woda perfumowana – 10% do 15%,
woda toaletowa – 5% do 10%,	woda odświeżająca – 3% do 5%,

Wykorzystaj dane o składzie procentowym roztworu przygotowanego przez Jarka, a następnie zdecyduj, jaki rodzaj środka zapachowego podarował Jarek swojej dziewczynie.

- A. Perfumy.
- B. Woda perfumowana.
- C. Woda toaletowa.
- D. Woda odświeżająca.
- E. Tego się nie da określić na podstawie danych z zadania.

Prawidłowa odpowiedź: C.

Opis narzędzia

Cele kształcenia	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.
Treści nauczania	5.6 Uczeń prowadzi obliczenia z wykorzystaniem pojęć: stężenie procentowe, masa substancji, masa rozpuszczalnika, masa roztworu, (...)
Umiejętność	Wykonywanie obliczeń w sytuacji praktycznej.
Kontekst	Praktyczny
Wiadomości – Umiejętności	Umiejętności
Obszar wiedzy chemicznej	Interpretacja ilościowa procesów i zjawisk
Poziom trudności zadania	Poziom IV (637)
Konstrukcja zadania	Zadanie wielokrotnego wyboru z jedną prawidłową odpowiedzią

Opis umiejętności mierzonej w zadaniu

Celem zadania jest sprawdzenie, czy uczniowie potrafią zastosować w praktyce pojęcie stężenia procentowego, a więc, czy potrafią spośród składników roztworu wyłuskać ten, który jest *rozpuszczalnikiem* i te, które stanowią *masę substancji*. Uczniowi nie narzuca się z góry sposobu obliczania zadania – może je rozwiązać stosując zarówno wzór na stężenie procentowe jak i stosując pojęcie proporcjonalności. Masy składników zostały z jednej strony dobrane w taki sposób, że mogą stanowić składniki prawdziwego kosmetyku, a z drugiej – nie utrudniają uczniowi rozwiązania zadania, wystarczy bowiem wykonać proste obliczenia arytmetyczne. Dodatkowo warto zwrócić uwagę na fakt, że od razu podano *masy*, a nie objętości płynnych substancji służących do sporządzenia roztworu, tak, aby nie trzeba było stosować przeliczania jednostek objętości na masę.

Ukoronowaniem obliczeń jest wybór rodzaju środka zapachowego. Ten etap z kolei wymaga od ucznia przeanalizowania tekstu wstępnego do zadania. Podział zapachów nie został stworzony przypadkowo – po pierwsze bardzo wpływa na cenę produktu, a po drugie świadczy o zawartości olejków zapachowych, a więc o intensywności zapachu, jego nośności i trwałości.

Wyniki uczniów

W tabeli 5.8. przedstawiono rozkład procentowy odpowiedzi uczniów na pytanie postawione w poleceniu do zadania (prawidłową odpowiedź wytłuszczono).

<input type="checkbox"/> A. Perfumy.	21,5%
<input type="checkbox"/> B. Woda perfumowana.	20,6%
<input checked="" type="checkbox"/> C. Woda toaletowa.	27,2%
<input type="checkbox"/> D. Woda odświeżająca.	8,0%
<input type="checkbox"/> E. Tego się nie da określić na podstawie danych z zadania.	21,3%

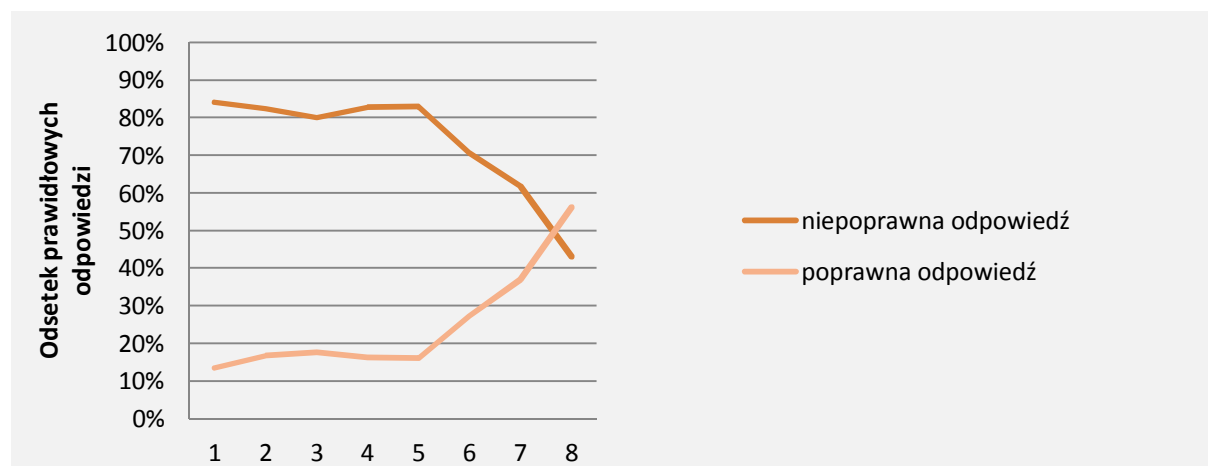
Ze względu na konstrukcję zadania, prawdopodobieństwo udzielenia prawidłowej odpowiedzi w sposób przypadkowy („strzelając”) wynosiło 20%. Prawidłowej odpowiedzi C udzieliło 27,2% uczniów. Uwagę zwraca fakt, że najmniejszą atrakcyjnością cieszył się dystraktor D, czyli *woda odświeżająca*. Niewykluczone, że uczniowie, którzy „strzelali”, nie skojarzyli po prostu takiego rodzaju produktu kosmetycznego i wybierali częściej pozostałe odpowiedzi. Z podobnych względów najatrakcyjniejszym, a więc najczęściej wybieranym z dystraktorów, mogła być możliwość A, czyli *perfumy*.

Udzielenie nieprawidłowej odpowiedzi w tym zadaniu może świadczyć o:

- niezrozumieniu przez ucznia faktu, że *rozpuszczalnikiem* jest ten składnik, którego w roztworze jest najwięcej oraz że *substancją* może tworzyć więcej niż jeden składnik roztworu;
- nieznanomości podstawowych właściwości fizykochemicznych etanolu;
- pomyłce popełnionej w trakcie obliczeń stężenia procentowego olejków zapachowych, co jest jednak mało prawdopodobne ze względu na dobór danych użytych w zadaniu.

Na wykresie 5.15 przedstawiono procent prawidłowych odpowiedzi udzielonych w tym zadaniu przez uczniów podzielonych na osiem równolicznych grup. Uczniowie z grupy pierwszej uzyskali najniższe średnie wyniki w całym teście, a z ósmej – najwyższe.

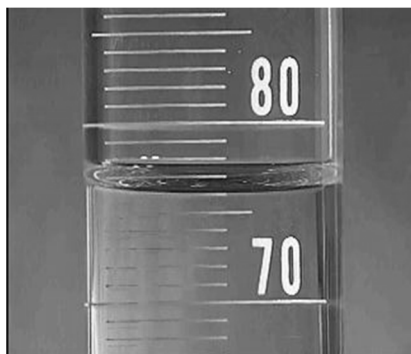
Wykres 5.15. Rozkład częstości odpowiedzi dla wszystkich stwierdzeń w zadaniu. Na osi X zaznaczono poziom ucznia (1 – grupa uczniów, którzy uzyskali najniższe wyniki w całym teście, 8 – grupa o najwyższych wynikach), na osi Y zaś – odsetek uczniów z danej grupy, którzy wybrali daną odpowiedź.



Z analizy wykresu wynika, że uczniowie z grup 1–5 odpowiadali na przedstawione zadanie poniżej progu „strzelania” (20%). Wyższy odsetek prawidłowych odpowiedzi zaczyna się dopiero w szóstej grupie. Około 54% uczniów, którzy zdobyli najwyższe wyniki w całym teście, wybrało prawidłową

Zadanie Che1_20 Pomiary objętości

Ile cm^3 wody znajduje się w cylindrze miarowym, którego fragment jest przedstawiony na zdjęciu?



- A. 75 cm^3
- B. 76 cm^3
- C. 77 cm^3
- D. 78 cm^3
- E. Z zamieszczonego rysunku nie można tego odczytać.

Źródło: <http://www.uwplatt.edu/chemep/chem/chemscape/labdocs/catofp/measurea/scales/pic/52460st.jpg>

Prawidłowa odpowiedź: B.

Opis narzędzia

Cele kształcenia	III. Opanowanie czynności praktycznych.
Treści nauczania	3.4 (...) na podstawie wyników pomiarów wyznacza gęstość cieczy i ciał stałych;
z podstawy programowej z fizyki	8.12 (...) planuje doświadczenie lub pomiar, wybiera właściwe narzędzia pomiaru; (...)
Umiejętność	Wykonywanie pomiaru, analiza skali
Kontekst	Szkolny
Obszar wiedzy chemicznej	Wykonywanie prostych operacji laboratoryjnych i przeprowadzanie pomiaru zgodnie z instrukcją
Poziom trudności zadania	Poziom I (342)
Konstrukcja zadania	Zadanie wielokrotnego wyboru z jedną prawidłową odpowiedzią

Opis umiejętności mierzonej w zadaniu

Aby prawidłowo rozwiązać prezentowane zadanie, należy odnaleźć dolną część menisku na powierzchni mierzonej cieczy, a następnie zinterpretować skalę i zastosować podziałkę pomiarową, którą wyraźnie widać na zdjęciu cylindra.

Wyniki uczniów

W tabeli przedstawiono rozkład procentowy odpowiedzi uczniów na pytanie postawione w poleceniu do zadania (prawidłową odpowiedź wytłuszczono).

Tabela 6.9. Rozkład procentowy odpowiedzi uczniów w omawianym zadaniu

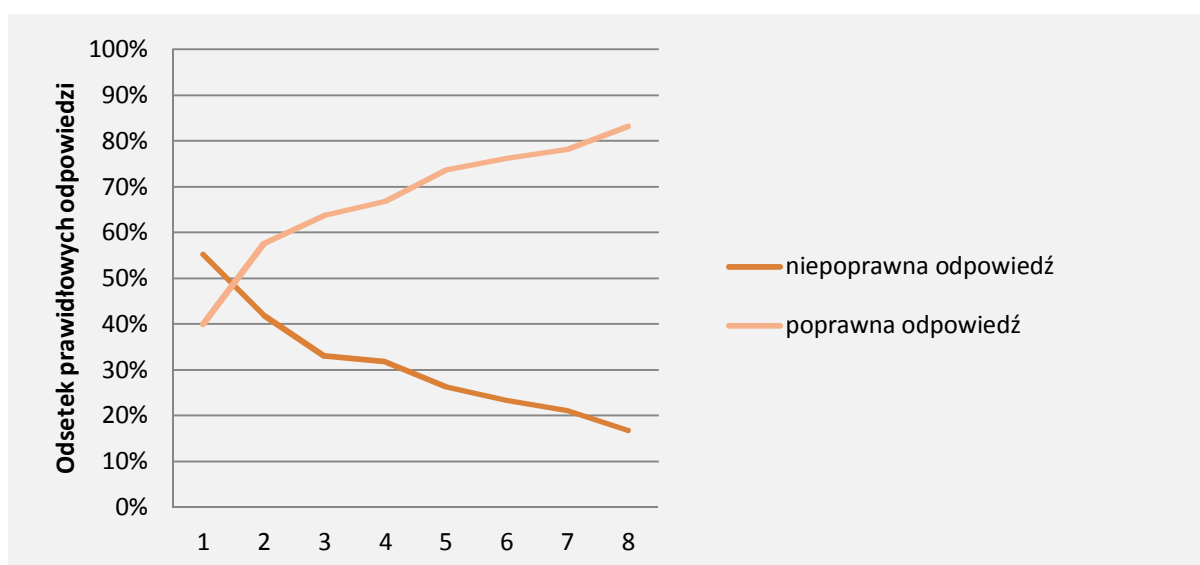
<input type="checkbox"/> A. 75 cm^3	1,6%
<input checked="" type="checkbox"/> B. 76 cm^3	68,9%
<input type="checkbox"/> C. 77 cm^3	11,8%
<input type="checkbox"/> D. 78 cm^3	8,0%
<input type="checkbox"/> E. Z zamieszczonego rysunku nie można tego odczytać	8,5%

Prawdopodobieństwo przypadkowego udzielenia prawidłowej odpowiedzi wynosiło w tym zadaniu 20%. Prawidłowej odpowiedzi B udzieliło prawie 70% uczniów. Najbardziej atrakcyjny z dystraktorów,

odpowieź C, cieszył się wybieralnością 11,8% – uczniowie, którzy udzielili nieprawidłowej odpowiedzi, najczęściej odczytywali poziom cieczy w cylindrze, wybierając dokładnie środek wysokości menisku wklęsłego. Dystraktor D – szczyt menisku – wybrało 8% uczniów. Niecałe 2% uczniów najprawdopodobniej niepoprawnie odczytało skalę na cylindrze – nie zauważyło, że poziom 75 cm³ oznaczony jest na przedstawionym zdjęciu za pomocą przedłużonej kreski (odpowieź A). Udzielenie odpowiedzi E, sugerującej, że z zamieszczonego rysunku nie da się odczytać poziomu cieczy, może oznaczać, że wybierający je uczniowie nigdy nie mieli do czynienia z pipetą czy cylindrem miarowym, a więc podstawowym sprzętem laboratoryjnym.

Na wykresie 5.16 przedstawiono procent prawidłowych odpowiedzi udzielonych w tym zadaniu przez uczniów podzielonych na osiem równolicznych grup. Uczniowie z grupy pierwszej uzyskali najniższe średnie wyniki w całym teście, a z ósmej – najwyższe.

Wykres 5.16. Rozkład częstości odpowiedzi dla wszystkich stwierdzeń w zadaniu. Na osi X zaznaczono poziom ucznia (1 – grupa uczniów, którzy uzyskali najniższe wyniki w całym teście, 8 – grupa o najwyższych wynikach), na osi Y zaś – odsetek uczniów z danej grupy, którzy wybrali daną odpowiedź.



Z analizy wykresu 5.16 wynika, że nawet 40% najslabszych uczniów udzieliło prawidłowej odpowiedzi w zadaniu. Wraz z rosnącym poziomem umiejętności uczniów, odsetek prawidłowych odpowiedzi rośnie i osiąga powyżej 80% w ósmej grupie uczniów, którzy zdobyli największą liczbę punktów z całego zestawu zadań.

Zadanie Che4_63 Notatka z doświadczenia

Karol, obserwując doświadczenie wykonane przez nauczyciela, zapisał w zeszycie następujące informacje:

W parowniczkę umieszczono 10 cm³ zawiesiny niebieskiego wodorotlenku miedzi(II) – Cu(OH)₂. Parowniczkę ogrzewano tak długo, aż niebieska zawiesina zamieniła się w czarny proszek, czyli tlenek miedzi(II) – CuO. Zauważyłem, że na ściankach parowniczkę pojawiały się w czasie ogrzewania kropelki przezroczystej cieczy (woda).

Jakie substancje były produktami tej reakcji?

- A. Tylko Cu(OH)₂
- B. Tylko CuO
- C. CuO i H₂O
- D. CuO i Cu(OH)₂
- E. Tylko woda

Prawidłowa odpowiedź: C.

Opis narzędzia

Cele kształcenia	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. III. Opanowanie czynności praktycznych.
Treści nauczania	3.2 Uczeń opisuje, na czym polega reakcja (...), analizy (...); podaje przykłady różnych typów reakcji (...); wskazuje substraty i produkty (...)
Umiejętność	Interpretacja wyników eksperymentu.
Kontekst	Szkolny
Obszar wiedzy chemicznej	Planowanie eksperymentu
Poziom trudności zadania	Poziom 3 (504)
Konstrukcja zadania	Zadanie wielokrotnego wyboru z jedną prawidłową odpowiedzią

Opis umiejętności mierzonej w zadaniu

Prezentowane zadanie mierzy umiejętność prostą – analizę tekstu z wykorzystaniem podstawowych wiadomości (dwu słów kluczowych). Wstępem do zadania jest krótka, ale jednocześnie bardzo dokładna notatka wykonana przez ucznia na podstawie pokazu przeprowadzonego przez nauczyciela. W notatce znajdują się wszelkie niezbędne informacje, dotyczące zarówno sprzętu laboratoryjnego (parowniczkę), jak też postaci i barwy (niebieska zawiesina, czarny proszek, kropelki przezroczystej cieczy) wykorzystanych odczynników przed reakcją i po jej zakończeniu. Ponadto podano pełne nazwy oraz wzory sumaryczne wszystkich substancji.

W celu udzielenia prawidłowej odpowiedzi należało dokładnie prześledzić tekst, wyobrazić sobie sytuację, która miała miejsce w trakcie pokazu, a następnie podzielić reagenty na te, które ulegały przemianom oraz te, które powstały w wyniku tych przemian, a następnie określić je odpowiednio jako substraty i produkty reakcji. Oczywiście, aby wykonać to zadanie, niezbędna była znajomość takich podstawowych pojęć jak „produkty” oraz „substraty” reakcji. Należy zaznaczyć, że w zadaniu nie wymagano od ucznia pisania równania reakcji, która zaszła w trakcie pokazu, ani wyrównywania jej współczynników.

Wyniki uczniów

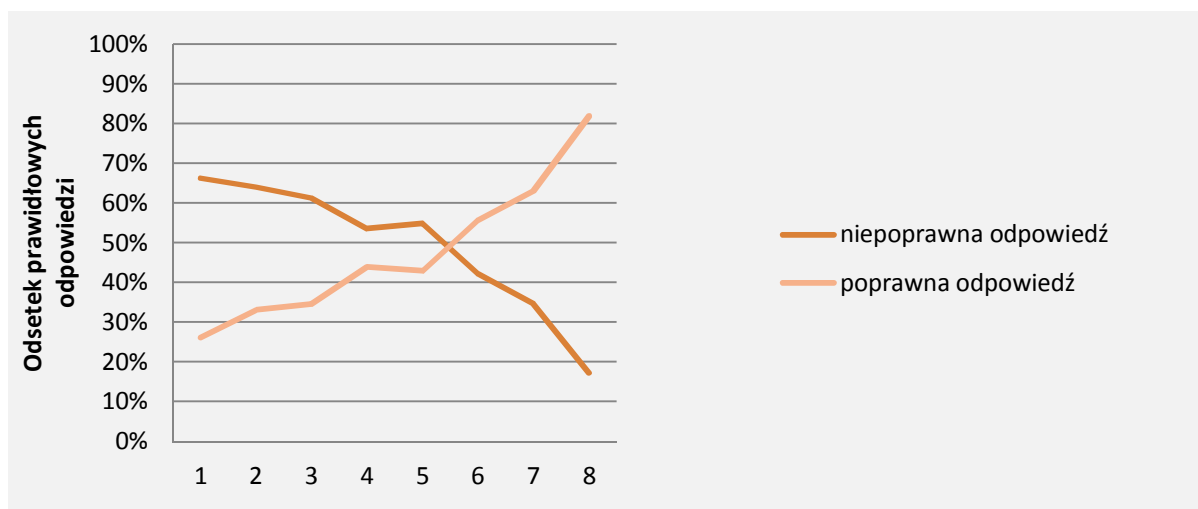
W tabeli przedstawiono rozkład procentowy odpowiedzi uczniów na pytanie postawione w poleceniu do zadania (prawidłową odpowiedź wytłuszczono).

Tabela 6.10. Rozkład procentowy odpowiedzi uczniów w omawianym zadaniu *Notatka z doświadczenia*

<input type="checkbox"/> A. Tylko $\text{Cu}(\text{OH})_2$	12,5%
<input type="checkbox"/> B. Tylko CuO	8,3%
<input checked="" type="checkbox"/> C. CuO i H_2O	49,1%
<input type="checkbox"/> D. CuO i $\text{Cu}(\text{OH})_2$	17,0%
<input type="checkbox"/> E. Tylko woda	10,4%

Ze względu na konstrukcję zadania prawdopodobieństwo przypadkowego udzielenia prawidłowej odpowiedzi wynosiło 20%. Ogółem, poprawnej odpowiedzi udzieliło w tym zadaniu 49,1% rozwiązujących je uczniów, co oznacza, że tylko połowa uczniów biorących udział w badaniu potrafiła na podstawie dokładnego opisu eksperymentu zidentyfikować reagenty i podzielić je na substraty i produkty. Wybór nieprawidłowej odpowiedzi może w tym wypadku świadczyć o tym, że uczeń nie zna podstawowej nomenklatury chemicznej lub o tym, że nie potrafi się nią posługiwać.

Wykres 5.17. Procent prawidłowych odpowiedzi udzielonych w tym zadaniu przez uczniów podzielonych na osiem równolicznych grup. Uczniowie z grupy pierwszej uzyskali najniższe średnie wyniki w całym teście, a z ósmej – najwyższe.



Wśród uczniów najslabszych (którzy zdobyli najmniej punktów w całym teście) odsetek prawidłowych odpowiedzi wynosi 26%. Począwszy od pierwszej aż do ósmej grupy, rozwiązywalność tego zadania w każdej kolejnej grupie jest coraz wyższa i osiąga wartość 82% w grupie uczniów, którzy uzyskali najlepsze wyniki w całym badaniu, co oznacza, że zadanie dobrze różnicuje uczniów i jest w związku z tym użytecznym narzędziem diagnostycznym.

Zadanie 2_41 Zestaw do sączenia

Rysunek przedstawia schemat prostego zestawu do sączenia. W zlewce I przygotowano mieszaninę wody, rozpuszczonej soli kuchennej i piasku. Następnie przelano zawartość zlewki do lejka, w którym znajdował się sączek. Bezbarwna ciecz zaczęła powoli sączyć się do zlewki II.



Które ze stwierdzeń dotyczących rezultatów sączenia się tej mieszaniny jest poprawne?

- A. W zlewce II znajdzie się woda z solą kuchenną.
- B. W lejku znajdzie się sól i piasek.
- C. W zlewce II znajdzie się tylko woda.
- D. Na sączku znajdzie się tylko sól kuchenna.

Prawidłowa odpowiedź: A.

Opis narzędzia

Cele kształcenia	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. III. Opanowanie czynności praktycznych.
Treści nauczania	1.8 Uczeń opisuje proste metody rozdzielenia mieszanin i wskazuje te różnice między właściwościami fizycznymi składników mieszaniny, które umożliwiają ich rozdzielenie; sporządza mieszaniny i rozdziela je na składniki (na przykład wody i piasku, wody i soli kamiennej, (...)).
Umiejętność	Analiza podstawowych procesów fizykochemicznych.
Kontekst	Szkolny
Obszar wiedzy chemicznej	Planowanie eksperymentu
Poziom trudności zadania	Poziom III (523)
Konstrukcja zadania	Zadanie wielokrotnego wyboru z jedną prawidłową odpowiedzią

Opis umiejętności mierzonej w zadaniu

Zadanie dotyczy rozdzielania mieszaniny niejednorodnej przy wykorzystaniu prostego zestawu laboratoryjnego do sączenia złożonego z 5 elementów: 2 zlewek, sączka, lejka i bagietki szklanej. Wszystkie te sprzęty laboratoryjne należą do podstawowego wyposażenia pracowni laboratoryjnych i szkolnych. Rozdzielana w zadaniu mieszanina składała się ze znanych uczniom substancji: wody, soli kuchennej i piachu. Właściwości tych trzech substancji, takie jak choćby rozpuszczalność soli

kuchennej w wodzie, są rozpoznawane wręcz intuicyjnie, bo uczniowie spotykają się z nimi na co dzień.

Doświadczenie związane z przygotowywaniem i rozdzielaniem mieszanin, zarówno jednorodnych, jak i niejednorodnych, znajduje się w Komentarzu do podstawy programowej przedmiotu chemia w zestawie doświadczeń zalecanych do wykonania samodzielnie przez uczniów lub w formie pokazu nauczycielskiego – w celu pełnej realizacji wymagań zawartych w podstawie programowej.

Aby prawidłowo rozwiązać to zadanie, należało przeanalizować tekst wstępny oraz rysunek i zauważyć, że w zlewce oznaczonej numerem I znajduje się mieszanina przed sączeniem, a w zlewce numer II – roztwór po sączeniu. Uczniowie powinni ponadto wykorzystać podstawowe wiadomości o tym, że sól kuchenna rozpuszcza się w wodzie i że jako rozpuszczona (czyli tworząca roztwór właściwy) przedostaje się przez sączek wraz z wodą i znajduje się w przesączu. Z kolei piach, jako substancja nierozpuszczająca się w wodzie, powinien pozostać na sączku.

Wyniki uczniów

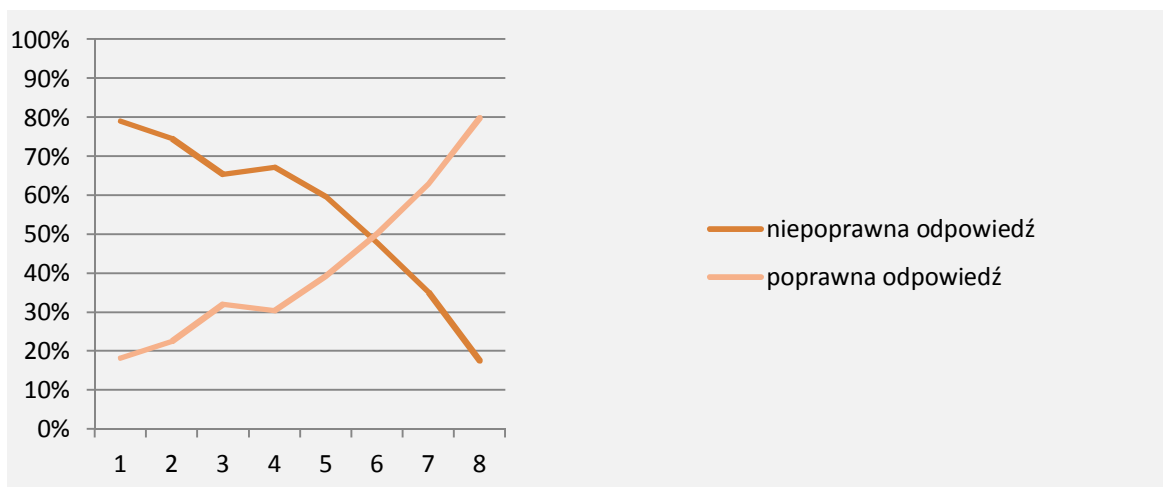
W tabeli przedstawiono rozkład procentowy odpowiedzi uczniów na pytanie postawione w poleceniu do zadania (poprawna odpowiedź została wytłuszczona).

Tabela 5.11. Rozkład procentowy odpowiedzi uczniów w omawianym zadaniu *Notatka z doświadczenia*

<input checked="" type="checkbox"/> A. W zlewce II znajdzie się woda z solą kuchenną.	45%
<input type="checkbox"/> B. W lejku się znajdzie się sól i piasek.	24,4%
<input type="checkbox"/> C. W zlewce II znajdzie się tylko woda.	22,1%
<input type="checkbox"/> D. Na sączku znajdzie się tylko sól kuchenna.	6,2%

Prawdopodobieństwo przypadkowego udzielenia prawidłowej odpowiedzi, ze względu na konstrukcję zadania, wynosiło 25%. Prawie połowa uczniów odpowiedziała prawidłowo na pytanie postawione w poleceniu do zadania, wybierając odpowiedź A. Wysoki odsetek uczniów, którzy wybrali odpowiedź C, może być związany z brakiem zrozumienia zasady działania sączka bibułowego. Wybranie którejkolwiek nieprawidłowej odpowiedzi świadczy o braku zrozumienia przez ucznia pojęcia rozpuszczalności substancji oraz tego, że woda dla jednych substancji jest rozpuszczalnikiem, a dla innych nie.

Wykres 5.18. Procent prawidłowych odpowiedzi udzielonych w tym zadaniu przez uczniów podzielonych na osiem równolicznych grup. Uczniowie z grupy pierwszej uzyskali najniższe średnie wyniki w całym teście, a z ósmej – najwyższe.



Dane źródłowe do przygotowania wykresu pochodzą z badania Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych „Laboratorium myślenia”.

Z analizy wykresu można wywnioskować, że odsetek prawidłowych odpowiedzi udzielonych w tym zadaniu przez uczniów, którzy osiągnęli najniższe wyniki w teście, był na poziomie „strzelania” (niecałe 20% prawidłowych odpowiedzi). W kolejnych grupach procent poprawnych odpowiedzi udzielonych przez uczniów stopniowo rośnie, osiągając średnią wartość równą 80% w ósmej grupie uczniów, którzy osiągnęli najwyższe wyniki w badaniu

5.7 Podsumowanie

Analiza wyników części chemicznej badania „Laboratorium myślenia” dała podstawę do stworzenia zadowalających klasyfikacji, na których można oprzeć każde cykliczne badania w zakresie zadań z chemii.

Należy podkreślić, że uzyskane dane nie pozwalają na bezwzględną ocenę trudności zadań czy umiejętności uczniów. Wnioski zawarte w niniejszym raporcie mają głównie charakter porównawczy, określają trudność poszczególnych między sobą zadań bądź wyniki poszczególnych grup uczniów.

Wyniki pierwszego cyklu badania staną się punktem wyjścia do prowadzenia dalszych analiz – autorzy postawili sobie za jeden z celów obserwowanie w kolejnych latach zmian w takich obszarach umiejętności uczniów jak:

- analiza i interpretacja informacji,
- analiza związków przyczynowo-skutkowych w procesach, w zależności od warunków w których przebiegają,
- zastosowanie konkretnych substancji w kontekście ich właściwości,
- interpretacja ilościowa procesów chemicznych,
- umiejętność pracy laboratoryjnej,
- projektowanie doświadczeń.

Niezwykle istotnym wnioskiem płynącym z badania jest to, że uczniowie mają duże trudności w posługiwaniu się terminologią i nomenklaturą chemiczną. Zadania, w których informacje zakodowane

były językiem chemicznym – zarówno w postaci nazw, jak i wzorów, czy symboli znalazły się na najwyższych poziomach trudności.

Wyróżnione w badaniu czynniki, mające wpływ na trudność zadania, stają się automatycznie kolejnymi wyznacznikami do określania zarówno kierunków kreacji zadań, jak i rozwoju ucznia w drodze do samodzielnego rozumowania naukowego. Tego typu markery będą miały wpływ na zbiorcze, przedstawione i w tym badaniu, podsumowanie „Poziomów umiejętności uczniów”.

6. Fizyka

W części przyrodniczej z fizyki uczniowie musieli rozwiązać 52 zadania, które były osadzone w podstawie programowej dla III etapu edukacyjnego. W związku z tym miały na celu sprawdzenie przede wszystkim umiejętności i wiadomości opisanych w wymaganiach ogólnych i szczegółowych podstawy programowej. Zadania odtajnione po badaniu mogą posłużyć jako ćwiczenia do sprawdzianu, mogą być wykorzystane podczas pracy na lekcji lub zadane w ramach pracy domowej. Na początku rozdziału opisano szczegółowo powiązanie wykorzystanych w badaniu zadań z podstawą programową. Następnie omówiono typy wykorzystanych zadań w trzech różnych aspektach. Trzecią część rozdziału tworzą wyniki uzyskane w pierwszym roku badania wraz z ich analizą. Całość zamykają zamieszczone w części końcowej przykładowe zadania, które wystąpiły w teście, wraz z komentarzem do nich i szczegółowymi wynikami.

6.1 Charakterystyka zadań z fizyki

6.1.1 Zadania z fizyki a podstawa programowa

Podstawa programowa z fizyki opisuje wymagania ogólne i wymagania szczegółowe. Wymagania ogólne, które odnoszą się do umiejętności złożonych oraz do poszukiwania, tworzenia i wykorzystania informacji, zapisane zostały w czterech punktach. Trzy pierwsze punkty dotyczą opisu doświadczeń i zjawisk fizycznych oraz rozwiązywania prostych zadań. Czwarty punkt to analiza tekstu, również tekstu popularnonaukowego. Wymagania szczegółowe podstawy programowej podzielone są na dziewięć działów. Pierwsze siedem działów definiuje konkretne wymagania dotyczące wiadomości i umiejętności ucznia, dział ósmy to wymagania przekrojowe powiązane z innymi naukami, a dziewiąty to wymagania doświadczalne.

W badaniu wykorzystano 52 zadania z fizyki, osadzone w podstawie programowej dla III etapu edukacyjnego. Były one tak dobrane, aby nie tylko sprawdzały umiejętności opisane w wymaganiach ogólnych, ale również w możliwie szerokim zakresie obejmowały wymagania szczegółowe podstawy programowej. Po każdym kolejnym etapie badania część zadań po odtajnieniu i dodaniu do nich wyczerpującego komentarza zawierającego m.in. opis sprawdzanych umiejętności oraz uzyskanych w nich wyników będzie służyć jako pomoc dydaktyczna dla nauczycieli fizyki i uczniów gimnazjum. Liczbę zadań sprawdzających poszczególne wymagania ogólne i szczegółowe przedstawiają **tabele 6.1 i 6.2.**

Tabela 6.1. Ilościowe zestawienie zadań przypisanych do wymagań ogólnych.

WYMAGANIA OGÓLNE		LICZBA ZADAŃ
I.	Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych	19
II.	Przeprowadzenie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników	18
III.	Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych	12
IV.	Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych)	15

Tabela 6.2. Ilościowe zestawienie zadań przypisanych do działów treści nauczania – wymagań szczegółowych.

DZIAŁY TREŚCI NAUCZANIA – WYMAGAŃ SZCZEGÓŁOWYCH	LICZBA ZADAŃ
1. Ruch prostoliniowy i siły	9
2. Energia	12
3. Właściwości materii	8
4. Elektryczność	4
5. Magnetyzm	2
6. Ruch drgający i fale	4
7. Fale elektromagnetyczne i optyka	4
8. Wymagania przekrojowe	15
9. Wymagania doświadczalne	1

Część zadań w badaniu odnosiła się do więcej niż jednego wymagania ogólnego, a także do kilku wymagań szczegółowych – dlatego suma liczb w kolumnach jest większa od liczby zadań. Jak widać, liczba zadań sprawdzających poszczególne wymagania ogólne była podobna. Natomiast co do wymagań szczegółowych, to najwięcej zadań sprawdzało dział ósmy podstawy, czyli wymagania przekrojowe, podczas gdy tylko jedno zadanie sprawdzało wiadomości i umiejętności z zakresu wymagań doświadczalnych.

6.1.2 Konstrukcja zadań z fizyki

Badanie z fizyki zawierało zadania trzech typów: wielokrotnego wyboru (WW) z jedną prawidłową odpowiedzią (29 zadań), typu „prawda-falsz/TAK-NIE” (12 zadań) oraz na przyporządkowanie (11 zadań). Rozwiązanie tych ostatnich polegało na wyborze jednego z dwóch stwierdzeń z uzasadnieniem wyboru lub znalezieniu związków przyczynowo-skutkowych między zjawiskami i wielkościami fizycznymi.

6.1.3 Kontekst zadań z fizyki

Zadania z fizyki osadzone były w trzech kontekstach – praktycznym, szkolnym i naukowym. Zadań w kontekście praktycznym (np. Fiz1_12 **Tonące drewno**, str. 138) było nieco więcej niż w szkolnym i naukowym (np. Fiz2_13 **Tabela i wykres**, str. 143). Zadania w kontekście praktycznym obejmowały zazwyczaj opisy doświadczeń i wyjaśnianie zjawisk fizycznych zachodzących w otaczającym nas świecie. Zadania w kontekście szkolnym dotyczyły typowych problemów, z jakimi uczeń mógł się zetknąć na lekcji fizyki, najczęściej spotykanymi w podręcznikach szkolnych czy zeszytach ćwiczeń. Zadania osadzone w kontekście naukowym wymagały od ucznia przeanalizowania nowej, nietypowej sytuacji czy zagadnienia i znalezienia prawidłowego rozwiązania problemu w takiej sytuacji, bądź też wymagały analizy przytoczonego tekstu popularnonaukowego. Wykres 6.1 pokazuje procentowy udział poszczególnych kontekstów w puli zadań, a tabela 6.3. podaje szczegółowe dane dotyczące liczebności różnych typów zadań z uwzględnieniem podstawy programowej, konstrukcji zadań i ich kontekstu.

Wykres 6.1. Udział procentowy zadań z fizyki w określonym kontekście

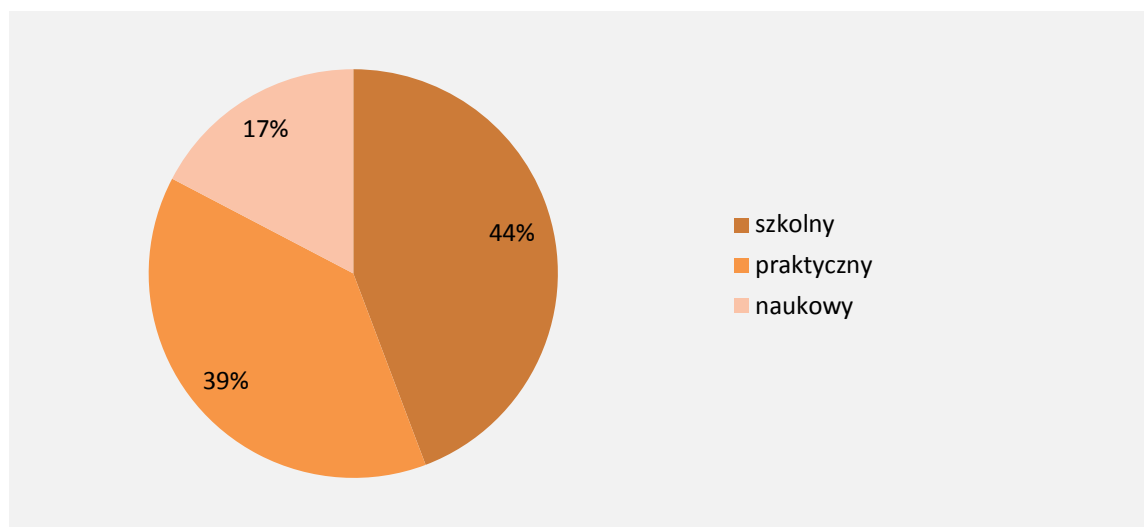


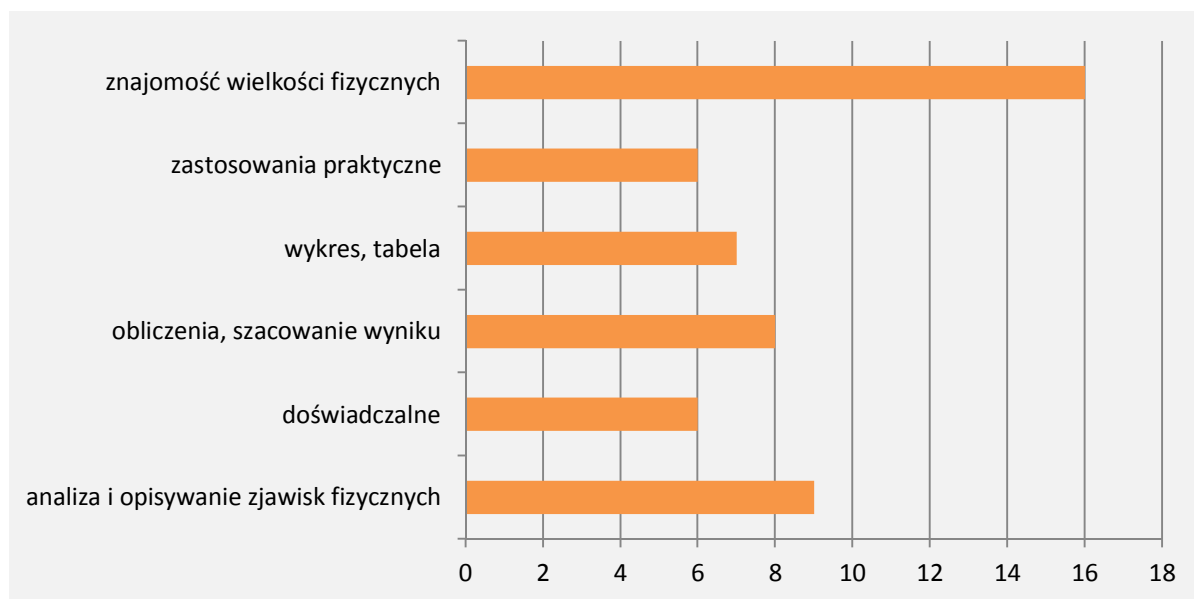
Tabela 6.3 Liczba różnych typów zadań z fizyki

Kontekst	Wiadomości			Umiejętności		
	A/B/C/D	P/F, Tak/Nie	Dobieranie	A/B/C/D	P/F, Tak/Nie	Dobieranie
Szkolny	10	1	1	10	1	0
praktyczny	4	2	3	7	3	1
naukowy	0	0	0	4	5	0

6.1.4 Umiejętności mierzone zadaniami z fizyki

Do rozwiązania zadań z fizyki, uczeń musiał wykazać się zarówno umiejętnościami prostymi (29 zadań, np. zad.Fiz1_07 **Droga hamowania**, str. 136, jak też i złożonymi (23 zadania – np. Fiz2_08 **Siłomierz i woda**, str. 141). Zadania, do rozwiązania których uczeń musiał wykorzystać umiejętności proste, dotyczyły zazwyczaj jednego problemu, zagadnienia czy też sytuacji. Do rozwiązania takich zadań wystarczyły zupełnie podstawowe umiejętności dotyczące ogólnie znanych wielkości, zjawisk i praw fizycznych. Zadania, do rozwiązania których uczeń musiał wykorzystać umiejętności złożone, wymagały od niego bardziej zaawansowanych procesów myślowych. Były to bardzo często zadania związane z analizą czytanego tekstu, wykresu w połączeniu z tabelą danych, analizą wykresu w połączeniu z opisem doświadczenia, czy też związane z zaplanowaniem doświadczenia lub wyciągnięciem wniosków na podstawie opisu jego przebiegu i wyników. Zadania z fizyki występujące w badaniu obejmowały umiejętności ponadprzedmiotowe, takie jak rozumowanie czy rozumienie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabeli, wykresu, rysunku lub schematu, ale również specyficzne umiejętności z zakresu fizyki, którymi uczeń musiał się wykazać, aby rozwiązać określone zadania. Wykres 6.2 pokazuje liczbę zadań podzielonych na grupy w zależności od tego, jakimi umiejętnościami przedmiotowymi musiał wykazać się uczeń.

Wykres 6.2. Liczba zadań przypisana do poszczególnych umiejętności.



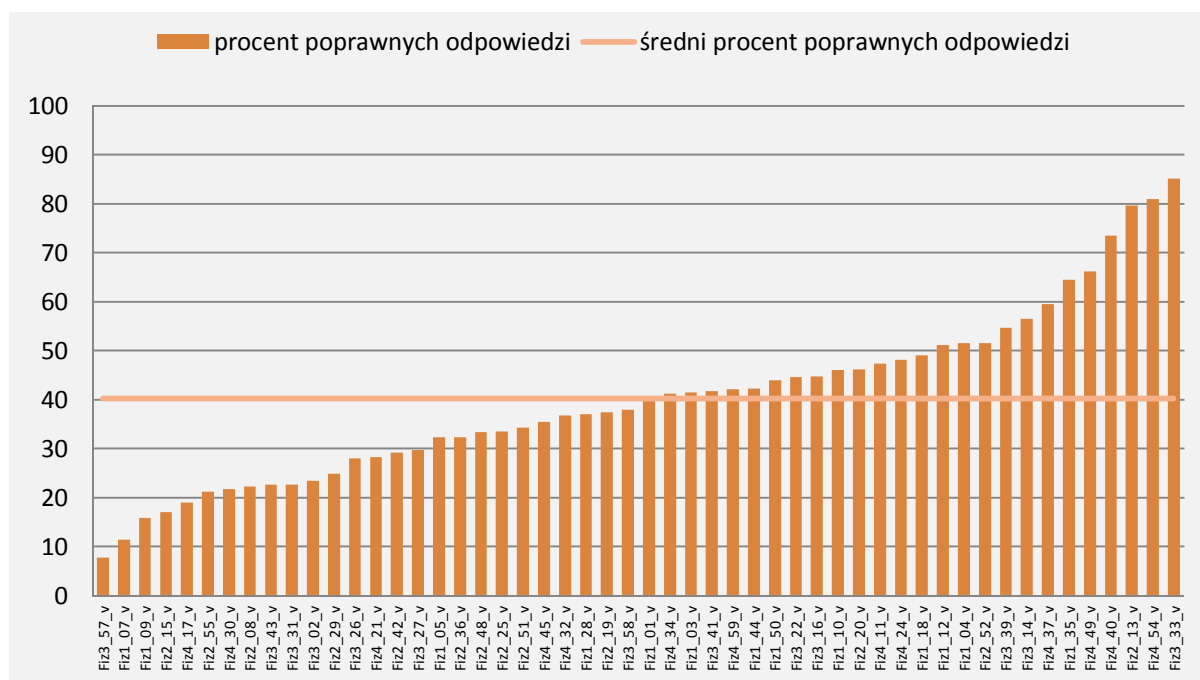
Jak widać z wykresu, do rozwiązania największej liczby zadań, bo aż 16, konieczna była znajomość i rozumienie związku między wielkościami fizycznymi. Pozostałe umiejętności wystąpiły w przybliżonej liczbie zadań.

6.2 Wyniki z części fizycznej

6.2.1 Odsetek prawidłowych odpowiedzi

Test z fizyki pisało 3893 uczniów z całej Polski. Średni procent prawidłowych odpowiedzi wyniósł 40,3%, z czego wynika, że test był trudny. Wykres 6.3 przedstawia procent prawidłowych odpowiedzi dla poszczególnych zadań.

Wykres 6.3. Procent prawidłowych odpowiedzi dla poszczególnych zadań.

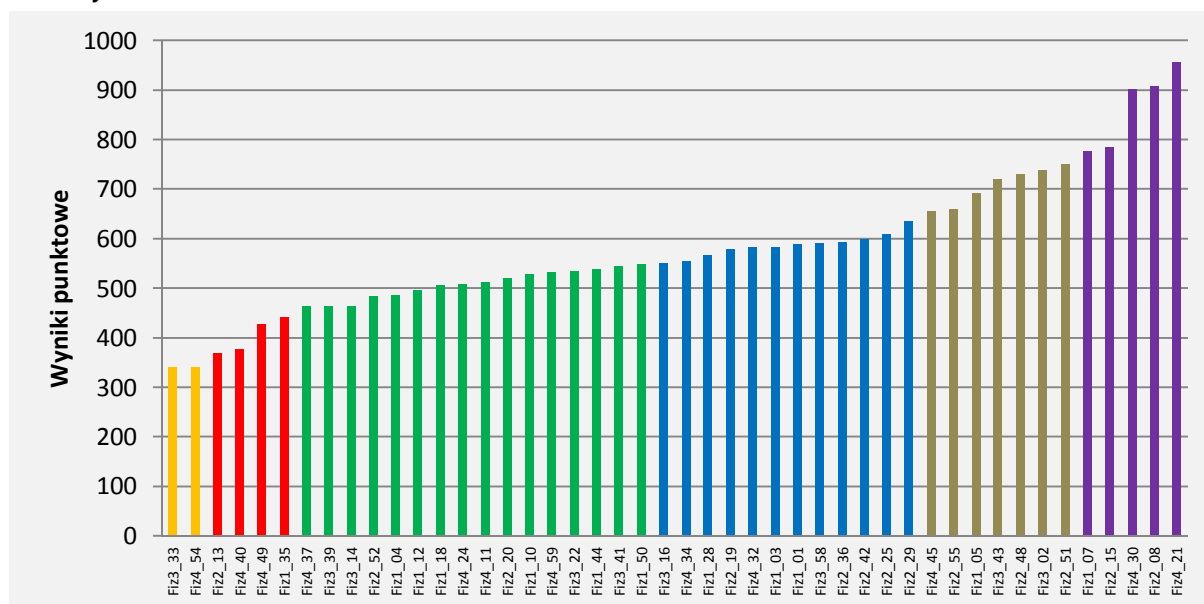


Zaledwie trzy zadania można zaliczyć do łatwych i bardzo łatwych (np. Fiz2_13 **Tabela i wykres**, str. 143). Największą grupę stanowią zadania trudne i bardzo trudne (np. Fiz1_07 **Droga hamowania**, str. 136). Zadania, z którymi uczniowie radzili sobie najlepiej, związane były między innymi z odczytywaniem informacji z tabeli i wykresu. Najmniej prawidłowych odpowiedzi uczniowie udzielili na zadania, które wymagały umiejętności kojarzenia związków między wielkościami fizycznymi oraz złożonego wnioskowania na podstawie analizy czytanego tekstu, schematu lub rysunku. Również bardzo słabo poradzili sobie z zadaniami, w których musieli wykazać się umiejętnościami przewidywania wyniku oraz planowania doświadczenia.

6.2.2 Trudność zadań z fizyki

Wykorzystując metodę IRT, opisaną w części teoretycznej raportu, można dokonać przeskalowania uzyskanych wyników tak, aby za pomocą jednej skali mierzyć zarówno poziom umiejętności ucznia, jak i trudność zadania. Uczeń, który uzyskał określoną liczbę punktów jako wynik zadania, rozwiązuje zadanie o trudności wyrażonej tą samą liczbą punktów z prawdopodobieństwem $\frac{1}{2}$. Przeskalowując wyniki, przyjęto, że wartość średniej trudności testu wynosi 500, a odchylenie standardowe 100. Spośród 52 zadań użytych w badaniu, 6 zostało wyłączonych ze skalowania metodą IRT ze względu na niezadowalające parametry statystyczne, dlatego w poniższej tabeli i na wykresie opisano jedynie 46 zadań. W zależności od wyniku, zadania podzielono na sześć grup przypisanych do 6 poziomów trudności (Wykres 6.4), opisanych w tabeli 6.4.

Wykres 6.4. Wyniki uczniów według modelu IRT: poziom I – kolor żółty, poziom II – kolor czerwony, poziom III – kolor zielony, poziom IV – kolor niebieski, poziom V – kolor brązowy, poziom VI – kolor fioletowy.



Z wykresu 6.4 wynika, że zadania z fizyki były zadaniami trudnymi i bardzo trudnymi, a tylko nieliczne z nich należą do zadań łatwych. Zadania łatwe związane były z odczytywaniem informacji z tabeli i wykresu – z tym uczniowie radzą sobie bardzo dobrze. Największy problem stanowią zadania związków między wielkościami fizycznymi oraz wnioskowaniem na podstawie analizy czytanego tekstu, schematu lub rysunku.

6.2.3 Poziomy umiejętności uczniów

Na podstawie modelu IRT poszczególne poziomy umiejętności zostały wyrażone odpowiednimi przedziałami punktowymi. Charakterystykę każdego poziomu przedstawia tabela 6.4.

Poziomy	Przedział punktowy	Charakterystyka	Liczba zadań
I	< 350 pkt	Czytanie prostych wykresów, odróżnianie podstawowych pojęć fizycznych, wykonywanie prostych obliczeń,	2
II	350–450 pkt	powiązanie danych z tabeli z danymi z wykresu (np. Fiz2_13 <i>Tabela i wykres</i> , 367 pkt, str. 143)	4
III	450–550 pkt	Wnioskowanie na podstawie wyników prostych doświadczeń, kojarzenie prostych faktów, zaplanowanie pomiarów i szacowanie wyników.	16
IV	550–650 pkt	Planowanie prostych doświadczeń i przewidywanie ich wyniku, weryfikacja postawionych hipotez. Rozwiązywanie zadań, w których trzeba wyciągać wnioski wymagające analizy sytuacji, opisywanie zależności przyczynowo-skutkowych. Dobre rozumienie pojęć fizycznych i wykorzystanie wiedzy w praktyce.	12
V	650–750 pkt	Zaawansowana analiza i interpretacja zjawisk fizycznych. Zaplanowanie doświadczenia w celu uzyskania określonych wielkości. Znajomość zasady działania prostych urządzeń. Dogłębne rozumienie fundamentalnych zasad fizyki (np. Fiz2_08 <i>Siłomierz i woda</i> , 908, str. 141)	7
VI	Powyżej 750		5

Jak widać z tabeli 6.4., najwięcej zadań mierzyło umiejętności z poziomu III i IV. Są to poziomy pośrednie; uczniowie, rozwiązując zadania z tych poziomów, musieli wykazać się wiadomościami oraz umiejętnością szacowania wyniku czy analizą wykresów, ale także prostej analizy i interpretacji zjawisk fizycznych. Uczniowie rozwiązujący zadania z poziomów I, II, III musieli wykazać się podstawowymi, pojedynczymi umiejętnościami, natomiast na poziomach IV, V i VI, musieli wykorzystać kilka umiejętności jednocześnie.

6.2.4 Cele kształcenia a poziom trudności zadań

Zadania przyporządkowane do określonego poziomu trudności miały odzwierciedlenie w wymaganiach ogólnych podstawy programowej, co pokazuje tabela 6.5.

Tabela 6.5. Przyporządkowanie zadań z poszczególnych poziomów trudności do wymagań ogólnych podstawy programowej.

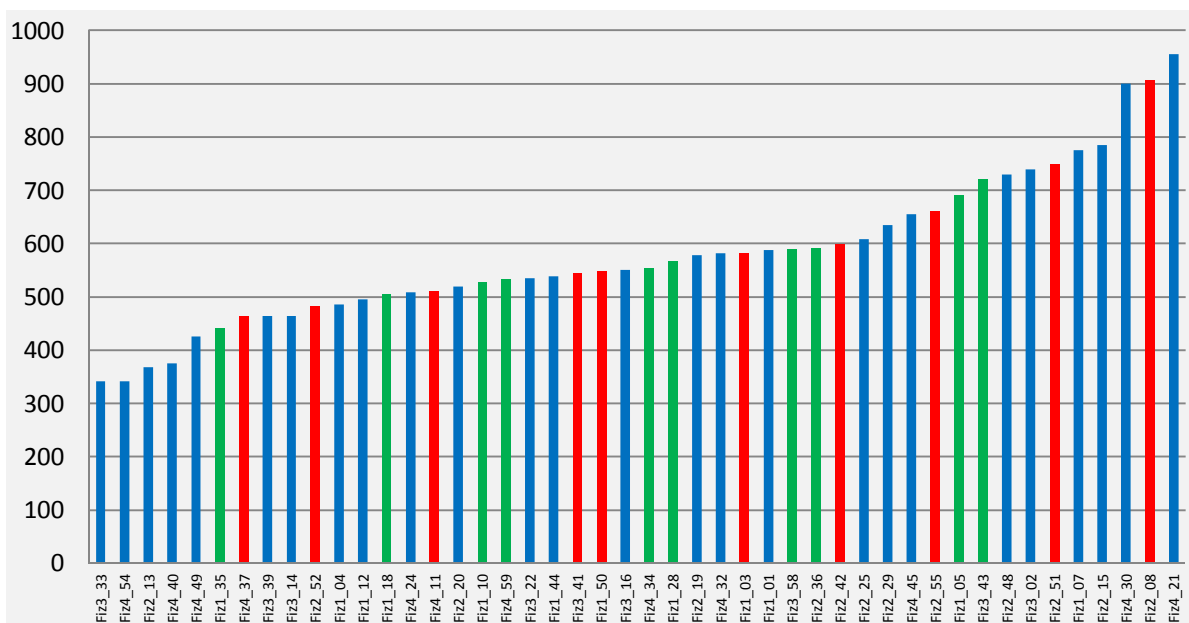
Wymagania ogólne	Poziom I	Poziom II	Poziom III	Poziom IV	Poziom V	Poziom VI
Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych	0	1	6	6	2	2
Przeprowadzenie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników	1	0	2	4	5	1
Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych	1	2	4	2	2	2
Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych)	1	1	7	1	0	1

Jak widać, liczba zadań z poszczególnych poziomów trudności przyporządkowanych do określonych celów ogólnych podstawy programowej była porównywalna. Warto jednak zauważyć, że najwięcej zadań sprawdzało umiejętności wykorzystania wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązywania prostych zadań obliczeniowych i były to zadania trudne z poziomów III i IV. Dużą trudność sprawiały uczniom zadania z poziomu III, w których uczeń musiał posłużyć się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów.

6.2.5 Konstrukcja zadania a poziom trudności zadań z fizyki

Jak już wspomniano wcześniej, zadania z fizyki miały różną konstrukcję: wielokrotnego wyboru (ABCD), prawda/fałsz (P/F) i przyporządkowanie. Wykres 6.5 przedstawia poziom trudności zadań określonego typu.

Wykres 6.5. Poziom trudności zadań różnych typów: *wielokrotnego wyboru – kolor niebieski, prawda/fałsz – kolor czerwony, przyporządkowanie – kolor zielony.*

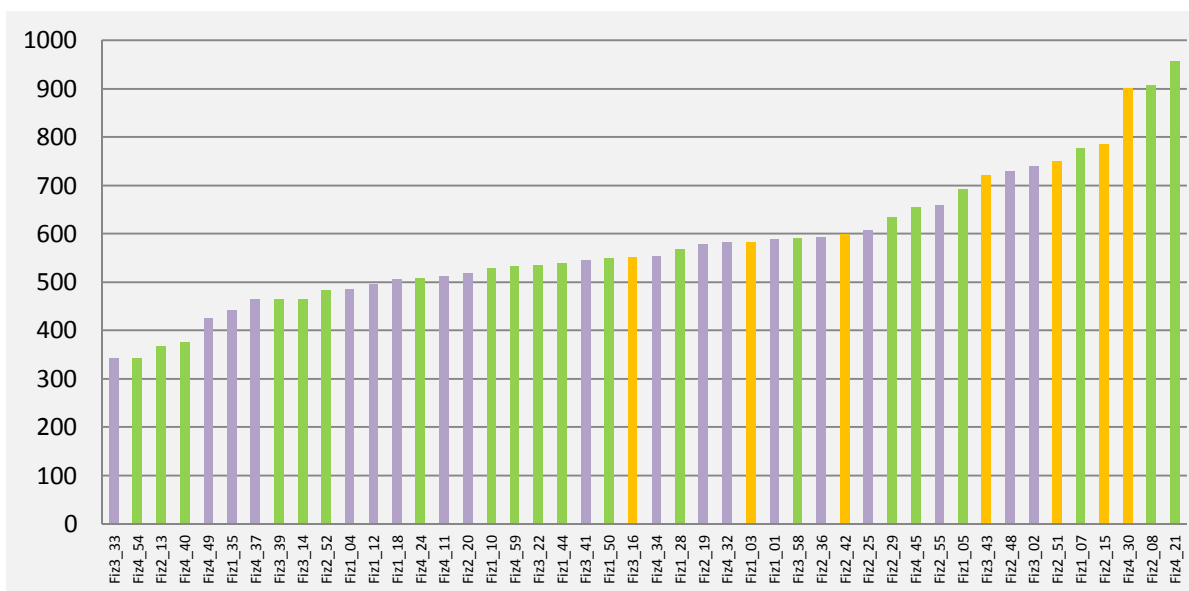


Z wykresu 6.5 wynika, że w przypadku zadań z fizyki nie ma związku między stopniem trudności zadań, a ich konstrukcją. Można jednak zauważyć, że na poziomach I i II większy udział mają zadania wielokrotnego wyboru. Zadania typu prawda/fałsz i na przyporządkowanie równomiernie rozkładają się na całej skali trudności.

6.2.6 Kontekst zadań z fizyki a trudność

Zadania z fizyki, jak już wspomniano wcześniej, były osadzone w trzech kontekstach: szkolnym, praktycznym i naukowym. Wykres 6.6 przedstawia skalę trudności zadań z uwzględnieniem wymienionych kontekstów.

Wykres 6.6. Skala trudności zadań w różnych kontekstach: *szkolnym - kolor zielony, praktyczny - kolor szary, naukowy - kolor żółty.*



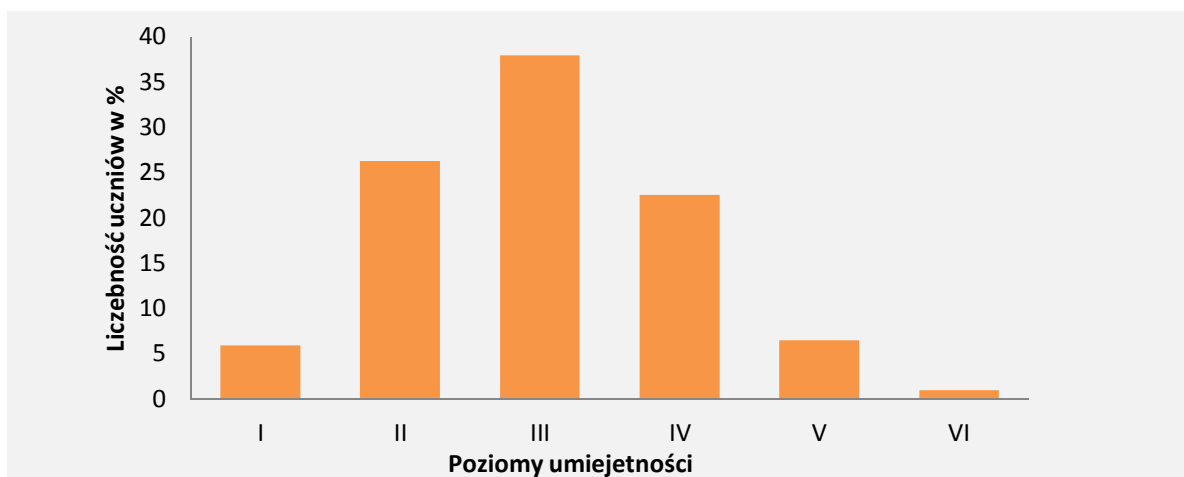
Jak widać na wykresie 6.6, najtrudniejsze okazały się zadania osadzone w kontekście naukowym, które występowały głównie na V i VI poziomie trudności. Były to zadania, do których rozwiązania uczniów musiał wykorzystać kilka umiejętności jednocześnie, a zwłaszcza umiejętność czytania ze zrozumieniem i przetwarzania informacji. W przypadku zadań mających kontekst szkolny i praktyczny, nie zauważono związku ze stopniem trudności.

6.2.7 Zróżnicowanie wyników ze względu na płeć i wybór szkoły ponadgimnazjalnej

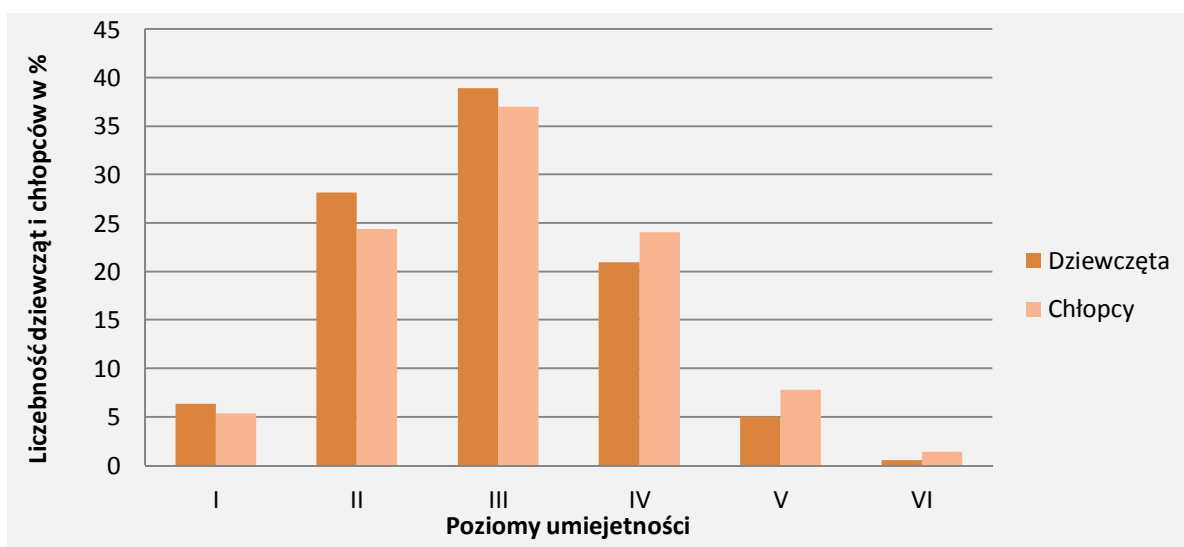
Udział wyników uczniów w poszczególnych poziomach umiejętności pokazuje wykres 6.7.

Jak widać z wykresu 6.7., najwięcej uczniów prezentuje umiejętności z poziomu III – łącznie 37,96 %, a najmniej na poziomie VI – 0,96 %. Na poziomie I i II, czyli na poziomie najprostszych umiejętności, jest aż 32,13% uczniów.

Wykres 6.7. Procentowy udział wyników uczniów w poszczególnych poziomach umiejętności



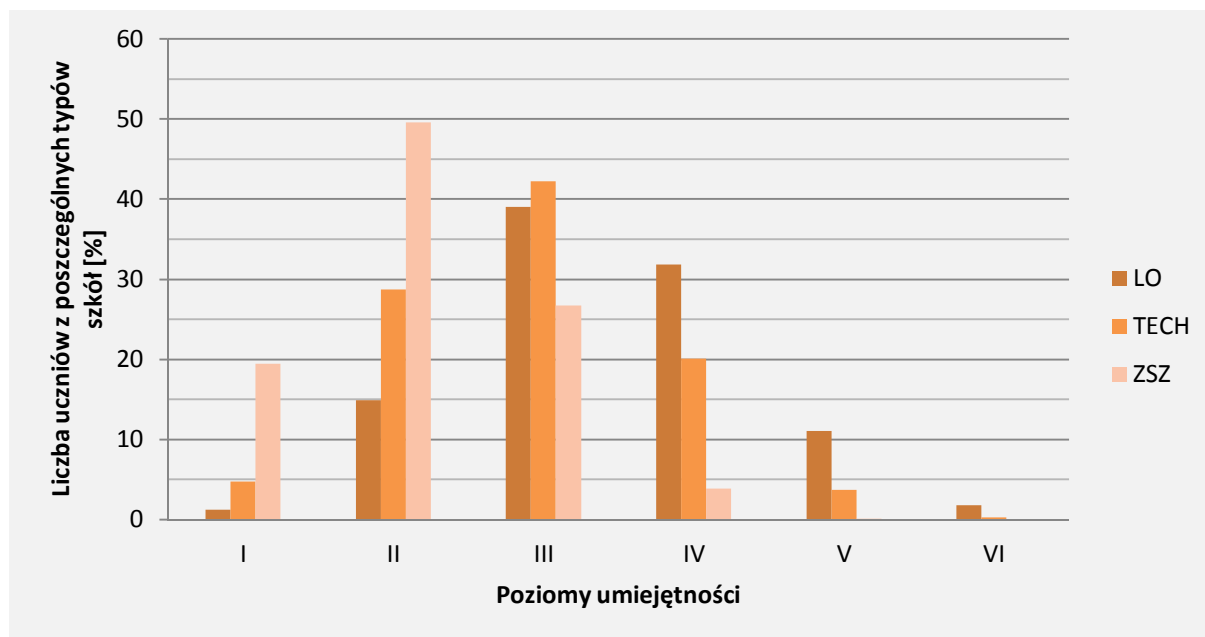
Wykres 6.8. Procentowy udział wyników dziewcząt i chłopców w poszczególnych poziomach umiejętności.



Porównując udział procentowy dziewcząt i chłopców (wykres 6.8.), można zauważyć, iż z fizyki na niższych poziomach (I, II, III) przeważają dziewczęta (73,48% dziewcząt, 66,74% chłopców), natomiast na wyższych (IV, V, VI) chłopcy (33,27% chłopców i 26,52% dziewcząt).

Wykresy 6.9, 6.10 i 6.11 przedstawiają odsetek uczniów ogółem z poszczególnych typów szkół i w rozbiciu na płeć, zaklasyfikowanych do poszczególnych poziomów umiejętności.

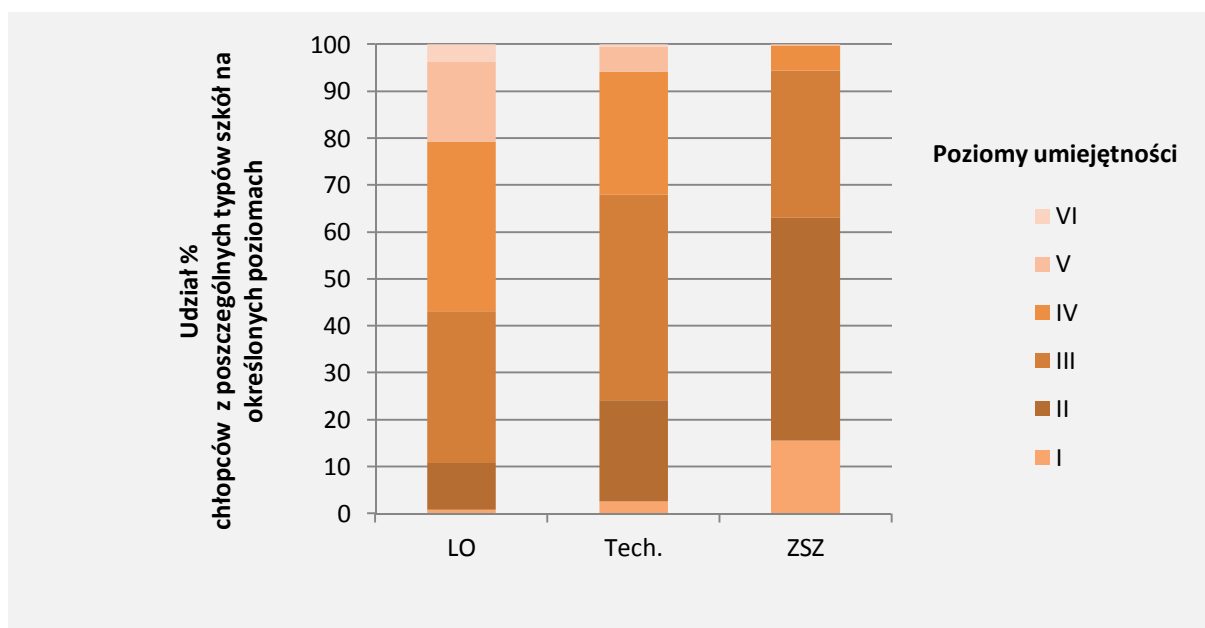
Wykres 6.9. Procentowy udział uczniów z poszczególnych typów szkół w określonych poziomach umiejętności



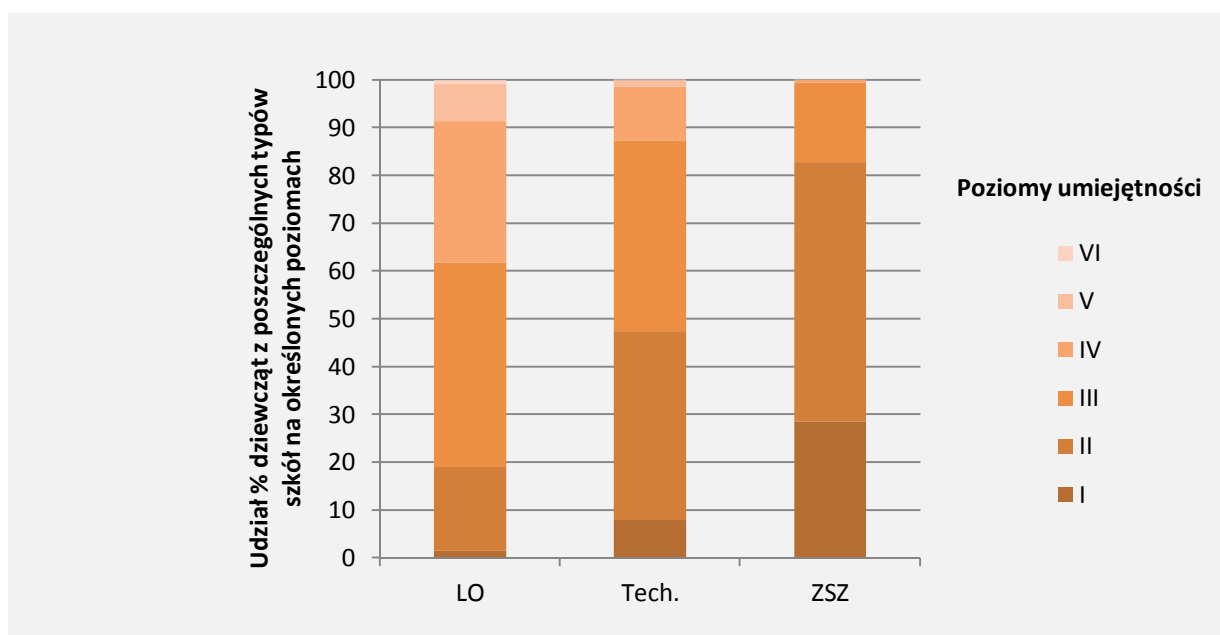
Jak widać na wykresie 6.9., 69,2% uczniów z zasadniczej szkoły zawodowej posiada umiejętności z poziomu I i II. Żaden z uczniów ZSZ nie opanował umiejętności z poziomu VI. W technikum przeważająca część uczniów (71,04%) znalazła się na II i III poziomie umiejętności, a w liceum ogólnokształcącym na poziomie III i IV (70,94%).

Należy podkreślić, że ze względu na czas badania (wczesna jesień, klasa I) powyższy wykres pokazuje jedynie efekty selekcji uczniów podczas rekrutacji do poszczególnych typów szkół. Do liceum przyjęci zostali uczniowie z wyższymi wynikami w nauce niż uczniowie przyjęci do technikum i ZSZ.

Wykres 6.10. Procentowy udział chłopców z poszczególnych typów szkół w poziomach umiejętności.



Wykres 6.11. Procentowy udział dziewcząt z poszczególnych typów szkół w poziomach umiejętności.



Jak już wspomniano, z analizy ostatnich dwóch wykresów wynika charakterystyczna prawidłowość – na wyższych poziomach umiejętności przeważają chłopcy, a na niższych dziewczęta. W liceum ogólnokształcącym więcej dziewcząt jest na I, II i III poziomie umiejętności (61,84% dziewcząt, 43,18% chłopców), natomiast na poziomach IV, V i VI więcej jest chłopców (38,16% dziewcząt, 56,83% chłopców). W technikum i zasadniczej szkole zawodowej, znaczna różnica w udziale dziewcząt i chłopców na poszczególnych poziomach umiejętności, zaczyna się już od poziomu III. Na poziomach III–VI jest zaledwie 17,15% dziewcząt i ponad dwa razy więcej, bo aż 36,86% chłopców.

Analizując wyniki uczniów zamieszkałych na wsi i w mieście nie stwierdzono na żadnym z poziomów umiejętności istotnych statystycznie różnic w poziomach ich umiejętności.

6.3 Przykładowe zadania z fizyki wraz z komentarzami

Zadanie Fiz1_07 Droga hamowania

Im większą energię kinetyczną ma samochód, tym dłuższa jest droga, na której musi działać siła tarcia, aby go zatrzymać.

Droga hamowania samochodu przy prędkości 100 km/h w porównaniu do drogi hamowania tego samego samochodu w tych samych warunkach przy prędkości 50 km/h jest

- A. dwa razy krótsza.
- B. taka sama.
- C. dwa razy dłuższa.
- D. cztery razy dłuższa.

Metryczka zadania

Prawidłowa odpowiedź

D.

Wymagania ogólne:

I. Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązanie prostych zadań obliczeniowych.

IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych).

Wymagania szczegółowe:

1.12. Uczeń opisuje wpływ oporów ruchu na poruszające się ciała.

2.3. Uczeń opisuje wpływ wykonanej pracy na zmianę energii.

Odsetek prawidłowych odpowiedzi: 11,5%.

Trudność: 776.

Poziom trudności: VI.

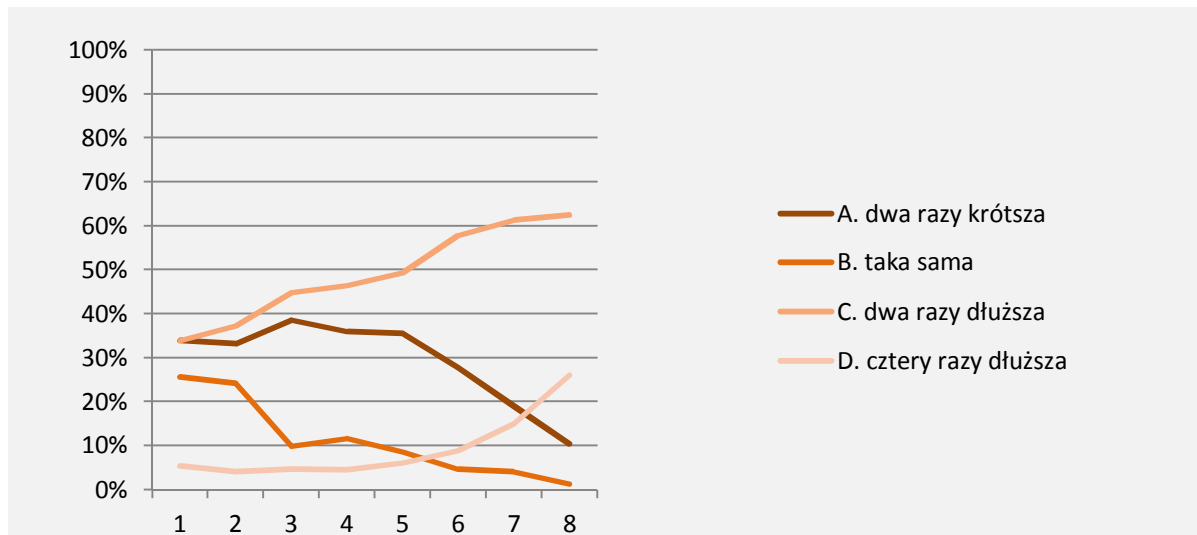
Komentarz

Jest to zadanie o prostej konstrukcji, sprawdzające rozumienie zależności między wielkościami fizycznymi. Do rozwiązania zadania wystarczą wiadomości zdobyte w szkole na temat energii kinetycznej.

Zadanie nie wymaga żadnych skomplikowanych obliczeń – jedyne potrzebne działania można bez najmniejszego problemu wykonać w pamięci. Nie wymaga też zaawansowanych procesów myślowych. Zadanie okazało się jednak bardzo trudne – wskaźnik łatwości ma wartość 0,11.

Wykres 6.12. Odsetek wybranych odpowiedzi na zadanie Fiz1_07 Droga hamowania.

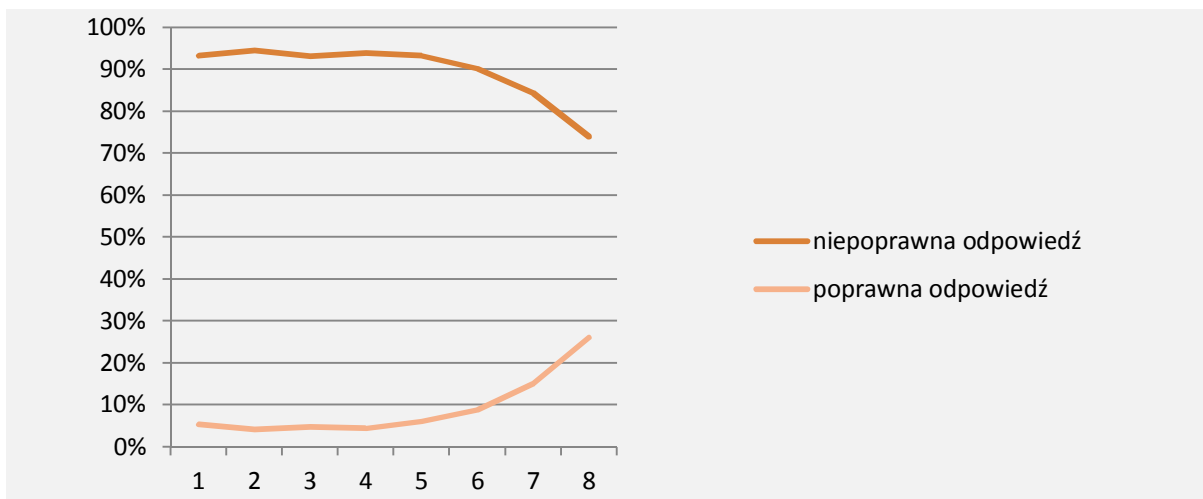
Na wykresie 6.12. pokazano wyniki badania, w którym badaną populację uczniów podzielono według uzyskanych wyników na osiem równolicznych grup, nadając im numery od 1 do 8 (1 – uczniowie naj słabsi, 8 – najlepsi).



Liczby 1–8 na poziomej osi oznaczają numer grupy, a liczby na pionowej osi – procent uczniów z danej grupy, którzy wybrali daną odpowiedź.

Wykres 6.13. przedstawia odsetki prawidłowych i nieprawidłowych odpowiedzi wszystkich uczniów.

Wykres 6.13. Odsetek prawidłowych i nieprawidłowych odpowiedzi na zadanie Fiz1_07 Droga hamowania.



Jak widać, zadanie prawidłowo rozwiązała znikoma część uczniów – nawet wśród najlepszych zadanie miało poziom rozwiązywalności równy przypadkowemu wyborowi (1/4).

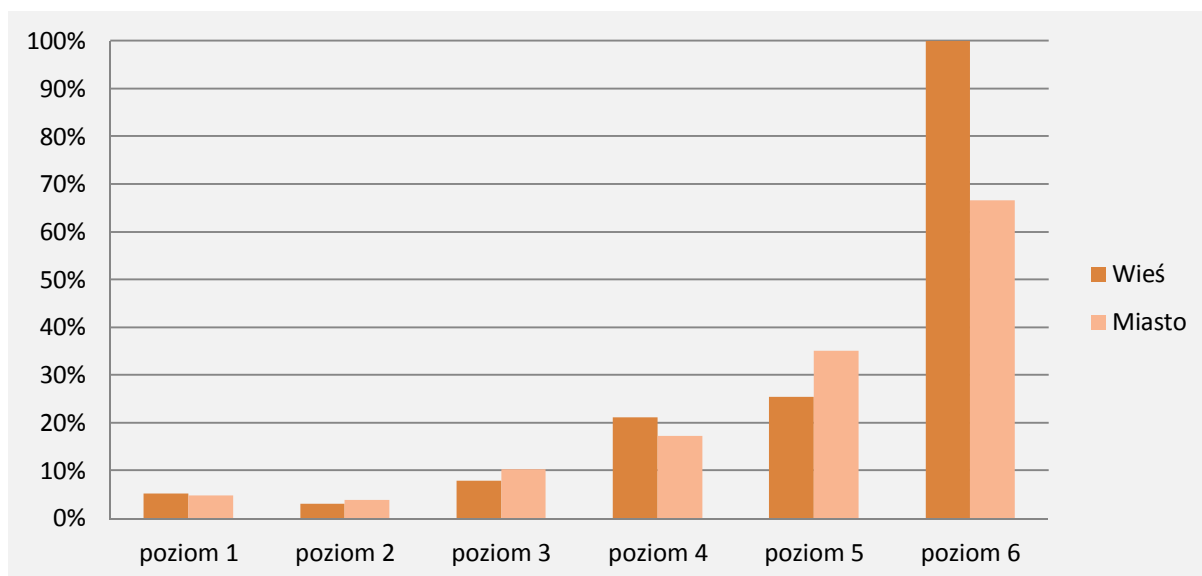
Przytłaczająca większość zarówno słabych, jak i dobrych uczniów wybrała odpowiedź, w której droga hamowania jest proporcjonalna do prędkości początkowej. Może to wynikać z faktu, iż w gimnazjalnej rzeczywistości na lekcjach fizyki uczniowie mają do czynienia prawie zawsze z proporcjonalnością prostą i rozwiązując powyższe zadanie, sugerowali się taką zależnością.

W zadaniu występuje istotny element powiązania mechaniki z realnym światem, opisywany w wielu podręcznikach. Przyszli kierowcy powinni zdawać sobie sprawę, że dwukrotne zwiększenie prędkości

wydłuża drogę hamowania aż czterokrotnie. Tymczasem, jak widać, uczniowie nie tylko nie mają takiej świadomości, ale co więcej, znaczna część z nich wybiera odpowiedź A – zupełnie wydawałoby się nieprawdziwą już na pierwszy rzut oka. Wynikający bowiem z niej wniosek – im szybciej jadę, tym krótsze będzie hamowanie – powinien w zupełności wystarczyć do jej odrzucenia.

Wykres 6.14 pokazuje wyniki tego zadania uzyskane przez uczniów ze wsi i z miasta w podziale według poszczególnych poziomów umiejętności.

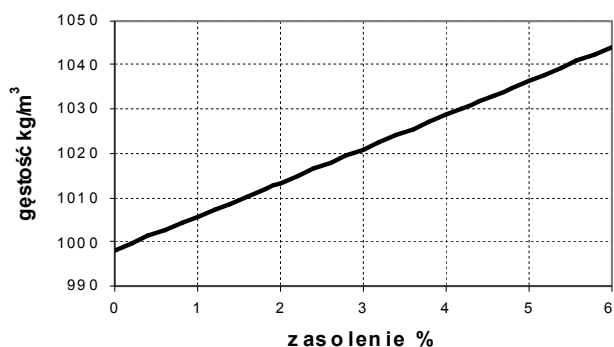
Wykres 6.14. Odsetek prawidłowych odpowiedzi na zadanie Fiz1_07 *Droga hamowania* uczniów ze wsi i z miasta w rozbiciu na poziomy umiejętności



Jak widać z wykresu, tylko najlepsi uczniowie poradzili sobie z zadaniem. Dla większości okazało się ono bardzo trudne (średni wynik wszystkich uczniów szkół miejskich to zaledwie 12,7% a wiejskich 10,3%).

Zadanie Fiz1_12 *Tonące drewno*

Drewno uważane jest za materiał tak lekki, że zawsze unosi się na wodzie. Tymczasem niektóre gatunki drewna mają tak dużą gęstość – zwłaszcza, gdy nie są do końca wysuszone – że mogą tonąć.



Do wody zaczerpniętej z Adriatyku wrzucono trzy kawałki drewna: dębowego o gęstości 1025 kg/m^3 , drewna z eukaliptusa – o gęstości 1035 kg/m^3 oraz hebanu o gęstości 1100 kg/m^3 . Okazało się, że tylko kawałek drewna dębowego unosił się na powierzchni, pozostałe zaś utonęły. Podany w zadaniu wykres przedstawia zależność gęstości wody od jej zasolenia.

Korzystając z podanych informacji, można oszacować, że zasolenie wody w Adriatyku wynosi

- A. około 2%
- B. około 4%
- C. około 6%
- D. powyżej 6%

Metryczka zadania

Prawidłowa odpowiedź: B.

Wymagania ogólne:

IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych).

Wymagania szczegółowe:

3.8 Uczeń analizuje i porównuje wartości sił wyporu dla ciał zanurzonych w cieczy lub gazie.

3.9 Uczeń wyjaśnia pływanie ciał na podstawie prawa Archimedesesa.

8.7 Uczeń rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie danych liczbowych lub na podstawie wykresu oraz posługuje się proporcjonalnością prostą

8.8 Uczeń sporządza wykres na podstawie danych z tabeli (oznaczenie wielkości i skali na osiach), a także odczytuje dane z wykresu.

Odsetek prawidłowych odpowiedzi: 51,2%.

Trudność: 496.

Poziom trudności: III.

Komentarz

Jest to zadanie praktyczne jednokrotnego wyboru. Podane w nim informacje są prawdziwe i opisują doświadczenie znane uczniom – pływanie drewna w wodzie. Jest to jednak drewno o nietypowych – dużych gęstościach.

Zadanie jest umiarkowanie trudne (wskaźnik łatwości ma wartość 0,51) – wymaga bowiem kolejno:

- odszukania potrzebnych informacji w tekście,
- odczytania z wykresu granicznych poziomów zasolenia dla gęstości poszczególnych gatunków drewna,
- ustalenia, który przedział między odnalezionymi wynikami zawiera właściwą odpowiedź.

W zadaniu badano umiejętność połączenia ze sobą: wiedzy (o pływaniu ciał), informacji odczytanych z tekstu (dane o gęstości ciał) oraz danych z wykresu (odczytanie zależności).

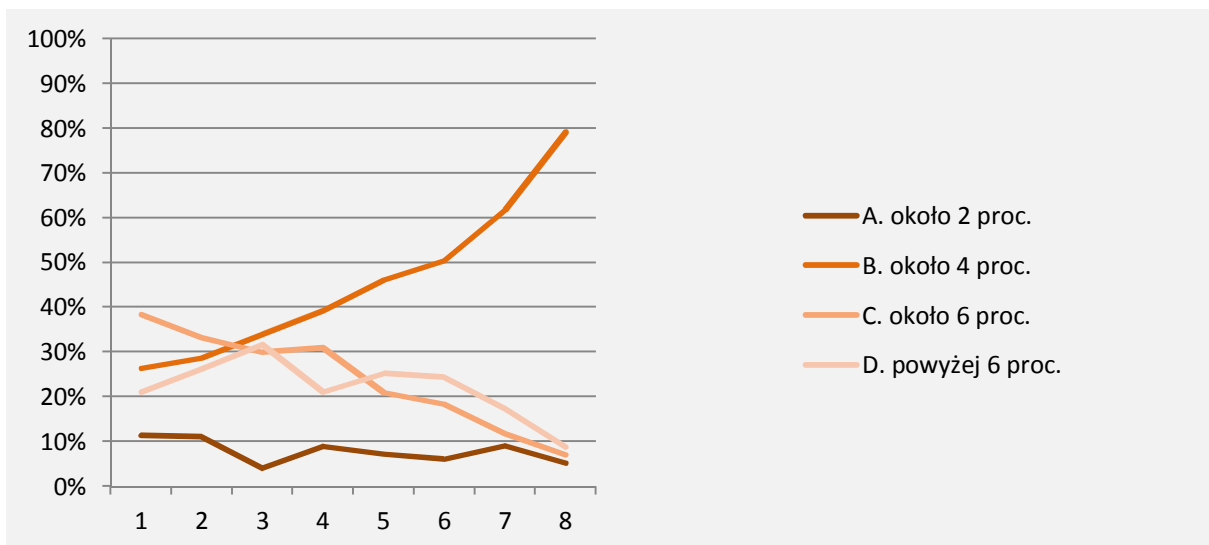
Dodatkowym utrudnieniem był fakt, że żądano oszacowania, a nie odczytania z wykresu konkretnej wartości.

Uczeń z lekcji fizyki powinien wiedzieć, iż warunkiem pływania jednorodnych ciał w wodzie jest ich gęstość mniejsza od gęstości wody. Równie ważne jest jednak, aby uczeń wynosił z lekcji również np. umiejętność przeprowadzenia logicznego wnioskowania na podstawie przedstawionych mu informacji.

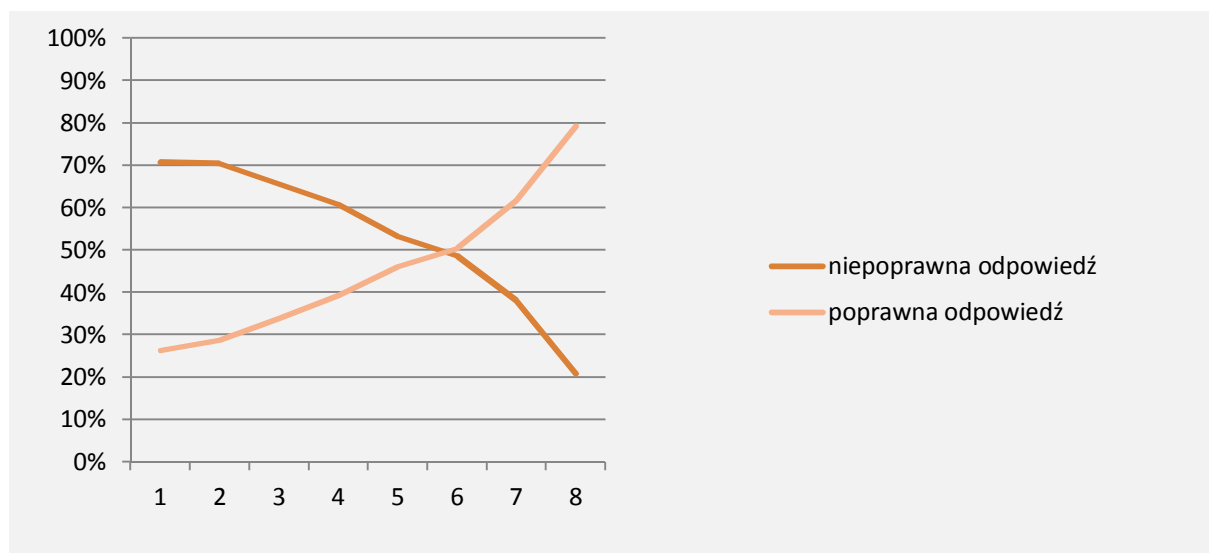
Poniżej pokazano wyniki badania, w którym badaną populację uczniów podzielono według uzyskanych wyników na osiem równolicznych grup, nadając im numery od 1 do 8 (1 – uczniowie najslabsi, 8 – najlepsi).

Liczby 1–8 na poziomej osi oznaczają numer grupy, a liczby na pionowej osi – procent uczniów z danej grupy, którzy wybrali daną odpowiedź.

Wykres 6.15. Odpowiedzi uczniów na zadanie Fiz1_12 *Tonące drewno*.



Wykres 6.16. Liczba prawidłowych i nieprawidłowych odpowiedzi na zadanie Fiz1_12 *Tonące drewno*.



Zadanie było nietypowe, gdyż wymagało znalezienia odpowiedniego przedziału wartości zasolenia wody, a nie tylko prostego odczytania jej z wykresu. Okazało się niezwykle trudne dla uczniów słabych, natomiast stosunkowo łatwe dla dobrych. W najwyższej grupie aż 80% uczniów udzieliło prawidłowej odpowiedzi, natomiast w najslabszej wynik pozostawał na poziomie przypadkowego trafienia. Jak widać, lepsi uczniowie potrafią sobie radzić nawet z dość skomplikowanym procesem

myślowym. Być może jakiś wpływ na to miał fakt, że w zadaniu nie wystąpiła konieczność wykorzystania wzorów, obliczeń, definicji oraz mało abstrakcyjnych pojęć.

W tym kontekście uzyskane wyniki napawają ostrożnym optymizmem, choć z drugiej strony oczekivalibyśmy, że większy odsetek uczniów poradzi sobie dobrze z podobnymi zagadnieniami.

Na każdym poziomie umiejętności wyniki tych uczniów są zbliżone, jedynie na pierwszym poziomie różnica jest rzędu 5,7 punktów procentowych na korzyść dzieci miejskich. Jeśli chodzi o płeć, to nie stwierdzono istotnych różnic między wynikami dziewcząt i chłopców.

Zadanie Fiz2_08 Siłomierz i woda

Dysponujemy metalową kulką zawieszoną na siłomierzu oraz naczyniem z wodą. Znamy gęstość wody i wartość przyspieszenia ziemskiego. Poniżej podano listę wielkości fizycznych. Które z nich można wyznaczyć, wykorzystując opisany układ i podane wartości? **Zaznacz w tabeli literę T (tak) przy wielkości, którą da się wyznaczyć, lub N (nie) przy wielkości, której nie da się wyznaczyć.**

	Wielkość do wyznaczenia	Można ją wyznaczyć, czy nie można?
1.	Masa kuli	<input type="checkbox"/> Tak <input type="checkbox"/> Nie
2.	Objętość kuli	<input type="checkbox"/> Tak <input type="checkbox"/> Nie
3.	Objętość wody w naczyniu	<input type="checkbox"/> Tak <input type="checkbox"/> Nie

Metryczka zadania

Prawidłowa odpowiedź

1. T; 2. T; 3. N

Wymagania ogólne:

I. Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązanie prostych zadań obliczeniowych.

II. Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymagania szczegółowe:

3.3 Uczeń posługuje się pojęciem gęstości.

3.4 Uczeń stosuje do obliczeń związek między masą, gęstością i objętością ciał stałych (...).

3.8 Uczeń analizuje (...) wartości sił wyporu dla ciał zanurzonych w cieczy lub w gazie.

8.12 Uczeń planuje doświadczenie lub pomiar, wybiera właściwe narzędzia pomiaru; mierzy (...) masę (...).

9.3. Uczeń dokonuje pomiaru siły wyporu za pomocą siłomierza (dla ciała wykonanego z jednorodnej substancji o gęstości większej od gęstości wody).

Odsetek prawidłowych odpowiedzi: 22,3%.

Trudność: 908.

Poziom trudności: VI.

Komentarz

Zadanie jest ściśle związane z nową podstawą programową. Zgodnie z jej zapisami, uczniowie powinni umieć posługiwać się siłomierzem oraz wyznaczać za jego pomocą wartość siły wyporu. Oczywiście jest również, że taki pomiar wymaga umiejętności wyznaczenia ciężaru samego ciała w powietrzu, co stanowi pierwszy krok do wyznaczenia siły wyporu.

W tym kontekście jedyną informacją potrzebną do twierdzącej odpowiedzi na pierwsze pytanie jest elementarna znajomość związku masy z ciężarem.

Pozostałe dwa wiersze są znacznie trudniejsze. Prawidłowa odpowiedź w drugim wymaga przeprowadzenia głębszego rozumowania.

Można założyć, że takie obliczenia wykonuje wprawdzie część uczniów na lekcjach fizyki przy okazji pomiarów samej siły wyporu, ale raczej nie jest to powszechną praktyką.

Ostatni wiersz natomiast wymaga znajomości tylko jednego faktu: wartość siły wyporu nie zależy od rozmiarów naczynia, a więc pomiarami związanymi z zanurzaniem kuli nie da się określić objętości wody w naczyniu. Nie jest to jednak prawdopodobnie wiedza, na którą kładzie się w szkole jakiegokolwiek nacisk; należy liczyć raczej na prawidłowe wnioskowanie zdolniejszych uczniów.

Jest to zadanie typowo szkolne, o bardziej złożonej strukturze. Uczniowie we właściwy sposób muszą zaplanować doświadczenie, opierając się na podstawowych wiadomościach o sile wyporu, sile ciężkości i prawie Archimedesa.

Zadanie zostało zaklasyfikowane do VI poziomu umiejętności i ogólne wyniki uczniów są bardzo słabe. Należy do zadań trudnych – jego wskaźnik łatwości ma wartość 0,22.

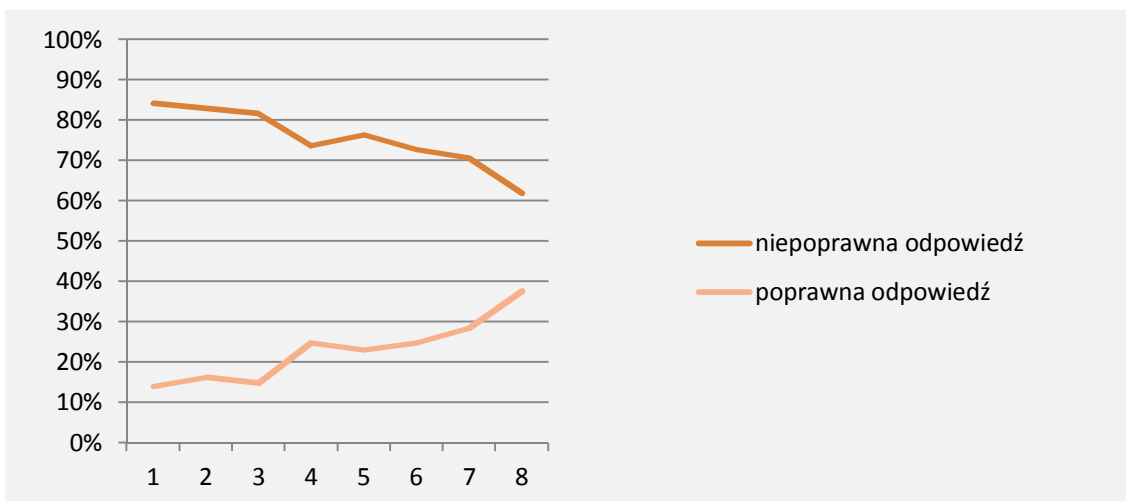
Na wykresie 6.17 pokazano wyniki badania, w którym badaną populację uczniów podzielono według uzyskanych wyników na osiem równolicznych grup, nadając im numery od 1 do 8 (1 – uczniowie najslabsi, 8 – najlepsi).

Na pierwsze pytanie – dotyczące masy kuli – twierdząco odpowiedziało 70% uczniów. Nie byłoby w tym być może nic dziwnego, gdyby nie fakt, iż wynik ten nie miał praktycznie żadnego związku z ogólnym poziomem wiedzy i umiejętności ucznia. Zarówno najlepsi, jak i najslabsi uczniowie uzyskali zbliżony wynik. O ile dla słabych jest to sukcesem, to fakt, że aż jedna czwarta najlepszych uczniów nie wie, że siłomierzem można wyznaczyć masę ciała, jest zaskakujący. Być może spowodowane jest to sposobem kształcenia – w zupełnym oderwaniu od jakichkolwiek doświadczeń, wskutek czego pewien odsetek zdolnych uczniów mógł np. nigdy w życiu nie mieć siłomierza w dłoni.

Odpowiedzi na pytanie zawarte w wierszu drugim – dotyczące objętości kuli – pokazują podobny brak związku poziomu ucznia z wynikiem, przy niewielkiej przewadze prawidłowych odpowiedzi.

Odpowiedzi na pytanie postawione w trzecim wierszu – dotyczące objętości wody w naczyniu – układają się nieco inaczej niż w pozostałych. O ile bowiem wśród słabszych uczniów zdecydowanie przeważa nieprawidłowa odpowiedź, to dokładnie 2/3 najlepszych uczniów odpowiedziało prawidłowo. Wykres 6.17 przedstawia podsumowanie zadania według prawidłowych i nieprawidłowych odpowiedzi.

Wykres 6.17. Odsetek prawidłowych i nieprawidłowych odpowiedzi na zadanie Fiz2_08 *Siłomierz i woda*.



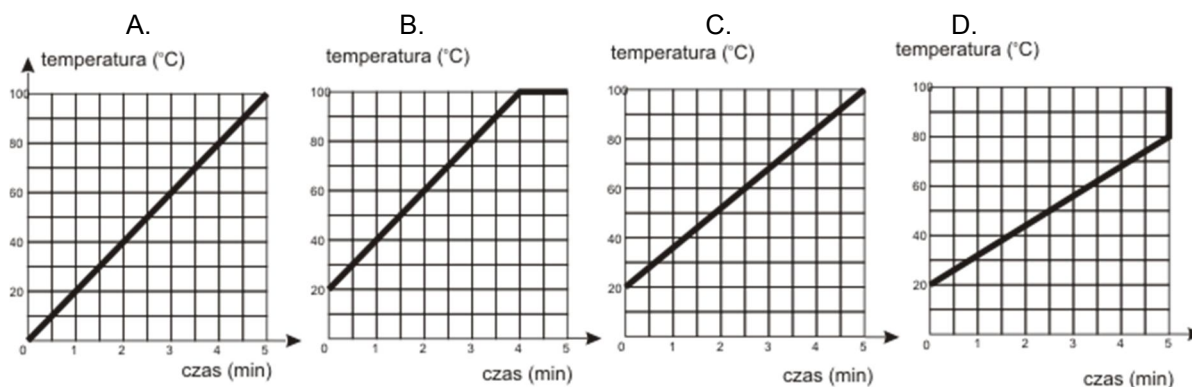
Średnia wśród najłabszych uczniów oscyluje w okolicy przypadkowego wyboru, wynoszącej 1/8 czyli 12,5%, natomiast najlepsi uczniowie rozwiązali zadanie na poziomie 37,6%, z czego wynika, że zadania doświadczalne nie są mocną stroną uczniów. Zadanie wypadło bardzo słabo zarówno wśród uczniów liceów, jak i techników oraz zasadniczych szkół zawodowych.

Zadanie Fiz2_13 Tabela i wykres

Jacek nalał wodę do czajnika elektrycznego. Wewnątrz umieścił też czujnik termometru elektronicznego. Po włączeniu czajnika odczytywał co pół minuty temperaturę wody. Wyniki zapisał w tabeli:

Czas (min)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Temperatura (°C)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	100	100

Który z podanych poniżej wykresów jest zgodny z danymi z tabeli?



Metryczka zadania

Prawidłowa odpowiedź: B.

Wymagania ogólne:

II. Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.

Wymagania szczegółowe:

8.8 Uczeń sporządza wykres na podstawie danych z tabeli. (oznaczenie wielkości i skali na osiach), a także odczytuje dane z wykresu.

Odsetek prawidłowych odpowiedzi: 79,6%.

Trudność: 369.

Poziom trudności: II.

Komentarz

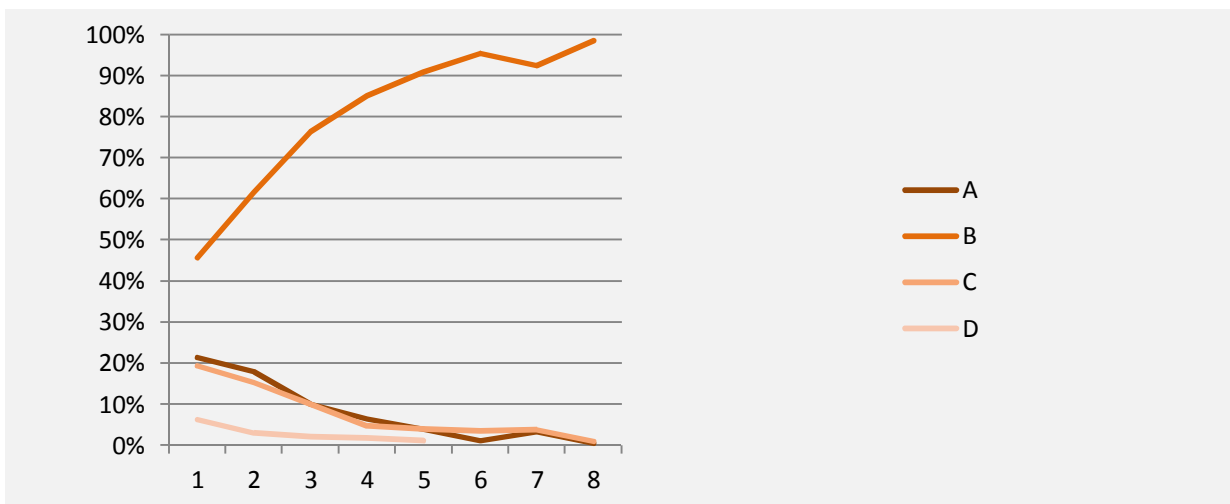
Jest to proste zadanie, które ma na celu sprawdzenie umiejętności powiązania danych odczytanych z tabeli i z wykresu. Do jego rozwiązania wystarczy wyłącznie porównanie samych danych. W szkolnej praktyce rzadko mamy do czynienia z tak prostymi zadaniami. Tymczasem ich łatwość – oczywista dla przeciętnych i lepszych uczniów – wcale nie jest taka dla słabszych. Wskaźnik łatwości tego zadania ma wartość 0,8.

Na wykresie 7.18 pokazano wyniki badania, w którym badaną populację uczniów podzielono według uzyskanych wyników z testu z fizyki na osiem równolicznych grup, nadając im numery od 1 do 8 (1 – uczniowie najslabsi, 8 – najlepsi).

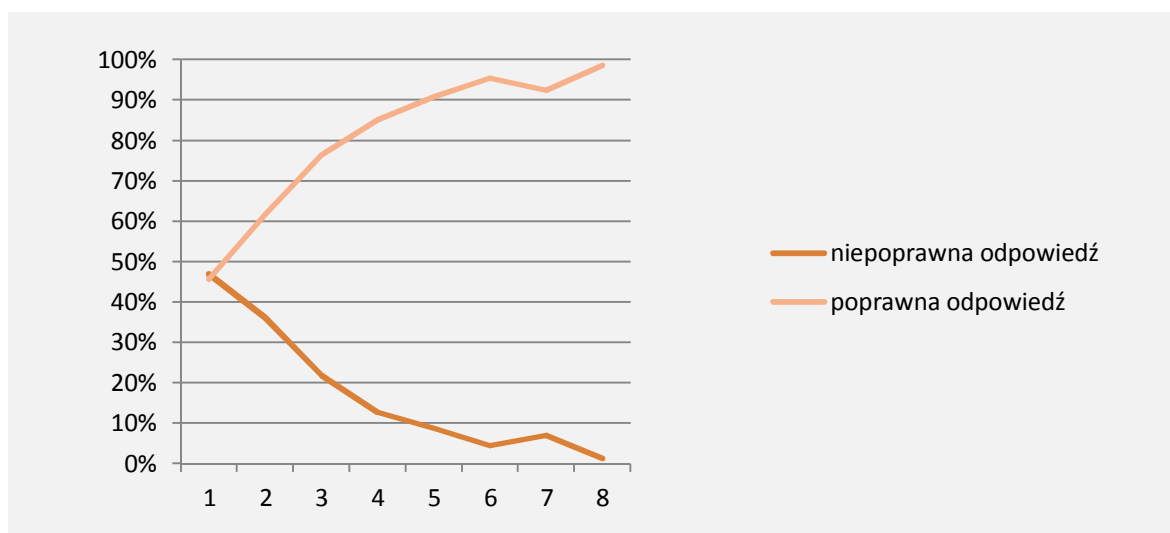
Liczby 1–8 na poziomej osi oznaczają numer grupy, a liczby na pionowej osi – procent uczniów z danej grupy, jaki wybrał daną odpowiedź.

Wykres 7.18. przedstawia procentowy udział odpowiedzi A, B, C, D wybranych przez poszczególne grupy uczniów.

Wykres 6.18. Procent poszczególnych odpowiedzi udzielonych na zadanie Fiz2_13 *Tabela i wykres.*

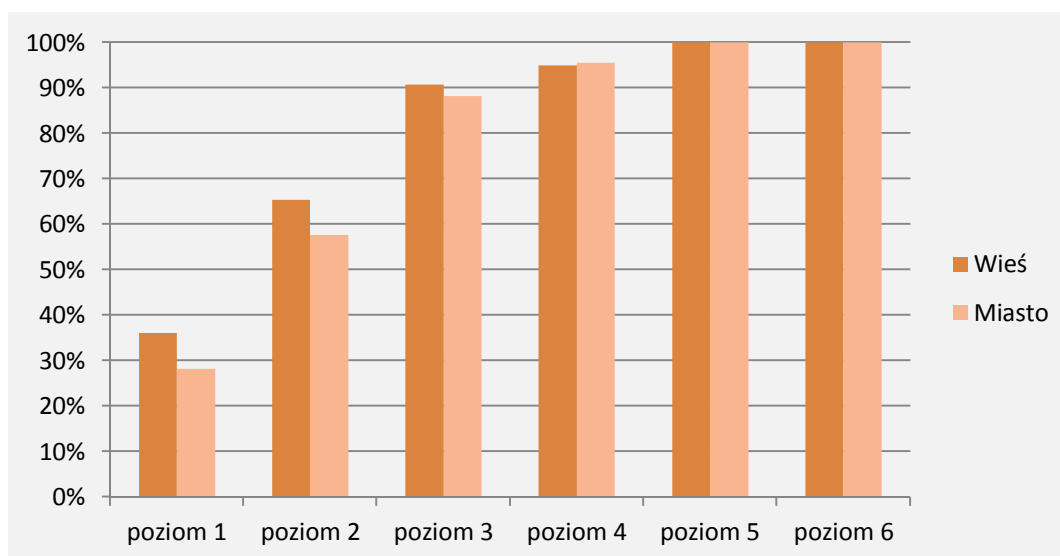


Wykres 6.19. Procent prawidłowych i nieprawidłowych odpowiedzi na zadanie Fiz2_13 *Tabela i wykres.*



Wśród najlepszych uczniów zaskoczenia nie było – zadanie rozwiązywali bezbłędnie niemal wszyscy. Jednak im słabsza grupa, tym odsetek błędów wyraźnie rósł, do poziomu blisko 50%. Jeżeli zatem nie chcemy, aby edukacja tej najsłabszej grupy ograniczała się wyłącznie do zapamiętywania faktów – trzeba stawiać jej podobnie „oczywiste” dla nas zadania do wykonania.

Wykres 6.20. Odpowiedzi uczniów ze wsi i z miasta z uwzględnieniem poziomów umiejętności na Fiz2_13 Tabela i wykres.



Wykres 6.20 przedstawia ilość poprawnych odpowiedzi uczniów ze wsi i z miasta, którzy zostali przydzieleni do odpowiednich poziomów umiejętności. Jak widać, wszyscy uczniowie na V i VI poziomie umiejętności – zarówno ze wsi, jak i z miasta – wykonali to zadanie bezbłędnie.

Natomiast dla uczniów z poziomu I zadanie wcale nie było banalne. Co ciekawe, na poziomach I, II i III więcej prawidłowych odpowiedzi udzielił uczniowie ze wsi niż z miasta.

Jeśli chodzi o zróżnicowanie wyników ze względu na płeć, nie ma znaczących różnic – chłopcy uzyskali średnio 79,4%, dziewczęta 79,8%.

Wyniki uczniów z poszczególnych typów szkół wyglądają następująco: liceum – 86,9%, technikum – 79,6%, ZSZ – 58,1%.

Zadanie Fiz2_29 Przyspieszenie

Przyspieszenie samochodu, które przed chwilą wynosiło 3 m/s^2 , spadło do wartości 1 m/s^2 .

Oznacza to, że

- A. samochód nadal się rozpędzał, ale wolniej.
- B. samochód hamował, powoli wytracając prędkość.
- C. samochód nadal jechał ze stałą prędkością.
- D. samochód gwałtownie się zatrzymał.

Metryczka zadania

Prawidłowa odpowiedź: A.

Wymagania ogólne:

I. Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązywanie prostych zadań obliczeniowych.

Wymagania szczegółowe:

1.6 Uczeń posługuje się pojęciem przyspieszenia do opisu ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego.

Odsetek prawidłowych odpowiedzi: 25%.

Trudność: 635.

Poziom trudności: IV.

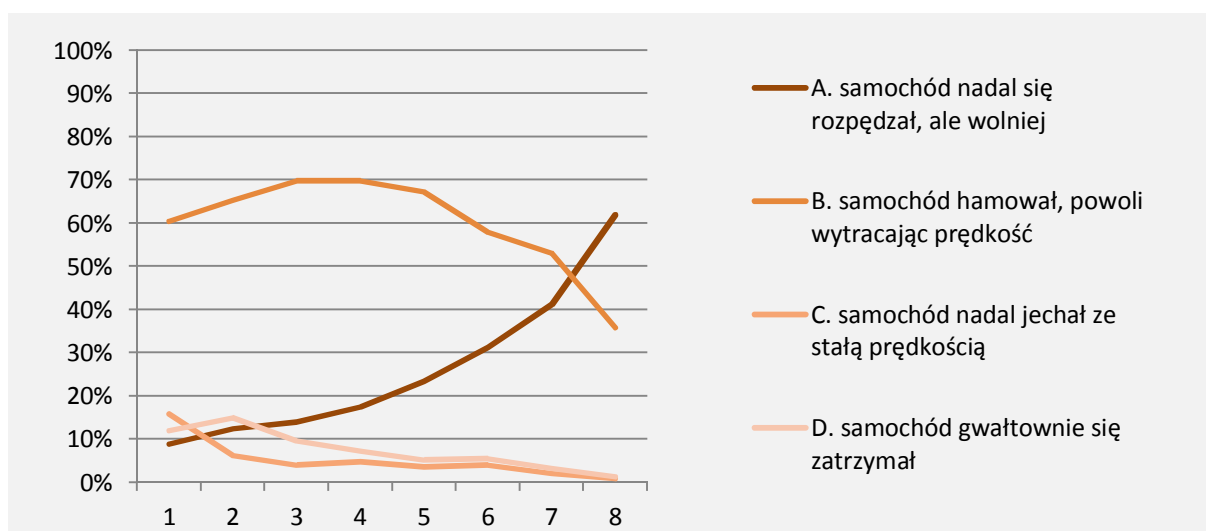
Komentarz

Jak widać zadanie ma bardzo prostą konstrukcję i jest zadaniem jednokrotnego wyboru. Zadanie polega na przedstawieniu interpretacji sytuacji na podstawie podanych informacji. Nie wiąże się to z żadnymi obliczeniami – wystarczy wiedzieć, a raczej rozumieć, że mniejsze przyspieszenie, to wolniejsze rozpędzanie, wolniejszy przyrost prędkości. Pojęcie przyspieszenia jest dla uczniów znacznie trudniejsze niż pojęcie prędkości. Dlatego warto upewnić się, czy udało się utrwalić wśród uczniów właściwe jego rozumienie. Trzeba podkreślić, że samo sprawne rozwiązywanie zadań obliczeniowych – aczkolwiek cenne – nie gwarantuje jeszcze właściwego rozumienia samego pojęcia.

Poniżej pokazano wyniki badania, w którym badaną populację uczniów podzielono według uzyskanych wyników na osiem równolicznych grup, nadając im numery od 1 do 8 (1 – uczniowie najslabsi, 8 – najlepsi).

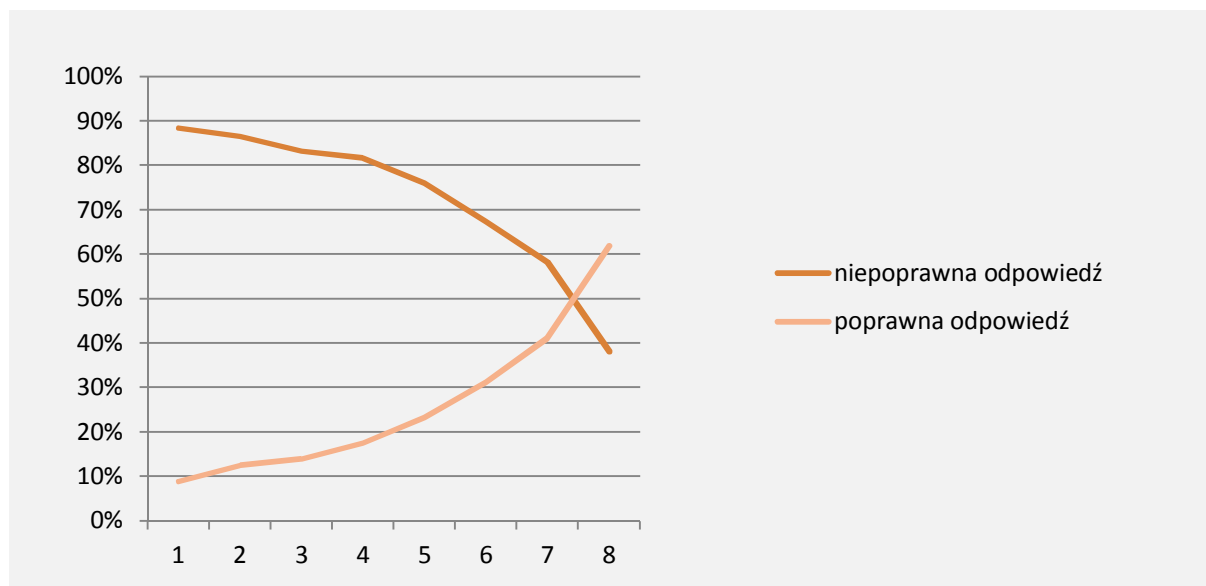
Liczby 1–8 na poziomej osi oznaczają numer grupy, a liczby na pionowej osi – procent uczniów z danej grupy, którzy wybrali daną odpowiedź.

Wykres 6.21. Procent poszczególnych odpowiedzi uczniów na zadanie Fiz2_29 *Przyspieszenie*.



Następny wykres przedstawia wyniki zadania według odsetka prawidłowych i nieprawidłowych odpowiedzi w poszczególnych grupach uczniów.

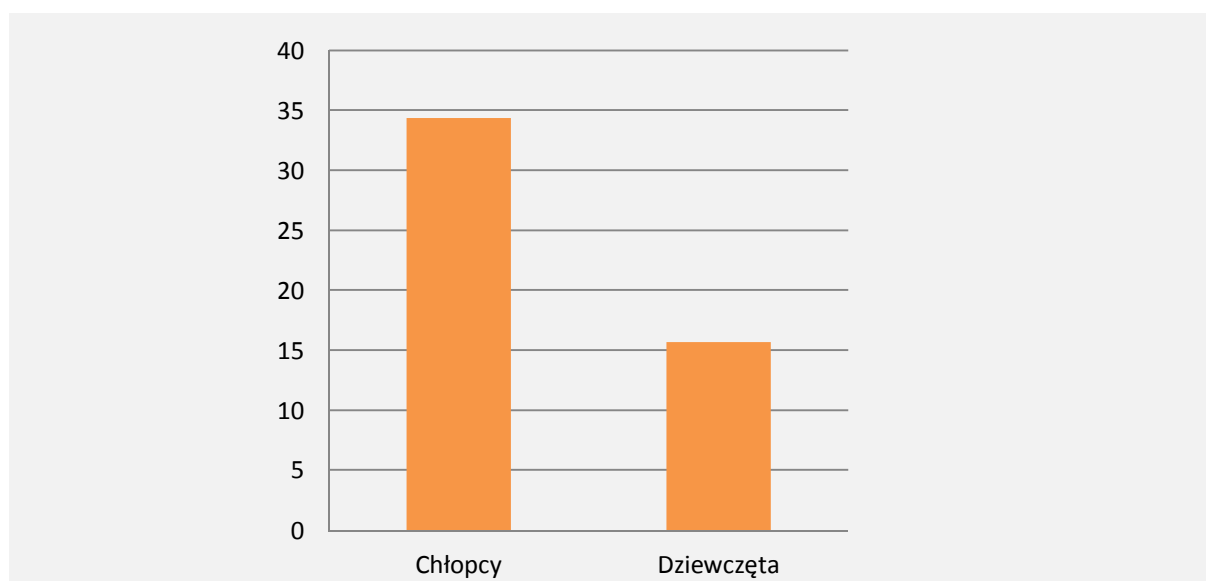
Wykres 6.22. Procent prawidłowych i nieprawidłowych odpowiedzi na zadanie Fiz2_29 *Przyspieszenie*.



Zadanie okazało się średnio trudne – wskaźnik łatwości ma wartość 0,61. Przytłaczająca większość uczniów, nie rozumiejąc, czym jest przyspieszenie, uznała, że mniejsze przyspieszenie oznacza hamowanie i mniejszą prędkość. Jedynie wśród najlepszych uczniów prawidłowa odpowiedź okazała się najczęściej wybieraną, ale i tu 1/3 grupy wybrała odpowiedź B.

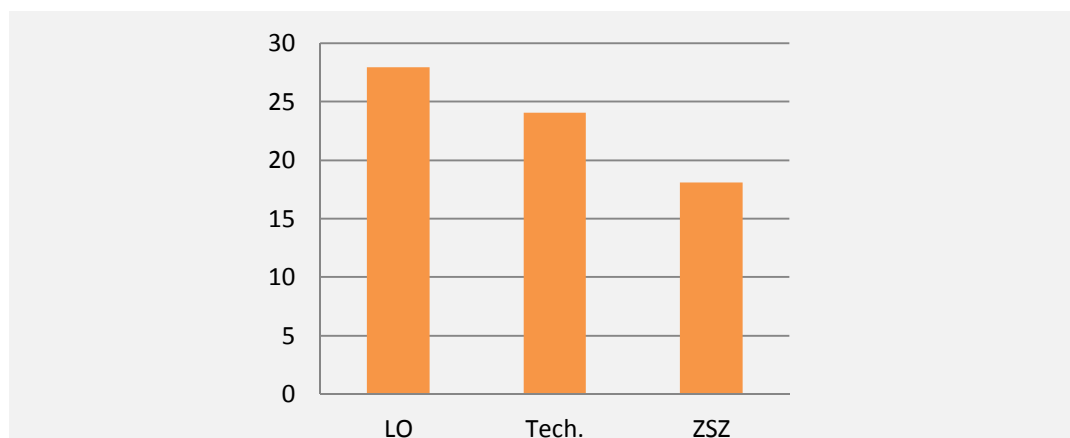
Zadanie znacznie lepiej rozwiązali chłopcy (34,4%), niż dziewczęta (15,7%) – procent prawidłowych odpowiedzi pokazuje wykres 6.23.

Wykres 6.23. Procent prawidłowych odpowiedzi na zadanie Fiz2_29 *Przyspieszenie* dziewcząt i chłopców



Kolejny wykres przedstawia wyniki procentowe zadania w poszczególnych typach szkół.

Wykres 6.24. Procent poprawnych odpowiedzi uczniów różnych typów szkół na zadanie Fiz2_29 *Przyspieszenie*



Zastanawiający jest fakt, iż uczniowie liceum, w porównaniu z uczniami z innych typów szkół, nie odpowiedzieli na to pytanie rewelacyjnie.

Różnice w wynikach tego zadania osiągnięte przez uczniów ze wsi (22,1%) i z miasta (28,5%) są niewielkie. Jednak na poziomie VI występuje już bardzo duża różnica w wynikach między tymi uczniami.

6.4 Podsumowanie

Zadania z fizyki sprawdzały różne umiejętności zapisane w wymaganiach ogólnych i szczegółowych podstawy programowej. Rozwiązanie ich przez bardzo wielu uczniów daje wstępną informację o posiadanych umiejętnościach nie tylko przedmiotowych, ale również międzyprzedmiotowych. Zadania z fizyki miały różną konstrukcję: ABCD, prawda/fałsz, przyporządkowanie, jak również zakorzenione były w różnych kontekstach: szkolnym, praktycznym i naukowym.

Wyniki badania w części fizycznej są zróżnicowane – niektóre zadania rozwiązywane są przez uczniów dobrze, inne słabiej. Średni procent prawidłowych odpowiedzi wyniósł około 40%. Jest to wynik pierwszej edycji badania, w związku z czym nie można jednoznacznie ocenić, jaki jest poziom umiejętności polskich uczniów w zakresie fizyki. Zadowolającym jest fakt, że polscy uczniowie, całkiem dobrze radzą sobie z odczytywaniem i przetwarzaniem informacji przedstawionych na podstawie wykresu lub tabeli. We właściwy sposób odczytują i interpretują informacje przedstawione w tekście. Duży problem stanowi umiejętność posługiwania się związkami między np. dwiema wielkościami fizycznymi, czy zaplanowaniem doświadczenia w celu wyznaczenia wartości określonych wielkości fizycznych. Wyniki uczniów mają rozkład normalny, dlatego najwięcej jest uczniów posiadających umiejętności z poziomu II i III – łącznie 64,23%.

Wyniki badania w części fizycznej sugerują, iż w badaniu brakowało zadań sprawdzających umiejętności prostych. Na pewno pierwsza edycja pozwala nam przygotować bardziej zróżnicowane zadania. Trzeba pamiętać, iż wyniki z fizyki w tej edycji nie oceniają w żaden sposób wiedzy, ani umiejętności, a pozwalają porównać wyniki np. różnych typów zadań, o różnej konstrukcji czy różnej tematyce. Mamy nadzieję, że z każdym kolejnym badaniem będziemy uzyskiwać coraz więcej informacji o tym, jakich umiejętności nabyli gimnazjaliści realizując nową podstawę programową.

7. Geografia

Geograficzna część testu została skonstruowana w podobny sposób jak części dotyczące pozostałych przedmiotów przyrodniczych. Składała się z 52 zadań, kilka z nich zostało odtajnionych i przedstawionych wraz z komentarzem w rozdziale 7.3.

7.1 Charakterystyka zadań z geografii

7.1.1 Zadania z geografii a podstawa programowa

Zadania użyte w badaniu przygotowano tak, aby odnosiły się do różnych wymagań ogólnych nowej podstawy programowej. W nowej podstawie programowej geografii wymagania szczegółowe zostały pogrupowane w 10 działów. Zadaniami z testu objęto wszystkie te działy. Należy zauważyć, że poszczególne zadania mogły odnosić się do więcej niż jednego wymagania ogólnego lub szczegółowego. Liczbę zadań sprawdzających poszczególne wymagania pokazano w tabelach 7.1 i 7.2. Ponieważ jedno zadanie mogło odnosić się do więcej niż jednego wymagania, liczby zadań w obu tabelach nie sumują się do 52.

Tabela 7.1. Liczba zadań sprawdzających wymagania ogólne podstawy programowej geografii.

Wymagania ogólne	Liczba zadań
I. Korzystanie z różnych źródeł informacji geograficznej.	33
II. Identyfikowanie związków i zależności oraz wyjaśnianie zjawisk i procesów.	22
III. Stosowanie wiedzy i umiejętności geograficznych w praktyce.	6
IV. Kształtowanie postaw.	5

Tabela 7.2. Liczba zadań sprawdzających wymagania ogólne podstawy programowej geografii.

Wymagania szczegółowe – działy treści nauczania	Liczba zadań
1. Mapa – umiejętności czytania, interpretacji i posługiwania się mapą.	24
2. Kształt, ruchy Ziemi i ich następstwa.	2
3. Wybrane zagadnienia geografii fizycznej.	10
4. Położenie i środowisko przyrodnicze Polski.	3
5. Ludność Polski.	4
6. Wybrane zagadnienia geografii gospodarczej Polski.	1
7. Regiony geograficzne Polski.	4
8. Sąsiedzi Polski – różnicowanie geograficzne, przemiany.	2
9. Europa. Relacje przyroda – człowiek – gospodarka.	3
10. Wybrane regiony świata. Relacje: człowiek – przyroda – gospodarka.	4

Analizując tabelę 7.2, warto zwrócić uwagę, iż najwięcej zadań (24) zawiera treści związane z mapą. Wynika to z faktu, iż mapa jest podstawowym narzędziem wykorzystywanym w nauczaniu i uczeniu się geografii i nawiązywanie do niej w zadaniach dotyczących różnych zagadnień jest oczywiste i naturalne.

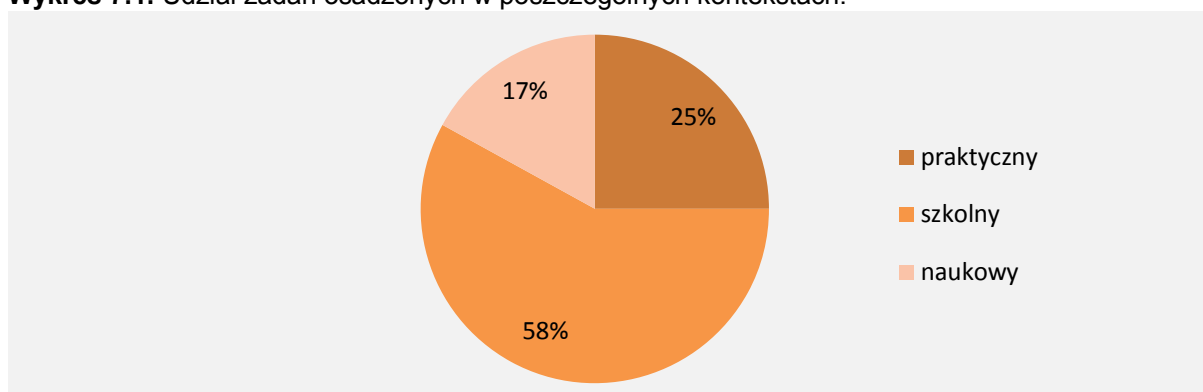
7.1.2 Konstrukcja zadań z geografii

Przygotowując zadania do testu starano się odejść od typowej formuły zadania egzaminacyjnego. Wybierano zadania, które mogły zaintrygować ucznia, dotyczyły tematów omawianych często w mediach (trzęsienia ziemi, tsunami, prognozy pogody), czy zagadnień bliskich uczniom (takich jak portale społecznościowe czy centra handlowe). Użyto zadań różnej konstrukcji: wielokrotnego wyboru z jedną prawidłową odpowiedzią, typu „prawda-fałsz” oraz zadań na przyporządkowanie. We wstępach do zadań umieszczono mapy, profile, schematy, tabele, wykresy oraz zdjęcia, których analiza była niezbędna do udzielenia prawidłowej odpowiedzi.

7.1.3 Kontekst zadań geograficznych

Każde użyte w teście zadanie osadzono w kontekście praktycznym, szkolnym bądź naukowym. Zadania w kontekście praktycznym odnoszą się do sytuacji z życia codziennego, w których może znaleźć się uczeń i w których wiedza geograficzna będzie dla niego użyteczna. Przykładem może być wiedza dotycząca prognozowania zmian pogody, orientacji w terenie czy planowania trasy wycieczki. Zadania w kontekście szkolnym odwołują się do umiejętności w taki sposób, w jaki zwykle sprawdza się je w czasie lekcji. Opisane w zadaniach sytuacje lub problemy zazwyczaj są znane uczniom. Jako przykład mogą posłużyć zadania nawiązujące do zagadnień związanych z procesami rzeźbotwórczymi czy geografiami społeczno-ekonomiczną. W tej grupie znalazły się także zadania sprawdzające przyswojenie pojęć wykorzystywanych w trakcie nauczania geografii, takich jak współrzędne geograficzne, wysokość względna i bezwzględna bądź amplituda temperatur. Zadania osadzone w kontekście naukowym odwołują się do analizy i wnioskowania na podstawie tekstu popularnonaukowego lub mapy tematycznej.

Wykres 7.1. Udział zadań osadzonych w poszczególnych kontekstach.

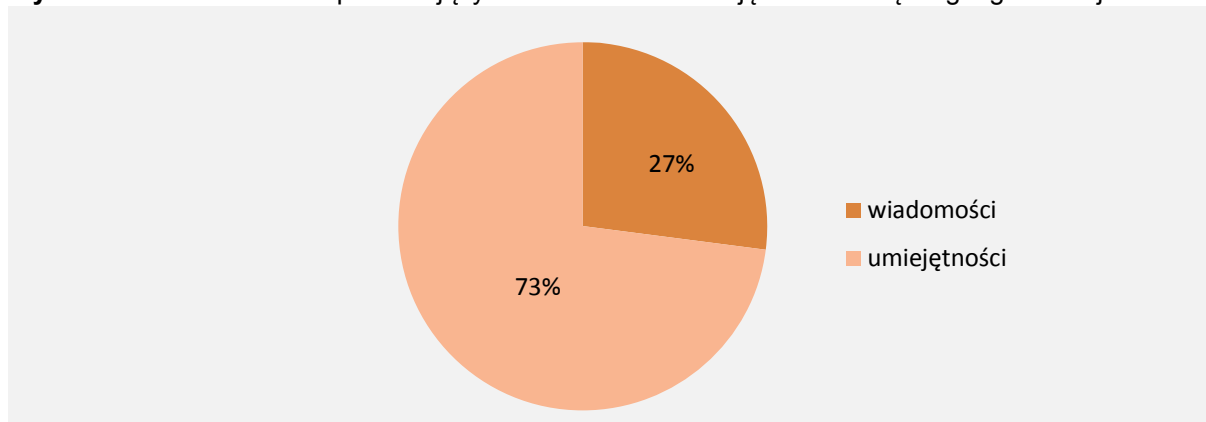


W podrozdziale 7.3 przedstawiono dwa zadania osadzone w kontekście praktycznym (Geo3_60. *Biegi - wiatr*, Geo3_61. *Biegi - odległość*), oraz sześć zadań w kontekście szkolnym.

Jako bardzo ważny cel edukacji, nowa podstawa programowa wskazuje kształtowanie u uczniów umiejętności. Zadania, które znalazły się w teście zostały podzielone na dwie grupy (wykres 7.2). Do pierwszej zaliczono te, których rozwiązanie wymagało wykazania się określonymi umiejętnościami i to

poziom ich opanowania głównie decydował o sukcesie ucznia przy rozwiązywaniu zadania. Do drugiej grupy zaliczono zadania, których rozwiązanie wymagało przede wszystkim zapamiętania i zrozumienia wiadomości, określonych w wymaganiach szczegółowych podstawy.

Wykres 7.2. Udział zadań sprawdzających wiadomości i umiejętności w części geograficznej testu.



Coraz łatwiejszy dostęp do wielu źródeł informacji (strony internetowe, encyklopedie i inne publikacje) sprawia, że kształtowanie umiejętności korzystania z nich nabiera coraz większej wagi. Znaczenia nabiera także umiejętność rozumowania, poprawnego wnioskowania oraz określania związków przyczynowo-skutkowych. W teście umieszczono 38 zadań sprawdzających opanowanie umiejętności. Nie należy jednak zapominać, że również opanowanie wiadomości jest istotne w edukacji i powinno być brane pod uwagę w diagnozie. Dobrym przykładem może być odtajnione zadanie Geo3_49. *Kartogram – gęstość zaludnienia*, w którym wielu bardzo dobrych uczniów miało problemy z identyfikacją województw i mimo opanowanej umiejętności czytania kartogramów, co wykazali w innym zadaniu, było bezradnych.

W tabeli 7.3 pokazano zastawienie zadań oraz wskazano zadania opisane w rozdziale 7.3.

Tabela 7.3. Udział zadań użytych w teście ze względu na kontekst oraz diagnozowanie umiejętności i wiadomości.

		Zadania sprawdzające			
		umiejętności		wiadomości	
		liczba zadań	przykłady zadań	liczba zadań	przykłady zadań
kontekst	Praktyczny	8	Geo3_60 Geo3_61	5	–
	Szkolny	21	Geo2_53 Geo3_12 Geo3_50	9	Geo2_01 Geo3_11 Geo3_49
	Naukowy	9	–	0	–

7.1.4 Umiejętności mierzone w zadaniach geograficznych

Wśród zadań składających się na cały test przyrodniczy wyodrębniono trzy kategorie, odnoszące się do umiejętności ponadprzedmiotowych uczniów. Kategorie te nie były rozłączne, tzn. jedno zadanie mogło należeć do więcej niż jednej kategorii. Wyodrębniono zadania sprawdzające rozumienie i analizę informacji, znajomość metodyki badań naukowych oraz rozumowanie.

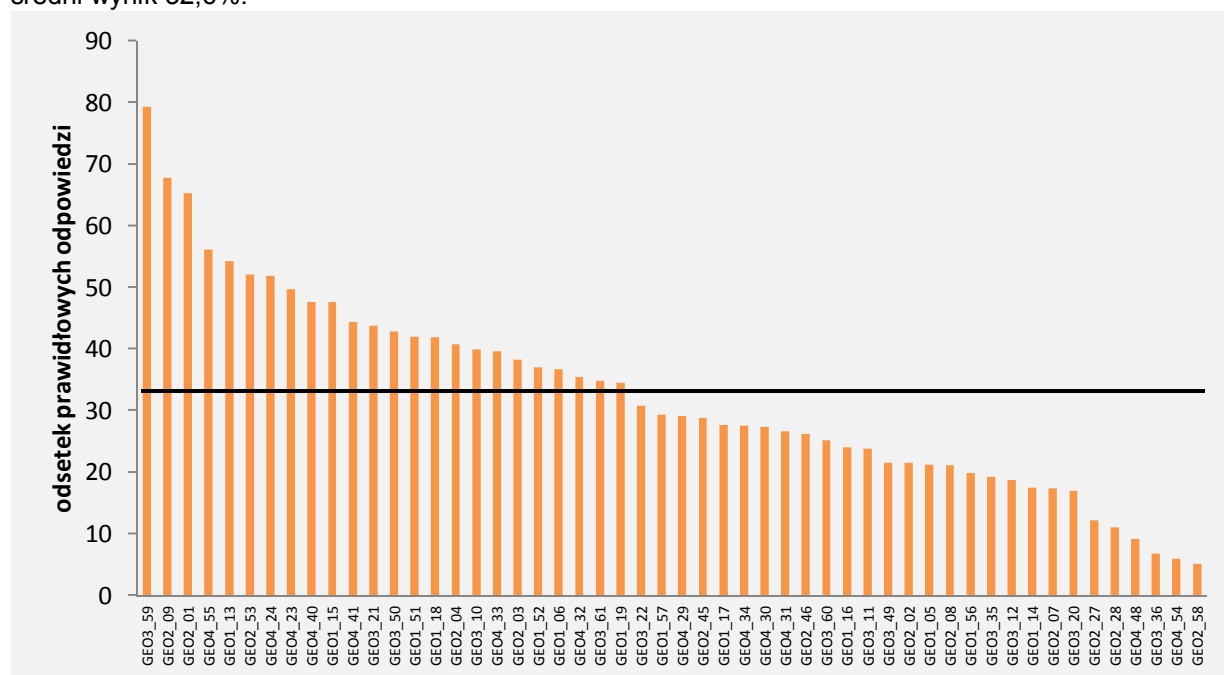
W teście znalazło się 18 zadań sprawdzających rozumienie i analizę informacji. Wstępy do tych zadań zawierały mapy, tabele, wykresy oraz teksty, które uczeń powinien przeczytać i zrozumieć, a następnie wyciągnąć wnioski bądź wykazać się umiejętnością odczytania konkretnych informacji. W geograficznej części testu nie zamieszczono zadań związanych z metodologią badań. Umieszczono 13 zadań sprawdzających umiejętność rozumowania, czyli stosowania reguł logiki, poprawnego wnioskowania oraz określania związków przyczynowo-skutkowych.

7.2 Wyniki części geograficznej

7.2.1 Odsetek prawidłowych odpowiedzi

Z zadaniami z geografii zmierzyło się ok. 4000 uczniów z różnych regionów Polski. Średni wynik to 32,6% prawidłowych odpowiedzi. Wśród 24 zadań, które uzyskały wynik lepszy od wyliczonej średniej, znalazło się 7 zadań z wynikiem powyżej 50%. Wśród odtajnionych w podrozdziale 7.3 zadań najwyższy wynik – 65,3% – osiągnęło zadanie Geo2_01. *Katastrofy*. W grupie 28 zadań, które rozwiązało mniej niż 32,6% uczniów znalazły się cztery zadania z wynikiem poniżej 10% prawidłowych odpowiedzi. Najslabiej rozwiązywanym zadaniem, wśród odtajnionych, było zadanie Geo3_12. *Alpy – wysokości* z wynikiem 18,7%. Poniższy wykres przedstawia wyniki procentowe dla poszczególnych zadań, poziomą linią oznaczono średni procent prawidłowych odpowiedzi.

Wykres 7.3. Procenty prawidłowych odpowiedzi dla zadań geograficznych, pozioma linia wskazuje średni wynik 32,6%.



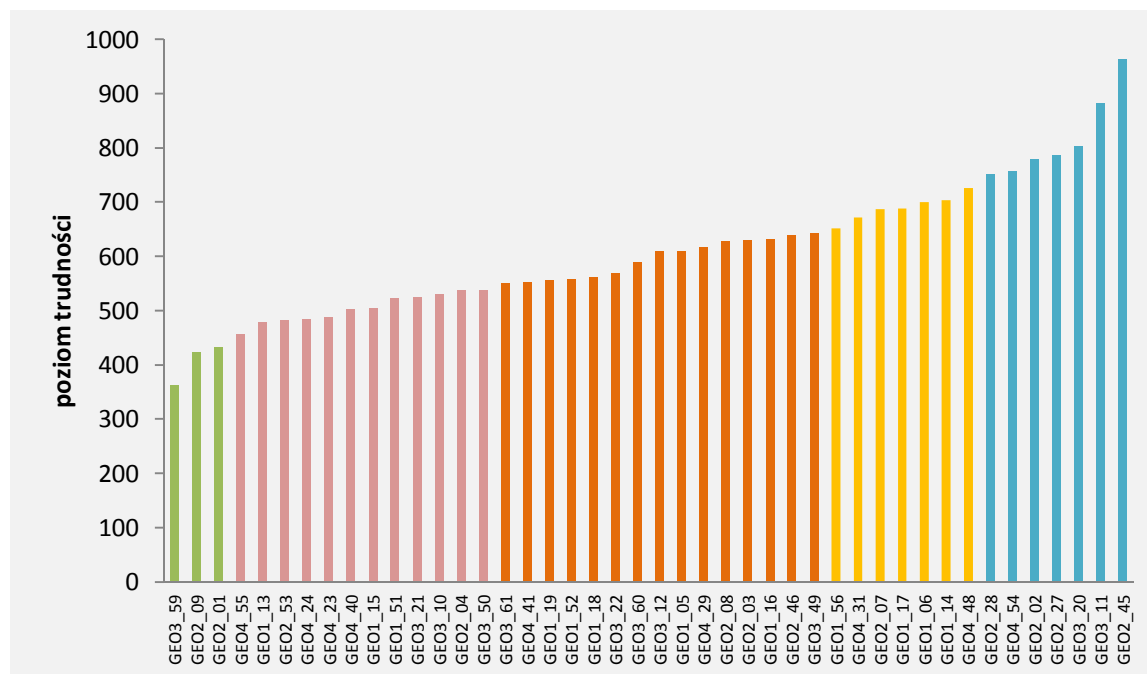
7.2.2 Trudność zadań z geografii według modelu IRT

Wykorzystując metodę IRT, określono poziom trudności każdego zadania. Przyjęto skalę trudności o punkcie środkowym dla wartości 500 punktów i odchyleniu standardowym równym 100 punktów. Więcej o sposobie obliczania poziomów trudności zadań napisano w załączniku 1 w podrozdziale 9.2.7. Po analizie wyników zadań geograficznych określono sześć poziomów trudności. Granice przedziałów dla geografii zostały wyznaczone analogicznie jak dla biologii i fizyki. Przyjęto rozpiętość przedziału równą 100 i określono następujące poziomy:

poziom I	<350
poziom II	350–449
poziom III	450–549
poziom IV	550–649
poziom V	650–749
poziom VI	>749

W teście były 52 zadania, 8 zadań zostało wyłączonych ze skalowania metodą IRT z uwagi na niezadowalające parametry statystyczne. Na poniższym wykresie pokazano 44 zadania uporządkowane pod względem poziomu trudności.

Wykres 7.4. Zadania z geografii uporządkowane według rosnącego poziomu trudności.

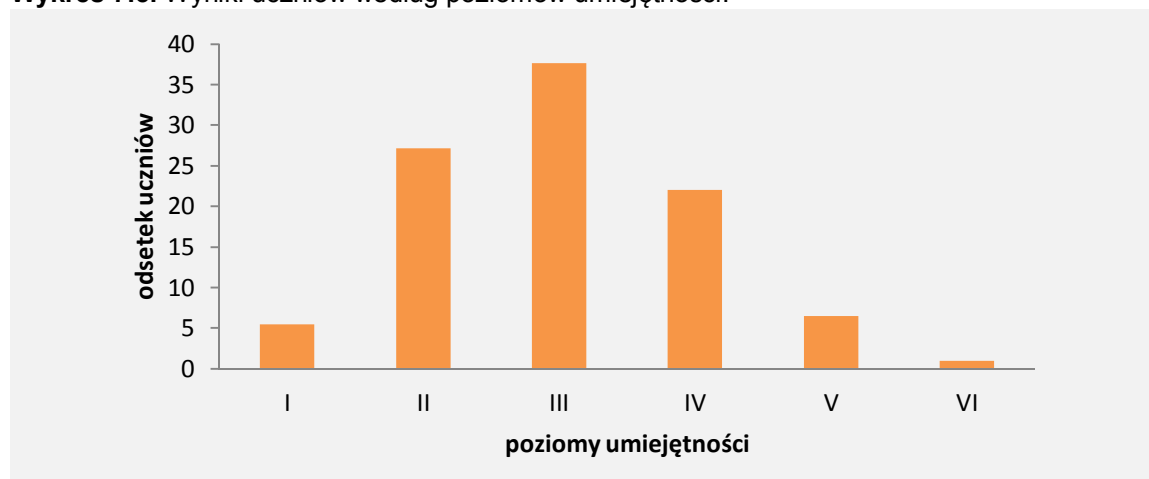


Na poziomie pierwszym nie znalazło się żadne zadanie, na poziomie drugim trzy. Najwięcej zadań znalazło się na poziomach III i IV (12 i 15). Na poziomie V i VI znalazło się odpowiednio po 7 zadań o podobnych cechach, dlatego w czasie dalszej analizy opisano je wspólnie.

7.2.3 Poziomy umiejętności uczniów

Za pomocą skali trudności wyznaczonej metodą IRT mierzy się zarówno trudność zadań, jak i umiejętności uczniów. Uczeń, który uzyskał określoną liczbę punktów, rozwiązuje zadania o takim samym poziomie trudności z prawdopodobieństwem 50%, z łatwiejszymi zadaniami radzi sobie lepiej, a trudniejszymi gorzej. Metoda IRT umożliwia przypisanie każdemu badanemu uczniowi wyniku wyrażonego za pomocą punktów według takiej samej skali jak punkty określające poziom trudności poszczególnych zadań. Na poniższym wykresie pokazano przyporządkowanie wyników uczniów rozwiązujących zadania geograficzne do poszczególnych poziomów umiejętności.

Wykres 7.5. Wyniki uczniów według poziomów umiejętności.



W tabeli 7.4 opisano umiejętności typowe dla danego poziomu.

Tabela 7.4. Opis poziomów umiejętności z geografii.

Poziom	Przedział punktowy	Liczba zadań	Umiejętności typowe dla danego poziomu
I	poniżej 350	0	Odczytywanie informacji z tabel. Prosta analiza zjawisk, identyfikowanie prostych zależności przyczynowo-skutkowych. Prosta forma zadania.
II	351 – 450	3	
III	451 – 550	12	Odczytywanie informacji z mapy, także o współrzędnych geograficznych. Wnioskowanie na podstawie map, rysunków i tabel. Znajomość i stosowanie metod kartograficznych.
IV	551 – 650	15	Wnioskowanie na podstawie posiadanej wiedzy połączonej z informacjami odczytanymi z map, wykresów, tabel. Czytanie legend map tematycznych. Identyfikowanie kluczowych obiektów na mapie. Wnioskowanie przyczynowo-skutkowe.
V	651 – 750	7	Analizowanie złożonych zjawisk. Stosowanie pojęć i definicji w praktyce. Wnioskowanie na podstawie informacji odczytanych z map tematycznych i innych złożonych prezentacji graficznych.
VI	powyżej 751	7	

7.2.4 Umiejętności ponadprzedmiotowe

W tabeli 7.5 zestawiono zadania sprawdzające umiejętności ponadprzedmiotowe uczniów. W geograficznej części testu użyto 18 zadań sprawdzających rozumienie i analizę informacji oraz 13 zadań sprawdzających rozumowanie.

Tabela 7.5. Rozkład liczebności zadań sprawdzających umiejętności ponadprzedmiotowe na poszczególnych poziomach umiejętności.

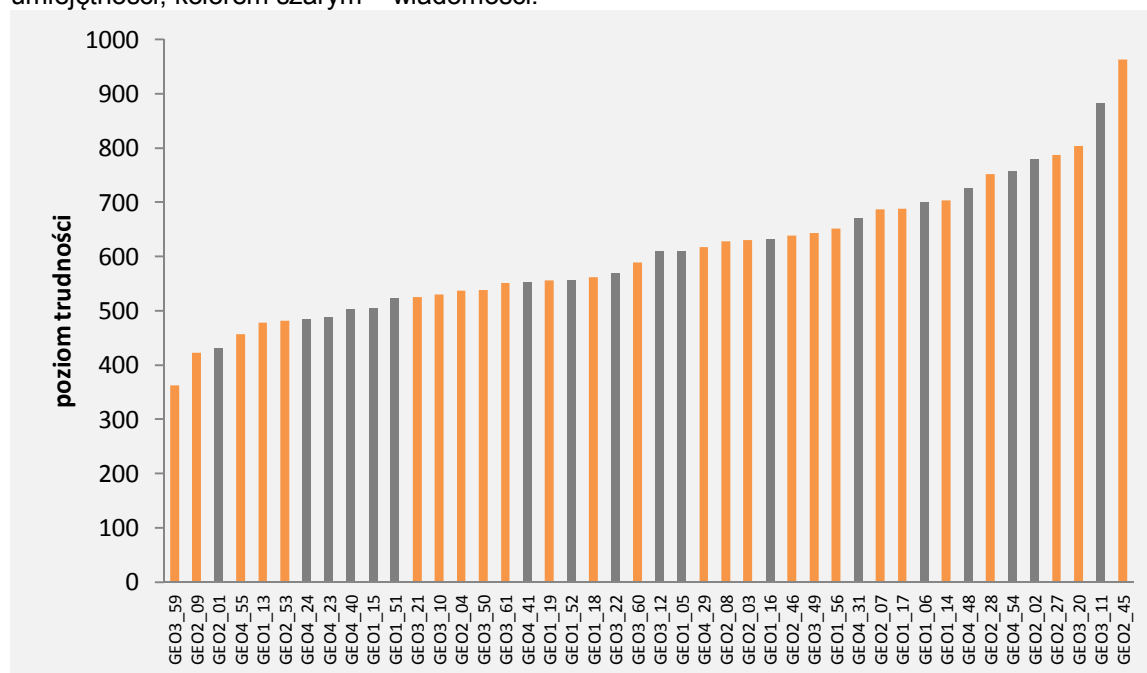
umiejętności ponadprzedmiotowe	poziomy umiejętności					
	I	II	III	IV	V	VI
rozumienie i analiza informacji	–	1	6	5	4	2
rozumowanie	–	1	2	4	3	3

Zadania sprawdzające rozumienie i analizę informacji znalazły się zarówno wśród zadań o niskim poziomie trudności jak i w grupie zadań trudnych, sześć z nich zostało zakwalifikowanych do trzeciego poziomu trudności. Można natomiast zauważyć, że zadania sprawdzające umiejętność rozumowania były zadaniami trudniejszymi, były najliczniej reprezentowane na IV poziomie a trzy z nich okazały się najtrudniejszymi zadaniami geograficznej części testu.

7.2.5 Cele kształcenia a poziom trudności zadań

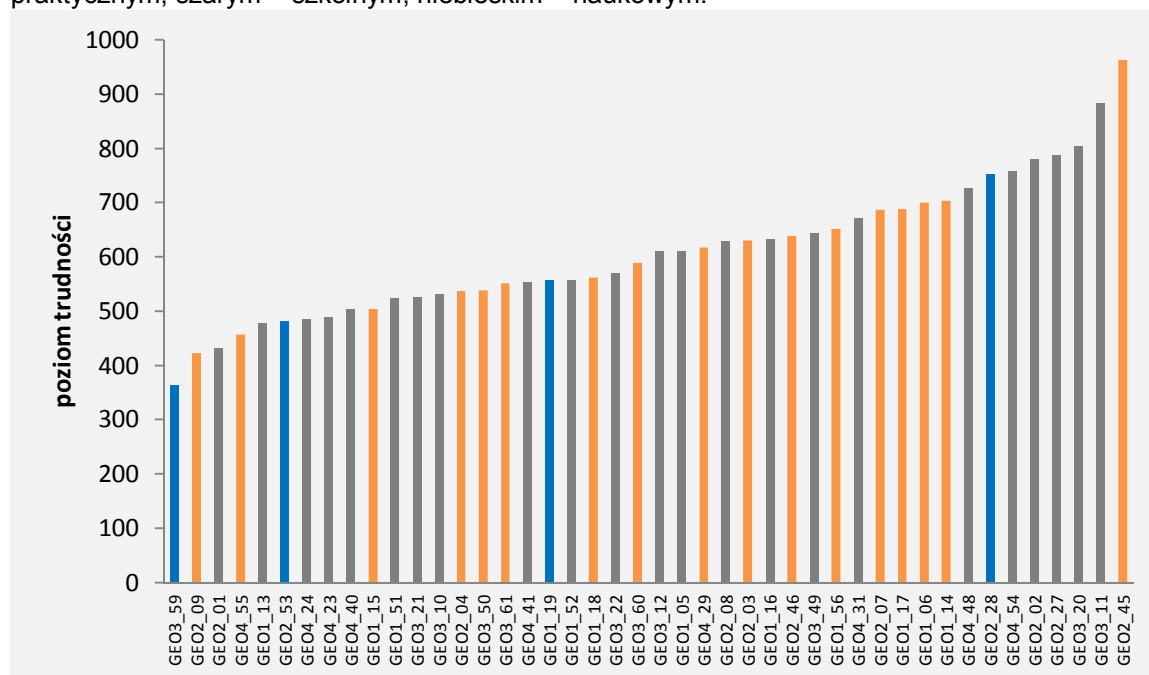
Na wykresie 7.6 pokazano zestawienie zadań sprawdzających opanowanie przez uczniów umiejętności i wiadomości.

Wykres 7.6. Zadania z geografii sprawdzające umiejętności i wiadomości uporządkowane według rosnącego poziomu trudności. Kolorem pomarańczowym oznaczono zadania sprawdzające umiejętności, kolorem szarym – wiadomości.



Analiza wykresu 7.6 pokazuje, że uczniowie podobnie często prawidłowo rozwiązywali zadania sprawdzające opanowanie wiadomości jak i umiejętności opisane podstawą programową geografii. Na wykresie 7.7 pokazano zestawienie zadań osadzonych w poszczególnych kontekstach.

Wykres 7.7. Typy zadań z geografii wyróżnione ze względu na kontekst, uporządkowane według rosnącego poziomu trudności. Kolorem pomarańczowym oznaczono zadania osadzone w kontekście praktycznym, szarym – szkolnym, niebieskim – naukowym.

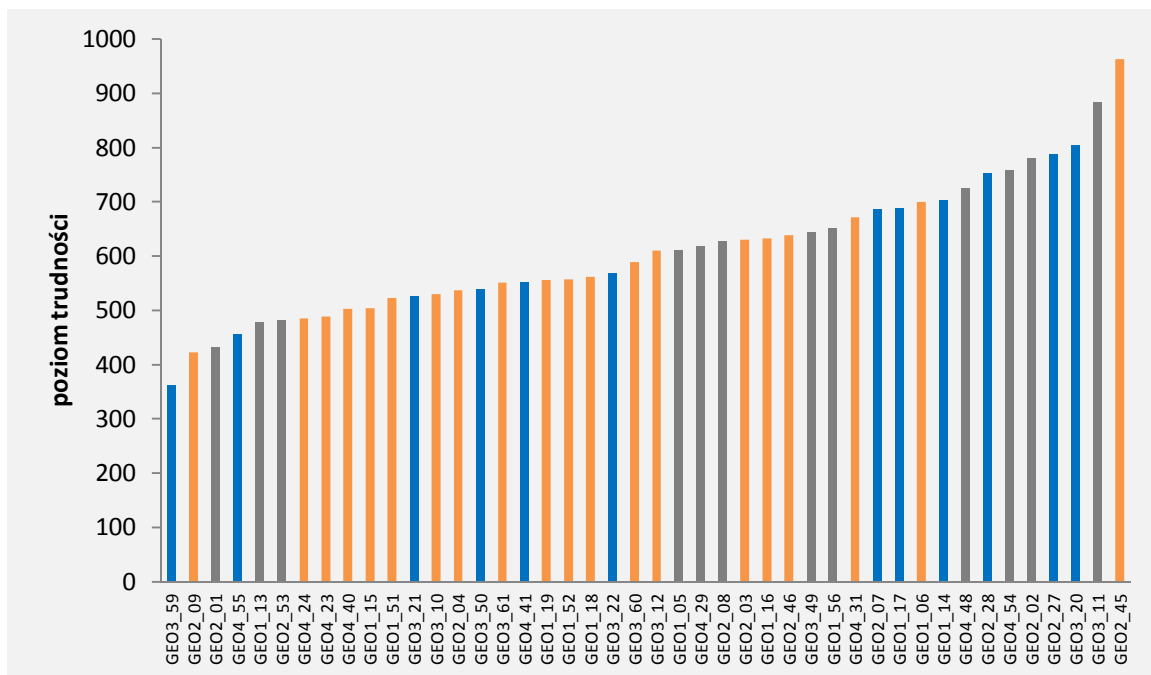


Zadania osadzone w poszczególnych kontekstach znalazły się na różnych poziomach trudności. Wśród zadań najtrudniejszych znalazło się dużo zadań osadzonych w kontekście szkolnym.

7.2.6 Konstrukcja a poziom trudności zadań

Na wykresie 7.8 pokazano rozkład typów zadań uporządkowanych według rosnącego poziomu trudności.

Wykres 7.8. Typy zadań pod względem konstrukcji uporządkowane według rosnącego poziomu trudności. Kolorem pomarańczowym oznaczono zadania wielokrotnego wyboru, niebieskim – zadania typu „prawda-falsz”, szarym – zadania „na przyporządkowanie”.

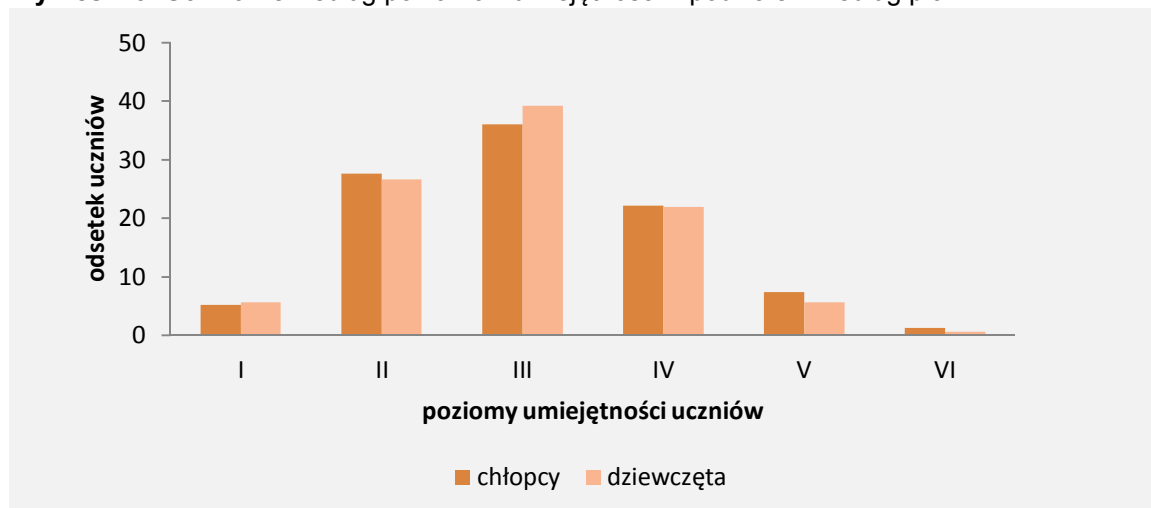


Analizując wykres 7.8 można zauważyć, iż zadania wielokrotnego wyboru jedynie sporadycznie zaliczały się do V i VI poziomu trudności. Zadania na przyporządkowanie oraz zadania polegające na wyborze między prawdą a fałszem lub między „tak” a „nie” rozłożyły się równomiernie na różnych poziomach trudności.

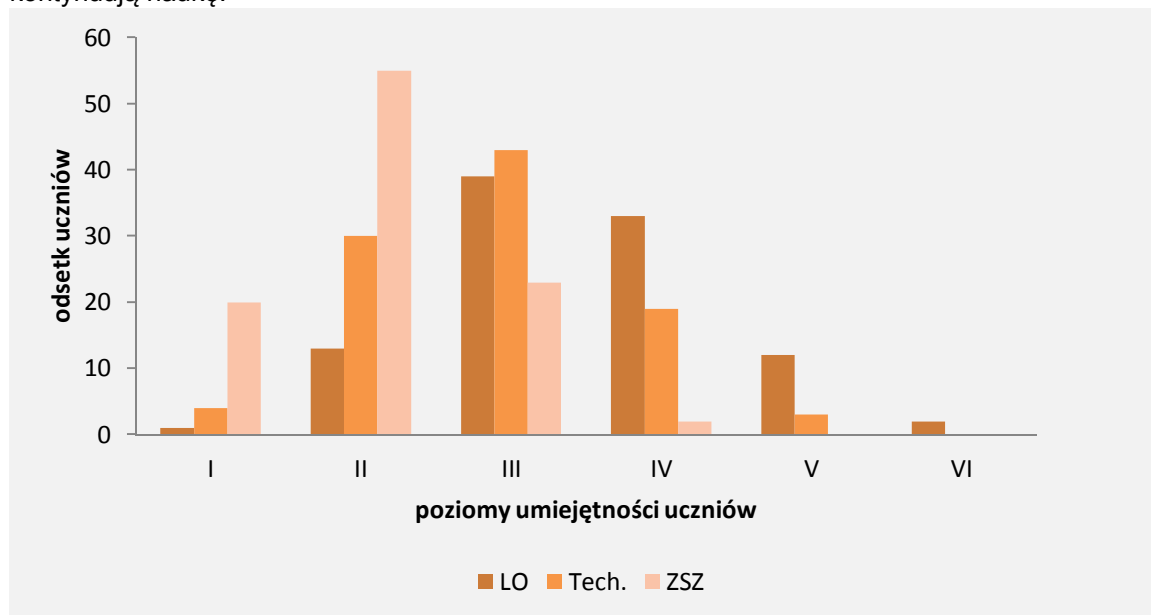
7.2.7 Zróżnicowanie wyników według płci i wyboru szkoły ponadgimnazjalnej

Wykresy 7.9 i 7.10 ilustrują przyporządkowanie uczniów do poziomów umiejętności z uwzględnieniem płci uczniów i rodzaju szkół, w których kontynuują naukę po ukończeniu gimnazjum.

Wykres 7.9. Uczniowie według poziomów umiejętności z podziałem według płci.



Wykres 7.10. Uczniowie według poziomów umiejętności z podziałem według typów szkół, w których kontynuują naukę.



Należy przypomnieć, że badanie nie dotyczyło oceny jakości nauczania przedmiotów przyrodniczych w szkołach ponadgimnazjalnych. Obejmowało uczniów, którzy ukończyli naukę w gimnazjum i przeprowadzono je na początku roku szkolnego, a więc zakłada się, że wpływ nowej szkoły na ucznia nie był znaczący. Wybór typu szkoły ma charakter selekcyjny i tylko w tym kontekście należy rozpatrywać wyniki. Analiza wykresów 7.9 i 7.10 pozwala zauważyć pewne prawidłowości. Wśród uczniów szkół zawodowych przeważają uczniowie klasyfikujący się na II poziomie umiejętności, spory odsetek stanowią też uczniowie z poziomu I i III. Wśród uczniów, którzy po gimnazjum znaleźli się w technikach i liceach, najliczniejszą grupę stanowią uczniowie na poziomie III, po około 40%. Uczniowie, którzy zostali zaliczeni do IV, V i VI poziomu umiejętności, najczęściej kontynuują naukę w liceach. Można także zauważyć, iż wśród chłopców występuje większe zróżnicowanie poziomów umiejętności niż u dziewcząt. Chłopcy dominują w grupie uczniów o najwyższych umiejętnościach, są jednak także liczniej niż dziewczęta reprezentowani na poziomie II.

7.3 Przykładowe zadania z geografii wraz z komentarzami

Zadanie Geo2_01. Katastrofy

W marcu 2011 roku Japonię nawiedziło niezwykle silne trzęsienie ziemi połączone z wysoką falą tsunami. Klęski te związane są z budową geologiczną tego obszaru.

Uporządkuj zjawiska według kolejności występowania (od 1 do 3)

	Zjawisko	Kolejność występowania
I	Tsunami	<input type="checkbox"/> 1 / <input type="checkbox"/> 2 / <input type="checkbox"/> 3
II	Trzęsienie ziemi	<input type="checkbox"/> 1 / <input type="checkbox"/> 2 / <input type="checkbox"/> 3
III	Ruch płyt litosfery	<input type="checkbox"/> 1 / <input type="checkbox"/> 2 / <input type="checkbox"/> 3

Metryczka zadania

Prawidłowa odpowiedź: I-3 , II-2 , III-1

Wymagania ogólne:

2.1, 2.2, 2.3. Identyfikowanie związków i zależności oraz wyjaśnianie zjawisk i procesów.

Uczeń posługuje się podstawowym słownictwem geograficznym w toku opisywania oraz wyjaśniania zjawisk i procesów zachodzących w środowisku geograficznym; identyfikuje związki i zależności w środowisku przyrodniczym (...); rozumie wzajemne relacje przyroda-człowiek.

Wymagania szczegółowe:

3.6 Uczeń (...) podaje główne cechy płytowej budowy litosfery; wykazuje związki pomiędzy płytową budową litosfery a występowaniem zjawisk wulkanicznych i trzęsień ziemi.

Odsetek prawidłowych odpowiedzi: 65,3%

Trudność: 433.

Poziom trudności: II.

Komentarz

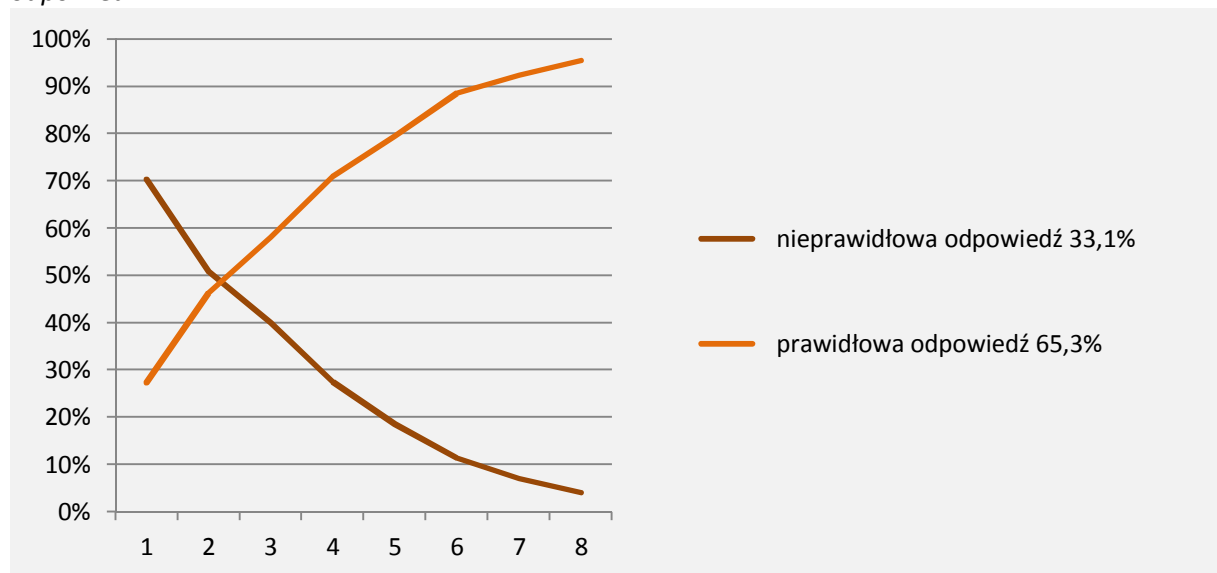
Zadanie sprawdza umiejętność ustalania kolejności wydarzeń geologicznych i ich skutków. Jego zaletą jest odniesienie do aktualnych wydarzeń, gdyż 11 marca minęła rocznica tragicznego trzęsienia

ziemi, które wywołało olbrzymią falę tsunami, a ta wdarła się na obszar Japonii. Uczeń ma więc okazję zestawić doniesienia mediów na temat katastrofy z wiedzą zdobywaną w szkole.

W tym zadaniu wiadomości o procesach geologicznych są niezbędne do ustalenia kolejności wydarzeń. Uczeń nie musi znać dokładnych definicji procesów, ale musi wiedzieć, który z nich jest przyczyną, a który skutkiem. Dlatego można powiedzieć, że zadanie sprawdza nie tylko wiadomości, ale przede wszystkim – umiejętności. Wiadomo, że tsunami wystąpiło wskutek potężnego, podmorskiego trzęsienia ziemi, a ono z kolei jest skutkiem ruchów płyt litosfery. Japonia leży na styku trzech takich płyt, więc mimo rozwiniętego systemu zapobiegania skutkom klęsk żywiołowych, trzęsienia ziemi i fale tsunami są tam poważnym problemem.

Zadanie było dość łatwe - prawidłowo rozwiązało je 65,3% badanych uczniów, a wyniki przedstawia wykres 7.11. Kształt krzywych informuje nas o tym, że zadanie dobrze różnicuje badanych uczniów.

Wykres 7.11. Odsetek uczniów w poszczególnych grupach, którzy rozwiązali prawidłowo zadanie. Na osi X zaznaczono poziom ucznia (1 – grupa uczniów, którzy uzyskali najniższe wyniki w całym teście, 8 – grupa o najwyższych wynikach), na osi Y zaś – odsetek uczniów z danej grupy, którzy wybrali daną odpowiedź. Wartości nie sumują się do 100%, ponieważ pewna część uczniów nie wybrała żadnej odpowiedzi.



Zadanie Geo2_53. Sierra Leone

Poniżej przedstawiono wybrane dane demograficzne dla zachodnioafrykańskiego państwa Sierra Leone.

Dane demograficzne	2004 r.	2010 r.
Liczba mieszkańców (w mln)	5,2	5,8
Liczba urodzeń/1000 mieszkańców	50	40
Liczba zgonów/1000 mieszkańców	29	16
Przyrost naturalny (%)	2,1	2,4

Źródło: Population Reference Bureau (World Population Data Sheet 2004, 2010).

(1) W 2010 r. przyrost naturalny Sierra Leone był

A. wyższy / B. niższy

niż 6 lat wcześniej.

(2) Było to spowodowane przede wszystkim

A. wzrostem / B. spadkiem

(3) liczby

A. urodzeń / B. zgonów

w przeliczeniu na 1000 mieszkańców.

Metryczka zadania

Prawidłowa odpowiedź: 1 – A, 2 – B, 3 – B.

Wymagania ogólne:

1.2 Korzystanie z różnych źródeł informacji geograficznej. Uczeń potrafi korzystać z planów, map, fotografii, rysunków, wykresów i danych statystycznych i tekstów źródłowych oraz technologii informacyjno-komunikacyjnych w celu gromadzenia, przetwarzania i prezentowania informacji geograficznych.

2.1 Identyfikowanie związków i zależności oraz wyjaśnianie zjawisk i procesów. Uczeń posługuje się podstawowym słownictwem geograficznym w toku opisywania oraz wyjaśniania zjawisk i procesów zachodzących w środowisku geograficznym.

2.2 Identyfikowanie związków i zależności oraz wyjaśnianie zjawisk i procesów. Uczeń identyfikuje związki i zależności w środowisku przyrodniczym, gospodarce i życiu społecznym w różnych skalach przestrzennych (lokalnej, regionalnej, krajowej, globalnej).

Wymagania szczegółowe:

5.1. Ludność Polski. Uczeń wyjaśnia i poprawnie stosuje podstawowe pojęcia z zakresu demografii: przyrost naturalny, urodzenia i zgony, średnia długość życia.

Odsetek prawidłowych odpowiedzi: 52,1%

Trudność: 482.

Poziom trudności: III.

Komentarz

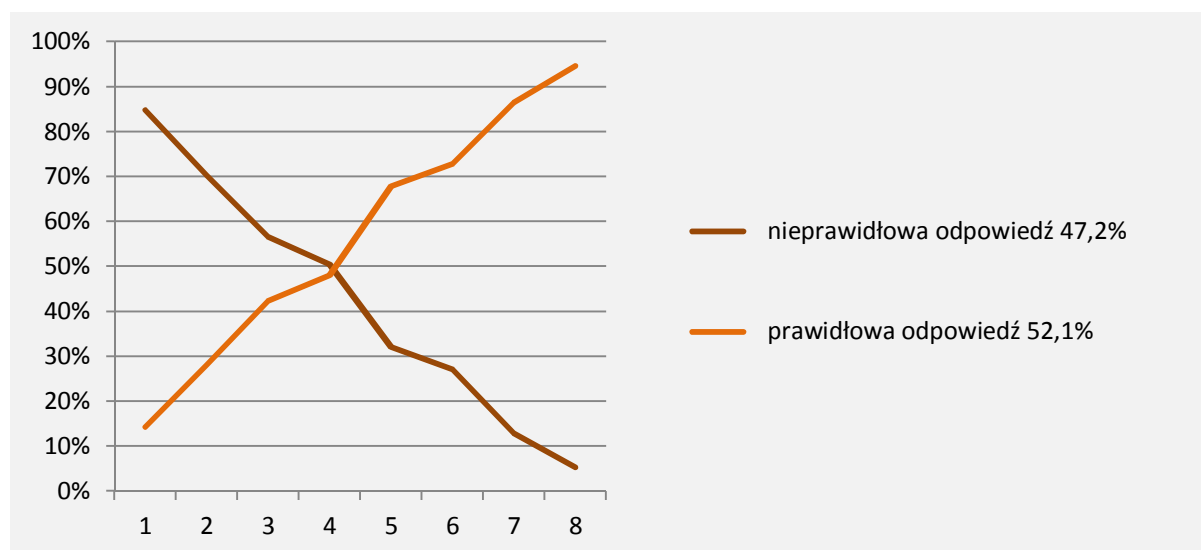
Zadanie bada sprawność posługiwania się słownictwem geograficznym oraz umiejętność czytania i analizy danych zawartych w tabeli. Uczeń dostaje uporządkowane informacje o demografii Sierra Leone. Podstawa nauczania nie przewiduje poznania tego kraju, co nie jest przeszkodą do wymagania umiejętności prostej analizy danych w zakresie nie wymagającym posiadania większej, niż podana w tabeli, wiedzy.

W przeprowadzonym badaniu, uczniowie najlepiej poradzili sobie z pierwszą częścią zadania, 82% z nich prawidłowo zauważyło wzrost przyrostu naturalnego w badanym okresie, nawet najslabsi uczniowie w większości (65%) poradzili sobie z czytaniem tabeli statystycznej i porównywaniem liczb.

Udzielenie prawidłowych odpowiedzi na dwie pozostałe części zadania wymagało wskazania przyczyny i skutku zachodzących zmian. Wzrost przyrostu naturalnego można tłumaczyć wzrostem liczby urodzeń lub spadkiem liczby zgonów. W analizowanym przypadku odnotowano spadek liczby zgonów natomiast nie było wzrostu liczby urodzeń, a zatem pozostała tylko jedna możliwość wyjaśnienia zaobserwowanej zmiany wskaźnika przyrostu naturalnego. Na te części pytania prawidłowo odpowiedziało odpowiednio 71% i 62,5% uczniów.

Za prawidłowe rozwiązanie całego zadania uważa się dokonanie trzech prawidłowych wyborów. W przeprowadzonym badaniu 52,1% uczniów udzieliło trzykrotnie prawidłowej odpowiedzi, podejmując za każdym razem właściwą decyzję.

Wykres 7.12. Odsetek uczniów w poszczególnych grupach, którzy rozwiązali prawidłowo zadanie. Oznaczenia takie same, jak na wykresie 7.11.



Analiza wykresu 7.12 wskazuje, że w grupach uczniów słabszych (1–4) mniej niż połowa poradziła sobie z prawidłowym rozwiązaniem zadania. Grupy uczniów lepszych (5–7) najczęściej dobrze rozwiązywały to zadanie, a uczniowie najlepsi (grupa 8), jedynie sporadycznie popełniali błędy. Zadanie to bardzo dobrze, wręcz wzorcowo, różnicuje uczniów (od kilkunastu procent prawidłowych odpowiedzi w grupie 1 do ponad 90% w grupie 8). Duża liczba prawidłowych odpowiedzi, daje podstawy aby sądzić, że uczniom nie przeszkadzał fakt, iż prawdopodobnie nie mieli wiedzy o kraju, który był przedmiotem zadania.

Zadanie Geo3_11. Alpy – klimat

W masywie najwyższej góry Europy, Mont Blanc (4810 m n.p.m.), leży szczyt Aiguille du Midi (3842 m n.p.m.). Można wjechać na niego kolejką linową, której dolna stacja położona jest u podnóża góry, we francuskim mieście Chamonix.

(1) Po wyjechaniu na szczyt można się spodziewać temperatury

A. wyższej, / B. niższej,

(2) ponieważ wraz ze wzrostem wysokości bezwzględnej temperatura

A. spada. / B. wzrasta.

(3) Na szczycie należy oczekiwać ciśnienia

A. wyższego, / B. niższego,

(4) ponieważ wraz ze wzrostem wysokości bezwzględnej ciśnienie

A. spada. / B. wzrasta.

Metryczka zadania

Prawidłowa odpowiedź: 1–B, 2–A, 3–B, 4–A

Wymagania ogólne :

2.3 Identyfikowanie związków i zależności oraz wyjaśnianie zjawisk i procesów.

Uczeń posługuje się podstawowym słownictwem geograficznym w toku opisywania oraz wyjaśniania zjawisk i procesów zachodzących w środowisku geograficznym; identyfikuje związki i zależności w środowisku przyrodniczym (...); rozumie wzajemne relacje przyroda-człowiek.

Wymagania szczegółowe:

3.1 Uczeń charakteryzuje wpływ głównych czynników klimatotwórczych na klimat.

Odsetek prawidłowych odpowiedzi: 23,8%

Trudność: 884.

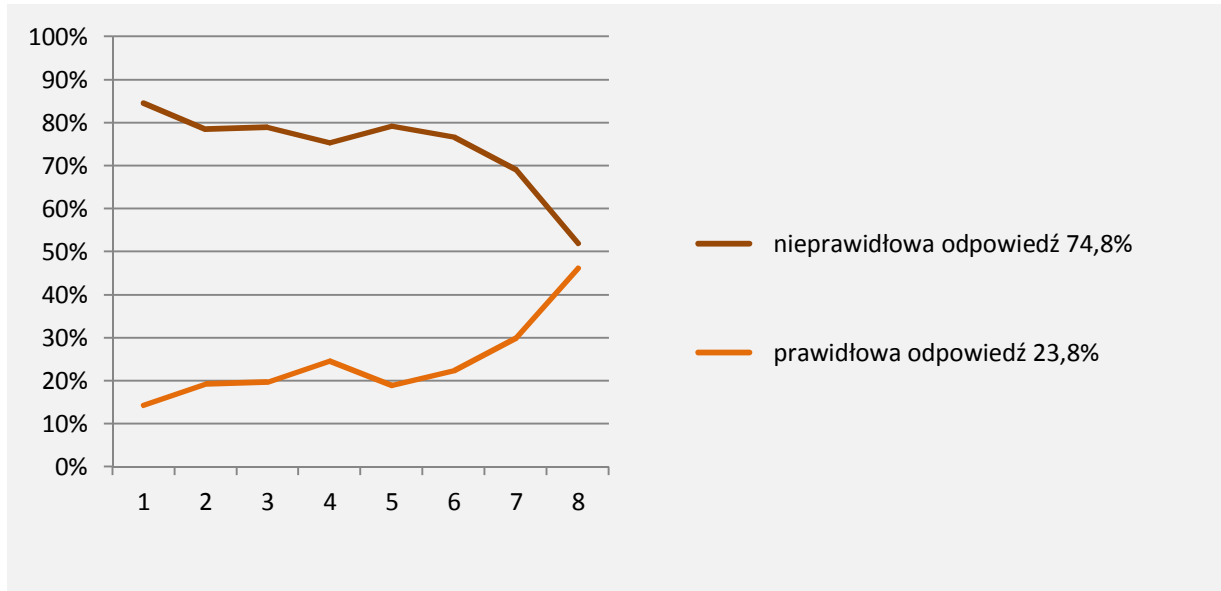
Poziom trudności: VI

Komentarz

Za prawidłowe rozwiązanie całego zadania uważa się dokonanie czterech prawidłowych wyborów. Takiego wyboru dokonało tylko 23,8% uczniów. Pierwsza część zadania była zdecydowanie łatwiejsza

(84,1 i 84,7% prawidłowych odpowiedzi), a druga trudna (36 i 33,6%), co zaważyło o niskim wyniku dla całego zadania. Zadanie różnicowało tylko najlepszych uczniów, co widać na wykresie 7.13.

Wykres 7.13. Odsetek uczniów w poszczególnych grupach, którzy rozwiązali prawidłowo zadanie. Oznaczenia takie same, jak na wykresie 7.11.



Okazało się, że wielu uczniów nie rozumie zjawiska zmian ciśnienia atmosferycznego zachodzących wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza. Łatwiej zapamiętać zmiany temperatury, być może dlatego, że jest ona wyraźniej odczuwana przez człowieka, niż ciśnienie atmosferyczne. Znajomość tej zależności utrwala się dodatkowo rozwiązywanymi w szkole zadaniami, w których uczeń oblicza, jakiej temperatury można się spodziewać na pewnej wysokości.

Ważnym elementem pracy nauczycieli geografii powinna być współpraca międzyprzedmiotowa z nauczycielami fizyki, którzy także zajmują się zagadnieniem zmian ciśnienia atmosferycznego.

Zadanie Geo3_12. Alpy – wysokości

W masywie najwyższej góry Europy, Mont Blanc (4810 m n.p.m.), leży szczyt Aiguille du Midi (3842 m n.p.m.). Można wjechać na niego kolejką linową, której dolna stacja położona jest u podnóża góry, we francuskim mieście Chamonix.



Fotografia przedstawia napis nad wejściem do stacji kolejki w Chamonix.

Jaka jest względna i bezwzględna wysokość górnej stacji kolejki?

Wysokość	Wartość	Jednostka
1. bezwzględna	<input type="checkbox"/> A. 968 / <input type="checkbox"/> B. 1030 / <input type="checkbox"/> C. 2812 / <input type="checkbox"/> D. 3842	<input type="checkbox"/> I. m / <input type="checkbox"/> II. m n.p.m.
2. względna	<input type="checkbox"/> A. 968 / <input type="checkbox"/> B. 1030 / <input type="checkbox"/> C. 2812 / <input type="checkbox"/> D. 3842	<input type="checkbox"/> I. m / <input type="checkbox"/> II. m n.p.m.

Metryczka zadania

Prawidłowa odpowiedź: 1 – D, II; 2 – C, I

Wymagania ogólne:

2.1. Identyfikowanie związków i zależności oraz wyjaśnianie zjawisk i procesów.

Uczeń posługuje się podstawowym słownictwem geograficznym w toku opisywania oraz wyjaśniania zjawisk i procesów zachodzących w środowisku geograficznym (...)

Zadanie Alpy- wysokości znalazło się na poziomie IV, rozwiązało je 18,7% badanych uczniów. Jego trudność po przeskalowaniu wyniosła 611. Lepiej rozwiązali zadanie chłopcy (20,6%), niż dziewczęta (16,8%).

Odsetek prawidłowych odpowiedzi: 18,7%

Trudność: 611.

Poziom trudności: IV.

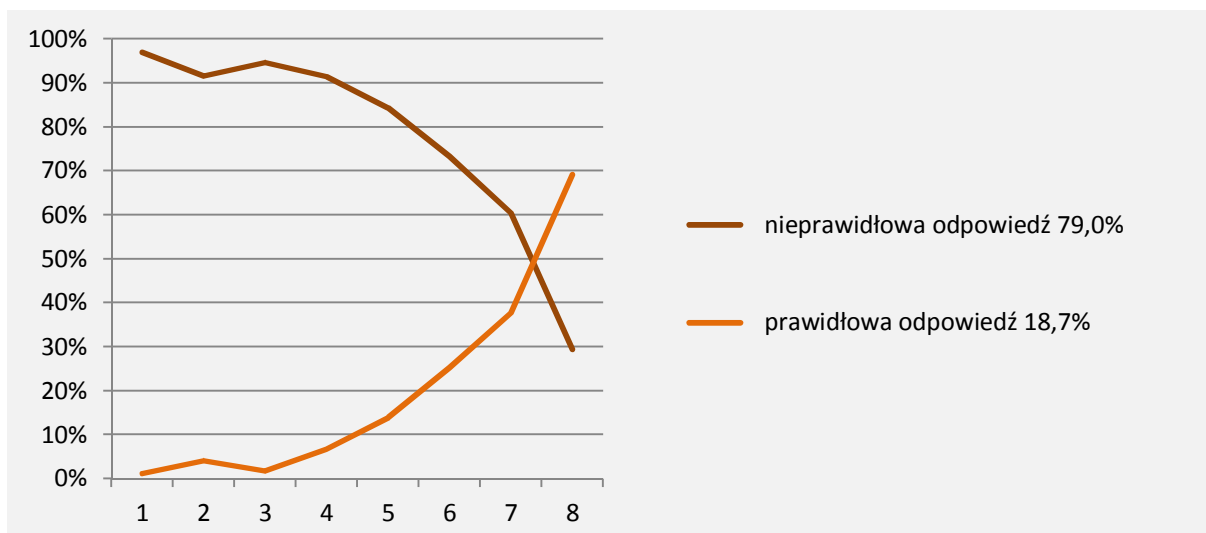
Komentarz

Kluczem do prawidłowego rozwiązania zadania jest zrozumienie sensu podania na tablicy informacyjnej właśnie tych dwu liczb – wysokości dolnej i górnej stacji kolejki. Zadanie bada rozumienie pojęć: wysokość względna i bezwzględna oraz umiejętność stosowania słownictwa geograficznego. Wymaga także dokonania prostych przeliczeń.

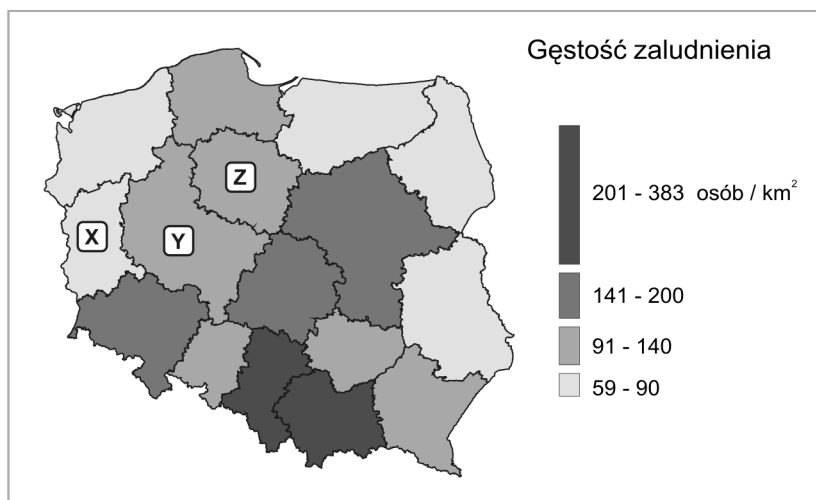
Uczeń zapytany o bezwzględną wysokość górnej stacji kolejki powinien prawidłowo odczytać tę wartość z tablicy informacyjnej. Część uczniów myliła wysokość dolnej i górnej stacji kolejki. Najlepsi uczniowie nie mieli problemu z rozwiązaniem tej części zadania. Wielu uczniów zapytanych o wysokość względną nie dostrzegło konieczności wykonania obliczeń i wskazywało jedną z dwu wartości bezwzględnych, odczytanych z tablicy. Innym zagadnieniem poruszonym w zadaniu jest umiejętność rozróżniania jednostek używanych do opisu wysokości względnej i bezwzględnej, z tą częścią zadania uczniowie mieli najmniejsze problemy.

Za prawidłowe rozwiązanie całego zadania uważa się dokonanie czterech prawidłowych wyborów. Tylko 18,7% uczniów udzieliło prawidłowej odpowiedzi wskazując prawidłowe odpowiedzi w każdym wierszu. Interpretując wyniki pokazane na wykresie 7.14 można zauważyć, że zadanie jako całość, było na tyle trudne, iż przewaga odpowiedzi prawidłowych nad błędnymi pojawiła się tylko w grupie uczniów osiągających w całym teście najwyższy wynik.

Wykres 7.14. Odsetek uczniów w poszczególnych grupach, którzy rozwiązali prawidłowo zadanie. Oznaczenia takie same, jak na wykresie 7.11.



Zadanie Geo3_49. Gęstość zaludnienia



Na podstawie informacji z mapy uporządkuj wymienione w tabeli województwa w kolejności od najgęściej (1) do najłagodniej zaludnionego (4).

Województwo	Kolejność według gęstości zaludnienia
I. dolnośląskie	<input type="checkbox"/> 1 / <input type="checkbox"/> 2 / <input type="checkbox"/> 3 / <input type="checkbox"/> 4
II. lubuskie	<input type="checkbox"/> 1 / <input type="checkbox"/> 2 / <input type="checkbox"/> 3 / <input type="checkbox"/> 4
III. śląskie	<input type="checkbox"/> 1 / <input type="checkbox"/> 2 / <input type="checkbox"/> 3 / <input type="checkbox"/> 4
IV. pomorskie	<input type="checkbox"/> 1 / <input type="checkbox"/> 2 / <input type="checkbox"/> 3 / <input type="checkbox"/> 4

Metryczka zadania

Prawidłowa odpowiedź: I–2, II–4, III–1, IV–3

Wymagania ogólne:

1. Korzystanie z różnych źródeł informacji geograficznej.

Uczeń potrafi korzystać z (...) map, (...) rysunków (...) w celu przetwarzania (...) informacji geograficznych

Wymagania szczegółowe:

1.2. Odczytuje z map informacje przedstawione za pomocą różnych metod kartograficznych.

4.1. Uczeń podaje nazwy i wskazuje na mapie województwa oraz ich stolicy.

Odsetek prawidłowych odpowiedzi: 21,5%

Trudność: 644.

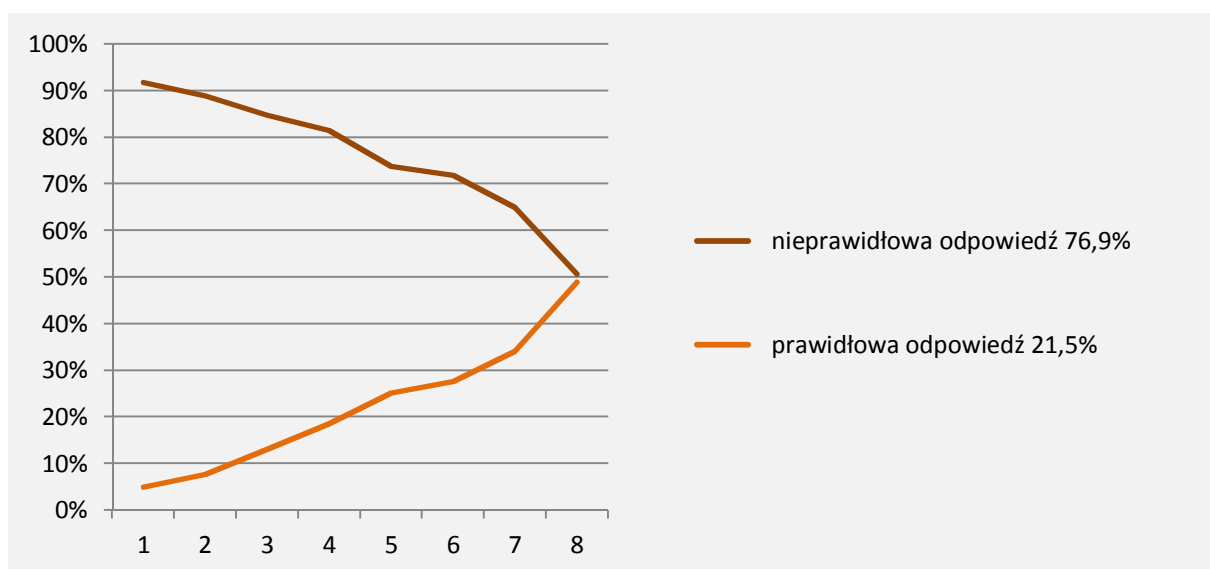
Poziom trudności: IV.

Komentarz

Zadanie sprawdza umiejętność korzystania z mapy opracowanej metodą kartogramu. Uczeń musi wykonać prostą czynność przyporządkowania każdego z czterech województw do właściwych klas gęstości zaludnienia. Udzielenie prawidłowych odpowiedzi wymaga posiadania wiedzy o rozmieszczeniu województw.

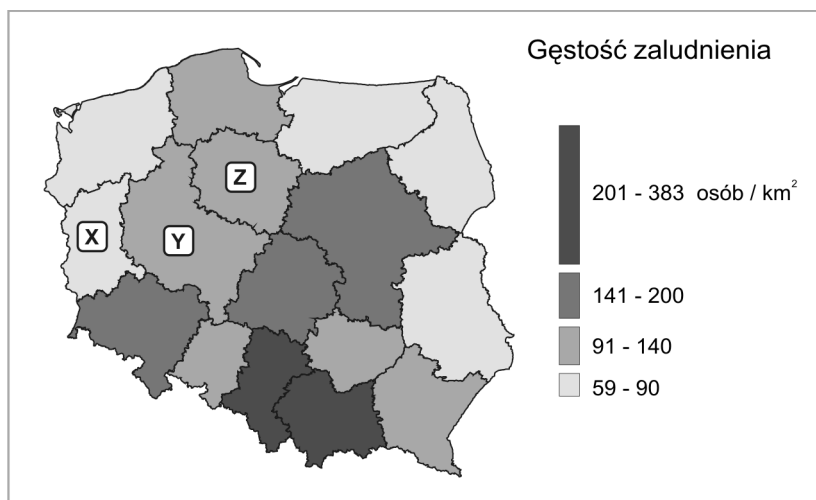
Analiza udzielonych odpowiedzi pokazuje, że uczniowie dość często mylą województwa. Około 25% uczniów myli województwa śląskie i dolnośląskie, pomyłka ta również często przytrafia się uczniom na wszystkich poziomach, nawet tym z najwyższego poziomu.

Wykres 7.15. Odsetek uczniów w poszczególnych grupach, którzy rozwiązali prawidłowo zadanie. Oznaczenia takie same, jak na wykresie 7.11.



Za prawidłowe rozwiązanie całego zadania uważa się dokonanie czterech prawidłowych wyborów. W przeprowadzonym badaniu 21,5% uczniów udzieliło prawidłowej odpowiedzi, podejmując za każdym razem właściwą decyzję. Głównym problemem w rozwiązaniu tego zadania był brak umiejętności identyfikowania województw na mapie.

Zadanie Geo3_50. Gęstość – stwierdzenia



W tabeli przedstawiono dwa stwierdzenia dotyczące województw oznaczonych na mapie gęstości zaludnienia literami X, Y i Z.

Czy na podstawie informacji odczytanych z mapy można poniższe stwierdzenia uznać za prawdziwe, fałszywe, czy też nie można określić ich prawdziwości?

Stwierdzenie	Prawdziwość
A. Gęstość zaludnienia województwa Y jest wyższa niż województwa Z.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz / <input type="checkbox"/> Nie można określić
B. W województwie X żyje mniej ludzi niż w województwie Y.	<input type="checkbox"/> Prawda / <input type="checkbox"/> Fałsz / <input type="checkbox"/> Nie można określić

Metryczka zadania

Prawidłowa odpowiedź: A – nie można określić, B – prawdziwe

Wymagania ogólne:

1.2. Korzystanie z różnych źródeł informacji geograficznej

Uczeń potrafi korzystać z (...) map, (...), danych statystycznych w celu przetwarzania informacji geograficznych.

Wymagania szczegółowe:

1.8. Uczeń analizuje i interpretuje treści map ogólnogeograficznych, tematycznych, (...).

Odsetek prawidłowych odpowiedzi: 42,8%

Trudność: 539

Poziom trudności: III

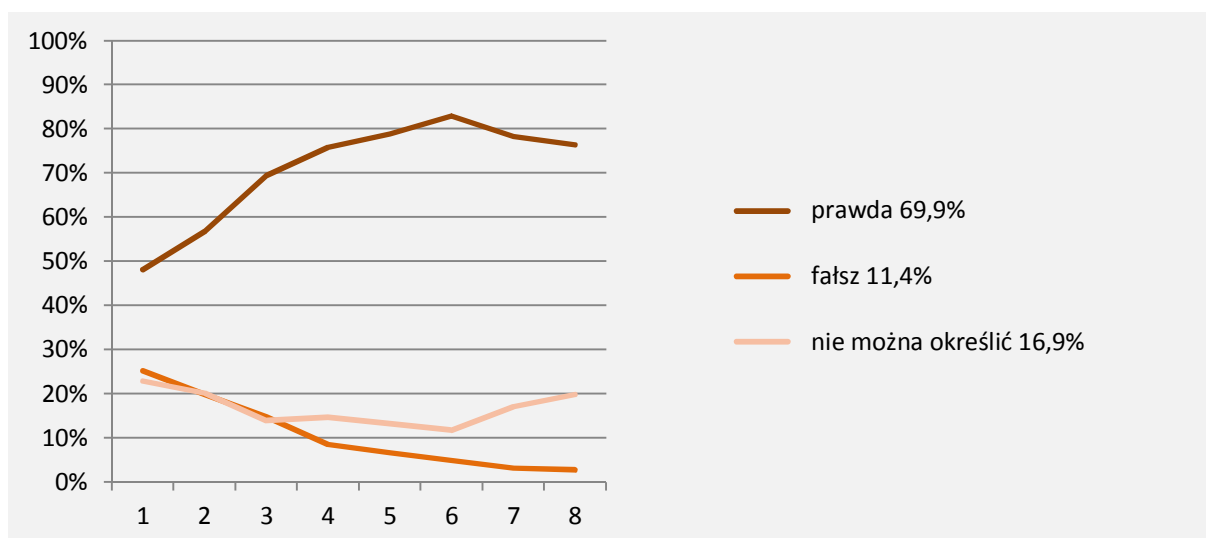
Komentarz

Uczeń musi wykazać się zrozumieniem specyfiki map opracowanych metodą kartogramu skokowego. Zadanie wymaga logicznego myślenia oraz zrozumienia istoty podziału na klasy, charakterystycznego dla map statystycznych.

Określenie prawdziwości pierwszego stwierdzenia było problemem nawet dla najlepszych uczniów. Ponad 30% z grupy najlepszych uczniów udzieliło błędnej odpowiedzi. Często twierdzili oni, iż dane stwierdzenie jest fałszywe, podczas gdy uogólniony obraz pokazany na mapie nie daje podstaw do takiego stwierdzenia.

Udzielenie prawidłowej odpowiedzi w drugiej części zadania wymagało połączenia faktów o gęstości zaludnienia i o wielkości powierzchni województw X i Y. Sama różnica gęstości nie jest wystarczającą przesłanką do wnioskowania o różnicy bezwzględnej liczby osób zamieszkujących województwo, jednak, jeśli jedno województwo jest rzadziej zaludnione i ponadto mniejsze od drugiego to musi mieć mniejszą liczbę mieszkańców. Na wykresie 7.16 widać załamanie krzywej pokazującej prawidłowe odpowiedzi. Można domniemywać, iż słabsi uczniowie rozwiązywali tę część zadania opierając się tylko na porównaniu gęstości zaludnienia, dopiero najlepsi uczniowie zaczęli głębiej analizować sytuację i część z nich popełniła błąd, którego nie popełniały mniej refleksyjne osoby.

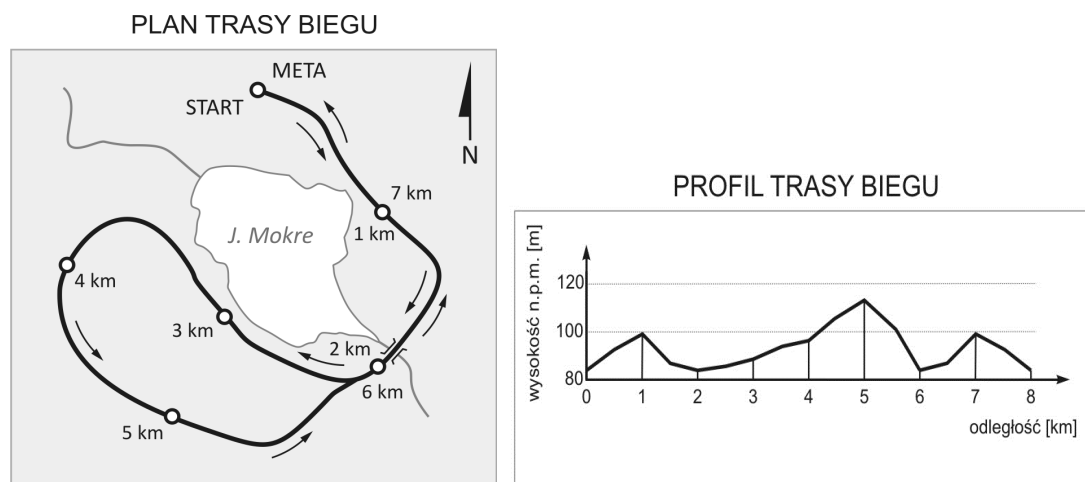
Wykres 7.16. Rozkład częstości odpowiedzi w drugiej części zadania. Oznaczenia takie same, jak na wykresie 7.11.



Za prawidłowe rozwiązanie całego zadania uważa się dokonanie dwóch prawidłowych wyborów. W przeprowadzonym badaniu 42,8% uczniów udzieliło prawidłowej odpowiedzi, podejmując za każdym razem właściwą decyzję.

Zadanie Geo3_60. Biegi – wiatr

Piotrek i Kamil startują w biegu na dystansie 8 km. Każdy uczestnik otrzymał od organizatora „Plan trasy biegu” oraz „Profil trasy biegu”, czyli wykres wysokości trasy nad poziomem morza w poszczególnych jej punktach.



W dniu wyścigu wieje silny wiatr z południowego zachodu. Aby dobrze rozłożyć siły w czasie biegu, Piotrek i Kamil zastanawiają się, w których momentach wiatr będzie im sprzyjał, a w których – przeszkadzał.

Jakie będą warunki biegu w poszczególnych punktach trasy?

	Miejsce trasy	Warunki biegu
I	W momencie ukończenia 1 km	<input type="checkbox"/> A. Pod wiatr / <input type="checkbox"/> B. Przy bocznym wietrze / <input type="checkbox"/> C. Z wiatrem
II	W momencie ukończenia 2 km	<input type="checkbox"/> A. Pod wiatr / <input type="checkbox"/> B. Przy bocznym wietrze / <input type="checkbox"/> C. Z wiatrem
III	W momencie ukończenia 3 km	<input type="checkbox"/> A. Pod wiatr / <input type="checkbox"/> B. Przy bocznym wietrze / <input type="checkbox"/> C. Z wiatrem

Metryczka zadania

Prawidłowa odpowiedź: B, A, B

Wymagania ogólne:

1.2. Korzystanie z różnych źródeł informacji geograficznej. Uczeń potrafi korzystać z planów, map, fotografii, rysunków, wykresów (...).

2.1, 2.3. Identyfikowanie związków i zależności oraz wyjaśnianie zjawisk i procesów.

Uczeń posługuje się podstawowym słownictwem geograficznym w toku opisywania oraz wyjaśniania zjawisk i procesów zachodzących w środowisku geograficznym; rozumie wzajemne relacje przyroda-człowiek.

Wymagania szczegółowe:

3.1. Uczeń posługuje się w terenie planem, orientuje mapę oraz identyfikuje obiekty geograficzne na mapie i w terenie.

Odsetek prawidłowych odpowiedzi: 25,2%

Trudność: 589

Poziom trudności: IV

Komentarz

Jest to zadanie praktyczne. Aby je prawidłowo rozwiązać, uczeń powinien połączyć informację o kierunku, z którego wieje wiatr, z wyobrażeniem położenia zawodnika na trasie. Jak się okazało – nie jest to zadanie łatwe. Rozwiązało je prawidłowo nieco ponad 25% uczniów – tyle osób udzieliło prawidłowych odpowiedzi w każdym z trzech wierszy. Charakterystyczny jest wyższy odsetek prawidłowych rozwiązań wśród chłopców (28,3%) niż dziewcząt (22,2%).

Po szczegółowej analizie odpowiedzi, zauważono, że uczniom łatwiej dojść do wniosku, że wiatr wieje z boku, gdyż wystarczy, iż określą kierunek, wzdłuż którego wieje, bez określania jego zwrotu. Natomiast trudniej jest jednocześnie określić i kierunek i zwrot, czyli odróżnić, czy wiatr będzie wiał w twarz czy w plecy zawodnika.

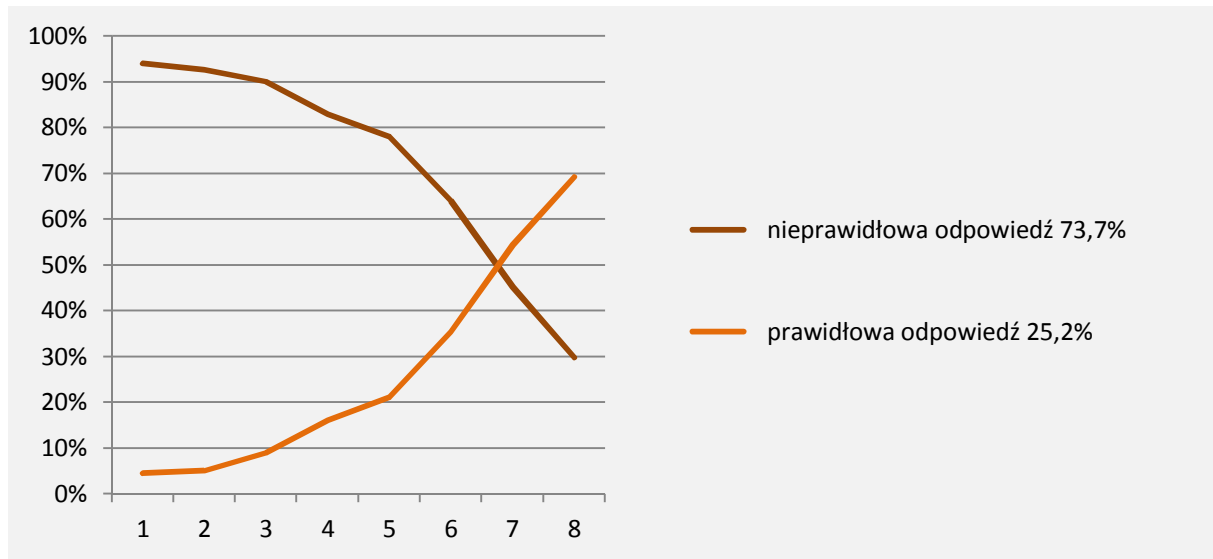
Sama umiejętność określania kierunków wiatru powinna być opanowana na wcześniejszym etapie edukacyjnym. Prawdopodobne jest też, że uczniowie nie mają rozwiniętej wyobraźni przestrzennej. Nie są w stanie przełożyć informacji odczytanej z mapy i treści zadania na wyobrażenie sytuacji, którą zastaną w terenie.

Zadanie, choć pozornie proste, mierzy nie tylko umiejętność ustalania kierunków. Uczeń najpierw musi wyznaczyć kierunek, w którym będzie odbywał się bieg, a następnie do tej informacji dodać kierunek wiatru i ustalić, czy taki wiatr będzie sprzyjał, czy przeszkadzał w biegu. Możemy więc powiedzieć, że w zadaniu tym mierzymy umiejętności złożone.

W zadaniu przedstawiona jest sytuacja, której uczeń może doświadczać codziennie, nie tylko wtedy, gdy uprawia biegi. Wiadomo, że wiatr jest istotnym czynnikiem także w innych rodzajach aktywności, takich jak żeglarstwo czy windsurfing, ale także wówczas, gdy dojeżdżamy do pracy czy szkoły rowerem, a nawet – samochodem. Jazda pod wiatr powoduje konieczność wykonania większej pracy lub zwiększa zużycie paliwa.

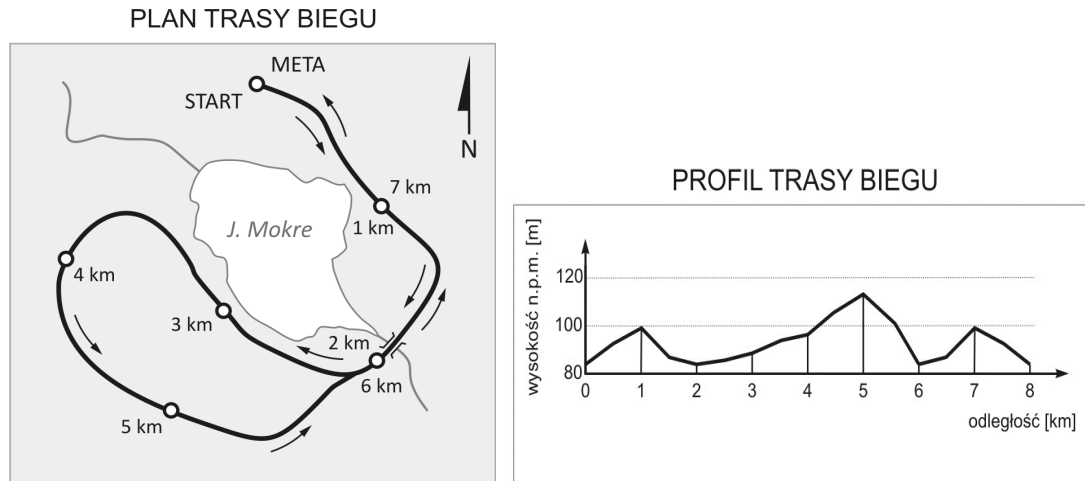
Z wykresu 7.17 przedstawiającego rozwiązanie zadania możemy odczytać, że zadanie dobrze różnicuje uczniów, czyli wyraźnie oddziela słabszych od lepszych.

Wykres 7.17. Odsetek uczniów w poszczególnych grupach, którzy rozwiązali prawidłowo zadanie. Oznaczenia takie same, jak na wykresie 7.11.



Zadanie Geo3_61. Biegi – odległość

Piotrek i Kamil startują w biegu na dystansie 8 km. Każdy uczestnik otrzymał od organizatora „Plan trasy biegu” oraz „Profil trasy biegu”, czyli wykres wysokości trasy nad poziomem morza w poszczególnych jej punktach.



W pewnym momencie biegu Kamil znajduje się na szczycie wzgórza i ma jezioro po swojej prawej stronie.

Ile kilometrów przebiegł Kamil do tego momentu?

- A. 1 km / B. 2 km / C. 3 km / D. 4 km / E. 5 km / F. 6 km / G. 7 km

Metryczka zadania

Prawidłowa odpowiedź: A

Wymagania ogólne:

1.2 Korzystanie z różnych źródeł informacji geograficznej.

Uczeń potrafi korzystać z planów, map, fotografii, rysunków, wykresów (...).

2.1, 2.3 Identyfikowanie związków i zależności oraz wyjaśnianie zjawisk i procesów.

Uczeń posługuje się podstawowym słownictwem geograficznym w toku opisywania oraz wyjaśniania zjawisk i procesów zachodzących w środowisku geograficznym; rozumie wzajemne relacje przyroda-człowiek.

Wymagania szczegółowe:

3.1 Uczeń posługuje się w terenie planem, orientuje mapę oraz identyfikuje obiekty geograficzne na mapie i w terenie.

Odsetek prawidłowych odpowiedzi: 34,8%

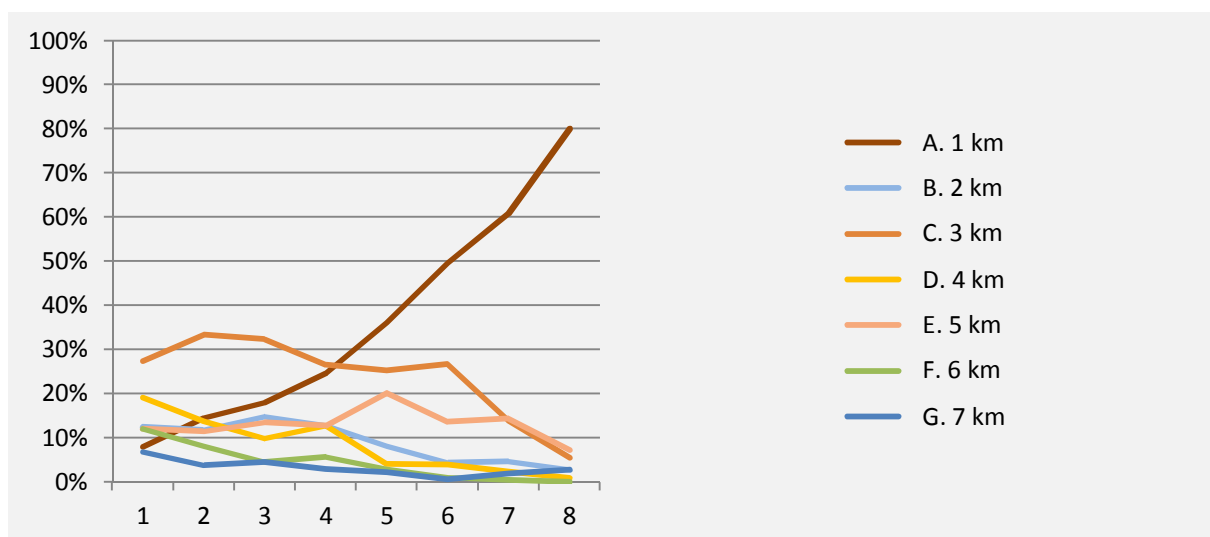
Trudność: 552

Poziom trudności: IV

Komentarz

Celem tego praktycznego zadania jest sprawdzenie, czy uczniowie potrafią zestawić dwie informacje i z nich wyciągnąć wniosek. Należy najpierw odczytać z wykresu, w którym momencie biegu zawodnik znajdzie się na szczycie wzniesienia. Są trzy takie możliwości: po przebiegnięciu 1 km, 5 km lub 7 km. Następnie rozwiązujący zadanie powinien ustalić, w którym z tych trzech położań zawodnik będzie miał jezioro po swojej prawej stronie. Ponieważ należy tu dokonać kilku operacji myślowych, jest to zadanie sprawdzające umiejętności złożone. Wiedzę o pojedynczych zjawiskach należy połączyć i wyciągnąć wspólne wnioski.

Wykres 7.18. Odsetek uczniów w poszczególnych grupach, którzy rozwiązali prawidłowo zadanie. Oznaczenia takie same, jak na wykresie 7.11.



Wykres 7.18 przedstawia odpowiedzi udzielone przez uczniów. Widać na nim, że najczęściej wybierana była odpowiedź prawidłowa. Zadanie nie było podchwytliwe ani żmudne w rozwiązywaniu, gdyż prawidłowa odpowiedź nie wymagała analizowania kolejno wszystkich punktów na trasie biegu. Jeśli uczeń wybrał właściwe trzy miejsca do analizowania, to szanse prawidłowego rozwiązania zdecydowanie zwiększały się. Natomiast odpowiedzi inne niż 1., 5. i 7. kilometr świadczyły o losowym wybieraniu rozwiązania. W związku z tym zastanawia fakt, że aż 24% badanych wybrało odpowiedź C – 3 km. Być może uczniowie wybierający tę odpowiedź pominęli kwestię wysokości, a jedynie odczytali z mapy, że jest to miejsce, w którym jezioro będzie najbliżej i równocześnie – po prawej stronie biegnącego.

Bardzo niewielu uczniów (3,2%) wybrało odpowiedź wielce prawdopodobną, czyli G. Dzięki celowej konstrukcji zadania udało się sprawdzić, czy badani pomylą kierunki, bo w tym miejscu biegnący mijają jezioro raz po jednej, a drugi raz – po przeciwnej stronie. Tak niski odsetek wybranych odpowiedzi błędnych może cieszyć.

Trzecia najpopularniejsza odpowiedź – E (13,2%) pokazała, że prawdopodobnie ci uczniowie nie czytali wnikliwie polecenia. Żeby popełnić taki błąd, uczniowie zapewne odczytali tylko wykres wysokości i wybrali najwyższe wzniesienie na trasie biegu.

Tak, jak w pierwszym zadaniu tej wiązki, zadanie okazało się łatwiejsze dla chłopców (39,3%) niż dla dziewcząt (30,3%). Zdecydowanie różnią się też wyniki według typów szkół. Uczniowie, którzy po gimnazjum wybrali liceum, udzielili 44,4% prawidłowych odpowiedzi, ci, którzy wybrali technikum 32,7%, a uczniowie szkół zawodowych – 11,4%.

7.4 Podsumowanie

Wyniki pierwszego cyklu badania można potraktować jako podstawę, bazę do poszukiwania odpowiedzi na pytania: jakie umiejętności z geografii sprawiają uczniom kończącym gimnazjum trudności? Które umiejętności są przez nich dobrze opanowane? Czy jakiś typ zadań jest wyraźnie łatwiejszy bądź trudniejszy?

Należy zwrócić uwagę na fakt, że nie można na podstawie tej części badania określić radykalnie, jaki jest poziom umiejętności geograficznych, nie da się powiedzieć na przykład, że poziom nauczania - uczenia geografii jest niezadowolający.

Można natomiast porównywać i zestawiać różne parametry zadań użytych w teście. Na tej podstawie wydzielono i opisano poziomy umiejętności uczniów, które pokazują, jak wzrost trudności umiejętności powoduje, że mniej uczniów jest w stanie rozwiązać dane zadanie. Jest to oczywiście rozkład zbliżony do normalnego, czyli najwięcej uczniów opanowało umiejętności odczytywania informacji z map i tabel oraz prostą analizę zjawisk.

Trudniejsza okazała się umiejętność wnioskowania na podstawie posiadanej wiedzy połączonej z informacjami odczytanymi z map, wykresów, tabel, czytanie legend map tematycznych oraz umiejętność identyfikowania kluczowych obiektów na mapach.

Najmniej uczniów potrafi wnioskować na podstawie informacji odczytanych z map tematycznych oraz analizować złożone zjawiska.

Zadania sprawdzające umiejętność rozumowania były najtrudniejszymi zadaniami w geograficznej części testu.

Wyniki części geograficznej pokazują także, że trudno jest określić umiejętności uczniów sklasyfikowanych na najniższych poziomach, ponieważ w poziomie 1 znalazło się zbyt mało zadań. Dlatego do następnej edycji badania postanowiono przygotować odpowiednią ilość zadań dla uczniów, którzy znaleźli się na tym poziomie.

8. Literatura cytowana

- Baker, F.B. i Kim, S.H., (2004). *Item response theory: Parameter estimation techniques*. New York: Marcel Dekker.
- Chrzanowski, M., Buczek, I., i Ostrowska, B. (2012). Novel tools for students' knowledge assessment in chemistry. *INTED2012 Proceedings, 6th International Technology, Education and Development Conference, March 5th-7th, 2012 – Valencia, Spain, 5115–5123*.
- Collins, M.L. i Lanza, S.T., (2010). *Latent Class and Latent Transition Analysis: With Applications in the Social, Behavioral, and Health Sciences*. Wiley Series in Probability and Statistic.
- Dorans, N. J. i Holland, P. W. (1993). DIF detection and description: Mantel-Haenszel and standardization. W: P. W. Holland i H. Wainer (red.), *Differential Item Functioning*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 35–66.
- Grajkowski, W. i Ostrowska, B. (2012). Przykład powinien być tylko przykładem, czyli jakie zadania naprawdę sprawdzają umiejętności. *Edukacja*, 3(119), 31–45.
- Holland, P. W. i Weiner, H. (1993). *Differential item functioning*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- IBE (2010). *Materiały wewnętrzne Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych z badań pilotażowych*.
- IBE (2011). *Społeczeństwo w drodze do wiedzy Raport o Stanie Edukacji 2010*. Warszawa: IBE.
- Jakubowski, M. i Pokropek, A. (2010), *Badając egzaminy. Podejście ilościowe w badaniach edukacyjnych*, CKE Warszawa.
- Masters, G.N. (1982). A Rasch model for partial credit scoring, *Psychometrika*, vol. 47, (2), s. 149–174.
- IFiS PAN (2007). *Umiejętności polskich gimnazjalistów. Pomiar, wyniki, zadania testowe z komentarzami*. Warszawa: IFiS PAN
- MEN (2004). *Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA. Wyniki badania 2003 w Polsce*. Warszawa: MEN.
- MEN (2007). *Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA. Wyniki badania 2003 w Polsce*. Warszawa: MEN.
- MEN (2010). *Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA. Wyniki badania 2003 w Polsce*. Warszawa: MEN.
- Mislevy, R.J. i in., (1992). Estimating population characteristics from sparse matrix samples of item responses, *Journal of Educational Measurement*, vol. 29, (2), s. 133–161.
- OECD (2010a). PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do: Student Performance in Reading, Mathematics and Science (Volume I). Pobrano z <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/48852548.pdf>
- OECD (2010b). PISA 2009 Technical Report. Pobrano z: <http://www.oecd.org/dataoecd/14/14/48578712.pdf>
- Ostrowska, B. i Spalik, K. (red.). (2010) *Umiejętności złożone w nauczaniu historii i przedmiotów przyrodniczych*. Warszawa: IFiS PAN
- Reckase, M.D., (2009). *Multidimensional Item Response Theory*, Springer-Verlag GmbH.
- Rubin, D.B. i Little R.J.A., (1987). *Statistical analysis with missing data*, New York: Wiley.
- Twardowska, A., Grajkowski, W., Chrzanowski, M., Ostrowska, B. i Spalik, K. (2011). Dlaczego warto zamykać zadania? *Hejnał Oświatowy*, 3 (107), 4–8.

Nota o Pracowni Przedmiotów Przyrodniczych

Misją pracowni jest zmiana rzeczywistości szkolnej w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych poprzez budowanie zaplecza badawczego, narzędzi dydaktycznych i narzędzi oceny, analiz etc. Zmiana ukierunkowana na kształtowanie świadomych obywateli, czyli osób świadomie podejmujących decyzje na podstawie faktów a nie opinii, odróżniających wiadomości możliwe do zweryfikowania, sprawnie poruszających się w świecie informacyjnym, w tematach własnego zdrowia, środowiska naturalnego czy życia społecznego. Zagadnienia jakie pracownia analizuje w tym zakresie to: dokonanie szczegółowego badania kompetencji naukowych w polskiej szkole, a przede wszystkim opanowania umiejętności złożonych, diagnoza uwarunkowań nauczania przedmiotów przyrodniczych w celu określenia jego słabych punktów, wdrażanie dobrych praktyk i nowych rozwiązań edukacyjnych oraz ocena ich skuteczności w poprawie edukacji przyrodniczej. W działaniach pracowni ważne jest nawiązywanie możliwie najszerzej współpracy ze środowiskami edukacyjnymi: nauczycielami, szkołami, uczelniami wyższymi, instytutami oraz organizacjami pozarządowymi z Polski i zagranicą. Liderem zespołu jest dr Elżbieta Barbara Ostrowska.

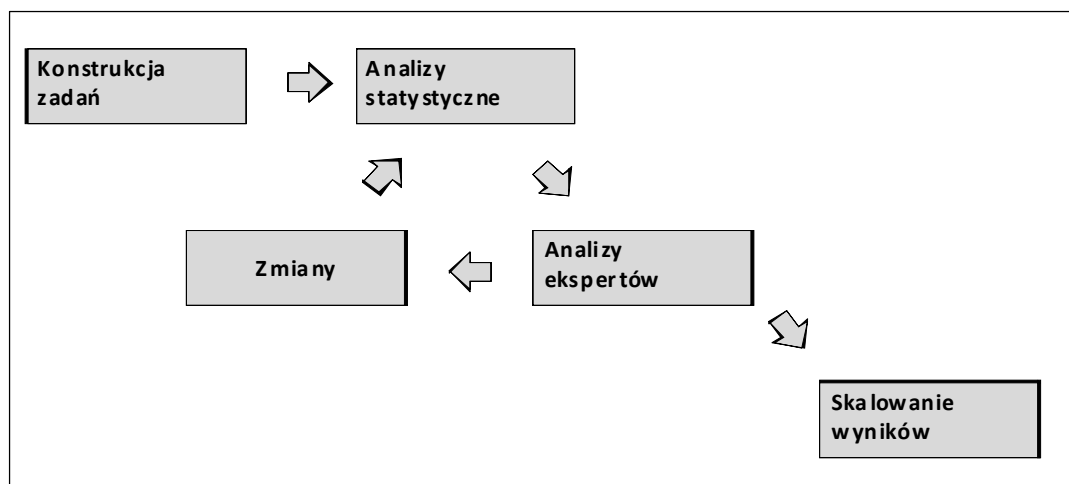
ZAŁĄCZNIK 1

9. Psychometryczne procedury analizy zadań i skalowania wyników wykorzystywane w badaniu „Laboratorium myślenia”

9.1 Wstęp. Cykl badawczy

Schemat przedstawiony na Schemacie 9.1 opisuje kolejne etapy cyklu analizy, jakim poddane były zadania wykorzystane w badaniu „Laboratorium myślenia” do pomiaru umiejętności uczniów. Po zebraniu wyników zadania zostały poddane analizom statystycznym z wykorzystaniem klasycznej teorii testu, metody IRT (ang. *Item response theory*) oraz analizy DIF (ang. *Differential item functioning*). Wyniki tych analiz zostały następnie przekazane ekspertom, którzy na podstawie właściwości psychometrycznych i analizy sposobu funkcjonowania poszczególnych zadań dokonali zmian w kodowaniu zadań złożonych. Po etapie analiz eksperckich oraz wprowadzeniu zmian kodowania rekomendowanych przez ekspertów, zadania zostały po raz kolejny poddane analizom statystycznym, które pozwoliły ocenić rezultaty wprowadzonych zmian. Cykl ten powtarzany był kilkakrotnie, do momentu, w którym zmiany okazały się satysfakcjonujące zarówno pod względem psychometrycznym, jak i merytorycznym. Jeżeli zadania nie spełniały ani wymagań psychometrycznych, ani merytorycznych – zostały usunięte z ostatniego etapu analiz, czyli konstrukcji skal.

Schemat 9.1. Schemat analizy wyników.



W rozdziale opisane zostaną psychometryczne procedury analizy zadań oraz proces skalowania wyników.

9.2 Analiza zadań

Pierwszym etapem analiz statystycznych była analiza funkcjonowania zadań. Jak już wspomniano, oceny zadań dokonano za pomocą klasycznej teorii testu (KTT), przeprowadzono także analizy zróżnicowanego funkcjonowania zadań DIF oraz wykonano analizy z wykorzystaniem metody IRT.

9.2.1 Oceny zadań w klasycznej teorii testu (KTT)

Pierwszym etapem analiz statystycznych była analiza zadań za pomocą wskaźników wykorzystywanych na gruncie klasycznej teorii testu, która pozwoliła ocenić zadania pod względem ich właściwości pomiarowych. W klasycznej teorii testu służą temu dwa wskaźniki: łatwość zadania oraz moc różnicująca.

9.2.1.1 Łatwość zadania

Stosowany w pomiarze dydaktycznym współczynnik łatwości zadania obliczany jest jako średnia arytmetyczna liczby punktów uzyskanych przez uczniów za dane zadanie podzielona przez maksymalną liczbę punktów możliwych do uzyskania za to zadanie. W przypadku zadań punktowanych zero-jedynkowo łatwość zadania jest tożsama z informacją o tym, jaka część uczniów rozwiązała poprawnie dane zadanie.

Wartości współczynnika łatwości mieszczą się w przedziale od 0 do 1; im bliższa 1 jest wartość tego współczynnika, tym dane zadanie jest łatwiejsze dla danej grupy uczniów (tym więcej uczniów je rozwiązało).

Zamieszczona poniżej Tabela 9.1. przedstawia przyjętą interpretację wartości współczynnika łatwości..

Tabela 9.1. Wyróżnione przedziały wartości współczynnika łatwości dla zadań 0–1 oraz ich interpretacja (Jakubowski i Pokropek, 2010).

Wartość współczynnika łatwości	Interpretacja wartości współczynnika
0,00–0,19	Zadanie bardzo trudne
0,20–0,49	Zadanie trudne
0,50–0,69	Zadanie umiarkowanie trudne
0,70–0,89	Zadanie łatwe
0,90–1,00	Zadanie bardzo łatwe

Źródło: M. Jakubowski, A. Pokropek, *Badając egzaminy. Podejście ilościowe w badaniach edukacyjnych*, CKE Warszawa 2010, s. 33.

Współczynnik łatwości, obok oceny własności psychometrycznej zadań, jest także dobrym narzędziem oceny testu. Dobry pomiarowo test powinien zawierać zadania o różnym poziomie współczynnika łatwości.

W dalszej części raportu określenia „współczynnik łatwości”, „łatwość zadania” oraz „rozwiązywalność zadania” będą używane zamiennie do określenia, jaka część uczniów rozwiązała poprawnie dane zadanie².

² Należy podkreślić, iż w przypadku zadań punktowanych 0–1 (a takie były wszystkie zadania wykorzystane w badaniu „Laboratorium myślenia”) współczynnik łatwości po pomnożeniu przez 100 daje odsetek poprawnych odpowiedzi.

9.2.2 Moc różnicująca (współczynnik dyskryminacji)

Drugim istotnym wskaźnikiem wykorzystywanym w klasycznej teorii testu jest moc różnicująca zadania. Współczynnik mocy różnicującej obliczany jest jako korelacja danego zadania z całym testem. Im silniej zadanie związane (skorelowane) jest z całym testem, tym lepiej pozwala przewidzieć wynik ucznia, a zatem tym lepsze są jego właściwości pomiarowe.

Moc różnicująca zadania obliczana jest na dwa sposoby: jako korelacja zadania z wynikiem całego testu (z uwzględnieniem również analizowanego zadania) lub jako korelacja zadania z wynikiem uczniów z resztą testu, czyli po wyłączeniu z sumarycznego wyniku analizowanego zadania.

Podane poniżej w tabeli 9.2. wartości współczynnika mocy różnicującej zostały obliczone jako korelacja danego zadania z wynikiem uczniów w całym teście.

Moc różnicująca została obliczona jako współczynnik korelacji punktowo-dwuseryjnej. Wartość współczynnika mocy różnicującej powinna być wyższa niż 0,2. Zadania, których moc różnicująca jest niższa niż 0,2 (zdarza się nawet, iż moc różnicująca jest ujemna), są słabo skorelowane z resztą testu, stąd ich słabe właściwości pomiarowe. Tabela 9.2. przedstawia wyróżniane przedziały wartości mocy różnicującej oraz ich interpretację. Kategoryzacja i ocena zadań ze względu na ich moc różnicującą będą zawsze do pewnego stopnia arbitralne, jednakże prezentowany w Tabeli 9.2. podział i kategoryzacja zadań ma mocne umocowanie w praktyce badawczej stosowanej w wielu renomowanych badaniach, między innymi w badaniu PISA (OECD, 2010a).

Tabela 9.2. Wartości współczynnika mocy różnicującej dla zadań 0–1, interpretacja oraz rekomendowane działania³.

Moc różnicująca	Komentarz	Rekomendowane działanie związane z danym zadaniem
$\geq 0,39$	znakomity	Zachować
0,30–0,39	dobry	Możliwość poprawy
0,20–0,29	przeciętny	Potrzeba sprawdzenia/modyfikacji
0,00–0,20	słaby	Usunąć lub dokonać głębokiej zmiany
$\leq 0,01$	zły	Zdecydowanie odrzucić

9.2.3 Wyniki analizy

Wartości współczynników łatwości oraz mocy różnicującej pozwalają ocenić własności pomiarowe zarówno poszczególnych zadań, jak i całego zbioru zadań z poszczególnych przedmiotów. Tabela 9.3. zawiera wyniki analizy zadań z biologii. Większość zadań z biologii posiada bardzo dobre

³ Należy podkreślić, iż w przypadku zadań punktowanych 0–1 (a takie były wszystkie zadania wykorzystane w badaniu „Laboratorium myślenia”) współczynnik łatwości po pomnożeniu przez 100 daje odsetek poprawnych odpowiedzi.

lub zadowalające parametry. W teście z biologii znalazło się kilka zadań o niskiej mocy różnicującej – te zostały następnie poddane analizom eksperckim. Wśród zadań z biologii znajdują się zadania o zróżnicowanym poziomie łatwości: są to zarówno zadania łatwe, dla których współczynnik łatwości osiąga wartości między 0,70–0,89, jak również zadania trudne (łatwość 0,20–0,49) i bardzo trudne (0,00–0,19). Zestaw zadań biologicznych mierzy zatem szerokie spektrum umiejętności uczniów z biologii: od łatwych, które rozwiązała poprawnie większość uczniów, do trudnych, które wymagają wyższego poziomu umiejętności, by je poprawnie rozwiązać.

Tabela 9.3. Łatwość i moc różnicująca zadań z biologii.

Zadanie	Łatwość	Moc różnicująca	Zadanie	Łatwość	Moc różnicująca
BIO1_01	0,13	0,30	BIO3_27	0,44	0,21
BIO1_02	0,13	0,38	BIO3_28	0,23	0,32
BIO1_03	0,48	0,42	BIO3_29	0,16	0,28
BIO1_04	0,37	0,31	BIO3_30	0,24	0,29
BIO1_05	0,42	0,27	BIO3_31	0,19	0,12
BIO1_06	0,83	0,42	BIO3_32	0,43	0,30
BIO1_07	0,32	0,32	BIO3_33	0,15	0,09
BIO1_08	0,18	0,33	BIO3_34	0,03	0,18
BIO1_09	0,40	0,27	BIO3_35	0,52	0,43
BIO1_10	0,46	0,48	BIO3_36	0,29	0,34
BIO1_11	0,43	0,30	BIO3_37	0,21	0,22
BIO1_12	0,24	0,42	BIO3_38	0,24	0,32
BIO1_13	0,18	0,37	BIO3_39	0,19	0,11
BIO2_14	0,35	0,35	BIO4_40	0,36	0,42
BIO2_15	0,61	0,48	BIO4_41	0,19	0,26
BIO2_16	0,42	0,28	BIO4_42	0,34	0,38
BIO2_17	0,60	0,35	BIO4_43	0,52	0,32
BIO2_18	0,31	0,46	BIO4_44	0,36	0,34
BIO2_19	0,41	0,48	BIO4_45	0,21	0,34
BIO2_20	0,30	0,29	BIO4_46	0,32	0,28
BIO2_21	0,51	0,45	BIO4_47	0,61	0,35
BIO2_22	0,52	0,57	BIO4_48	0,13	0,24
BIO2_23	0,28	0,33	BIO4_49	0,18	0,26
BIO2_24	0,65	0,42	BIO4_50	0,09	0,26
BIO2_25	0,77	0,28	BIO4_51	0,09	0,38
BIO2_26	0,16	0,19	BIO4_52	0,29	0,39

Parametry z klasycznej teorii testu dla zadań z chemii zostały przedstawione w Tabeli 3.4. Zadania mierzące umiejętności uczniów z chemii mają dobre lub zadowalające parametry: jest wiele zadań o

wysokiej mocy różnicującej (0,30–0,39 oraz powyżej 0,39). Jak już wcześniej napisano, takie zadania są silnie skorelowane z ogólnym wynikiem i stanowią dobre predykatory wyniku ucznia w całym teście. W przypadku kilku zadań moc różnicująca nie spełniała kryterium $>0,2$ i na te zadania została zwrócona szczególna uwaga w dalszym ciągu analiz statystycznych i eksperckich. Podobnie jak w przypadku zadań z biologii, wśród zadań z chemii znajdują się zadania o różnym stopniu trudności.

Tabela 9.4. Łatwość i moc różnicująca zadań z chemii.

Zadanie	Łatwość	Moc różnicująca	Zadanie	Łatwość	Moc różnicująca
CHE1_02	0,86	0,47	CHE3_10	0,56	0,43
CHE1_03	0,55	0,34	CHE3_11	0,32	0,43
CHE1_05	0,56	0,48	CHE3_12	0,57	0,53
CHE1_06	0,73	0,42	CHE3_30	0,30	0,15
CHE1_07	0,26	0,49	CHE3_31	0,23	0,34
CHE1_15	0,27	0,36	CHE3_36	0,47	0,51
CHE1_16	0,24	0,34	CHE3_42	0,07	0,12
CHE1_18	0,26	0,39	CHE3_44	0,28	0,39
CHE1_19	0,10	0,02	CHE3_45	0,16	0,24
CHE1_20	0,69	0,30	CHE3_50	0,51	0,43
CHE1_21	0,38	0,39	CHE3_58	0,19	0,21
CHE1_26	0,16	0,39	CHE3_59	0,19	0,32
CHE1_32	0,27	0,39	CHE3_61	0,29	0,32
CHE2_01	0,84	0,44	CHE4_09	0,29	0,42
CHE2_04	0,35	0,37	CHE4_17	0,51	0,43
CHE2_08	0,49	0,45	CHE4_24	0,65	0,47
CHE2_27	0,75	0,35	CHE4_25	0,24	0,05
CHE2_28	0,52	0,31	CHE4_33	0,23	0,41
CHE2_29	0,54	0,44	CHE4_40	0,41	0,21
CHE2_34	0,24	0,38	CHE4_43	0,05	0,13
CHE2_35	0,44	0,38	CHE4_47	0,23	0,13
CHE2_38	0,22	0,18	CHE4_48	0,07	0,14
CHE2_39	0,27	0,39	CHE4_53	0,63	0,49
CHE2_41	0,45	0,48	CHE4_55	0,60	0,42
CHE2_46	0,16	0,05	CHE4_57	0,23	0,32
CHE2_51	0,16	0,39	CHE4_63	0,49	0,40

Kolejna tabela (Tabela 9.5.) przedstawia wartości współczynników łatwości i mocy różnicującej dla zadań z fizyki. Podobnie jak w przypadku pozostałych przedmiotów, test zawiera zadania o zróżnicowanym poziomie łatwości, aczkolwiek odczuwalny jest pewien deficyt zadań łatwych. Zadania mierzące umiejętności uczniów z fizyki – poza kilkoma zadaniami o mocy różnicującej poniżej wartości 0,2 – są wysoko skorelowane z wynikiem z całości testu i dobrze różnicują uczniów.

Tabela 9.5. Łatwość i moc różnicująca zadań z fizyki.

Zadanie	Łatwość	Moc różnicująca	Zadanie	Łatwość	Moc różnicująca
FIZ1_01	0,41	0,30	FIZ2_55	0,21	0,38
FIZ1_03	0,15	0,08	FIZ3_02	0,24	0,28
FIZ1_04	0,52	0,27	FIZ3_16	0,25	0,28
FIZ1_05	0,32	0,26	FIZ3_22	0,45	0,35
FIZ1_07	0,11	0,28	FIZ3_26	0,28	0,08
FIZ1_09	0,16	0,13	FIZ3_27	0,30	0,11
FIZ1_10	0,46	0,35	FIZ3_31	0,23	0,11
FIZ1_12	0,51	0,40	FIZ3_33	0,85	0,36
FIZ1_18	0,49	0,48	FIZ3_39	0,55	0,38
FIZ1_28	0,37	0,43	FIZ3_41	0,42	0,39
FIZ1_35	0,65	0,45	FIZ3_43	0,23	0,32
FIZ1_44	0,42	0,43	FIZ3_57	0,02	0,07
FIZ1_50	0,44	0,31	FIZ3_58	0,38	0,32
FIZ2_08	0,22	0,22	FIZ4_11	0,47	0,51
FIZ2_13	0,80	0,38	FIZ4_17	0,19	0,01
FIZ2_15	0,17	0,28	FIZ4_21	0,28	0,17
FIZ2_19	0,38	0,33	FIZ4_24	0,48	0,48
FIZ2_20	0,46	0,37	FIZ4_30	0,22	0,22
FIZ2_25	0,34	0,35	FIZ4_32	0,37	0,37
FIZ2_29	0,25	0,42	FIZ4_34	0,41	0,38
FIZ2_36	0,32	0,41	FIZ4_37	0,60	0,53
FIZ2_42	0,29	0,40	FIZ4_40	0,74	0,39
FIZ2_48	0,33	0,38	FIZ4_45	0,36	0,27
FIZ2_48	0,33	0,38	FIZ4_49	0,66	0,45
FIZ2_51	0,34	0,22	FIZ4_54	0,81	0,37
FIZ2_52	0,21	0,13	FIZ4_59	0,42	0,51

W Tabeli 9.6. przedstawione zostały parametry klasycznej teorii testu (KTT) dla zadań z geografii. Przeważającą większość zadań cechują bardzo dobre lub zadowalające parametry. Test składa się z zadań o zróżnicowanym poziomie trudności: od zadań łatwych (dla których wartość współczynnika łatwości mieści się między 0,70 a 0,89) przez zadania o średnim poziomie łatwości, aż po zadania bardzo trudne, których współczynnik łatwości wynosi około 0,20, co oznacza, iż dane zadanie rozwiązało poprawnie zaledwie 20% uczniów. W zadaniach z geografii, podobnie jak w zadaniach z fizyki, odczuwalny jest deficyt zadań łatwych.

Tabela 9.6. Łatwość i moc różnicująca zadań z geografii.

Zadanie	Łatwość	Moc różnicująca	Zadanie	Łatwość	Moc różnicująca
GEO1_05	0,21	0,51	GEO3_10	0,40	0,60
GEO1_06	0,37	0,24	GEO3_11	0,24	0,24
GEO1_13	0,54	0,56	GEO3_12	0,19	0,57
GEO1_14	0,17	0,35	GEO3_20	0,17	0,28
GEO1_15	0,48	0,49	GEO3_21	0,44	0,45
GEO1_16	0,24	0,41	GEO3_22	0,31	0,55
GEO1_17	0,28	0,30	GEO3_35	0,19	0,16
GEO1_18	0,42	0,34	GEO3_36	0,07	-0,03
GEO1_19	0,34	0,52	GEO3_49	0,22	0,41
GEO1_51	0,42	0,52	GEO3_50	0,43	0,33
GEO1_52	0,37	0,43	GEO3_59	0,79	0,40
GEO1_56	0,20	0,43	GEO3_60	0,25	0,55
GEO1_57	0,29	0,26	GEO3_61	0,35	0,55
GEO2_01	0,65	0,51	GEO4_23	0,50	0,28
GEO2_02	0,21	0,27	GEO4_24	0,52	0,47
GEO2_03	0,38	0,26	GEO4_29	0,29	0,39
GEO2_04	0,41	0,45	GEO4_30	0,27	0,21
GEO2_07	0,21	0,39	GEO4_31	0,27	0,35
GEO2_09	0,68	0,51	GEO4_32	0,35	0,20
GEO2_27	0,12	0,26	GEO4_33	0,40	0,10
GEO2_28	0,11	0,34	GEO4_34	0,27	0,23
GEO2_45	0,29	0,18	GEO4_40	0,48	0,47
GEO2_46	0,26	0,39	GEO4_41	0,44	0,28
GEO2_53	0,52	0,57	GEO4_48	0,09	0,37
GEO2_58	0,05	0,17	GEO4_54	0,06	0,31
GEO3_10	0,40	0,60	GEO4_55	0,56	0,45

9.2.4 Zmiany dokonane w zadaniach po przeprowadzeniu analiz statystycznych oraz analizach eksperckich

Po przeprowadzeniu analiz statystycznych zadania zostały poddane analizom eksperckim. Na podstawie parametrów zadań oraz oceny ekspertów wytypowane zostały zadania, w których konstrukcji można i należy dokonać zmian. W sumie dokonano zmian w 7 zadaniach złożonych (2 zadania z biologii, 3 zadania z fizyki oraz 2 zadania z chemii). W większości zadań zmiana konstrukcji zadania polegała na usunięciu jednego z podpunktów przy obliczaniu wyniku w danym zadaniu (w przypadku zadania z chemii CHE4_48 usunięto 2 spośród 5 zadań cząstkowych).

Przedstawione w Tabeli 9.7. parametry klasycznej teorii testu (KTT) przed zmianami oraz po wprowadzeniu zmian pozwalają ocenić, jak obecnie funkcjonują te zadania. Zadania wytypowane do zmian cechuje bardzo niska moc różnicująca oraz niska wartość współczynnika łatwości. Wprowadzenie zmian w zadaniach w większości wpłynęło na poprawę ich parametrów (z wyjątkiem 2 zadań): wzrosła ich łatwość oraz moc różnicująca.

Odwołajmy się do przykładu zadania BIO3_33: jego łatwość przed zmianami wynosiła 0,15, natomiast po usunięciu z ostatecznego wyniku w tym zadaniu jednego podpunktu, łatwość tego zadania wyniosła 0,67. Wzrosła również znacznie moc różnicująca: początkowo wynosiła 0,09, natomiast po zmianach wartość mocy różnicującej wzrosła do 0,36. Pozostałe zadania (biologia 2, chemia 6, fizyka 6 i geografia 3) z niską mocą różnicującą, których ze względów konstrukcyjnych nie można było poprawić nieingerując i treść (np. zadania WW) nie zostały włączone do dalszych analiz.

Tabela 9.7. Porównanie parametrów zadań przed zmianami i po wprowadzeniu zmian.

	Łatwość		Moc różnicująca	
	Przed zmianami	Po zmianach	Przed zmianami	Po zmianach
BIO3_30	0,24	0,55	0,29	0,45
BIO3_33	0,15	0,67	0,09	0,36
CHE3_42	0,07	0,27	0,12	0,30
CHE4_48	0,07	0,45	0,14	0,36
FIZ1_03	0,15	0,42	0,08	0,27
FIZ2_52	0,21	0,52	0,13	0,32
FIZ3_57	0,02	0,08	0,07	0,04

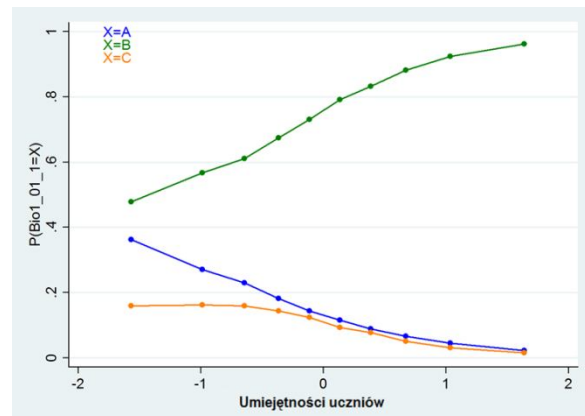
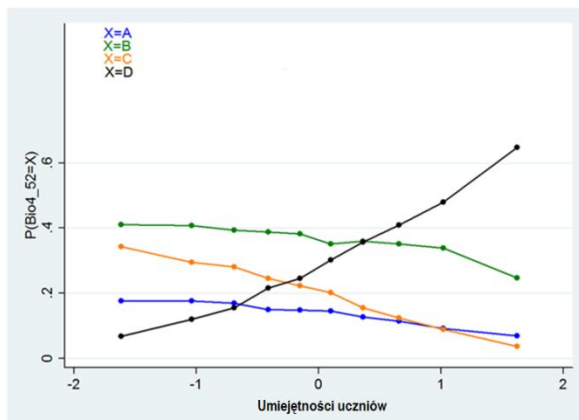
9.2.5 Analiza funkcjonowania dystraktorów

Zadania były analizowane również pod kątem funkcjonowania dystraktorów. Dla każdego zadania sporządzony został wykres pokazujący poziom wybieralności dystraktorów i poziom prawidłowej odpowiedzi. Przykładowe wykresy, za pomocą których oceniane były zadania, przedstawione zostały na Wykresach 9.1 i 9.2.

Oś pozioma na poniższych wykresach to umiejętności uczniów, oś pionowa natomiast to prawdopodobieństwo udzielenia danej odpowiedzi. Krzywe i zaznaczone na nich punkty symbolizują odpowiedzi uczniów w podziale na decyle ze względu na umiejętności.

Tego typu wykresy - jak przedstawione na Wykresach 9.1 i 9.2. – są dobrym narzędziem do oceny funkcjonowania zadań i dystraktorów. Jeżeli zadanie jest poprawnie skonstruowane, wraz ze wzrostem umiejętności uczniów powinno rosnać prawdopodobieństwo udzielenia prawidłowej odpowiedzi, przy jednoczesnym spadku wybieralności dystraktorów. Wykresy pozwalają w prosty sposób wychwycić źle funkcjonujące zadania. „Martwe” dystraktory, dystraktor częściej wybierany przez uczniów niż prawidłowa odpowiedź w danym zadaniu lub też przyrost umiejętności uczniów nie powodujący wzrostu prawdopodobieństwa udzielenia poprawnej odpowiedzi – takie sytuacje świadczą o błędach w konstrukcji zadania i są sygnałem ostrzegawczym dla autorów zadań.

Wykres 9.1 i 9.2. Analiza funkcjonowania dystraktorów – przykładowe wykresy pokazujące wybieralność poszczególnych odpowiedzi w zadaniu w podziale na grupy decylowe ze względu na umiejętności uczniów.



9.2.6 Zróżnicowane funkcjonowanie zadań – DIF

Kolejnym etapem psychometrycznej oceny zadań była analiza zróżnicowanego funkcjonowania zadań DIF (ang. *Differential item functioning*). Celem analizy DIF jest wykrycie zadań, które funkcjonują w odmienny sposób w grupach uczniów wyróżnionych ze względu na cechy społeczno-demograficzne (np. płeć, status społeczny, pochodzenie) i potencjalnie mogą być stronnicze ze względu na daną cechę.

Zagadnienie zróżnicowanego funkcjonowania zadań testowych jest ściśle powiązane z trafnością teoretyczną testu. Trafność teoretyczna zadania testowego oznacza, iż osoby o takich samych umiejętnościach powinny mieć taką samą szansę udzielenia prawidłowej odpowiedzi w tym zadaniu (Hornowska, 134). Jeżeli szansa udzielenia prawidłowej odpowiedzi jest różna w zależności od przynależności grupowej (przy kontroli umiejętności uczniów), wówczas trafność testu jest zaburzona i test mierzy dodatkowy aspekt, nie związany z umiejętnościami ucznia.

Zadania wykorzystane w badaniu „Laboratorium myślenia” oceniane były pod kątem ich funkcjonowania w grupie chłopców i dziewcząt.

Zgodnie z definicją N. Dorans i P.W. Holland (1993), *differential item functioning* (DIF) to psychometryczna właściwość zadania, które funkcjonuje inaczej w różnych grupach badanych. Statystyka Mantel-Haenszel bierze pod uwagę umiejętności przynależących do dwóch grup. O występowaniu w zadaniu efektu DIF mówimy wówczas, gdy dla dwóch osób o takich samych umiejętnościach prawdopodobieństwo udzielenia prawidłowej odpowiedzi jest różne w zależności od innych cech, nie związanych z umiejętnościami danego ucznia. Odwołując się do przykładu efektu DIF ze względu na płeć, zadanie mogłoby być łatwiejsze dla dziewcząt lub dla chłopców o porównywalnych umiejętnościach. Zadanie, dla którego potwierdzona została hipoteza o zróżnicowanym funkcjonowaniu, powinno zostać następnie poddane szczegółowym analizom eksperckim, w tym analizie jego treści. Przyczyna zróżnicowanego funkcjonowania zadania może bowiem tkwić na przykład w treści zadania.

Należy rozróżnić dwa pojęcia: zróżnicowanie międzygrupowe i zróżnicowane funkcjonowanie zadania. Rozważmy następującą sytuację: dwie grupy różniące się poziomem umiejętności rozwiązują ten sam test. Dla uczniów z grupy o wyższych umiejętnościach zarówno cały test jak i poszczególne zadania będą łatwiejsze niż dla drugiej grupy. Różnice między grupami nie wynikają w tej sytuacji z konstrukcji narzędzia testowego, a są efektem różnego poziomu umiejętności uczniów należących do obu grup. Mówimy wówczas o zróżnicowaniu międzygrupowym. Zróżnicowane funkcjonowanie zadań występuje natomiast wówczas, gdy dla uczniowie o tych samym poziomie umiejętności mają różne prawdopodobieństwo udzielenia prawidłowej odpowiedzi w zależności od przynależności grupowej. Zróżnicowane funkcjonowanie zadania określa zatem sytuację, gdy prawdopodobieństwo poprawnego rozwiązania zadania zależy nie tylko od poziomu umiejętności mierzonych danym testem, ale także od przynależności grupowej uczniów je rozwiązujących.

Porównanie trudności zadania dla dwóch grup nie wystarczy, aby stwierdzić, iż dane zadanie faworyzuje jedną z grup. Holland i Dorans odwołują się do przykładu testu SAT (ang. *Scholastic Assessment Test*), w którym wyniki chłopców są zazwyczaj wyższe niż dziewcząt, a wyniki Amerykanów pochodzenia azjatyckiego wyższe od wyników reszty amerykańskich uczniów. Taką sytuację, gdy wyższe wyniki związane są z przynależnością grupową, nazywamy wpływem (Holland i Weiner, 1993).

9.2.6.1 Opis metody

Do badania efektu DIF została wykorzystana metoda oparta na teście Mantel-Haenszel.

W podejściu Mantel-Haenszel (MH) odpowiedzi na dychotomiczne zadanie udzielane przez uczniów z dwóch grup są stratyfikowane ze względu na liczbę punktów zdobytych przez nich w całym teście, w wyniku czego powstaje tablica kontyngencji o wymiarach $2 \times 2 \times M$, gdzie M jest liczbą kategorii punktowych wyniku sumarycznego. Prawdopodobieństwa zaobserwowania danej odpowiedzi na rozpatrywane zadanie w zależności od przynależności grupowej oraz od kategorii punktowej m , oznaczymy w następujący sposób:

Tabela 9.8. Podział na grupy wyodrębnione ze względu na przynależność grupową oraz udzieloną odpowiedź w zadaniu 0-1.

		Odpowiedź na zadanie		Łącznie
		1- odpowiedź poprawna	0 - odpowiedź błędna	
Grupa	f	p_{1fm}	p_{0fm}	p_{fm}
	r	p_{1rm}	p_{0rm}	p_{rm}
Łącznie		p_{1m}	p_{0m}	p_m

Test MH klasycznie jest opisywany w języku ilorazu szans. Jako szansę (ang. *odds*) udzielenia odpowiedzi poprawnej określa się stosunek prawdopodobieństwa udzielenia odpowiedzi poprawnej do prawdopodobieństwa udzielenia odpowiedzi błędnej; iloraz takich szans dla uczniów z grup r i f w kategorii punktowej m jest zatem:

$$\alpha_m = \frac{p_{1rm}/p_{0rm}}{p_{1fm}/p_{0fm}}.$$

Przy powyższych oznaczeniach hipotezę zerową i alternatywną testu Mantel-Haenszel zapisuje się w następujący sposób (Dorans i Holland, 1993).

$$H_0: \alpha_m = \alpha, m \in \{1, \dots, M\}, \alpha = 1$$

$$H_1: \alpha_m = \alpha, m \in \{1, \dots, M\}, \alpha \neq 1$$

Hipoteza zerowa zatem stanowi, że szanse udzielenia odpowiedzi poprawnej na zadanie w obu grupach są takie same w każdej kategorii punktowej m . Można by ją równoważnie zapisać w konwencji, w jakiej zdefiniowany został DIF we wzorze:

$$H_0: P(U_i = 1|m, f) = P(U_i = 1|m, r), m \in \{1, \dots, M\}$$

czyli że prawdopodobieństwo udzielenia odpowiedzi poprawnej na zadanie nie zależy od przynależności grupowej, jeżeli uwzględnimy wynik w całym teście. Bardzo specyficzna dla testu MH jest hipoteza alternatywna, względem której jest testowana H_0 . Wedle H_1 we wzorze różnica tych prawdopodobieństw będzie niezerowa z tym samym znakiem dla każdej kategorii punktowej m , a co więcej – wszystkie ilorazy szans α_m będą równe wspólnemu ilorazowi szans α (ang. *common odds ratio*).

9.2.6.2 Miary wielkości efektu DIF

Wspólny iloraz szans statystyki MH stanowi dość trudną w interpretacji miarę wielkości efektu DIF. W celu ułatwienia interpretacji wartości α_{MH} poddawana jest ona różnym przekształceniom. Jednym z nich jest wskaźnik *MH D – DIF* uzyskiwany w następujący sposób:

$$MH D - DIF = -2.35 \ln[\alpha_{MH}]$$

Takie przekształcenie pozwala uzyskać rozkład symetryczny, z wartościami z zakresu od minus do plus nieskończoności. Wartość 0 oznacza brak efektu DIF.

Należy zauważyć, że współczynnik *MH D – DIF*, mimo usymetrycznienia rozkładu α_{MH} i możliwości stworzenia reguł decyzyjnych przy analizie wielkości DIF, sam przez się nadal nie dostarcza jasnej ilościowej interpretacji faktycznej wielkości DIF. Naturalną miarą DIF wydaje się skala łatwości zadania – o ile zadanie i byłoby łatwiejsze (trudniejsze) w grupie f , gdyby funkcjonowało w niej tak jak funkcjonuje w grupie r .

Żeby analizować zależność pomiędzy opisanymi kategoriami DIF opartymi na wyniku testu MH, a różnicą w łatwości zadania między grupami przy kontroli poziomu umiejętności, zauważmy, że dla każdej kategorii punktowej m (zatem przy kontroli poziomu umiejętności) prawdopodobieństwo udzielenia odpowiedzi poprawnej p_{1rm} można wyrazić za pomocą α_m oraz p_{1fm} w następujący sposób:

$$p_{1rm} = \frac{\alpha_m p_{1fm}}{1 - p_{1fm} + \alpha_m},$$

Przy prawdziwości hipotezy o stałości ilorazów szans α_m możemy oszacować, jakie byłoby prawdopodobieństwo udzielenia odpowiedzi poprawnej na rozpatrywane zadanie przez uczniów z grupy f , gdyby funkcjonowało ono w tej grupie tak samo jak w grupie r :

$$p_{1r}^{\dagger} = \frac{\alpha_{MH} p_{1f}}{1 - p_{1f} + \alpha_{MH}}.$$

i ostatecznie szukana różnica w łatwości zadania w kontekście grupy f przyjmuje postać⁴

$$MHP - DIF = p_{1f} - p_{1r}^{\dagger}.$$

9.2.6.3 Klasyfikacja efektu DIF

Analiza efektu DIF została wykonana za pomocą programu JMetric.

Obok informacji na temat wielkości efektu DIF (*effect size*) oraz istotności testu, wyniki analizy zawierają również informację o zaklasyfikowaniu zadania ze względu na efekt DIF do jednej z trzech klas: A, B lub C. Klasyfikacja efektu DIF – opracowana przez *Educational Testing Service* – opiera się na dwóch informacjach: wielkości efektu DIF (*effect size*) oraz jego istotności statystycznej (istotność testu Chi-kwadrat).

Opis kategorii:

- Kategoria A, gdy test MH dał wynik negatywny, albo gdy wynik testu był pozytywny, ale absolutna wartość $MHD - DIF$ jest mniejsza od 1.
- Kategoria B, gdy test MH dał wynik pozytywny oraz absolutna wartość $MHD - DIF$ jest w przedziale od 1 do 1,5 lub, gdy test MH dał wynik pozytywny oraz 95% przedział ufności wokół $MHD - DIF$ nie znajduje się poza przedziałem od -1 do +1.
- Kategoria C, gdy 95% przedział ufności wokół $MHD - DIF$ znajduje się poza przedziałem od -1 do +1 oraz absolutna wartość $MHD - DIF$ jest większa od 1,5. (w szczególności oznacza to pozytywny wynik testu MH).

Konstruktorzy testów powinni zwrócić szczególną uwagę na zadania, które zostały przypisane do klasy „C”, ponieważ przypisanie zadania do tej klasy oznacza, iż istnieją znaczne różnice w funkcjonowaniu tego zadania w badanych grupach. Dodatkowo klasyfikacja zawiera również informację, dla której grupy zadanie jest łatwiejsze: zadania faworyzujące grupę *focal* (grupa ogniskowa) zostają oznaczone symbolem „+”, natomiast zadania faworyzujące grupę *reference* (grupę referencyjną), symbolem „-”.

9.2.6.4 Wyniki analizy DIF

W badaniu wykorzystano 208 zadań, 52 zadania z każdego przedmiotu. Hipotezę o istnieniu różnic funkcjonowania zadań w grupie chłopców i dziewcząt przyjęto w przypadku 11 zadań, z czego: 4 to

zadania mierzące umiejętności uczniów z geografii, 4 zadania – z fizyki, 2 zadania – z biologii oraz 1 zadanie z chemii. Spośród 8 zadań z efektem DIF, dwa zadania zostały przypisane do klasy C, która oznacza wysoki efekt DIF, pozostałe 6 zadań do klasy B.

Tabela 9.9. Zadania, w których została potwierdzona hipoteza o zróżnicowanym funkcjonowaniu ze względu na płeć.

Nazwa przedmiotu	zadanie	Chi-kwadrat	Istotność testu chi-kwadrat	Liczba uczniów	Wielkość efektu	95% przedział ufności		Klasa wg klasyfikacji ETS
Geografia	GEO1_57	32,05	0,00	3561	0,58	0,48	0,70	B+
	GEO2_07	21,38	0,00	3561	0,55	0,43	0,71	B+
	GEO2_28	15,16	0,00	3521	0,53	0,39	0,73	B+
	GEO3_11	21,57	0,00	3558	0,60	0,49	0,75	B+
Biologia	BIO4_41	33,37	0,00	3556	0,51	0,40	0,64	C+
	BIO4_49	16,28	0,00	3524	0,62	0,49	0,78	B+
Fizyka	FIZ1_07	12,81	0,00	3581	0,57	0,42	0,78	B+
	FIZ2_15	20,69	0,00	3623	0,56	0,44	0,72	B+
	FIZ2_29	49,30	0,00	3638	0,47	0,38	0,58	C+
	FIZ2_48	23,54	0,00	3623	0,64	0,54	0,77	B+
Chemia	CHE1_21	22,95	0,00	3454	0,64	0,53	0,77	B+

Analiza DIF jest narzędziem statystycznym, które pozwoliło wykryć zadania funkcjonujące odmiennie w grupie chłopców i dziewcząt (czyli te, które są łatwiejsze dla jednej z grup przy kontroli umiejętności) i mogą być stronnicze. Zadania oznaczone etykietą B i C zostały poddane szczegółowym analizom eksperckim, których celem było sprawdzenie, czy w konstrukcji zadania nie tkwi potencjalne źródło jego stronniczości.

Należy jednak podkreślić, iż analiza DIF jest jedynie narzędziem statystycznym, a wykrycie efektu DIF nie jest jednoznaczne ze stwierdzeniem stronniczości zadania i rekomendacją do jego usunięcia. Analiza zadań pod kątem zróżnicowanego funkcjonowania wskazuje jedynie zadania, które mogą być stronnicze, a ostateczna decyzja zależy od opinii eksperckiej.

Dwa zadania oznaczono etykietą C. Na podstawie analizy treści zadań, ich konstrukcji nie podjęto decyzji o usunięciu z dalszych analiz.

Zamieszczone na końcu rozdziału Tabele A1–A4 przedstawiają pełne wyniki analizy DIF dla każdego z przedmiotów.

9.2.7 Oceny zadań w IRT (*Item response theory*)

Ponieważ końcowe wyniki uczniów w badaniu uzyskane zostały za pomocą dwuparametrycznego modelu logistycznego (*Two-Parameter Logistic Model*) każde z zadań wykorzystanych w badaniu musiało zostać zweryfikowane pod względem dopasowania do tego modelu. W modelu dwuparametrycznym prawdopodobieństwo udzielenia poprawnej odpowiedzi w zależności od poziomu umiejętności θ_n ucznia n określone jest za pomocą dwóch parametrów odnoszących się do charakterystyki pytania: trudności β_i i dyskryminacji a_i . Prawdopodobieństwo udzielenia prawidłowej odpowiedzi można wyrazić następującym wzorem:

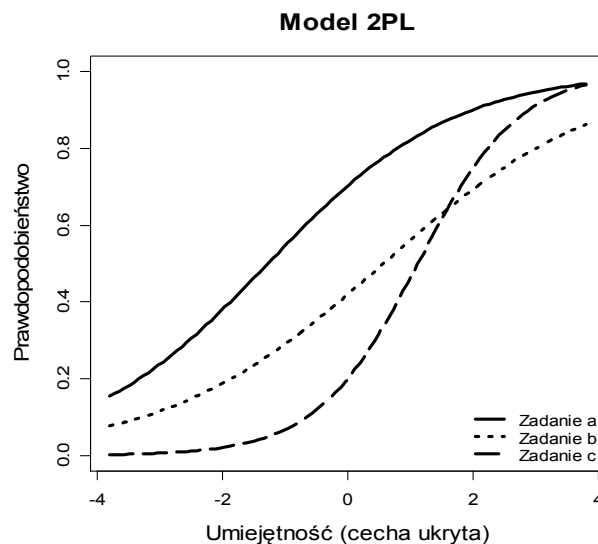
$$P_i(\theta_n) = \psi(\theta_n, \beta_i, a_i)$$

Gdzie funkcja $\psi()$ przybiera następującą postać (Baker i Kim, 2004):

$$P_i(\theta_n) = \frac{\exp(a_i(\theta_n - \beta_i))}{1 + \exp(a_i(\theta_n - \beta_i))}$$

Graficzną reprezentację funkcji opisującej prawdopodobieństwo poprawnej odpowiedzi dla trzech pytań o różnych parametrach trudności i dyskryminacji przedstawia wykres 9.3. Gdy parametr a_i będzie przybierał wartość 1 dla wszystkich pytań, model dwuparametryczny staje się modelem Rascha (Masters, 1982).

Wykres 9.3. Krzywe charakterystyczne trzech zadań o różnej trudności i różnej dyskryminacji



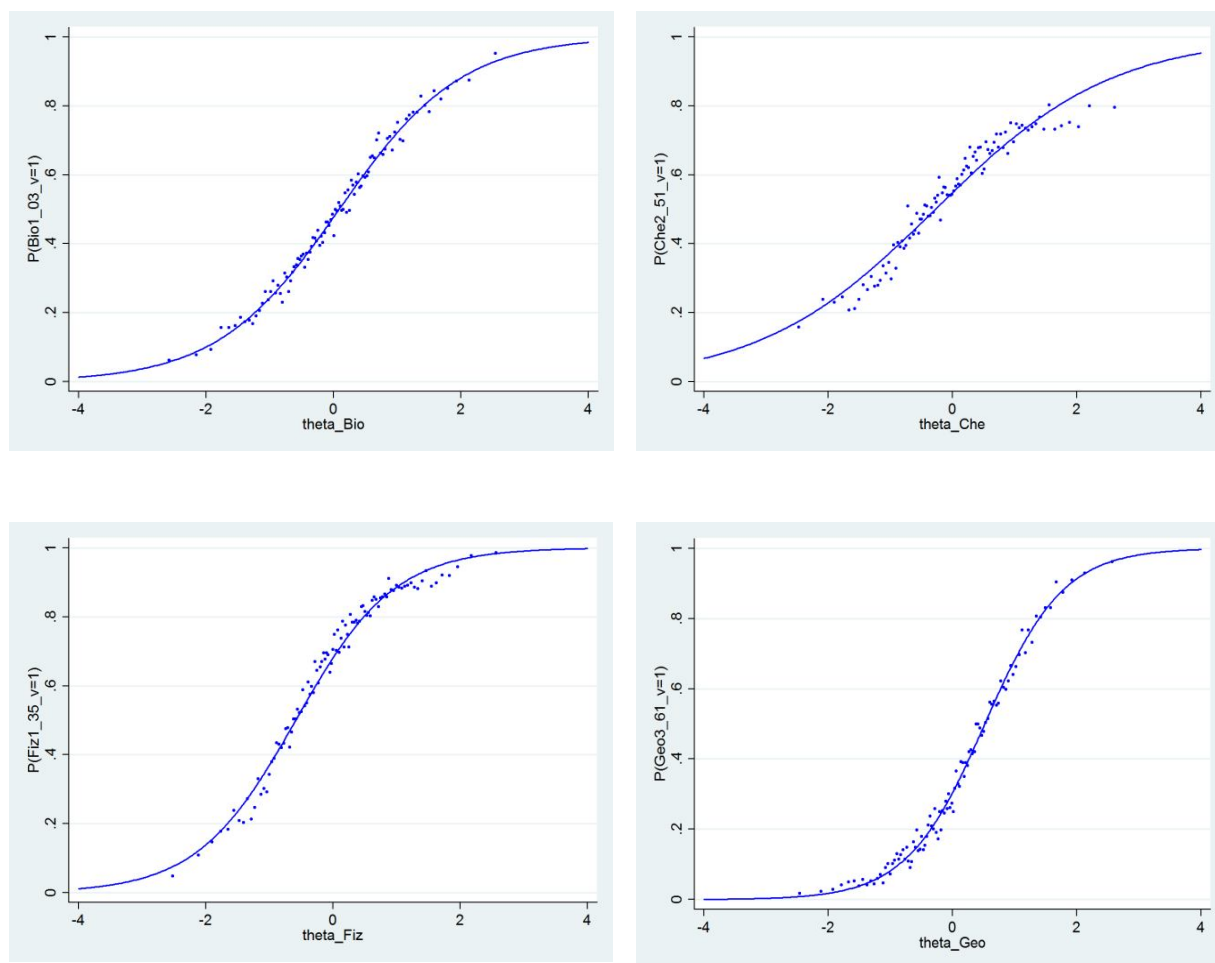
Parametr β_i oznacza trudność pytania i , wyznaczany jest jako punkt na skali umiejętności w miejscu, gdzie przewidywane prawdopodobieństwo poprawnej odpowiedzi (definiowane przez funkcję $\psi()$) wynosi 0,5. Parametr a_i nazywamy dyskryminacją; mówi on, jak bardzo strome są krzywe

prawdopodobieństwa dla danych zadań. Jest to parametr, któremu w klasycznej teorii testu odpowiada współczynnik mocy różnicującej i w taki sposób można go też interpretować. Na Wykresie 9.3. przedstawiono trzy zadania o różnych parametrach trudności i różnych parametrach dyskryminacji. Zadanie *a* jest najłatwiejsze, zadanie *b* jest trudniejsze od zadania *a*, najtrudniejszym zadaniem jest zadanie *c*. Nie jest to regułą, lecz w tym konkretnym przypadku okazało się, że najtrudniejsze zadanie ma też najwyższy parametr dyskryminacji, czyli krzywa charakterystyczna zadania jest najbardziej stroma. Natomiast najłatwiejsze zadanie *a* okazało się mieć krzywą charakterystyczną bardziej stromą niż zadanie *b* (zadanie środkowe pod względem trudności). Najmniej stroma spośród przedstawionych krzywych jest krzywa charakterystyczna zadania *b*, co oznacza, iż zadanie to ma najniższą dyskryminację.

Nie wszystkie zadania wykorzystane w badaniu okazały się wystarczająco dobrze dostosowane do psychometrycznych właściwości modelu dwuparametrycznego. Na podstawie analizy wykresów dopasowania oraz stabilności dopasowania modelu siedemnaście zadań zostało odrzuconych z powodu słabego dopasowania – były to zarazem zadania o najsłabszej dyskryminacji. Modele szacowane były dla każdego badanego przedmiotu oddzielnie. Do estymacji wykorzystana została metoda MML (ang. Marginal Maximum Likelihood) (Baker i Kim, 2004).

Na Wykresach 9.4 – 9.7 zostały przedstawione cztery przykładowe wykresy pokazujące dopasowanie zadań do modelu IRT. Za pomocą takich wykresów dokonywano oceny każdego z zadań do dwuparametrycznego modelu IRT.

Wykres 9.4. Dopasowanie zadań do modelu IRT – przykładowe wykresy.



W Tabelach 9.10–14 przedstawiono parametry modelu IRT dla zadań mierzących umiejętności uczniów z czterech przedmiotów. Oprócz parametrów dyskryminacji (a) i trudności (b) wyrażono również trudność zadań na skali prezentowanych wyników. Trudność wyrażona na skali umiejętności⁵ wyznaczana jest przez punkt umiejętności, dla którego przewidywane prawdopodobieństwo poprawnej odpowiedzi na zadanie wynosi 0,5, z tym że umiejętności wyrażane są na skali o średniej 500 i odchyleniu standardowym 100.

W Tabeli 9.10. przedstawione zostały parametry dwuparametrycznego modelu IRT dla zadań mierzących umiejętności biologiczne. Wskutek zastosowania tego modelu dwa zadania (BIO3_31 oraz BIO3_39) zostały wykluczone z badania z powodu słabego dopasowania do danych.

⁵ Szczegółowy opis szacowania skal umiejętności znajduje się w kolejnych paragrafach tego rozdziału.

Tabela 9.10. Parametry modelu dwuparametrycznego – Biologia.

Zadanie	a	b	Trudność na skali umiejętności	Zadanie	a	b	Trudność na skali umiejętności
BIO1_01	0,96	2,28	728	BIO3_27	0,18	1,24	624
BIO1_02	1,31	1,84	684	BIO3_28	0,69	1,96	696
BIO1_03	1,05	0,09	509	BIO3_29	0,64	2,75	775
BIO1_04	0,53	1,10	610	BIO3_30	1,08	-0,25	475
BIO1_05	0,41	0,88	588	BIO3_32	0,49	0,61	561
BIO1_06	1,71	-1,34	366	BIO3_33	0,89	-0,92	408
BIO1_07	0,56	1,43	643	BIO3_34	1,71	2,25	725
BIO1_08	0,88	2,00	700	BIO3_35	1,12	-0,09	491
BIO1_09	0,41	1,01	601	BIO3_36	0,73	1,32	632
BIO1_10	1,23	0,16	516	BIO3_37	0,30	4,43	943
BIO1_11	0,50	0,61	561	BIO3_38	0,58	2,16	716
BIO1_12	1,00	1,38	638	BIO4_40	0,86	0,71	571
BIO1_13	1,03	1,77	677	BIO4_41	0,44	3,33	833
BIO2_14	0,69	0,99	599	BIO4_42	0,79	0,97	597
BIO2_15	1,30	-0,44	456	BIO4_43	0,56	-0,20	480
BIO2_16	0,42	0,78	578	BIO4_44	0,59	1,06	606
BIO2_17	0,66	-0,64	436	BIO4_45	0,77	1,94	694
BIO2_18	1,27	0,85	585	BIO4_46	0,42	1,78	678
BIO2_19	1,20	0,36	536	BIO4_47	0,81	-0,67	433
BIO2_20	0,45	1,96	696	BIO4_48	0,56	3,53	853
BIO2_21	1,03	-0,06	494	BIO4_49	0,55	2,92	792
BIO2_22	1,73	-0,07	493	BIO4_50	0,80	3,11	811
BIO2_23	0,61	1,68	668	BIO4_51	1,61	1,95	695
BIO2_24	1,04	-0,70	430	BIO4_52	0,94	1,09	609
BIO2_25	0,58	-2,21	279	BIO3_31			
BIO2_26	0,15	0,00	500	BIO3_39			

Zadania niedopasowane do modelu IRT

W Tabeli 9.11. przedstawione zostały wyniki skalowania zadań mierzących umiejętności z chemii. Spośród zadań mierzących umiejętności z chemii 6 zadań usunięto ze skalowania z powodu słabego dopasowania do danych. Usunięte zadania to: CHE1_19, CHE2_46, CHE4_25, CHE3_30, CHE4_47, CHE4_43.

Tabela 9.11. Parametry modelu dwuparametrycznego – Chemia.

Zadanie	a	b	Trudność na skali umiejętności	Zadanie	a	b	Trudność na skali umiejętności
CHE1_02	2,54	-1,29	371	CHE3_12	1,51	-0,28	472
CHE1_03	0,62	-0,33	467	CHE3_31	0,69	1,92	692
CHE1_05	1,15	-0,29	471	CHE3_36	1,30	0,10	510
CHE1_06	1,10	-1,11	389	CHE3_42	0,54	1,94	694
CHE1_07	1,46	0,98	598	CHE3_44	0,84	1,31	631
CHE1_15	0,77	1,46	646	CHE3_45	0,50	3,45	845
CHE1_16	0,67	1,86	686	CHE3_50	0,93	-0,07	493
CHE1_18	0,88	1,41	641	CHE3_58	0,31	4,62	962
CHE1_20	0,54	-1,58	342	CHE3_59	0,72	2,25	725
CHE1_21	0,79	0,72	572	CHE3_61	0,55	1,70	670
CHE1_26	1,12	1,81	681	CHE4_09	1,04	1,01	601
CHE1_32	0,88	1,31	631	CHE4_17	0,99	-0,09	491
CHE2_01	1,68	-1,42	358	CHE4_24	1,24	-0,69	431
CHE2_04	0,68	1,00	600	CHE4_33	1,13	1,31	631
CHE2_08	1,01	0,01	501	CHE4_40	0,21	1,72	672
CHE2_27	0,84	-1,50	350	CHE4_48	0,66	0,29	529
CHE2_28	0,51	-0,17	483	CHE4_53	1,30	-0,56	444
CHE2_29	0,96	-0,21	479	CHE4_55	0,96	-0,54	446
CHE2_34	0,86	1,52	652	CHE4_57	0,64	2,07	707
CHE2_35	0,71	0,35	535	CHE4_63	0,78	0,04	504
CHE2_38	0,21	5,02	1002	CHE1_19			
CHE2_39	0,82	1,37	637	CHE2_46			
CHE2_41	1,05	0,23	523	CHE4_25			Zadania niedopasowane
CHE2_51	0,70	-0,27	473	CHE3_30			do modelu IRT
CHE3_10	0,93	-0,32	468	CHE4_47			
CHE3_11	0,97	0,92	592	CHE4_43			

W Tabeli 9.12, przedstawione zostały wyniki skalowania zadań mierzących umiejętności uczniów z fizyki. Sześć spośród zadań mierzących tę umiejętność usunięto ze skalowania z powodu słabego dopasowania do danych: FIZ3_26, FIZ3_27, FIZ3_31, FIZ3_57, FIZ4_17, FIZ1_09.

Tabela 9.12. Parametry modelu dwuparametrycznego – Fizyka.

Zadanie	a	b	Trudność na skali umiejętności	Zadanie	a	b	Trudność na skali umiejętności
FIZ1_01	0,46	0,89	589	FIZ3_14	0,98	-0,36	464
FIZ1_03	0,44	0,83	583	FIZ3_16	0,40	0,51	551
FIZ1_04	0,39	-0,14	486	FIZ3_22	0,59	0,36	536
FIZ1_05	0,40	1,92	692	FIZ3_33	1,56	-1,58	342
FIZ1_07	0,84	2,76	776	FIZ3_39	0,63	-0,36	464
FIZ1_10	0,67	0,29	529	FIZ3_41	0,80	0,44	544
FIZ1_12	0,82	-0,04	496	FIZ3_43	0,59	2,20	720
FIZ1_18	1,27	0,06	506	FIZ3_58	0,56	0,91	591
FIZ1_28	0,98	0,67	567	FIZ4_11	1,30	0,11	511
FIZ1_35	1,29	-0,59	441	FIZ4_21	0,21	4,56	956
FIZ1_44	1,02	0,39	539	FIZ4_24	1,17	0,09	509
FIZ1_50	0,56	0,49	549	FIZ4_30	0,33	4,01	901
FIZ2_08	0,31	4,08	908	FIZ4_32	0,75	0,82	582
FIZ2_13	1,44	-1,31	369	FIZ4_34	0,74	0,55	555
FIZ2_15	0,59	2,85	785	FIZ4_37	1,45	-0,36	464
FIZ2_19	0,69	0,79	579	FIZ4_40	0,97	-1,24	376
FIZ2_20	0,80	0,19	519	FIZ4_45	0,40	1,55	655
FIZ2_25	0,68	1,08	608	FIZ4_49	1,11	-0,74	426
FIZ2_29	0,94	1,35	635	FIZ4_54	1,11	-1,58	342
FIZ2_36	0,91	0,92	592	FIZ4_59	1,29	0,33	533
FIZ2_42	1,06	1,00	600	FIZ3_26			
FIZ2_48	0,30	2,30	730	FIZ3_27			
FIZ2_51	0,26	2,50	750	FIZ3_31			
FIZ2_52	0,54	-0,16	484	FIZ3_57			
FIZ2_55	0,95	1,60	660	FIZ4_17			
FIZ3_02	0,52	2,39	739	FIZ1_09			

Zadania niedopasowane do modelu IRT

W Tabeli 9.13 znajdują się wyniki skalowania zadań mierzących umiejętności geograficzne. Podobnie jak w przypadku innych przedmiotów i tutaj znalazły się zadania, które z powodu słabego dopasowania do modelu zostały usunięte z końcowego etapu skalowania. Są to trzy zadania oznaczone symbolami: GEO4_33, GEO3_36, GEO3_35.

Tabela 9.13. Parametry modelu dwuparametrycznego – Geografia.

Zadanie	a	b	Trudność na skali umiejętności	Zadanie	a	b	Trudność na skali umiejętności
GEO1_05	1,59	1,11	611	GEO3_10	1,93	0,30	530
GEO1_06	0,27	2,01	701	GEO3_11	0,30	3,84	884
GEO1_13	1,84	-0,21	479	GEO3_12	2,05	1,11	611
GEO1_14	0,83	2,04	704	GEO3_20	0,55	3,04	804
GEO1_15	1,17	0,05	505	GEO3_21	0,90	0,26	526
GEO1_16	1,01	1,33	633	GEO3_22	1,53	0,70	570
GEO1_17	0,53	1,89	689	GEO3_49	1,06	1,44	644
GEO1_18	0,52	0,62	562	GEO3_50	0,60	0,39	539
GEO1_19	1,39	0,57	557	GEO3_59	1,24	-1,37	363
GEO1_51	1,38	0,23	523	GEO3_60	1,74	0,89	589
GEO1_52	0,98	0,58	558	GEO3_61	1,59	0,52	552
GEO1_56	1,06	1,52	652	GEO4_23	0,36	-0,11	489
GEO1_57	0,31	2,79	779	GEO4_24	1,12	-0,14	486
GEO2_01	1,58	-0,67	433	GEO4_29	0,82	1,18	618
GEO2_02	0,45	2,81	781	GEO4_30	0,29	3,30	830
GEO2_03	0,33	1,31	631	GEO4_31	0,63	1,72	672
GEO2_04	0,92	0,38	538	GEO4_32	0,20	3,01	801
GEO2_07	0,93	1,88	688	GEO4_34	0,31	3,12	812
GEO2_08	1,29	1,28	628	GEO4_40	1,06	0,03	503
GEO2_09	1,75	-0,77	423	GEO4_41	0,40	0,53	553
GEO2_27	0,71	2,88	788	GEO4_48	1,24	2,26	726
GEO2_28	0,89	2,53	753	GEO4_54	1,32	2,58	758
GEO2_45	0,18	4,64	964	GEO4_55	1,06	-0,43	457
GEO2_46	0,79	1,39	639	GEO4_33			
GEO2_53	1,73	-0,18	482	GEO3_36			
GEO2_58	1,40	4,44	944	GEO3_35			

Zadania niedopasowane do modelu IRT

9.2.8 Skalowanie wyników

Do skonstruowania końcowych skal umiejętności dla czterech przedmiotów użyty został wielowymiarowy model IRT. (Reckase, 2009)

$$P(X_{nij} = 1 | \theta_n, \beta_i, \mathbf{a}_i) = \psi(\theta_n) = \frac{\exp(\mathbf{a}_i(\theta_n - \beta_i))}{1 + \exp(\mathbf{a}_i(\theta_n - \beta_i))}$$

Model jest rozszerzeniem jednowymiarowego modelu IRT, który umożliwia łączną kalibrację wielowymiarowych cech latentnych (ukrytych), w przypadku badania „Laboratorium myślenia” są to umiejętności mierzone na czterech skalach przedmiotowych. Łączne skalowanie zadań z różnych dziedzin pozwala na zwiększenie precyzji szacowania i jest optymalne dla złożonych schematów doboru zadań, a taki schemat został zastosowany w badaniu. Model wyspecyfikowany jest dla k-pytań ($i=1, \dots, k$) dla Q liczby wymiarów. W modelu β_i to macierz parametrów trudności i-tych zadań a \mathbf{a}_i jest macierzą parametrów dyskryminacji (każdemu wymiarowi odpowiada jedna kolumna w macierzach parametrów). θ_n to wielowymiarowy wektor umiejętności uczniów w Q wymiarowej przestrzeni umiejętności.

Klasyczną metodą szacowania umiejętności na podstawie modeli IRT jest punktowa estymacja wyników metodą największej wiarygodności. Inną metodą jest traktowanie umiejętności uczniów jako braków danych, które muszą być oszacowane na podstawie obserwowalnych odpowiedzi na zadania i dodatkowych informacji, jakimi dysponujemy o uczniach. Takiej metodologii używa się zazwyczaj w dużych badaniach edukacyjnych takich jak: PISA, TIMSS czy NAEP – zwykle metodologia ta nazywana jest od nazwy generowanych zmiennych zależnych: *plausible values* lub w skrócie PV.

PV są losowymi próbami z warunkowego rozkładu *a posteriori* cechy ukrytej każdego badanego ucznia (Mislevy i in., 1992). Niech y oznacza *macierz obserwacji zmiennych niezależnych*, θ oznacza wartość cechy ukrytej – czyli wartość badanej cechy bez błędu pomiaru. Jeżeli θ byłaby znana dla każdego ucznia, możliwe byłoby obliczenie dowolnej statystyki $t(\theta, y)$, takiej jak na przykład średnia warunkowa ze względu na płeć uczniów, czy współczynnik dowolnego modelu liniowego.

Jednak θ charakteryzuje cechę ukrytą – umiejętności uczniów, które nie są bezpośrednio obserwowalne. Badacz dysponuje jedynie jej obserwowalnymi wskaźnikami: odpowiedziami na pytania, ewentualnie wyskalowaną wartością, np. modelem IRT, lub prostą sumą – tak skonstruowany wskaźnik obarczony jest oczywiście błędem pomiaru, który będzie wpływał na oszacowanie statystyki $t(\theta, y)$. Aby poradzić sobie z tym problemem, można przyjąć rozwiązanie Rubina (1987) i potraktować θ jako braki danych. Wtedy przybliżeniem dla $t(\theta, y)$ jest *warunkowa wartość oczekiwana* $t^*(x, y)$, gdzie x jest wektorem odpowiedzi na pytania testowe. Rubin pokazał, że:

$$t^*(x, y) = E[t(\theta, y) | x, y] = \int t(\theta, y) p(\theta | x, y) d\theta$$

Uzyskanie nieobciążonego estymatora statystyki t jest możliwe dzięki losowaniom z warunkowego rozkładu umiejętności przy danych odpowiedziach ucznia (x) na pytania testu i parametrach pytań oraz dodatkowych zmiennych (y).

Wartości *plausible values* dla każdego ucznia j losowane są, wedle metodologii Rubina z warunkowego rozkładu:

$$P(\theta | y, \Gamma, \Sigma)$$

Gdzie Γ jest macierzą współczynników regresji dla zmiennych warunkujących – tj. dodatkowych zmiennych wykorzystywanych w procesie warunkowania, zmiennych które w przyszłości mogą być używane jako zmienne zależne dla obliczania statystyki $t(\theta, y)$. Ponieważ podejście Rubina traktuje umiejętności ucznia jako „braki danych”, do imputacji braków danych można użyć wszystkich dostępnych informacji, wszystkich zmiennych, które mają jakąkolwiek moc predykcyjną dla umiejętności uczniów (θ). Z kolei Σ jest macierzą wariancji reszt. Przedstawiony rozkład warunkowy otrzymujemy, wykorzystując następującą proporcjonalność:

$$P(\theta | y, x, \Gamma, \Sigma) \propto P(x | \theta, y, \Gamma, \Sigma) P(\theta | y, \Gamma, \Sigma) = P(x | \theta) P(\theta | y, \Gamma, \Sigma)$$

Gdzie $P(x | \theta)$ jest iloczynem niezależnych wiarygodności szacowanym na podstawie odpowiedzi na pytania ze skali θ , a $P(\theta | y, \Gamma, \Sigma)$ jest rozkładem umiejętności dla skali warunkowanym poprzez obserwowalne wartości dodatkowych informacji oraz macierze zawierające informacje o współczynnikach regresji i wariancji reszt. Szacowanie macierzy Γ oraz Σ odbywa się za pomocą algorytmu EM opracowanego przez Mislevy (1992). Statystyki t z owego warunkowego rozkładu losuje się M razy (w przypadku opisywanego badania $M=10$).

W badaniu „Laboratorium myślenia” zmienne warunkujące określały płeć respondenta, typ szkoły, rodzaj rozwiązywanego zeszytu oraz wykształcenie rodziców. Z modelu ze zmiennymi warunkującymi dla każdego z czterech przedmiotów wylosowanych zostało PV. Skale zostały wystandaryzowane w taki sposób, by średnia wyników z danego przedmiotu wynosiła 500, a odchylenie standardowe 100.

Warto podkreślić, iż obliczenie dowolnej statystyki T w badaniu „Laboratorium myślenia” jest proste i polega a na uśrednieniu wyników z szacunków, w których pod uwagę wzięte zostały wylosowane *plausible values*:

$$\bar{t} = \frac{\sum_k t_k}{M}$$

Błąd standardowy oszacowania statystyki t można zapisać, jako:

$$S.E.(\bar{t}) = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_k s_k + \left(1 + \frac{1}{M}\right) \left(\frac{1}{M-1}\right) \sum_k (t_k - \bar{t})^2}$$

Gdzie M to liczba replikacji (w wypadku naszego badania 10) t_k to statystyka uzyskana z k tego losowania a s_k szacowanym SE dla replikacji.

Innymi słowy, wykorzystując metodologię *plausible values* w różnych analizach, należy postępować następująco: na wygenerowanych M (w naszym przypadku 10) *plausible values* estymować M osobnych modeli, następnie wyniki parametrów z M analiz uśrednić. Wynik uśrednienia będzie przybliżeniem prawdziwych poszukiwanych parametrów. Błąd standardowy należy oszacować na podstawie przytoczonego wzoru.

9.2.8.1 Analiza klas ukrytych

W analizach wykorzystano również analizę klas ukrytych, która w przeciwieństwie do modelowania IRT przyjmującego założenie o ciągłym charakterze zmiennej definiującej umiejętności uczniów, zakłada nominalny charakter zmiennej definiującej umiejętności uczniów. Tym samym model klas ukrytych może szacować prawdopodobieństwo przynależności pojedynczej jednostki do dowolnie wybranej liczby klas ukrytych na podstawie wzorca charakteryzujących ją zmiennych (między innymi odpowiedzi na pytania kwestionariusza lub zadania testu). Klasyczny model analizy klas ukrytych można zapisać następująco:

$$P(\mathbf{Y} = \mathbf{y}) = \sum_{c=1}^C \gamma_c \prod_{j=1}^J \prod_{r_j=1}^{R_j} \rho_{jr_j|c}^{I(y_j=r_j)}$$

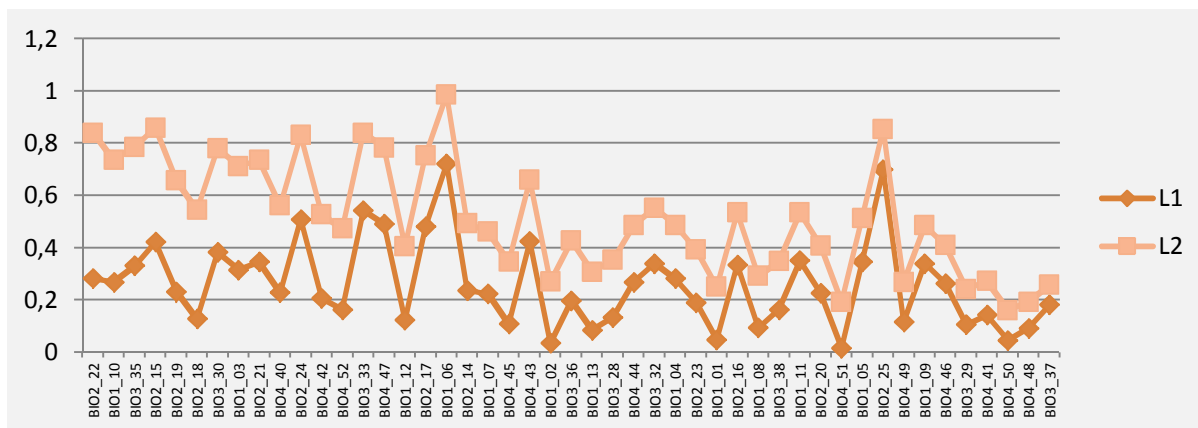
Prawdopodobieństwo zaobserwowanego wektora odpowiedzi $P(\mathbf{Y} = \mathbf{y})$ jest funkcją prawdopodobieństwa przynależenia do c klasy (γ_c) i prawdopodobieństwa zaobserwowania odpowiedzi r na zadania j warunkowo ze względu na przynależność do klasy $\rho_{jr_j|c}^{I(y_j=r_j)}$, gdzie indeks j oznacza zadanie a r odpowiedź na zadanie, J to liczba zadań, a R_j liczba możliwych odpowiedzi dla zadania j . Indeks c oznacza klasę ukrytą, a C całkowitą liczbę klas ukrytych. y_j to element j w wektorze odpowiedzi \mathbf{y} . Natomiast funkcja $I(y_j = r_j)$ przybiera wartość 1 dla $j = r_j$ w innym wypadku 0 (Collins i Lanza, 2010). Model klas ukrytych estymowany jest za pomocą algorytmu największej wiarygodności.

W badaniu „Laboratorium myślenia” postawiona została hipoteza o dychotomicznym charakterze mierzonych umiejętności. Umiejętności podlegające pomiarowi w badaniu mają mierzyć tzw. umiejętności złożone. Przesłanki teoretyczne każą o nich myśleć jako o cesze dychotomicznej: uczeń albo posiada umiejętność złożoną, albo jej nie posiada. W estymowanym dla badania modelu klas ukrytych narzucony został zatem warunek 2 klas ukrytych. Estymowane były 4 modele dla każdego badanego przedmiotu oddzielnie.

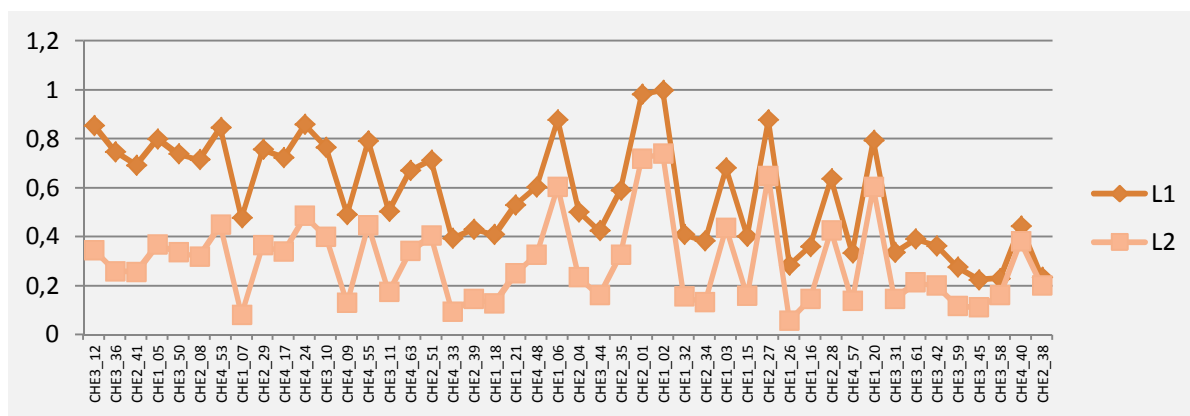
Algorytm szacujący prawdopodobieństwo przynależenia uczniów do poszczególnych klas maksymalizował różnicę między wzorami odpowiedzi mogącymi pojawić się w dwóch klasach ukrytych. Innymi słowy, algorytm „dzieli” uczniów, przypisując im prawdopodobieństwa przynależności do danej klasy ukrytej tak, aby dwie grupy różniły się jak najbardziej pod względem wzorów udzielanych odpowiedzi.

Wykresy od 9.8. do 9.11. przedstawiają prawdopodobieństwo poprawnych odpowiedzi w zależności od klasy ukrytej (L1 lub L2). W każdym przedmiocie uczniowie z klasy L2 częściej odpowiadali poprawnie na zadawane im zadania niż w klasie L1. Klasa L2 może być zatem roboczo traktowana jako klasa ukryta uczniów posiadających umiejętności złożone. Jeżeli hipoteza o dychotomicznym charakterze umiejętności złożonych jest trafna, wówczas zadania, które odznaczają się największą różnicą między prawdopodobieństwem poprawnej odpowiedzi między klasami, powinny najtrafniej mierzyć umiejętności złożone, jeżeli hipoteza o dychotomicznym charakterze tych umiejętności jest trafna. Na wykresach od 9.8. do 9.11. zadania posortowane zostały ze względu na różnice między prawdopodobieństwem poprawnej odpowiedzi w dwóch klasach.

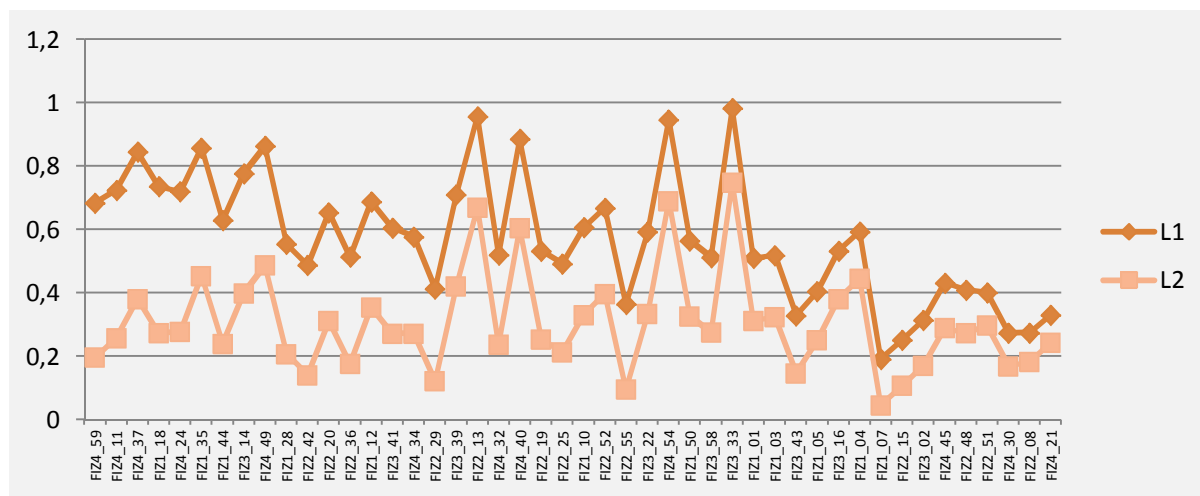
Wykres 9.8. Prawdopodobieństwo poprawnej odpowiedzi na zadania w dwóch klasach ukrytych: Biologia.



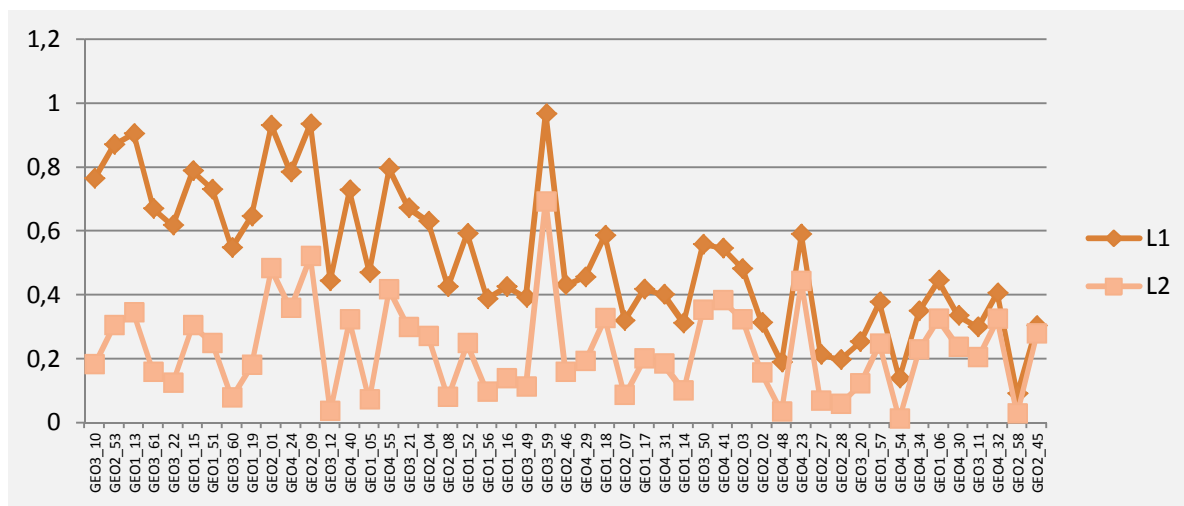
Wykres 9.9. Prawdopodobieństwo poprawnej odpowiedzi na zadania w dwóch klasach ukrytych: Chemia.



Wykres 9.10. Prawdopodobieństwo poprawnej odpowiedzi na zadania w dwóch klasach ukrytych: Fizyka.



Wykres 9.11. Prawdopodobieństwo poprawnej odpowiedzi na zadania w dwóch klasach ukrytych: Geografia.



Model klas ukrytych pozwala na oszacowanie procentu uczniów przynależących do danej klasy w populacji. Rozkład procentowy przedstawiony został w Tabeli 9.14.

Tabela 9.14. Estymowany procent uczniów znajdujących się w danej klasie ukrytej.

	Biologia	Chemia	Fizyka	Geografia
1	42,80%	44,90%	45,23%	37,32%
2	57,20%	55,10%	45,23%	62,68%

Analiza klas ukrytych przedstawiona będzie w oddzielnym opracowaniu.

9.3 Aneks

Tabela A1. Wyniki analizy DIF dla zadań z biologii.

Zadanie	Chi-kwadrat	Istotność testu chi-kwadrat	Ważne N	E.S. Wielkość efektu	95% przedział ufności		Klasa wg klasyfikacji ETS
BIO1_01	0,73	0,39	3537	1,12	0,86	1,46	A
BIO1_02	2,14	0,14	3754	1,22	0,93	1,60	A
BIO1_03	20,63	0,00	3793	1,43	1,23	1,68	A
BIO1_04	1,21	0,27	3793	1,10	0,93	1,30	A
BIO1_05	1,44	0,23	3754	1,10	0,94	1,29	A
BIO1_06	0,00	0,96	3793	1,00	0,87	1,14	A
BIO1_07	4,96	0,03	3793	0,82	0,68	0,98	A
BIO1_08	3,88	0,05	3754	1,26	1,00	1,60	A
BIO1_09	2,23	0,14	3793	1,13	0,96	1,33	A
BIO1_10	10,02	0,00	3793	1,29	1,10	1,51	A
BIO1_11	3,00	0,08	3754	1,15	0,98	1,35	A
BIO1_12	4,22	0,04	3754	0,81	0,66	0,99	A
BIO1_13	1,35	0,25	3754	1,15	0,91	1,45	A
BIO2_14	5,74	0,02	3754	0,80	0,67	0,96	A
BIO2_15	1,26	0,26	3747	1,09	0,94	1,27	A
BIO2_16	2,89	0,09	3754	0,87	0,74	1,02	A
BIO2_17	0,30	0,59	3786	0,96	0,83	1,11	A
BIO2_18	0,34	0,56	3682	1,06	0,87	1,29	A
BIO2_19	6,58	0,01	3675	1,26	1,05	1,50	A
BIO2_20	0,71	0,40	3793	0,92	0,77	1,11	A
BIO2_21	3,64	0,06	3747	1,17	1,00	1,37	A
BIO2_22	1,10	0,29	3747	0,92	0,78	1,08	A
BIO2_23	4,15	0,04	3682	0,82	0,67	0,99	A
BIO2_24	2,56	0,11	3747	1,13	0,97	1,31	A
BIO2_25	0,61	0,44	3786	1,06	0,92	1,21	A
BIO2_26	1,09	0,30	3740	0,88	0,69	1,12	A
BIO3_27	3,91	0,05	3782	0,86	0,73	1,00	A
BIO3_28	0,84	0,36	3782	0,91	0,74	1,12	A
BIO3_29	0,25	0,62	3736	1,06	0,84	1,35	A
BIO3_30	1,21	0,27	3671	0,89	0,73	1,09	A
BIO3_31	0,86	0,35	3782	0,90	0,72	1,12	A
BIO3_32	0,02	0,88	3782	0,99	0,84	1,16	A
BIO3_33	0,33	0,56	3782	0,93	0,73	1,19	A
BIO3_34	0,82	0,37	3519	0,77	0,44	1,36	A
BIO3_35	0,89	0,35	3743	1,07	0,93	1,25	A
BIO3_36	6,90	0,01	3743	1,28	1,06	1,54	A
BIO3_37	0,61	0,44	3743	0,92	0,74	1,13	A
BIO3_38	10,90	0,00	3743	0,71	0,58	0,87	A
BIO3_39	4,08	0,04	3775	0,80	0,64	0,99	A
BIO4_40	0,43	0,51	3754	0,94	0,80	1,12	A
BIO4_41	34,84	0,00	3786	0,51	0,41	0,64	C+
BIO4_42	0,00	0,96	3793	1,00	0,84	1,20	A
BIO4_43	3,10	0,08	3793	0,88	0,76	1,02	A
BIO4_44	5,68	0,02	3754	0,81	0,69	0,96	A
BIO4_45	0,10	0,75	3754	1,04	0,83	1,29	A
BIO4_46	10,54	0,00	3793	0,75	0,63	0,89	A
BIO4_47	6,22	0,01	3793	1,20	1,04	1,38	A
BIO4_48	4,59	0,03	3682	1,33	1,02	1,73	A
BIO4_49	19,14	0,00	3754	0,60	0,48	0,76	B+
BIO4_50	1,50	0,22	3682	1,21	0,89	1,65	A
BIO4_51	2,00	0,16	3675	1,26	0,91	1,75	A
BIO4_52	6,43	0,01	3754	1,27	1,06	1,54	A

Tabela A2. Wyniki analizy DIF dla zadań z chemii.

Zadanie	Chi-kwadrat	Istotność testu chi-kwadrat	Ważne N	E.S. Wielkość efektu	95% przedział ufności	Klasa wg klasyfikacji ETS	
CHE1_02	0,15	0,70	3859	1,03	0,90	1,17	A
CHE1_03	5,94	0,01	3841	1,20	1,04	1,39	A
CHE1_05	0,26	0,61	3841	1,04	0,90	1,20	A
CHE1_06	0,89	0,34	3841	1,07	0,93	1,22	A
CHE1_07	3,59	0,06	3704	1,21	0,99	1,49	A
CHE1_15	8,93	0,00	3722	1,34	1,11	1,63	A
CHE1_16	0,54	0,46	3794	0,93	0,76	1,13	A
CHE1_18	12,16	0,00	3794	0,70	0,58	0,86	A
CHE1_19	0,92	0,34	3841	0,87	0,65	1,16	A
CHE1_20	1,73	0,19	3841	0,91	0,80	1,05	A
CHE1_21	16,41	0,00	3794	0,71	0,60	0,84	A
CHE1_26	2,40	0,12	3769	1,21	0,95	1,55	A
CHE1_32	0,98	0,32	3841	1,1	0,91	1,34	A
CHE2_01	0,21	0,65	3841	0,97	0,85	1,11	A
CHE2_04	0,82	0,37	3841	0,92	0,78	1,10	A
CHE2_08	7,70	0,01	3841	1,24	1,07	1,45	A
CHE2_27	0,01	0,90	3859	1,01	0,88	1,15	A
CHE2_28	85,6	0,01	3841	0,50	0,43	0,58	C+
CHE2_29	6,62	0,01	3841	0,82	0,71	0,95	A
CHE2_34	0,17	0,68	3859	1,04	0,85	1,28	A
CHE2_35	0,01	0,94	3794	1,01	0,86	1,18	A
CHE2_38	2,45	0,12	3794	1,18	0,96	1,45	A
CHE2_39	4,43	0,04	3859	1,23	1,01	1,50	A
CHE2_41	1,86	0,17	3859	1,12	0,95	1,32	A
CHE2_46	1,59	0,21	3794	0,86	0,69	1,09	A
CHE2_51	7,30	0,01	3859	0,82	0,70	0,95	A
CHE3_10	5,15	0,02	3859	0,85	0,73	0,98	A
CHE3_11	0,34	0,56	3794	0,95	0,79	1,13	A
CHE3_12	0,01	0,93	3841	0,99	0,86	1,15	A
CHE3_30	2,36	0,12	3841	1,15	0,96	1,37	A
CHE3_31	0,43	0,51	3841	1,07	0,87	1,31	A
CHE3_36	0,01	0,93	3794	1,01	0,86	1,18	A
CHE3_42	3,23	0,07	3859	1,19	0,98	1,43	A
CHE3_44	18,13	0,00	3841	0,66	0,55	0,80	A
CHE3_45	0,11	0,73	3841	0,96	0,76	1,22	A
CHE3_50	0,63	0,43	3859	1,06	0,92	1,23	A
CHE3_58	7,19	0,01	3794	1,35	1,08	1,69	A
CHE3_59	0,14	0,71	3704	0,96	0,77	1,20	A
CHE3_61	1,69	0,19	3859	1,13	0,94	1,36	A
CHE4_09	9,68	0,01	3841	1,35	1,12	1,63	A
CHE4_17	0,00	0,99	3841	1,00	0,86	1,16	A
CHE4_24	1,23	0,27	3841	1,08	0,94	1,25	A
CHE4_25	0,07	0,80	3859	1,03	0,84	1,25	A
CHE4_33	12,39	0,01	3794	1,46	1,18	1,80	A
CHE4_40	2,28	0,13	3841	1,13	0,96	1,32	A
CHE4_43	1,74	0,19	3553	1,31	0,88	1,95	A
CHE4_47	0,10	0,76	3841	0,97	0,79	1,19	A
CHE4_48	1,09	0,30	3841	1,09	0,93	1,27	A
CHE4_53	1,23	0,27	3859	1,08	0,94	1,25	A
CHE4_55	0,33	0,56	3841	0,96	0,83	1,11	A
CHE4_57	3,29	0,07	3841	0,83	0,67	1,02	A
CHE4_63	0,05	0,82	3859	0,98	0,84	1,14	A

Tabela A3. Wyniki analizy DIF dla zadań z fizyki.

Zadanie	Chi-kwadrat	Istotność testu chi-kwadrat	Ważne N	E.S. Wielkość efektu	95% przedział ufności		Klasa wg klasyfikacji ETS
FIZ1_01	2,91	0,09	3867	0,87	0,74	1,02	A
FIZ1_03	1,45	0,23	3881	0,91	0,77	1,06	A
FIZ1_04	0,78	0,38	3881	0,94	0,81	1,08	A
FIZ1_05	1,12	0,29	3863	1,10	0,92	1,31	A
FIZ1_07	10,16	0,00	3810	0,62	0,46	0,84	B+
FIZ1_09	0,01	0,92	3863	0,99	0,78	1,25	A
FIZ1_10	1,51	0,22	3863	1,10	0,94	1,29	A
FIZ1_12	0,02	0,88	3881	0,99	0,85	1,15	A
FIZ1_18	3,82	0,05	3863	1,17	1,00	1,37	A
FIZ1_28	4,17	0,04	3828	1,20	1,01	1,42	A
FIZ1_35	11,78	0,00	3881	1,28	1,11	1,48	A
FIZ1_44	9,30	0,00	3881	0,78	0,66	0,91	A
FIZ1_50	8,51	0,00	3867	1,27	1,08	1,48	A
FIZ2_08	2,02	0,16	3810	1,16	0,95	1,43	A
FIZ2_13	0,03	0,87	3881	0,99	0,87	1,13	A
FIZ2_15	17,63	0,00	3863	0,60	0,47	0,76	B+
FIZ2_19	6,37	0,01	3863	0,81	0,68	0,95	A
FIZ2_20	0,42	0,52	3863	0,95	0,81	1,11	A
FIZ2_25	0,05	0,83	3881	1,02	0,86	1,21	A
FIZ2_29	51,21	0,00	3881	0,47	0,38	0,58	C+
FIZ2_36	11,17	0,00	3810	1,36	1,14	1,62	A
FIZ2_42	8,06	0,00	3863	1,31	1,09	1,59	A
FIZ2_48	25,7	0,00	3863	0,64	0,54	0,76	B+
FIZ2_51	11,15	0,00	3863	1,34	1,13	1,60	A
FIZ2_52	0,34	0,56	3885	0,96	0,83	1,11	A
FIZ2_55	0,87	0,35	3828	1,11	0,89	1,37	A
FIZ3_02	0,10	0,75	3863	0,97	0,79	1,18	A
FIZ3_14	9,78	0,00	3881	1,26	1,09	1,46	A
FIZ3_16	0,06	0,80	3881	0,98	0,84	1,14	A
FIZ3_22	3,28	0,07	3881	1,15	0,99	1,35	A
FIZ3_26	0,17	0,68	3871	1,04	0,87	1,25	A
FIZ3_27	0,54	0,46	3881	0,94	0,78	1,12	A
FIZ3_31	0,23	0,63	3881	0,95	0,78	1,16	A
FIZ3_33	1,37	0,24	3881	1,08	0,95	1,23	A
FIZ3_39	4,98	0,03	3881	0,85	0,73	0,98	A
FIZ3_41	3,46	0,06	3881	0,86	0,73	1,01	A
FIZ3_43	3,28	0,07	3863	0,83	0,68	1,02	A
FIZ3_57	0,03	0,86	3818	0,97	0,70	1,35	A
FIZ3_58	0,22	0,64	3871	0,96	0,81	1,13	A
FIZ4_11	5,91	0,02	3731	1,23	1,04	1,45	A
FIZ4_17	0,00	0,96	3863	1,00	0,81	1,25	A
FIZ4_21	0,77	0,38	3863	1,09	0,90	1,31	A
FIZ4_24	0,84	0,36	3863	0,93	0,79	1,09	A
FIZ4_30	4,18	0,04	3863	0,80	0,65	0,99	A
FIZ4_32	0,92	0,34	3863	0,92	0,77	1,09	A
FIZ4_34	4,97	0,03	3863	0,83	0,70	0,98	A
FIZ4_37	2,12	0,15	3863	1,12	0,96	1,30	A
FIZ4_40	0,39	0,53	3863	1,05	0,91	1,20	A
FIZ4_45	4,23	0,04	3881	1,20	1,01	1,43	A
FIZ4_49	0,33	0,57	3863	0,96	0,83	1,11	A
FIZ4_54	7,81	0,01	3863	1,21	1,06	1,39	A
FIZ4_59	1,75	0,19	3867	0,89	0,75	1,06	A

Tabela A4. Wyniki analizy DIF dla zadań z geografii.

Zadanie	Chi-kwadrat	Istotność testu chi-kwadrat	Ważne N	E.S. (Effect size)	95% przedział ufności		Klasa wg klasyfikacji ETS
GEO1_05	3,37	0,07	3627	1,23	0,99	1,54	A
GEO1_06	2,65	0,10	3799	0,87	0,74	1,03	A
GEO1_13	0,71	0,40	3799	1,07	0,92	1,24	A
GEO1_14	8,59	0,00	3756	0,70	0,55	0,89	A
GEO1_15	0,27	0,61	3799	1,04	0,89	1,22	A
GEO1_16	5,59	0,02	3756	1,28	1,04	1,58	A
GEO1_17	1,94	0,16	3756	1,14	0,95	1,38	A
GEO1_18	8,47	0,00	3799	0,79	0,67	0,93	A
GEO1_19	4,21	0,04	3756	1,21	1,01	1,45	A
GEO1_51	3,88	0,05	3756	0,85	0,72	1,00	A
GEO1_52	1,04	0,31	3799	0,91	0,77	1,09	A
GEO1_56	1,12	0,29	3756	1,13	0,90	1,42	A
GEO1_57	27,78	0,00	3799	0,61	0,51	0,73	B+
GEO2_01	4,46	0,03	3799	1,16	1,01	1,34	A
GEO2_02	0,30	0,58	3756	0,94	0,76	1,16	A
GEO2_03	0,23	0,63	3799	0,96	0,81	1,13	A
GEO2_04	0,16	0,69	3756	0,97	0,82	1,14	A
GEO2_07	22,90	0,00	3799	0,55	0,43	0,71	B+
GEO2_08	7,90	0,00	3627	1,38	1,10	1,72	A
GEO2_09	7,62	0,01	3799	1,22	1,06	1,40	A
GEO2_27	0,01	0,94	3753	1,01	0,77	1,33	A
GEO2_28	17,80	0,00	3756	0,52	0,38	0,70	B+
GEO2_45	0,78	0,38	3799	0,92	0,76	1,11	A
GEO2_46	1,65	0,20	3799	1,14	0,93	1,39	A
GEO2_53	0,01	0,91	3756	0,99	0,85	1,16	A
GEO2_58	1,02	0,31	3602	1,24	0,82	1,87	A
GEO3_10	2,64	0,10	3756	1,15	0,97	1,37	A
GEO3_11	29,30	0,00	3796	0,57	0,46	0,70	B+
GEO3_12	0,01	0,93	3756	0,99	0,78	1,26	A
GEO3_20	0,41	0,52	3799	0,93	0,73	1,17	A
GEO3_21	1,88	0,17	3799	0,89	0,76	1,05	A
GEO3_22	2,02	0,15	3627	1,15	0,95	1,38	A
GEO3_35	0,00	0,95	3799	0,99	0,80	1,24	A
GEO3_36	0,10	0,75	3618	0,94	0,66	1,34	A
GEO3_49	9,19	0,00	3756	1,40	1,13	1,73	A
GEO3_50	0,00	1,00	3796	1,00	0,85	1,17	A
GEO3_59	9,75	0,00	3799	1,23	1,08	1,41	A
GEO3_60	1,87	0,17	3756	0,87	0,70	1,06	A
GEO3_61	6,01	0,01	3799	0,80	0,67	0,96	A
GEO4_23	4,85	0,03	3799	0,84	0,72	0,98	A
GEO4_24	0,06	0,81	3756	0,98	0,84	1,15	A
GEO4_29	8,73	0,00	3756	1,33	1,10	1,61	A
GEO4_30	3,55	0,06	3756	1,20	0,99	1,45	A
GEO4_31	0,01	0,91	3756	0,99	0,81	1,20	A
GEO4_32	0,37	0,54	3756	0,95	0,80	1,12	A
GEO4_33	0,75	0,39	3799	0,93	0,79	1,10	A
GEO4_34	6,69	0,01	3756	1,29	1,06	1,56	A
GEO4_40	0,10	0,76	3756	0,98	0,83	1,14	A
GEO4_41	0,34	0,56	3799	1,05	0,89	1,23	A
GEO4_48	0,70	0,40	3627	1,15	0,83	1,59	A
GEO4_54	0,01	0,92	2705	0,98	0,66	1,46	A
GEO4_55	4,24	0,04	3799	1,17	1,01	1,36	A

Tabela A5. Łatwość zadań w podziale na dwie klasy ukryte, sortowane według największych różnic.

Zadanie	Łatwość w klasie ukrytej		Zadanie	Łatwość w klasie ukrytej		Zadanie	Łatwość w klasie ukrytej		Zadanie	Łatwość w klasie ukrytej	
	L1	L2		L1	L2		L1	L2		L1	L2
BIO2_22	28,2%	84,0%	CHE3_12	85,5%	34,5%	FIZ4_59	68,5%	19,7%	GEO3_10	76,5%	18,1%
BIO1_10	26,8%	73,6%	CHE3_36	74,7%	25,8%	FIZ4_11	72,5%	25,9%	GEO2_53	87,0%	30,4%
BIO3_35	33,1%	78,6%	CHE2_41	69,2%	25,6%	FIZ4_37	84,5%	38,2%	GEO1_13	90,5%	34,3%
BIO2_15	42,2%	85,9%	CHE1_05	80,0%	36,8%	FIZ1_18	73,6%	27,4%	GEO3_61	67,0%	15,6%
BIO2_19	23,2%	65,7%	CHE3_50	73,9%	33,6%	FIZ4_24	72,0%	27,8%	GEO3_22	61,8%	12,3%
BIO2_18	12,7%	54,4%	CHE2_08	71,5%	31,8%	FIZ1_35	85,9%	45,5%	GEO1_15	78,8%	30,4%
BIO3_30	38,2%	78,0%	CHE4_53	84,5%	44,8%	FIZ1_44	62,9%	24,0%	GEO1_51	73,1%	24,8%
BIO1_03	31,5%	71,2%	CHE1_07	47,7%	8,1%	FIZ3_14	77,8%	40,0%	GEO3_60	54,7%	7,7%
BIO2_21	34,6%	73,6%	CHE2_29	75,7%	36,4%	FIZ4_49	86,4%	48,8%	GEO1_19	64,7%	17,8%
BIO4_40	22,8%	56,2%	CHE4_17	72,4%	33,8%	FIZ1_28	55,5%	20,8%	GEO2_01	93,1%	48,1%
BIO2_24	50,9%	83,1%	CHE4_24	85,9%	48,4%	FIZ2_42	48,8%	14,1%	GEO4_24	78,4%	35,7%
BIO4_42	20,6%	52,7%	CHE3_10	76,6%	40,0%	FIZ2_20	65,5%	31,2%	GEO2_09	93,5%	51,9%
BIO4_52	16,3%	47,3%	CHE4_09	49,1%	12,9%	FIZ2_36	51,4%	17,7%	GEO3_12	44,4%	3,4%
BIO3_33	54,3%	84,0%	CHE4_55	79,2%	44,7%	FIZ1_12	68,9%	35,5%	GEO4_40	72,8%	32,1%
BIO4_47	49,1%	78,3%	CHE3_11	50,4%	17,4%	FIZ3_41	60,6%	27,3%	GEO1_05	47,0%	7,0%
BIO1_12	12,2%	40,6%	CHE4_63	67,0%	34,1%	FIZ4_34	57,8%	27,2%	GEO4_55	79,6%	41,6%
BIO2_17	48,0%	75,4%	CHE2_51	71,4%	40,4%	FIZ2_29	41,4%	12,2%	GEO3_21	67,3%	29,8%
BIO1_06	72,1%	98,5%	CHE4_33	39,3%	9,4%	FIZ3_39	71,0%	42,1%	GEO2_04	63,0%	27,0%
BIO2_14	23,7%	49,4%	CHE2_39	43,1%	14,6%	FIZ2_13	95,8%	67,0%	GEO2_08	42,5%	7,8%
BIO1_07	22,3%	46,1%	CHE1_18	40,9%	12,7%	FIZ4_32	52,0%	23,7%	GEO1_52	59,2%	24,7%
BIO4_45	10,8%	34,6%	CHE1_21	53,1%	25,1%	FIZ4_40	88,6%	60,5%	GEO1_56	38,8%	9,5%
BIO4_43	42,4%	66,0%	CHE4_48	60,4%	32,6%	FIZ2_19	53,3%	25,3%	GEO1_16	42,6%	13,7%
BIO1_02	3,4%	27,0%	CHE1_06	87,8%	60,3%	FIZ2_25	49,3%	21,4%	GEO3_49	39,1%	11,0%
BIO3_36	19,7%	42,6%	CHE2_04	50,2%	23,3%	FIZ1_10	60,7%	33,1%	GEO3_59	96,6%	69,1%
BIO1_13	8,5%	30,8%	CHE3_44	42,4%	16,0%	FIZ2_52	66,9%	39,8%	GEO2_46	43,1%	15,7%
BIO3_28	13,3%	35,3%	CHE2_35	59,0%	32,6%	FIZ2_55	36,5%	9,6%	GEO4_29	45,6%	19,0%
BIO4_44	26,9%	48,6%	CHE2_01	98,1%	71,9%	FIZ3_22	59,3%	33,4%	GEO1_18	58,6%	32,6%
BIO3_32	33,9%	55,2%	CHE1_02	99,8%	74,0%	FIZ4_54	94,7%	69,1%	GEO2_07	32,0%	8,4%
BIO1_04	28,2%	48,7%	CHE1_32	40,9%	15,5%	FIZ1_50	56,6%	32,7%	GEO1_17	41,8%	19,8%
BIO2_23	19,0%	39,2%	CHE2_34	38,2%	13,1%	FIZ3_58	51,3%	27,6%	GEO4_31	40,1%	18,2%
BIO1_01	4,8%	25,0%	CHE1_03	68,1%	43,6%	FIZ3_33	98,3%	74,8%	GEO1_14	31,2%	9,9%

BIO2_16	33,5%	53,4%	CHE1_15	40,2%	15,8%	FIZ1_01	51,0%	31,3%	GEO3_50	55,8%	35,1%
BIO1_08	9,3%	29,2%	CHE2_27	87,7%	64,8%	FIZ1_03	51,9%	32,4%	GEO4_41	54,6%	38,2%
BIO3_38	16,3%	34,8%	CHE1_26	28,4%	5,7%	FIZ3_43	32,9%	14,7%	GEO2_03	48,2%	32,2%
BIO1_11	35,0%	53,4%	CHE1_16	36,1%	14,4%	FIZ1_05	40,5%	25,1%	GEO2_02	31,3%	15,4%
BIO2_20	22,7%	40,8%	CHE2_28	63,8%	42,6%	FIZ3_16	53,3%	38,2%	GEO4_48	18,8%	3,3%
BIO4_51	1,6%	19,3%	CHE4_57	33,3%	13,7%	FIZ1_04	59,4%	44,5%	GEO4_23	58,9%	44,1%
BIO1_05	34,6%	51,4%	CHE1_20	79,4%	60,2%	FIZ1_07	19,2%	4,6%	GEO2_27	21,3%	6,6%
BIO2_25	69,9%	85,4%	CHE3_31	33,5%	14,6%	FIZ2_15	25,2%	10,8%	GEO2_28	19,7%	5,7%
BIO4_49	11,5%	26,9%	CHE3_61	39,1%	21,3%	FIZ3_02	31,5%	17,2%	GEO3_20	25,3%	12,0%
BIO1_09	33,9%	48,6%	CHE3_42	36,3%	20,0%	FIZ4_45	43,2%	29,0%	GEO1_57	37,7%	24,6%
BIO4_46	26,3%	40,9%	CHE3_59	27,6%	11,6%	FIZ2_48	41,0%	27,4%	GEO4_54	13,8%	1,1%
BIO3_29	10,6%	24,2%	CHE3_45	22,4%	11,0%	FIZ2_51	40,2%	29,8%	GEO4_34	35,0%	22,8%
BIO4_41	14,2%	27,2%	CHE3_58	23,0%	16,1%	FIZ4_30	27,4%	17,0%	GEO1_06	44,5%	32,4%
BIO4_50	4,5%	16,1%	CHE4_40	44,4%	38,1%	FIZ2_08	27,5%	18,3%	GEO4_30	33,5%	23,6%
BIO4_48	9,2%	19,3%	CHE2_38	23,5%	20,1%	FIZ4_21	33,1%	24,4%	GEO3_11	29,9%	20,2%
BIO3_37	18,1%	25,8%							GEO4_32	40,6%	32,3%
									GEO2_58	9,0%	2,6%
									GEO2_45	30,4%	27,8%