



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

IBE



entuzjaści
edukacji

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Elżbieta Barbara Ostrowska
Krzysztof Spalik

Laboratorium myślenia

**Diagnoza nauczania
przedmiotów przyrodniczych
w Polsce 2011–2014**



Konsultacje merytoryczne:

Jolanta Choińska-Mika

Michał Sitek

Autorzy:

Elżbieta Barbara Ostrowska

Krzysztof Spalik

Artur Pokropek (Załącznik 1)

Zespół realizujący badanie:

Joanna Borgenstein, Irmina Buczek, Marcin Chrzanowski, Wojciech Grajkowski, Grzegorz Guziak, Jagna Hałaczek, Krzysztof Horodecki, Magdalena Kędziora, Maciej Lechowicz, Tomasz Nowacki, Dominik Nowakowski, Anna Markowska, Dominik Marszał, Małgorzata Musiałik, Joanna Lilpop, Tomasz Opach, Elżbieta Barbara Ostrowska, Urszula Poziomek, Wojciech Ronatowicz, Lidia Setti, Krzysztof Spalik, Martyna Studzińska, Piotr Walicki

Dobór próby, skalowanie i opracowanie statystyczne wyników:

Magdalena Grudniewska, Jacek Haman, Tomasz Nowacki, Artur Pokropek, Michał Sitek, Piotr Walicki

Recenzenci zewnętrzni:

Ewa Bartnik

Dagmara Sokołowska

© Copyright by: Instytut Badań Edukacyjnych, Warszawa, wrzesień 2015

Wzór cytowania:

Ostrowska, E. B., Spalik, K. (2015). *Laboratorium myślenia. Diagnoza nauczania przedmiotów przyrodniczych w Polsce 2011–2014*. Warszawa: Instytut Badań Edukacyjnych.

Wydawca:

Instytut Badań Edukacyjnych

ul. Górczewska 8

01–180 Warszawa

tel. (22) 241 71 00; www.ibe.edu.pl

DTP, druk: www.pracowniacc.pl

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

spis treści

Streszczenie	4
Summary	5
1. Wprowadzenie	6
1.1. Cele i założenia badania	6
1.2. Dobór próby	6
1.3. Narzędzia pomiarowe	8
1.4. Skalowanie wyników	8
2. Wyniki	9
2.1. Średnie wyniki uczniów z podziałem na przedmioty	9
2.2. Poziomy umiejętności uczniów	10
2.3. Zróżnicowanie wyników ze względu na płeć	12
2.4. Wyniki w podziale na rodzaje szkoły ponadgimnazjalnej	15
2.5. Wiedza gimnazjalna w dalszym toku kształcenia	19
2.6. Zmiany rozwiązywalności zadań	20
2.7. Dobre praktyki edukacyjne na lekcji	22
2.8. Metoda naukowa na lekcjach biologii, chemii i fizyki	25
2.9. Źródła informacji o otaczającym świecie	28
3. Dyskusja	32
3.1. Polska edukacja przyrodnicza w świetle badań międzynarodowych	32
3.2. Umiejętności absolwentów gimnazjum po reformie podstawy programowej a dobre praktyki edukacyjne	35
3.3. Przedmioty przyrodnicze w szkole – razem czy osobno?	37
3.4. Zróżnicowanie wyników według płci i aspiracje edukacyjne	38
4. Podsumowanie	39
Literatura	40
Załącznik 1. Skalowanie całościowych wyników badania	41

Streszczenie

Cele. Podstawowym celem badania *Laboratorium myślenia* była diagnoza umiejętności absolwentów gimnazjum w zakresie przedmiotów przyrodniczych: biologii, chemii, fizyki i geografii, w kontekście zmiany podstawy programowej. Badanie prowadzone było w latach 2011–2014 i objęło ostatni rocznik gimnazjalistów kształconych według starej podstawy programowej oraz 3 roczniki uczące według nowej podstawy. Duży nacisk położono na pomiar takich kluczowych umiejętności rozumowania w naukach przyrodniczych, jak: wybór hipotez, planowanie eksperymentu, wyszukiwanie i krytyczna analiza informacji, wnioskowanie naukowe. Jednocześnie badaniu towarzyszyło upowszechnianie zadań mierzących wymagania nowej podstawy programowej i służących diagnozie umiejętności rozumowania w naukach przyrodniczych.

Metodologia. Pomiaru umiejętności uczniów dokonywano 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 niewielki oraz by efekt nowej szkoły korzystnie wpływał na wysoką motywację uczniów do udziału w badaniu. W każdej szkole badano dwa oddziały, co pozwoliło osiągnąć próbę na poziomie ponad 7000 uczniów w każdym cyklu badania. Dodatkowo, w 2013 r. powiększono próbę o uczniów klasy drugiej. W każdym cyklu wykorzystywano 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. Po każdym cyklu pewną część zadań wymieniano, pozostawiając część zadań (tzw. zadania linkowe), co umożliwiło porównanie wyników między cyklami. Łącznie wykorzystano 321 zadań, w tym 94 zadania linkowe. Oprócz rozwiązywania zadań, uczniowie odpowiadali na pytania kontekstowe kwestionariusza. Wyniki badania poddano skalowaniu z wykorzystaniem metody IRT ze średnią ustawioną na poziomie 500 punktów oraz z odchyleniem standardowym równym 100 punktów w pierwszym roku badania (2011 r.).

Wyniki. Między 2011 a 2014 r. średnie wyniki uczniów wzrosły we wszystkich przedmiotach, osiągając w 2014 r. poziom 516 pkt. dla biologii, 523,5 pkt. dla chemii, 513 pkt. dla fizyki i 515 pkt. dla geografii. Na podstawie analizy treści zadań oraz wyników uczniów opisano sześć poziomów umiejętności, każdy o rozpiętości 60 pkt. z domkniętą dolną granicą i otwartą górną granicą przedziału; dolną granicę I poziomu umiejętności wyznaczono na wysokości 360 pkt. W latach 2010–2014 odsetek uczniów na poziomie I i tych, którzy nie osiągnęli tego poziomu, wynosił ok. 18–22%. Wzrósł natomiast udział uczniów na najwyższym poziomie z ok. 6% w 2011 r. do 9–11% w latach 2012–2014. Sugeruje to, że na zmianach podstawy przedmiotowej najbardziej skorzystali najlepsi uczniowie. Beneficjentami zmiany były także dziewczęta. Dla biologii i chemii średni wynik dziewcząt był statystycznie istotnie wyższy od wyniku chłopców we wszystkich cyklach badania. Pod względem wyniku z fizyki chłopcy byli średnio statystycznie istotnie lepsi od dziewcząt w 1., 3. i 4. cyklu badania, natomiast w 2. cyklu wyniki chłopców i dziewcząt były podobne. W wypadku geografii w 1. cyklu chłopcy byli lepsi od dziewcząt, w 2. i 3. cyklu brak było istotnej statystycznie różnicy, natomiast w 4. cyklu dziewczęta osiągnęły lepsze wyniki od chłopców. Istnieją wyraźne różnice umiejętności uczniów rozpoczynających poszczególne rodzaje szkoły ponadgimnazjalnej – najwyższy przeciętny wynik osiągnęli uczniowie, którzy wybrali licea ogólnokształcące, natomiast uczniowie, którzy wybrali zasadnicze szkoły zawodowe, mieli najniższy średni wynik. Różnica między głównymi typami szkół pogłębiała się w trakcie badania, zwłaszcza między zasadniczymi szkołami zawodowymi a innymi szkołami. Między kolejnymi edycjami badania nie zmieniała się struktura wyborów edukacyjnych ze względu na płeć – w liceach 62–65% uczniów stanowiły dziewczęta, natomiast 60% i 70% uczniów techników i zasadniczych szkół zawodowych to chłopcy. Znacznie więcej chłopców niż dziewcząt oczekuje też zakończenia formalnej edukacji na zasadniczej szkole zawodowej lub średniej zawodowej, natomiast znacznie więcej dziewcząt niż chłopców chciałoby ukończyć studia II stopnia. Jedynie ok. 3% chłopców i dziewcząt uważa, że wystarczy im ukończenie liceum. Aż 12% uczniów deklaruje chęć uzyskania stopnia lub tytułu naukowego. Wyniki ankiety dotyczącej metod pracy nauczycieli na lekcji sugerują, że wciąż dominuje metoda podawcza i w tym zakresie nie zaszły w trakcie badania zasadnicze zmiany. Wyraźnie wzrosło jedynie wykorzystanie pomocy multimedialnych przez nauczycieli.

Summary

Goals. The basic goal of the study *Laboratory of Thinking* was to diagnose the skills of lower secondary school leavers in science subjects: biology, chemistry, physics and geography, in the context of core curriculum change. The study was performed in the period 2011–2014 and covered the last year of lower secondary school students who were educated according to the old core curriculum and 3 years of students taught in accordance with the new core curriculum. A strong emphasis was placed on the measurement of the key scientific thinking skills, such as selection of hypotheses, planning an experiment, searching for and critical examination of information and scientific reasoning. At the same time, the study was accompanied by the popularisation of the pedagogical measurement tools, constructed on the basis of the new core curriculum and used to diagnose scientific thinking skills.

Methodology. Measurement of student skills was carried out on a national representative sample of 180 upper secondary schools in the period 2011–2014, at the beginning of each school year, so that the impact of the new school on students' knowledge would be limited and the effect of a new school would result in a high motivation of students to participate in the study. In every school, two classes were examined, which led to a sample of more than 7000 students in each study cycle. In addition, the sample was increased in 2013 by two classes at the level of the second grade. In each cycle, 208 multiple-choice questions were used, comprising 52 problems each in biology, chemistry, physics and geography. The questions were placed in 16 versions of tests in such a way that both the difficulty and the time necessary for solving each version were similar. After each cycle, some tasks were replaced, leaving, however, some linking items, which enabled comparisons of results between cycles. In total, 321 items were used including 94 linking ones. Besides solving problems, students answered contextual questionnaire questions. The results were analysed using the IRT method with the mean set at 500 points and standard deviation equal to 100 points in the first year of the study (2011).

Results. In the course of the study, the average student results increased for all subjects, reaching in 2014 the level of 516 points for biology, 523.5 points for chemistry, 513 points for physics and 515 points for geography. The increase was statistically significant for each subject. Based on an analysis of the content of the tasks and students' results, six levels of skill were described, each spanning 60 points with the lower range limit closed and the upper range limit open; the lower limit of the 1st skill level was set at 360 points. In 2010–2014, the proportion of students who were below the 2nd level was ca. 18–22%. The share of students at the highest level grew from 6% to 9–11%. This suggests that able students benefited the most from the change of the core curriculum. Also girls benefited from the change. For biology and chemistry, the average girls' score was statistically significantly higher than the results of boys in all study cycles. In terms of the physics result, boys were, on average, statistically significantly better than girls in the 1st, 3rd, and 4th study cycles, while the results of boys and girls were similar in the 2nd cycle. In the case of geography, boys were better than girls in the 1st cycle, there was no statistically significant difference in the 2nd and 3rd cycles, while girls obtained better results than boys in the 4th cycle. A clear connection between the level of skill of students and their choice of upper secondary school was observed – the highest average result was obtained by students who selected general secondary school, while students who chose basic vocational schools had the lowest average score. The difference between the major types of schools deepened during the study, especially between basic vocational schools and other schools. Between subsequent editions of the study, the structure of educational choices in terms of gender did not change – 62–65% of general upper secondary school students were girls, while 60% and 70% of technical upper secondary school students and basic vocational school students respectively were boys. Many more boys than girls declared that they would end their education in a basic vocational school or secondary vocational school, while many more girls than boys would like to complete 2nd cycle studies. Only ca. 3% of boys and girls thought that completion of the general secondary school would be sufficient for them. As many as around 12% of students declared a willingness to obtain an academic degree. The survey results concerning the method of teachers' work in classrooms suggest that the presentation method is still dominant and no major changes occurred during the study. However, the use of multimedia teaching resources by teachers grew considerably.

1. Wprowadzenie

1.1. Cele i założenia badania

Podstawowym celem badania *Laboratorium myślenia* była diagnoza umiejętności absolwentów gimnazjum w zakresie przedmiotów przyrodniczych: biologii, chemii, fizyki i geografii w kontekście zmiany podstawy programowej. Badanie prowadzono przez 4 lata (2011–2014) i dotyczyło ono uczniów pierwszych klas szkół ponadgimnazjalnych. Pomiaru umiejętności uczniów dokonywano na samym początku roku szkolnego, aby nauczanie w nowej szkole nie wpłynęło na wyniki. Pierwsza edycja badania w roku 2011 objęła ostatni rocznik gimnazjalistów kształconych według starej podstawy programowej, druga w 2012 roku – pierwszy rocznik nauczany według nowej podstawy. W trzeciej edycji badania testy rozwiązywali zarówno uczniowie pierwszych, jak i drugich klas szkół ponadgimnazjalnych. W *Laboratorium myślenia* duży nacisk położono na pomiar kluczowych umiejętności rozumowania w przedmiotach przyrodniczych, takich jak stawianie pytań badawczych, wybór hipotez, planowanie i przeprowadzanie eksperymentu, a także krytyczną analizę informacji i wnioskowanie naukowe. Badanie miało jednak nie tylko charakter ponadprzedmiotowy, ale przede wszystkim sprawdzało opanowanie szczegółowych umiejętności określonych w podstawie programowej z przedmiotów przyrodniczych. Zadaniem badania było 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. Szczegółowy opis celów i przesłanek badania zawarty jest w raporcie z I cyklu *Laboratorium myślenia (za rok 2011)*. W tym miejscu warto przypomnieć najważniejsze pytania badawcze:

- Czy reforma podstawy programowej w istotny sposób wpłynęła na poziom kompetencji gimnazjalistów w zakresie poszczególnych przedmiotów przyrodniczych?
- Jak głębokie jest zróżnicowanie kompetencji uczniów? Jakie są ich słabe i mocne strony?
- Jak się przedstawiają kompetencje uczniów w zależności od płci? Czy potwierdzają się stereotypy dotyczące płci, np. że dziewczęta osiągają wyższe wyniki z biologii, a chłopcy z fizyki?
- Jak się przedstawiają te kompetencje w zależności od wyboru przez uczniów szkoły ponadgimnazjalnej? Czy umiejętności nabyte w gimnazjum są utrwalane w szkołach ponadgimnazjalnych?

1.2. Dobór próby

Badanie próbne przeprowadzono w 2010 roku na reprezentatywnej próbie 120 szkół ponadgimnazjalnych. Badanie główne zostało zrealizowane na ogólnopolskiej reprezentatywnej próbie 180 szkół ponadgimnazjalnych. Szczegółową metodykę zaprezentowano w raporcie z I cyklu badania¹, poniżej powtórzono jej opis ze skrótami i uwzględnieniem zmian w trakcie badania.

Wszystkie cykle badania odbyły się na początku roku szkolnego, w październiku, tak by wpływ nowej szkoły na wiedzę uczniów był możliwie niewielki. W każdej badanej szkole badano uczniów z dwóch wylosowanych oddziałów pierwszej klasy. Pozwoliło to osiągnąć wielkość próby na poziomie ponad 7000 uczniów w każdym cyklu badania. W 2013 r. badanie przeprowadzono także w klasie drugiej na podobnej próbie uczniów.

¹ *Laboratorium myślenia. Diagnoza umiejętności gimnazjalistów w zakresie przedmiotów przyrodniczych 2011*. Praca zbiorowa pod red. Elżbiety Barbary Ostrowskiej i Krzysztofa Spalika. Instytut Badań Edukacyjnych, Warszawa 2012.

1. Wprowadzenie

Próba odzwierciedlała strukturę typów szkół, do których trafiają absolwenci gimnazjów. Zdecydowano się na przeprowadzenie badania w szkołach ponadgimnazjalnych, a nie w gimnazjach, z kilku powodów. Po pierwsze, w każdej klasie szkoły ponadgimnazjalnej byli uczniowie z różnych gimnazjów, co pozwoliło uniknąć efektu wpływu jednego nauczyciela, a tym samym zwiększyć reprezentatywność próby. Po drugie, realizacja badania w maju lub czerwcu w gimnazjach byłaby niemożliwa z uwagi na koniec roku szkolnego i związane z tym obciążenia pracowników szkół oraz na fakt, że uczniowie kończący szkołę byłiby słabo zmotywowani do starannego wypełniania testów. Po trzecie, dzięki takiej próbie mieliśmy także możliwość zbadania związku między poziomem umiejętności uczniów a ich preferencjami w wyborze dalszej drogi kształcenia.

Dla każdego cyklu próba była losowana kilka miesięcy przed badaniem na podstawie danych Systemu Informacji Oświatowej. Losowano 180 szkół w próbie głównej oraz dodatkowo 360 szkół w dwóch próbach rezerwowych, np. na wypadek braku zgody szkoły na udział w badaniu lub braku zgody rodziców na udział uczniów w badaniu.

Aby zapewnić reprezentatywność próby, przeprowadzono losowanie systematyczne z warstwowaniem, czyli uwzględniające odpowiedni dobór próby z uwagi na określone cechy. Warstwowanie przeprowadzono ze względu na:

- typ szkoły (liceum ogólnokształcące, technikum, zasadnicza szkoła 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;
- losowanie proporcjonalne do liczby oddziałów w klasach pierwszych.

Jak wspomniano, w każdej wylosowanej szkole w badaniu brały udział dwa oddziały pierwszej klasy. Jeżeli liczba oddziałów klas pierwszych była większa, losowano dwa oddziały, wykorzystując metodę siatki Kisha. W 2013 r. w podobny sposób wylosowano oddziały klas drugich.

Charakterystykę próby pod względem typów szkół i płci uczniów przedstawia tabela 1.1. Szczegółową procedurę organizacji badania, w tym kontaktu ze szkołami, pozyskania zgód rodziców i kontroli przebiegu badania, opisano w raporcie z I cyklu².

Tabela 1.1. Liczba uczniów w poszczególnych typach szkół w kolejnych cyklach badania. W nawiasie podano udział procentowy dziewcząt

Cykle badania	Szkoły	Liceum	Technikum	Zasadnicza szkoła zawodowa	Ogółem przebadanych
I (2011)		3664 (64,4%)	2778 (40,5%)	1247 (31,1%)	7689 (50,2%)
II (2012)		3431 (62,8%)	2732 (42,1%)	1212 (40,6%)	7375 (51,5%)
III (2013) 1. klasa		3489 (64,0%)	2898 (37,5%)	1296 (32,5%)	7683 (48,7%)
III (2013) 2. klasa		3456 (61,7%)	2543 (33,6%)	1135 (34,6%)	7134 (47,4%)
IV (2014)		3597 (63,4%)	2798 (38,8%)	1225 (31,8%)	7620 (49,3%)

² *Laboratorium myślenia, op. cit.*

1.3. Narzędzia pomiarowe

W każdym roku do pomiaru wykorzystywano 208 zadań zamkniętych (wymagających wybrania właściwej odpowiedzi), po 52 zadania z biologii, chemii, fizyki i geografii. Zadania z każdego przedmiotu podzielone zostały na cztery klastry po 13 zadań, dobranych tak, aby klastry były porównywalne pod kątem trudności oraz czasu potrzebnego na ich rozwiązanie. Klastry następnie zostały połączone w różnych kombinacjach, aby powstało 16 zeszytów testowych. Każdy zeszyt testowy zawierał po dwa klastry z dwóch przedmiotów, czyli łącznie 52 zadania. Schemat łączenia zadań w klastry przedstawiono w pierwszym raporcie z badania. Uczeń uczestniczący w badaniu rozwiązywał zadania z jednego zeszytu.

Co roku część zadań ujawniano i publikowano na stronie Instytutu Badań Edukacyjnych³ wraz z ich szczegółowym omówieniem, aby popularyzować badanie. Zastępowano je nowymi o porównywalnej trudności, nie zmieniając pozostałej zawartości klastrów i zeszytów. Część zadań – tzw. zadania linkowe – wykorzystano we wszystkich cyklach badania, co umożliwiło porównanie wyników uczniów i określenie tendencji zmian. Łącznie wykorzystano ponad 300 zadań (tabela 1.2). Szczegółowe omówienie doboru zadań do badania oraz omówienie trybu ich przygotowywania – opracowania, recenzji, standaryzacji itd. – zawiera pierwszy raport z badania⁴.

Tabela 1.2. Liczba zadań wykorzystanych w badaniu z podziałem na przedmioty i z uwzględnieniem zadań wykorzystanych we wszystkich cyklach badania (linkowych)

Zadania	Ogółem	Biologia	Chemia	Fizyka	Geografia
wszystkie	321	83	76	81	81
linkowe	94	22	25	22	25

Każdy uczeń wypełniał także kwestionariusz. Oprócz danych o uczniu zawierał on pytania dotyczące szerokiego kontekstu edukacyjnego, w tym warunków do prowadzenia eksperymentów w szkole, metod wykorzystywanych przez nauczycieli, zainteresowań ucznia itd.

1.4. Skalowanie wyników

W pierwszym cyklu badania przeprowadzono skalowanie zadań i wyników uczniów za pomocą metody IRT (*item response theory*), dzięki czemu na tej samej skali wyznaczono trudność każdego zadania oraz wynik każdego ucznia. Jako średnią przyjęto wartość 500, przy odchyleniu standardowym równym 100. Skalowanie przeprowadzono dla każdego przedmiotu osobno. Szczegółowy opis metodologii badania, charakterystyki narzędzi pomiarowych oraz opracowania wyników pierwszego cyklu zamieszczono w raporcie z badania *Laboratorium myślenia* za rok 2011⁵. Efekty tego skalowania wykorzystano m.in. w bieżącym porównywaniu wyników kolejnych cykli. Po zakończeniu badania dokonano ponownego skalowania ewaluacji umiejętności uczniów oraz trudności zadań z uwzględnieniem wszystkich cykli. W niniejszym sprawozdaniu zaprezentowano wyniki według nowego skalowania, co może powodować pewne różnice w wartości średnich albo oszacowanej trudności zadań w porównaniu z wynikami zaprezentowanymi w pierwszym raporcie. Opis skalowania wyników przedstawiono w załączniku 1.

³ Baza Dobrych Praktyk <http://www.bnd.ibe.edu.pl>

⁴ *Laboratorium myślenia*, op. cit.

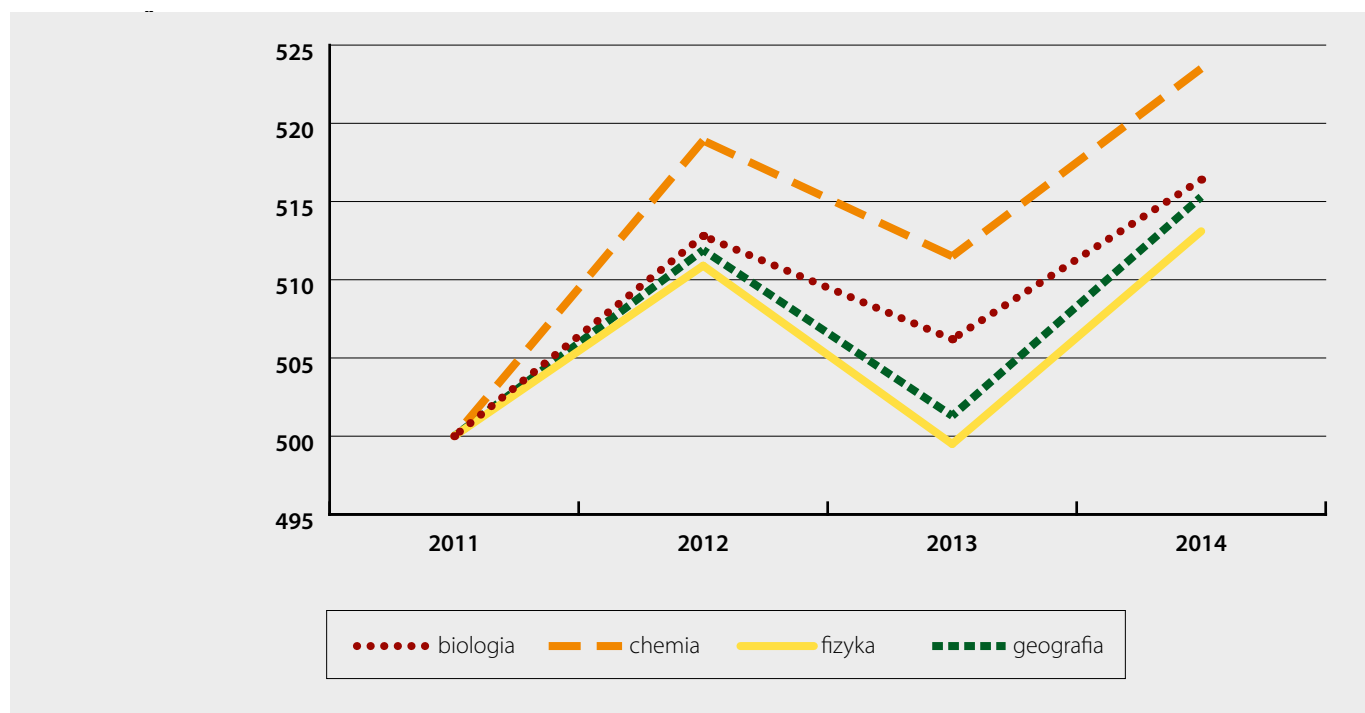
⁵ *Laboratorium myślenia*, op. cit.

2. Wyniki

2.1. Średnie wyniki uczniów z podziałem na przedmioty

W ostatnim cyklu badania (2014 r.) średnie wyniki uczniów dla poszczególnych przedmiotów były najwyższe spośród wszystkich cykli badania, jednak statystycznie nieodróżnialne od wyników pomiaru w 2012 r. (tab. 2.1, ryc. 2.1). Dodatkowo w wypadku fizyki i geografii średnie wyniki w roku 2013 były nieistotnie różne od wyników w 2011 r., czyli w pierwszym cyklu badania. Dla wszystkich badanych przedmiotów wyniki z 2012 r. są istotnie wyższe od wyników z poprzedniego i następnego cyklu badania. Warto przypomnieć, że w 2012 r. uczniowie po raz pierwszy zdawali egzamin gimnazjalny w nowej formule – z wyodrębnioną częścią przyrodniczą oraz według nowej podstawy programowej, z uszczegółowionymi wymaganiami.

Ryc. 2.1. Średni wynik uczniów pierwszej klasy szkoły ponadgimnazjalnej na skali umiejętności dla poszczególnych przedmiotów przyrodniczych w latach 2011–2014. Przy skalowaniu przyjęto średnią dla każdego przedmiotu w 2011 r. na poziomie 500 i odchylenie standardowe równe 100



Tab. 2.1. Porównanie wyników uczniów w poszczególnych cyklach badania. W kolumnie A przedstawiono wyniki dla wszystkich uczniów, natomiast w kolumnie B – dla uczniów, którzy nie powtarzali klasy w szkole ponadgimnazjalnej. W nawiasie podano błąd standardowy

Cykl badania	2011		2012		2013		2014	
	A	B	A	B	A	B	A	B
biologia	500,0 (3,7)	507,3 (3,8)	512,8 (4,6)	519,0 (4,6)	506,2 (4,2)	512,7 (4,2)	516,4 (4,1)	523,1 (4,3)
chemia	500,0 (3,9)	507,4 (4,1)	518,9 (4,9)	525,4 (5,0)	511,5 (4,2)	517,5 (4,2)	523,5 (4,2)	530,2 (4,3)
fizyka	500,0 (3,9)	507,2 (4,0)	510,9 (4,8)	517,1 (4,9)	499,5 (4,0)	505,2 (4,0)	513,1 (4,0)	519,8 (4,1)
geografia	500,0 (3,8)	507,2 (4,0)	511,9 (5,1)	518,1 (5,2)	501,3 (4,0)	506,9 (4,1)	515,3 (4,0)	522,0 (4,1)
% uczniów powtarzających klasę	5,8% (0,6)		4,7% (0,4)		4,3% (0,4)		4,0% (0,3)	

Ponieważ badanie prowadzono na samym początku roku szkolnego w szkołach ponadgimnazjalnych, obejmowało ono nie tylko rocznik, który pisał egzamin gimnazjalny w roku badania, ale także uczniów powtarzających pierwszą klasę. W wypadku tych drugich, na ich wynik składał się także dłuższy czas od ukończenia nauki w gimnazjum oraz nauczanie w szkole ponadgimnazjalnej. Ponieważ klasę powtarzają zwykle uczniowie słabsi, może to nieco obniżyć średni wynik. Z drugiej jednak strony, w badaniu nie było możliwe uwzględnienie uczniów z tego samego rocznika, którzy powtarzali trzecią klasę gimnazjum (a zatem nie byli objęci badaniem, które przeprowadzono w szkołach ponadgimnazjalnych). Dlatego w tab. 2.1 podano dwa wyniki dla każdego rocznika - w kolumnie A podano wynik dla wszystkich uczniów, natomiast w kolumnie B podano wynik jedynie dla uczniów, którzy nie powtarzali klasy w szkole ponadgimnazjalnej. Można zauważyć, że wyniki dla uczniów niepowtarzających klasy są wyższe niż dla wszystkich uczniów, ale różnice między cyklami są podobne.

2.2. Poziomy umiejętności uczniów

Dzięki skalowaniu za pomocą metody IRT można zmierzyć umiejętności ucznia oraz stopień trudności zadania za pomocą tej samej skali. Analizując zadania z danego poziomu pod kątem merytorycznym – jakich umiejętności i wiadomości wymaga ich rozwiązanie – można zatem opisać umiejętności, którymi charakteryzują się uczniowie osiągający określone wyniki. Wstępną próbę takiego opisu podjęto już po pierwszym cyklu badania i dotyczyła ona każdego przedmiotu z osobna. Po ponownym skalowaniu na nowo wyróżniono poziomy umiejętności uczniów, tym razem próbując zdefiniować je ponadprzedmiotowo – w kategoriach ogólnych umiejętności rozumowania w przedmiotach przyrodniczych (tab. 2.2).

Warto zauważyć, że wymagania podstawy programowej przedmiotów przyrodniczych dla III etapu edukacyjnego w nierównym stopniu uwzględniają poszczególne elementy metody naukowej i rozumowania w naukach przyrodniczych. Najbardziej obecne są one w biologii i dlatego zadania biologiczne były dla nas głównym punktem odniesienia przy opisie umiejętności ogólnych uczniów. Najwięcej uwagi poświęciliśmy zdefiniowaniu poziomu I, czyli uczniów cechujących się umiejętnościami niewystarczającymi do sprawnego funkcjonowania we współczesnym świecie. Granicę między poziomami I i II wybraliśmy na podstawie analizy zadań – do pierwszego poziomu zakwalifikowane zostały zadania wymagające podstawowych umiejętności. Natomiast dolną granicę poziomu I oraz górne granice poziomów II–V wyznaczono automatycznie, przyjmując, że każdy poziom jest przedziałem o rozpiętości 60 punktów z domkniętą dolną granicą i otwartą górną granicą przedziału.

Procent uczniów znajdujących się na I poziomie i poniżej tego poziomu można z pewnym przybliżeniem traktować jako wskaźnik skuteczności systemu edukacji w przeciwdziałaniu społecznemu wykluczeniu, natomiast procent uczniów znajdujących się na poziomach V i VI – jego efektywności w kształceniu przyszłych kadr (zob. charakterystyki tych poziomów w tab. 2.2). Należy jednak zaznaczyć, że wyniki poniższej analizy opisowej powinno się traktować z dużą ostrożnością, ponieważ w analizie IRT każdy przedmiot skalowany był osobno (mimo prób, wspólne skalowanie nie powiodło się). Tym samym uczeń, który osiągnął np. poziom I z biologii, mógł uzyskać odmienny wynik z innego przedmiotu, np. na poziomie II z chemii.

2. Wyniki

Tabela 2.2. Charakterystyka poziomów umiejętności uczniów opracowana na podstawie zadań z danego poziomu

Poziom i zakres punktowy	Opis umiejętności – uczeń:	Liczba zadań z danego poziomu:			
		biologia	chemia	fizyka	geografia
I: [360–420)	analizuje proste teksty; odpowiada na bezpośrednie pytania dotyczące podstawowych wiadomości, posługując się szkolnym schematem odpowiedzi; odczytuje proste informacje zaprezentowane w postaci tabelarycznej lub graficznej; przeprowadza proste wnioskowanie z odwołaniem do wiedzy potocznej (zadania wielokrotnego wyboru z jedną poprawną odpowiedzią).	5	6	4	2
II: [420–480)	dostrzega proste zależności przyczynowo-skutkowe; dokonuje kategoryzacji i oceny adekwatności argumentów niewymagających specjalistycznej wiedzy przedmiotowej; wnioskuje na podstawie wyników badań z odwołaniem do elementów wiedzy przedmiotowej; analizuje dłuższe teksty i wyszukuje w nich informacje; rozpoznaje poznane zjawiska przyrodnicze w sytuacji praktycznej (zadania innego typu niż WW).	11	11	18	12
III: [480–540)	wykazuje się podstawową wiedzą z zakresu przedmiotu oraz podstawową znajomością metody naukowej: rozróżnia hipotezy, wnioski i obserwacje, planuje proste doświadczenie i analizuje jego przebieg, ocenia poprawność prostego wnioskowania i rozumie znaczenie próby kontrolnej; analizuje dłuższe teksty, w tym zawierające informację w postaci graficznej.	13	19	16	18
IV: [540–600)	analizuje teksty o charakterze popularnonaukowym, odwołując się do posiadanej wiedzy z przedmiotu, wykorzystuje zawarte w nich informacje do wnioskowania i oceny stwierdzeń; analizuje zależności przyczynowo-skutkowe, przewidując konsekwencje określonych zdarzeń lub wynik procesów; stawia pytania badawcze i weryfikuje hipotezy; ocenia potoczne sądy, wykorzystując podane informacje oraz swoją wiedzę.	21	11	18	13
V: [600–660)	wykazuje się pogłębioną wiedzą przedmiotową, którą wykorzystuje do interpretacji trudnych tekstów popularnonaukowych oraz złożonej informacji graficznej (np. mapy tematyczne); posługuje się metodą naukową nie tylko w odniesieniu do sytuacji typowych (np. przykładów szkolnych), ale i nietypowych (np. sytuacji w życiu codziennym); analizuje konstrukcję doświadczenia i ocenia poprawność wyciągniętych wniosków, odpowiednio je uzasadniając.	11	9	10	12
VI: ≥ 660	wykazuje się doskonałym opanowaniem wiedzy przedmiotowej, niekiedy wykraczającym poza podstawę programową; sprawnie posługuje się różnymi źródłami informacji, w tym podanymi w postaci graficznej (złożone mapy tematyczne, wykresy, schematy); biegle posługuje się aparatem matematycznym w rozwiązywaniu zadań; poszukując wyjaśnienia procesów przyrodniczych, rozważa alternatywne scenariusze oraz dostosowuje do nich metody badawcze; w formułowaniu wniosków odwołuje się – w miarę potrzeby – do kategorii prawdopodobieństwa; uzasadnia swoje stanowisko.	21	18	13	24

Analizując zmiany rozkładu wyników uczniów, możemy zauważyć, że we wszystkich przedmiotach w ostatnim cyklu badania w porównaniu z pierwszym cyklem wzrósł udział uczniów, którzy osiągnęli wyniki na V i VI poziomie (ryc. 2.2, tab. 2.3). Na najwyższym VI poziomie we wszystkich przedmiotach udział ten wzrósł z ok. 6% do ok. 9–11% i wzrost ten jest istotny statystycznie. Odsetek uczniów najsłabszych (poniżej II poziomu) zmniejszył się we wszystkich przedmiotach między 2011 a 2014 r. zaledwie o 1–2 punkty procentowe, a w chemii o prawie 4 punkty, i tylko dla chemii jest to zmiana istotna statystycznie. Sugeruje to, że na reformie podstawy programowej bardziej skorzystali lepsi uczniowie niż słabsi.

Ryc. 2.2. Rozkłady (%) wyników uczniów z podziałem na poziomy umiejętności.

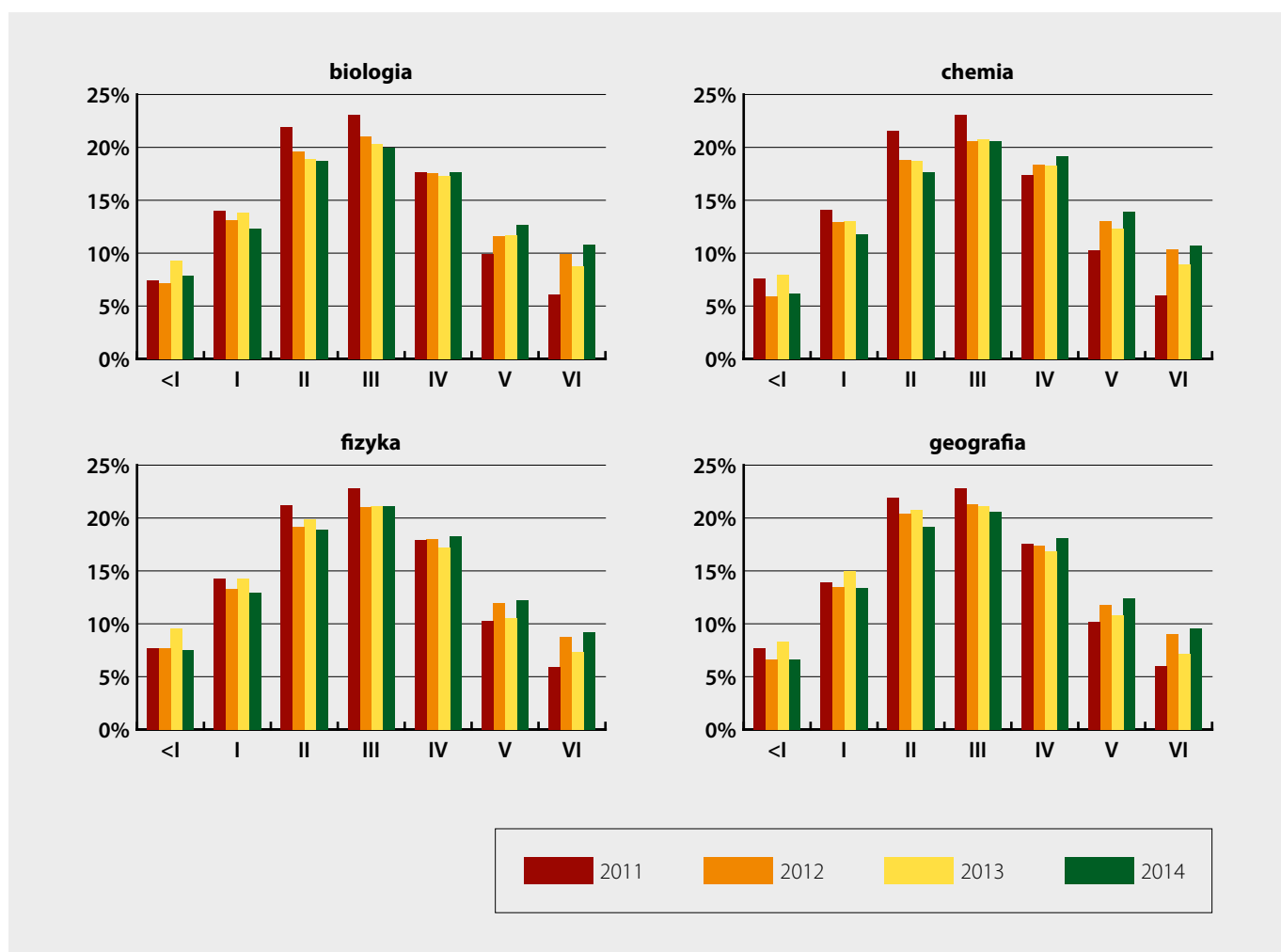


Tabela 2.3. Udział procentowy uczniów o najniższych i najwyższych kompetencjach wśród badanych uczniów w latach 2011 i 2014. Pogrubioną czcionką oznaczono zmiany istotne statystycznie ($p < 0,05$)

Przedmiot	Rok	% uczniów poniżej II poziomu			% uczniów na poziomach V i VI		
		2011	2014	zmiana	2011	2014	zmiana
biologia		21,5%	20,3%	-1,2%	15,9	23,4	7,5%
chemia		21,7%	18,0%	-3,7%	16,3	24,6	8,3%
fizyka		21,9%	20,4%	-1,5%	16,2	21,4	5,2%
geografia		21,5%	20,0%	-1,5%	16,2	22,0	5,8%

2.3. Zróźnicowanie wyników ze względu na płeć

Stwierdzono wyraźne różnice między średnimi wynikami dla dziewcząt i chłopców (tab. 2.4). Dla biologii i chemii średni wynik dziewcząt był statystycznie istotnie wyższy od wyniku chłopców we wszystkich cyklach badania. Pod względem wyniku z fizyki chłopcy byli średnio statystycznie istotnie lepsi od dziewcząt w 1., 3. i 4. cyklu badania, natomiast w 2. cyklu wyniki chłopców i dziewcząt były podobne. Interesującą tendencję widać w geografii – w 1. cyklu chłopcy lepsi od dziewcząt, w 2. i 3. cyklu brak było istotnej statystycznie różnicy, natomiast w 4. cyklu dziewczęta osiągnęły lepsze wyniki od chłopców.

2. Wyniki

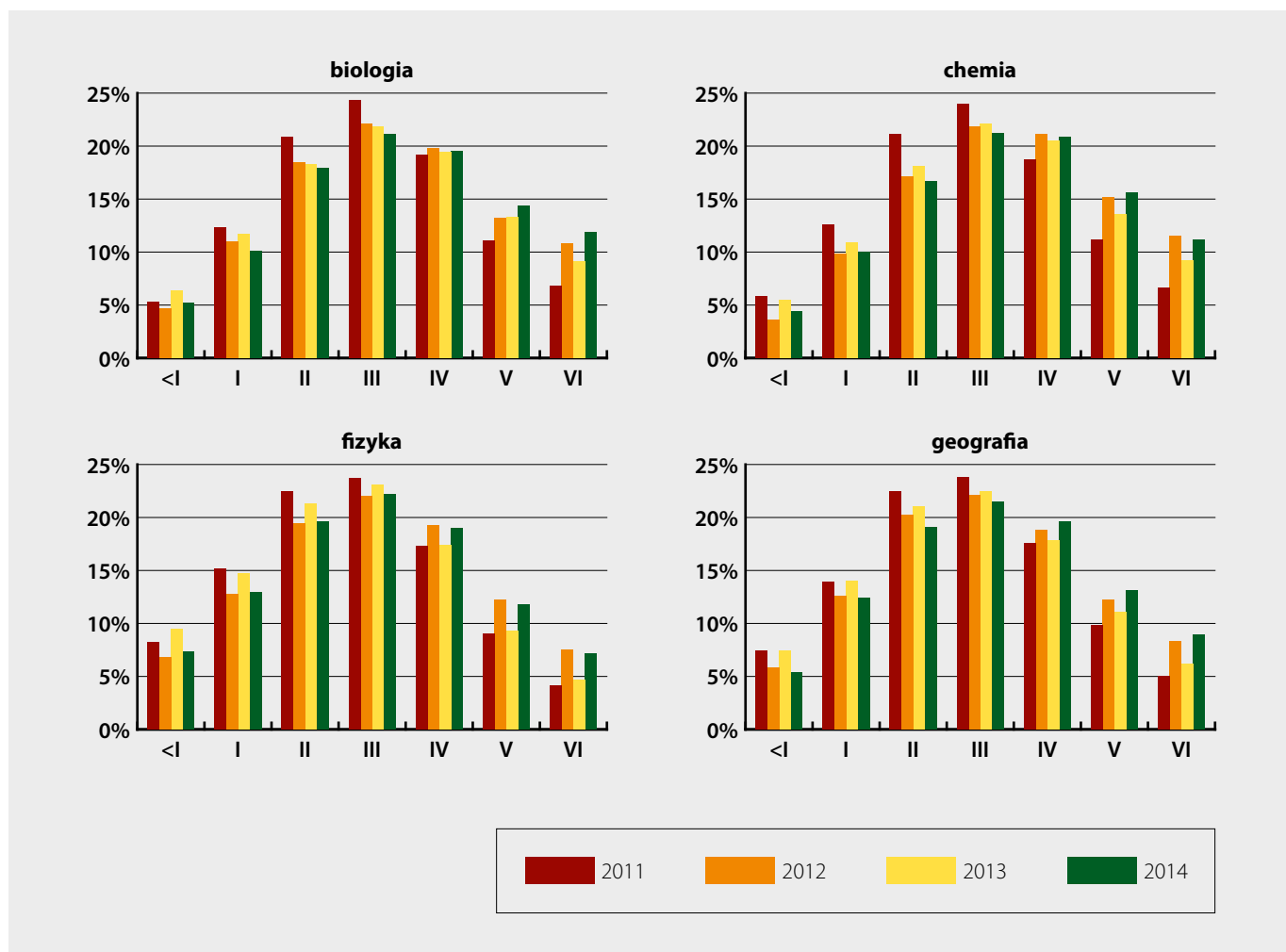
Tabela 2.4. Zróżnicowanie wyników uczniów ze względu na płeć. W kolumnie A podano wartości średniej i błędu standardowego dla dziewcząt, w B – dla chłopców, w C – różnicę punktową między dziewczętami a chłopcami. Statystycznie istotne różnice zaznaczono pogrubioną czcionką ($p < 0,05$)

Przedmiot	Rok	2011			2012			2013			2014		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
biologia		511,1 (4,7)	489,0 (4,3)	22,1	526,6 (6,4)	499,8 (5,3)	26,8	518,3 (4,8)	494,8 (5,2)	23,5	530,7 (5,0)	503,0 (5,3)	27,7
chemia		508,7 (4,8)	491,4 (4,9)	17,3	535,5 (7,1)	503,2 (5,4)	32,3	522,6 (4,8)	501,1 (5,2)	21,5	533,6 (4,6)	514,0 (5,1)	19,6
fizyka		491,3 (4,6)	508,6 (4,9)	-17,3	511,2 (6,0)	510,7 (5,5)	0,5	491,5 (4,1)	507,0 (5,2)	-15,5	508,5 (4,5)	517,4 (4,9)	-8,9
geografia		497,5 (5,0)	502,5 (4,6)	-5,0	514,4 (6,8)	509,6 (5,3)	4,8	502,5 (4,8)	500,2 (4,8)	2,3	518,9 (4,6)	511,9 (5,0)	7,0

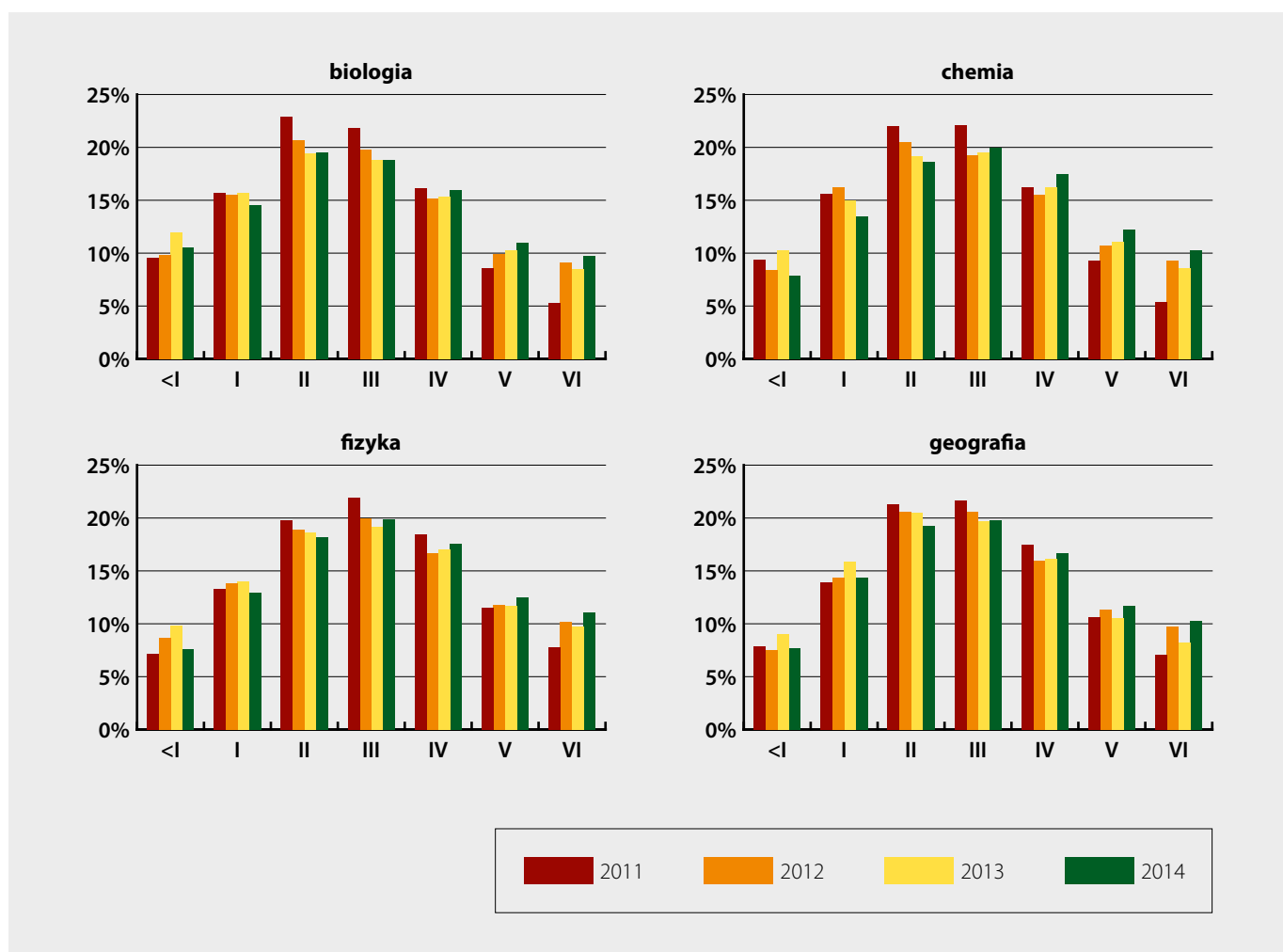
Analizując rozkład wyników uczniów z podziałem na poziomy umiejętności dla dziewcząt i chłopców, można stwierdzić podobne tendencje, jak dla całości próby – w trakcie badania spadają odsetki uczniów na poziomach umiejętności I–III, a wzrastają na poziomach IV–VI (ryc. 2.3).

Ryc. 2.3. Rozkłady (%) wyników uczniów z podziałem na poziomy umiejętności dla dziewcząt i chłopców.

Dziewczęta



Chłopcy



Na najniższych poziomach umiejętności w pierwszym cyklu badania zazwyczaj było więcej chłopców niż dziewcząt (tab. 2.5). W biologii, chemii i geografii udział ten wynosił 17–23% wśród dziewcząt, natomiast wśród chłopców 20–25%. Największe różnice w odsetku chłopców i dziewcząt, którzy nie potrafili poradzić sobie z najprostszymi zadaniami, były widoczne w biologii i chemii. Jedynie w wypadku fizyki udział uczniów na najniższych poziomach kompetencji był niższy wśród chłopców niż wśród dziewcząt. Odsetki te zmieniły się w trakcie badania, ale nie tak samo dla obu płci. W 2014 r. odsetki uczniów na najniższych poziomach umiejętności były niższe o ok. 2–4 punkty procentowe w wypadku dziewcząt. Natomiast wśród chłopców odsetek ten spadł istotnie jedynie w wypadku chemii, a pozostał bez zmian w pozostałych przedmiotach.

Tabela 2.5. Udział procentowy uczniów o najniższych kompetencjach (poziom I i poniżej tego poziomu) wśród dziewcząt i chłopców w latach 2011 i 2014. Pogrubioną czcionką oznaczono zmiany istotne statystycznie ($p < 0,05$)

Przedmiot	Rok	Dziewczęta			Chłopcy		
		2011	2014	zmiana	2011	2014	zmiana
biologia		17,6%	15,2%	-2,4%	25,3%	25,0%	-0,3%
chemia		18,4%	14,4%	-4,0%	25,0%	21,4%	-3,6%
fizyka		23,4%	20,2%	-3,2%	20,5%	20,6%	0,1%
geografia		21,2%	17,8%	-3,4%	21,8%	22,2%	0,3%

2. Wyniki

Największe zmiany zaobserwowano na najwyższych poziomach umiejętności – V i VI (tab. 2.6). W 2011 r., w którym badano ostatni rocznik uczniów uczących się według starej podstawy programowej, V i VI poziom umiejętności osiągnęło ok. 18% dziewcząt oraz ok. 14–15% chłopców w wypadku biologii i chemii. W wypadku fizyki i geografii było to ok. 13–15% dziewcząt i 18–19% chłopców. Natomiast w 2014 r. zarówno wśród dziewcząt, jak i wśród chłopców, odsetek uczniów na najwyższych poziomach kompetencji istotnie wzrósł, przekraczając – z wyjątkiem fizyki – poziom 20%.

Tabela 2.6. Udział procentowy uczniów o najwyższych kompetencjach (poziomy V i VI) wśród dziewcząt i chłopców w latach 2011 i 2014. Pogrubioną czcionką oznaczono różnice istotne statystycznie ($p < 0,05$)

Przedmiot	Rok	Dziewczęta			Chłopcy		
		2011	2014	zmiana	2011	2014	zmiana
biologia		17,9%	26,3%	8,3%	13,9%	20,7%	6,8%
chemia		17,8%	26,8%	9,0%	14,7%	22,5%	7,8%
fizyka		13,1%	19,0%	5,9%	19,3%	23,6%	4,3%
geografia		14,8%	22,1%	7,3%	17,6%	22,0%	4,4%

W pierwszym roku badania procent uczniów o najwyższych kompetencjach był wyższy wśród chłopców niż wśród dziewcząt w wypadku fizyki i geografii, a niższy w wypadku biologii i chemii (tab. 2.7). Między 2011 a 2014 r. odsetek procentowy dziewcząt o najwyższych poziomach kompetencji z biologii i chemii zwiększył się bardziej niż odsetek chłopców. Różnica na korzyść chłopców pozostała w fizyce, ale nieco zmniejszyła się w porównaniu z 2011 r. Natomiast w wypadku geografii udział uczniów o najwyższych poziomach kompetencji wśród chłopców i dziewcząt był statystycznie nieodróżnialny pod koniec badania.

Tabela 2.7. Różnice między chłopcami a dziewczętami w udziale procentowym uczniów o najwyższych kompetencjach (poziomy V i VI) w latach 2011 i 2014. Pogrubioną czcionką oznaczono różnice istotne statystycznie ($p < 0,05$)

Przedmiot	Rok	
	2011	2014
biologia	-4,0%	-5,6%
chemia	-3,1%	-4,3%
fizyka	6,3%	4,6%
geografia	2,8%	-0,1%

2.4. Wyniki w podziale na rodzaje szkoły ponadgimnazjalnej

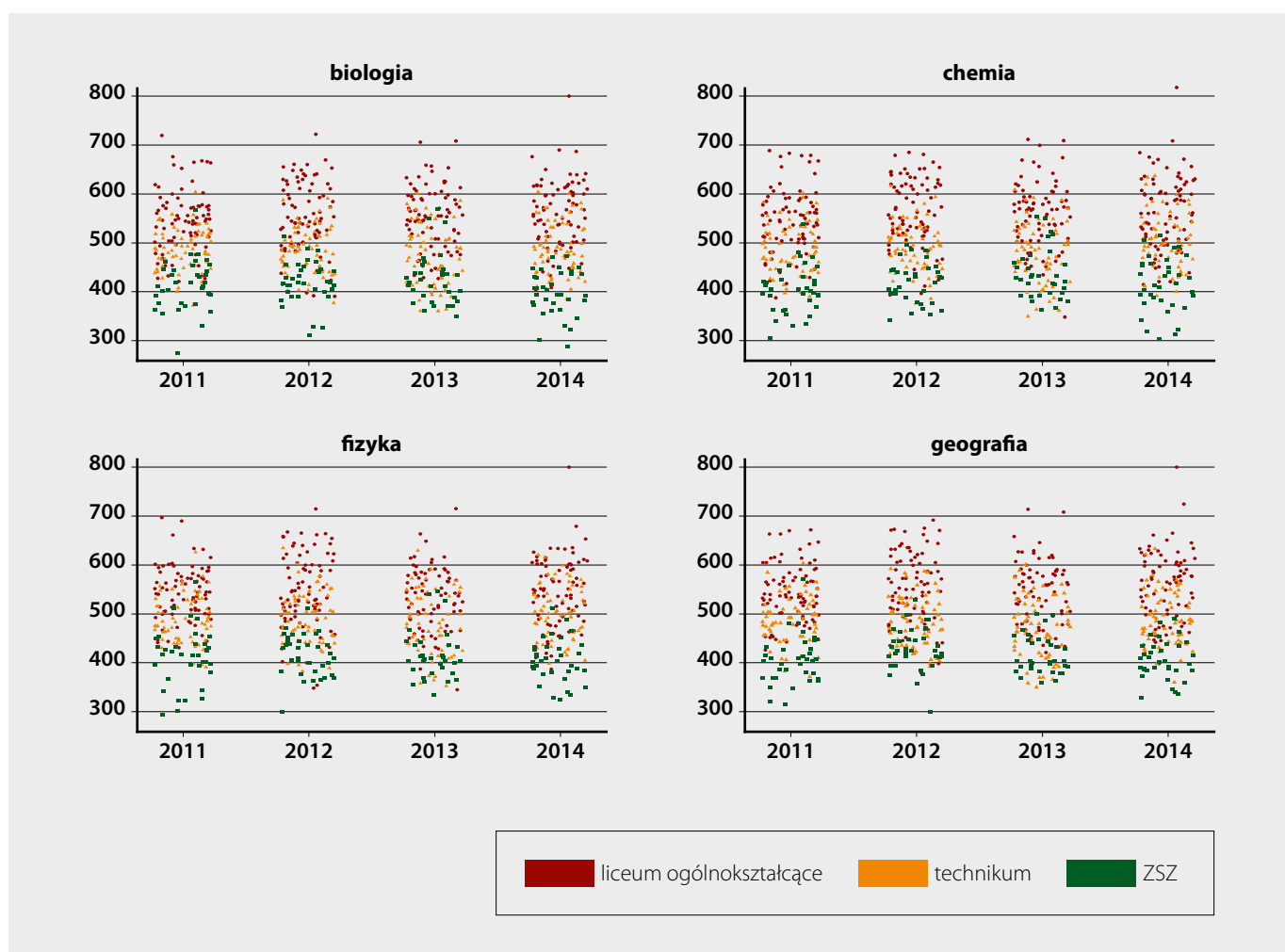
Zaobserwowano wyraźny związek między poziomem umiejętności uczniów a wyborem przez nich szkoły ponadgimnazjalnej (tab. 2.8) – najwyższy przeciętny wynik osiągnęli uczniowie, którzy wybrali licea ogólnokształcące, natomiast uczniowie, którzy wybrali zasadnicze szkoły zawodowe, mieli najniższy średni wynik. Warto zauważyć, że różnica między typami szkół pogłębiała się w trakcie badania – np. w 2011 r. różnica między uczniami, którzy wybrali liceum, a tymi, którzy wybrali zasadnicze szkoły zawodowe, wyniosła dla biologii 132 pkt., natomiast w ostatnim aż 170 pkt. We wszystkich przedmiotach przeciętny wynik wzrósł w liceach ogólnokształcących i technikach, podczas gdy w zasadniczych szkołach zawodowych był na podobnym poziomie (chemia, geografia) lub nieznacznie się obniżył (spadek o 14 pkt w biologii, 8 pkt w fizyce). Jednak z wyjątkiem wzrostu wyniku z chemii w liceach ogólnokształcących, pojedyncze różnice między latami 2011 i 2014 nie były istotne statystycznie.

Tabela 2.8. Zróżnicowanie wyników uczniów ze względu na wybór szkoły ponadgimnazjalnej. Skróty LO, T i ZSZ oznaczają odpowiednio licea ogólnokształcące, technika oraz zasadnicze szkoły zawodowe

Przedmiot	Rok	2011			2012			2013			2014		
	Szkoła	LO	T	ZSZ	LO	T	ZSZ	LO	T	ZSZ	LO	T	ZSZ
biologia		547,0	483,5	415,0	570,8	485,8	416,0	563,9	478,8	416,8	571,6	498,2	401,3
chemia		546,6	485,3	412,5	578,8	491,4	418,0	566,2	487,0	423,5	574,5	507,0	416,3
fizyka		540,8	491,3	415,1	563,1	491,4	413,6	542,0	487,0	417,1	557,1	504,7	406,6
geografia		546,2	488,0	408,2	568,3	485,5	417,9	552,2	480,2	415,6	567,0	498,4	406,9

Porównując wyniki uczniów pod względem wyboru szkoły, należy uwzględnić nie tylko średni wynik, ale i rozpatrzyć zróżnicowanie międzyszkolne, a było ono stosunkowo duże (ryc. 2.4).

Ryc. 2.4. Rozrzut średnich wyników uczniów z badanych szkół z podziałem na typy szkół w kolejnych cyklach badania. Ponieważ badanie przeprowadzono na początku roku szkolnego, średnia dla szkoły odzwierciedla jedynie efekt naboru, nie zaś kształcenia w danej szkole.



Najbardziej zróżnicowane pod względem naboru uczniów są licea ogólnokształcące – średnie wyniki uczniów przyjętych do niektórych liceów były porównywalne ze średnimi wynikami uczniów, którzy wybrali zasadnicze szkoły zawodowe. Wśród szkół z najwyższą średnią wyników uczniów w badaniu *Laboratorium myślenia* są niemal wyłącznie licea. Średnie wyniki uczniów zasadniczych

2. Wyniki

szkół zawodowych są wyraźnie niższe, choć we wszystkich edycjach znalazły się też szkoły, w których byli uczniowie o średnim wyniku porównywalnym do wyniku uczniów, którzy wybrali technika.

Warto przyrzeć się także rozkładowi poziomu uczniów, którzy trafiają do poszczególnych typów szkół (tab. 2.9). W liceach ogólnokształcących jest najmniej uczniów na najniższych poziomach: pierwszym i poniżej pierwszego. W latach 2011–2014 w liceach ogólnokształcących było takich uczniów ok. 6–9%. Jednocześnie, mniej więcej co czwarty uczeń w 2011 r. dobrze radził sobie z najtrudniejszymi zadaniami w testach przyrodniczych. Porównując sytuację w 2011 i 2014 r., zwraca uwagę istotny statystycznie wzrost odsetka tej grupy uczniów we wszystkich przedmiotach. W technikach zwraca uwagę spory odsetek na najniższych poziomach: poniżej drugiego poziomu umiejętności jest mniej więcej co piąty uczeń. Między 2011 a 2014 r. odsetek ten nieznacznie się zmniejszył. Uczniowie najlepsi stanowią nieliczną grupę, która zwiększyła się między 2011 a 2014 r. we wszystkich przedmiotach, choć wzrost odsetka jest niższy niż w liceach ogólnokształcących. Bardzo niepokojące są wyniki uzyskane w zasadniczych szkołach zawodowych. O tym, że odsetek uczniów posiadających bardzo niskie kompetencje jest w tych szkołach wysoki, wiemy z innych badań, przede wszystkim z badania PISA 2006–2012. Wyniki badania *Laboratorium myślenia* potwierdzają ten wniosek, dając bardziej dokładny obraz umiejętności z poszczególnych przedmiotów. Większość uczniów ma umiejętności poniżej II poziomu. Wyniki sugerują, że w trakcie badania nastąpiło raczej pogorszenie sytuacji, niż jej poprawa. Znikomy procent uczniów dobrze poradził sobie z najtrudniejszymi zadaniami, co musi być niepokojące, jeśli wziąć pod uwagę, że część zawodów, w których ci uczniowie się kształcą, wymaga wiedzy i umiejętności z zakresu nauk przyrodniczych.

Tabela 2.9. Udział procentowy uczniów o najniższych i najwyższych kompetencjach wśród uczniów poszczególnych typów szkół w latach 2011 i 2014. Pogrubioną czcionką oznaczono różnice istotne statystycznie ($p < 0,05$)

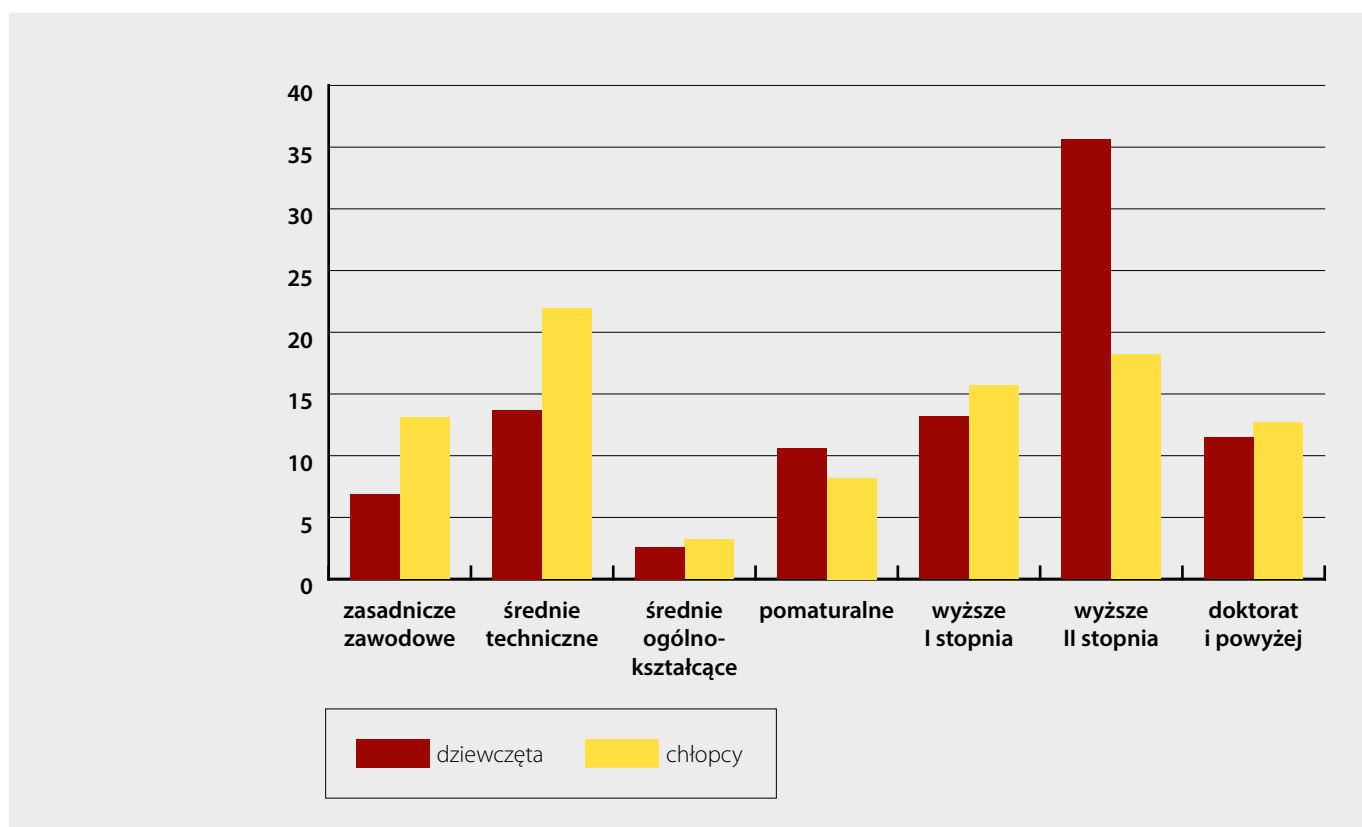
Przedmiot	% uczniów poniżej II poziomu			% uczniów na poziomach V i VI			
	Rok	2011	2014	zmiana	2011	2014	zmiana
licea ogólnokształcące							
biologia		8,3%	7,0%	-1,3%	27,9%	39,3%	11,4%
chemia		8,7%	6,5%	-2,1%	28,3%	40,3%	12,0%
fizyka		9,4%	9,1%	-0,3%	25,9%	33,6%	7,7%
geografia		8,1%	7,2%	-0,8%	27,8%	37,0%	9,2%
technika							
biologia		22,1%	19,7%	-2,3%	7,9%	13,7%	5,7%
chemia		21,5%	17,0%	-4,5%	8,8%	15,5%	6,8%
fizyka		21,6%	18,0%	-3,6%	11,5%	15,4%	3,8%
geografia		20,6%	19,3%	-1,3%	9,3%	13,1%	3,8%
zasadnicze szkoły zawodowe							
biologia		53,2%	59,7%	6,6%	1,3%	0,8%	-0,6%
chemia		54,8%	53,6%	-1,3%	0,8%	1,1%	0,3%
fizyka		53,8%	58,5%	4,6%	1,4%	0,8%	-0,6%
geografia		56,9%	58,9%	2,0%	1,1%	0,4%	-0,7%

Spojrzenie na wyniki uczniów, którzy trafiają do poszczególnych typów szkół, jest ważne z punktu widzenia adresowania wsparcia. Problem niskiego poziomu umiejętności w zasadniczych szkołach zawodowych nie dotyczy bowiem pojedynczych uczniów, ale całych roczników. Warto jednak zauważyć, że problem ten jest też obecny w części techników oraz w niektórych liceach ogólnokształcących.

Między kolejnymi edycjami badania nie zmieniała się struktura wyborów edukacyjnych ze względu na płeć (tab. 1.1). Wśród uczniów pierwszych klas liceów ogólnokształcących dominują dziewczęta (62–65%). Szkoły zawodowe częściej wybierają chłopcy: stanowili oni, odpowiednio, ok. 60% i 70% uczniów techników i zasadniczych szkół zawodowych.

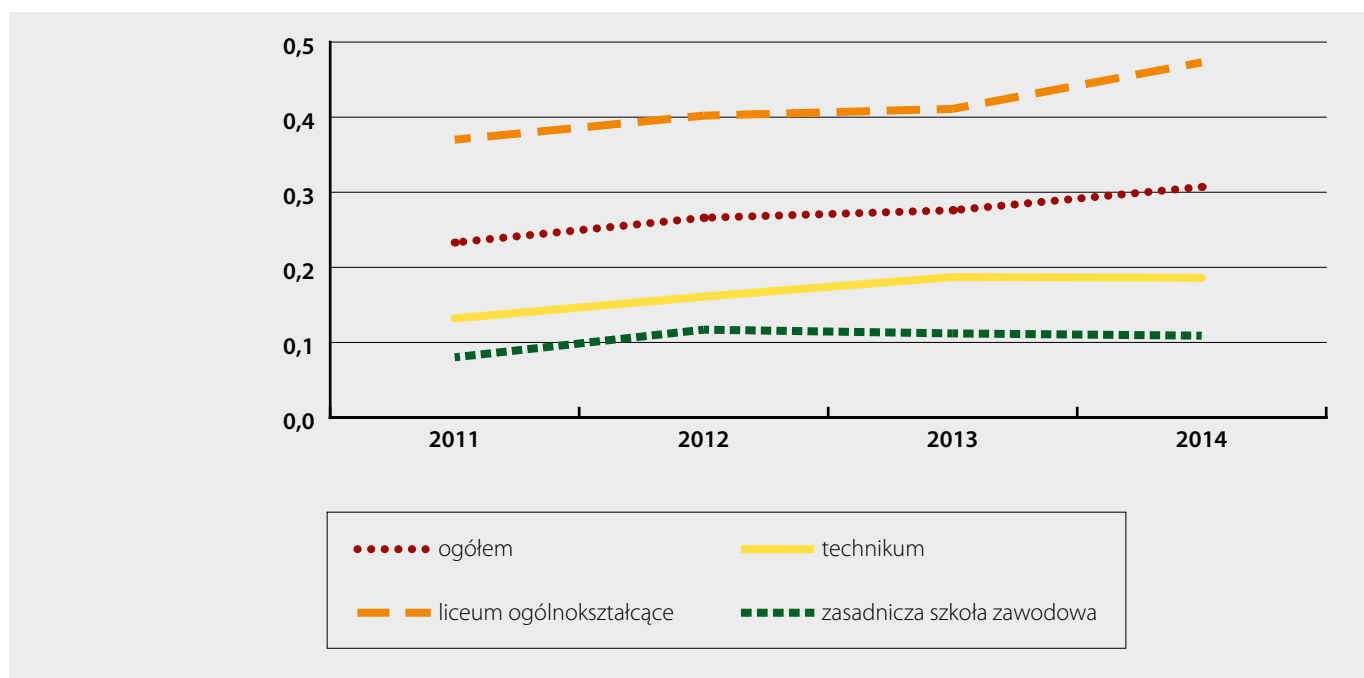
Różnice w wyborze szkoły ponadgimnazjalnej przez dziewczęta i chłopców znajdują także odzwierciedlenie w aspiracjach edukacyjnych. Deklaracje uczniów względem wyboru dalszej ścieżki edukacji w zasadzie nie zmieniały się z roku na rok, przykładowe porównanie pokazuje ryc. 2.5. Znacznie więcej chłopców niż dziewcząt deklaruje zakończenie edukacji na zasadniczej szkole zawodowej lub średniej zawodowej, natomiast znacznie więcej dziewcząt niż chłopców chciałoby ukończyć studia II stopnia (magisterskie lub lekarskie). Co interesujące, bardzo mały odsetek chłopców i dziewcząt (ok. 3%) uważa, że wystarczy im ukończenie liceum ogólnokształcącego. Zaskakujący jest także wysoki (ok. 12%) i podobny dla obu płci odsetek osób deklarujących chęć uzyskania stopnia lub tytułu naukowego.

Ryc. 2.5. Deklaracje uczniów względem dalszych planów edukacyjnych w badaniu w 2014 r.



Stwierdzono związek między wykształceniem rodziców a wyborem szkoły ponadgimnazjalnej – najczęściej uczniów z rodzicami po studiach wyższych jest wśród licealistów (ryc. 2.6). W badanym okresie do szkół trafiali uczniowie coraz lepiej wykształconych rodziców – odsetek uczniów, których przynajmniej jeden z rodziców miał wyższe wykształcenie, wzrósł z 23,3% w 2011 r. do 30,7% w 2014 r. Wzrost wykształcenia sprzyjał pogłębianiu się różnic między szkołami: odsetek uczniów z przynajmniej jednym rodzicem z wyższym wykształceniem wzrósł przede wszystkim w liceach ogólnokształcących, w mniejszym stopniu w technikach, a w najmniejszym – w zasadniczych szkołach zawodowych. W efekcie blisko połowa uczniów liceów ma rodzica z wyższym wykształceniem, podczas gdy w zasadniczej szkole zawodowej jest to zaledwie co dziesiąty uczeń. Analogicznie, o ile rodzice uczniów zasadniczych szkół zawodowych mają najczęściej wykształcenie zasadnicze zawodowe, to w przypadku uczniów liceum taka sytuacja należy do rzadkości.

Ryc. 2.6. Udział uczniów w pierwszej klasie szkoły ponadgimnazjalnej z przynajmniej jednym rodzicem z wykształceniem wyższym



2.5. Wiedza gimnazjalna w dalszym toku kształcenia

Jak trwała jest nabyta w gimnazjum wiedza, czyli wiadomości i umiejętności? Obiegowy pogląd mówi o trzech „Z” – „zakuł, zaliczył, zapomniał”. Czy rzeczywiście wiedza gimnazjalna nie jest utrwalana w toku dalszej edukacji? W celu odpowiedzi na to pytanie, w trzecim cyklu (2013 r.) przeprowadzono badanie również w drugich klasach szkół ponadgimnazjalnych. Porównano wyniki tego samego rocznika uczniów, a zatem w próbie klas pierwszych w 2012 r. uwzględniono jedynie wyniki uczniów, którzy w tym samym roku pisali egzamin gimnazjalny, natomiast w badaniu 2013 r. uwzględniono uczniów klas drugich niepowtarzających klasy oraz uczniów repetujących pierwszą klasę, czyli ponownie tych, którzy pisali egzamin gimnazjalny w 2012 r. W obu badaniach uwzględniono inne szkoły, a zatem badani uczniowie klas drugich nie znali testu *Laboratorium myślenia*. Wyniki porównania przedstawia tab. 2.10.

Tabela 2.10. Różnica między średnim wynikiem uczniów po roku kształcenia w szkole ponadgimnazjalnej (2013 r.) a średnim wynikiem bezpośrednio po egzaminie gimnazjalnym (2012 r.). Pogrubioną czcionką oznaczono różnice istotne statystycznie ($p < 0,05$)

Przedmiot	ogółem	Szkoła		
		liceum ogólnokształcące	technikum	zasadnicze szkoły zawodowe
biologia	18,9	19,6	18,5	13,2
chemia	11,8	14,6	11,1	0,7
fizyka	18,9	23,5	15,3	10,9
geografia	13,2	15,8	9,8	9,1

Z wyjątkiem chemii w zasadniczych szkołach zawodowych, we wszystkich przedmiotach i we wszystkich typach szkół zaobserwowano statystycznie istotny przyrost umiejętności uczniów. Najwyższy był on w liceach ogólnokształcących. Najmniejsze zróżnicowanie międzyszkolne wystąpiło w wypadku biologii, która też – obok fizyki – zanotowała najwyższy ogólny przyrost.

2.6. Zmiany rozwiązywalności zadań

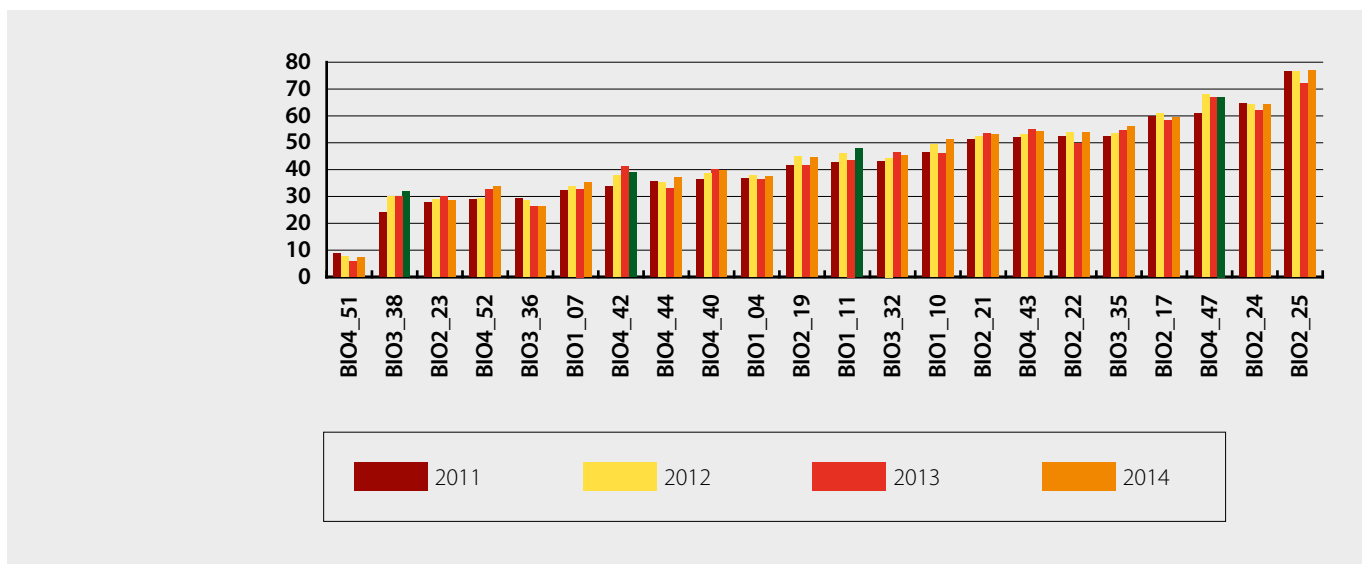
Rozwiązywalność zadań wykorzystanych we wszystkich cyklach badania (tzw. zadań linkowych) zmieniała się w poszczególnych latach, ale były to w większości zmiany niewielkie i nieistotne statystycznie (ryc. 2.7–2.10), choć ich skumulowany efekt, jak już pokazano, był znaczący. Przy porównaniu pierwszego i czwartego cyklu statystycznie istotne zmiany stwierdzono dla 18 z 97 zadań linkowych, przy tym tylko w jednym przypadku był to spadek (tab. 2.11).

Tabela 2.11. Istotne statystycznie zmiany rozwiązywalności zadań linkowych między pierwszym a czwartym cyklem badania ($p < 0,05$)

Zmiana rozwiązywalności	biologia	chemia	fizyka	geografia
wzrost	4	4	3	6
spadek	-	1	-	-

Zmiany rozwiązywalności zadań z biologii przedstawia ryc. 2.7. Wśród zadań, których rozwiązywalność istotnie wzrosła, znalazły się zarówno zadania stosunkowo łatwe, które rozwiązało blisko 70% uczniów, jak i zadania trudne, z którymi poradziło sobie zaledwie ok. 30% uczniów. Nie były to typowo szkolne zadania, choć niektóre z nich wymagały szczegółowej wiedzy z zakresu biologii. We wszystkich zadaniach istotnym elementem trudności była wnikliwa analiza tekstu wprowadzającego, który zawierał kluczowe informacje. Wszystkie zadania wymagały też umiejętności wnioskowania.

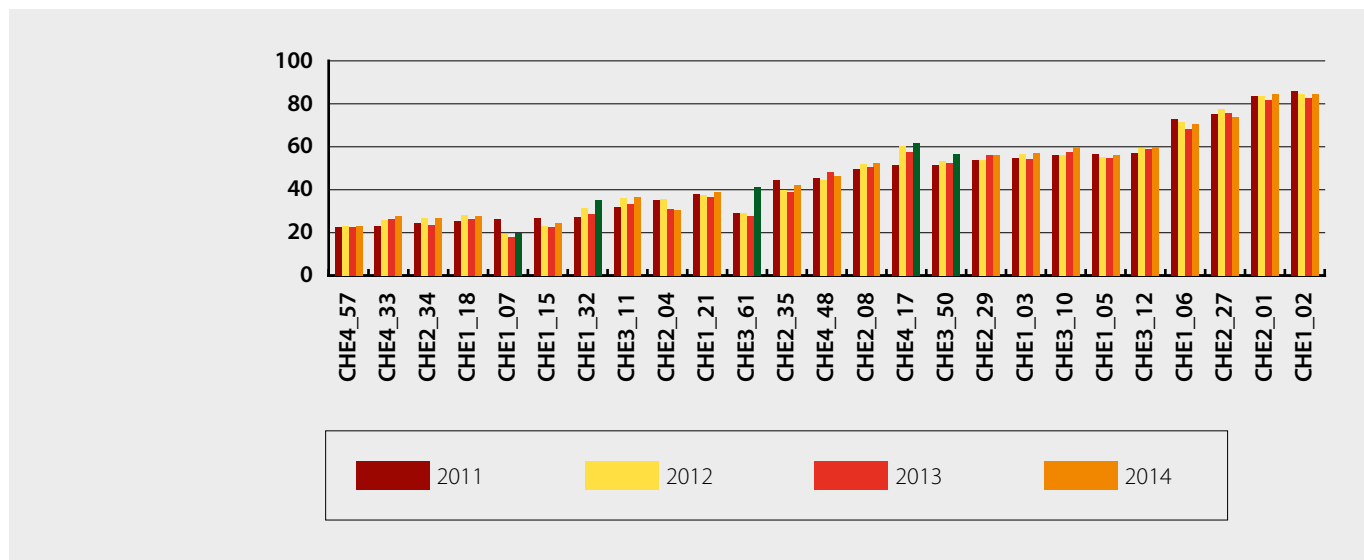
Ryc. 2.7. Zmiany rozwiązywalności (%) zadań z biologii w poszczególnych cyklach badania. Zadania uszeregowano według wzrastającej rozwiązywalności w I cyklu. Odmianym kolorem wyróżniono cztery zadania, których rozwiązywalność w IV cyklu była statystycznie istotnie wyższa niż w cyklu I ($p < 0,05$)



Zmiany rozwiązywalności zadań z chemii przedstawia ryc. 2.8. Istotne statystycznie zmiany stwierdzono dla pięciu zadań o zróżnicowanej rozwiązywalności, w zakresie 20–60%. Analizując mierzone przez te zadania umiejętności, można zauważyć, że we wszystkich istotnym elementem trudności była odpowiednia wiedza przedmiotowa. Zadanie Che1_07, którego rozwiązywalność spadła, dotyczyło wnioskowania o budowie atomu na podstawie pozycji pierwiastka w układzie okresowym. Warto podkreślić, że jedno z zadań (Che4_17), których rozwiązywalność wzrosła, dotyczyło analizy wyników eksperymentu.

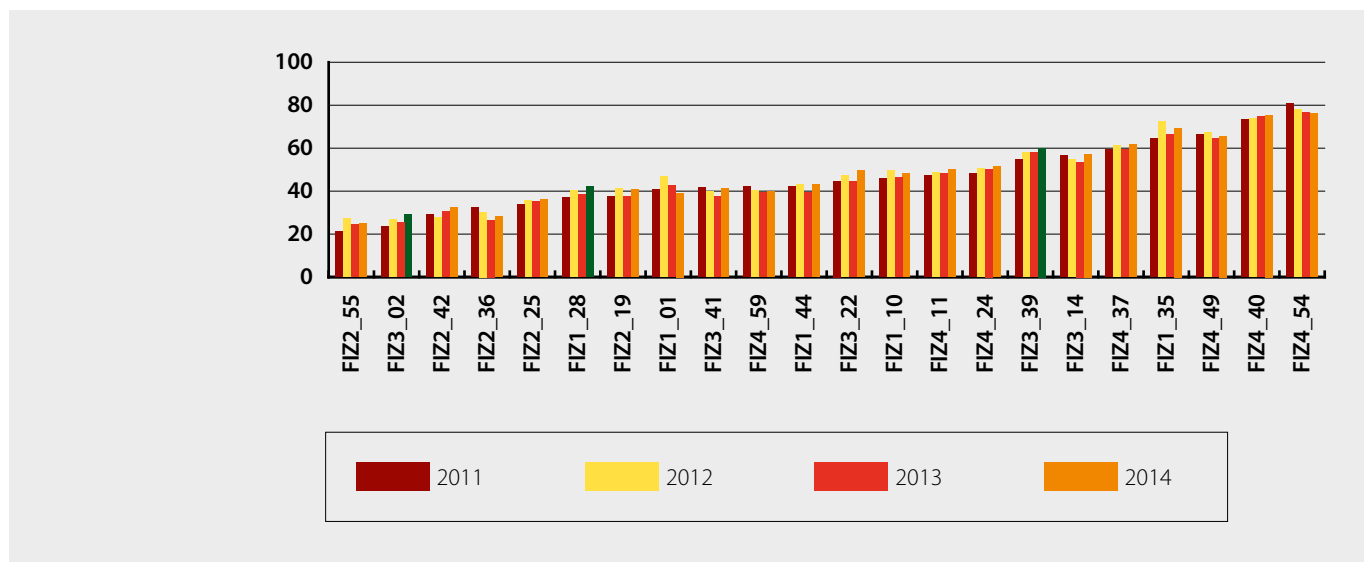
2. Wyniki

Ryc. 2.8. Zmiany rozwiązywalności (%) zadań z chemii w poszczególnych cyklach badania. Zadania uszeregowano według wzrastającej rozwiązywalności w I cyklu. Odmianym kolorem wyróżniono zadania, których rozwiązywalność w IV cyklu była statystycznie istotnie różna (wyższa lub niższa) niż w cyklu I ($p < 0,05$)



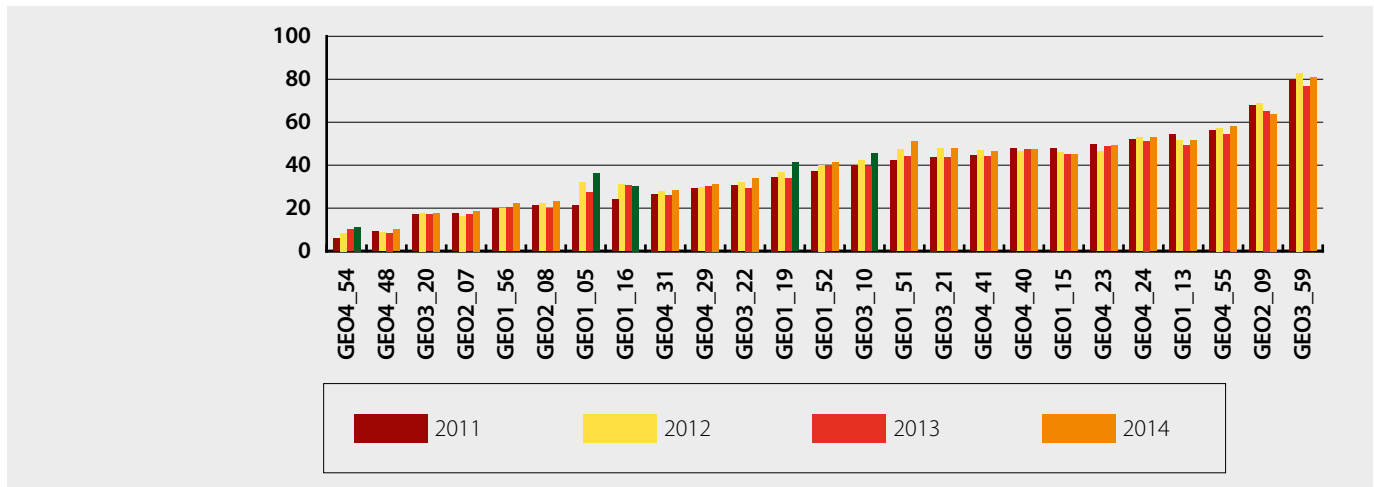
Jedynie dla trzech zadań z fizyki stwierdzono istotne statystycznie zmiany rozwiązywalności (ryc. 2.9). Wszystkie z nich sprawdzały przede wszystkim wiadomości określone wymaganiami szczegółowymi podstawy programowej. Warto jednak zauważyć, że jedno (Fiz3_39) odnosiło się do metody badawczej – wyboru problemu badawczego.

Ryc. 2.9. Zmiany rozwiązywalności (%) zadań z fizyki w poszczególnych cyklach badania. Zadania uszeregowano według wzrastającej rozwiązywalności w I cyklu. Odmianym kolorem wyróżniono zadania, których rozwiązywalność w IV cyklu była statystycznie istotnie wyższa niż w cyklu I ($p < 0,05$)



Zmiany rozwiązywalności zadań z geografii przedstawia ryc. 2.10. Wśród zadań, których rozwiązywalność wzrosła, znalazły się zadania trudne i średnio trudne. Wszystkie dotyczyły korzystania ze źródeł informacji geograficznej, przede wszystkim odczytywania informacji z mapy oraz analizy tekstu. Trzy zadania miały istotny komponent wiedzy szkolnej i dotyczyły konkretnych wymagań szczegółowych podstawy programowej.

Ryc. 2.10. Zmiany rozwiązywalności (%) zadań z geografii w poszczególnych cyklach badania. Zadania uszeregowano według wzrastającej rozwiązywalności w I cyklu badania. Odmianym kolorem wyróżniono zadania, których rozwiązywalność w IV cyklu była statystycznie istotnie wyższa niż w cyklu I ($p < 0,05$)

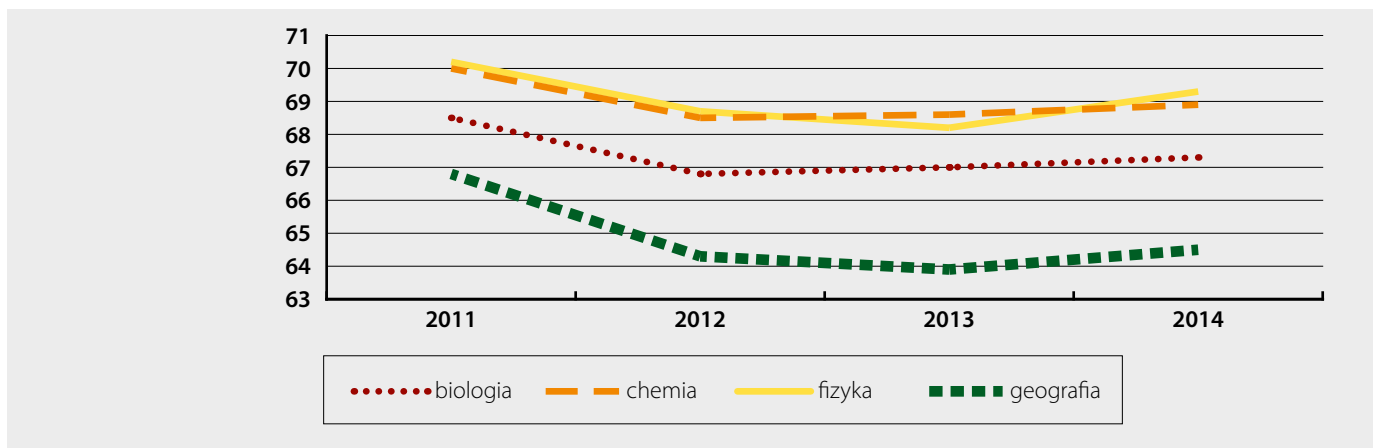


2.7. Dobre praktyki edukacyjne na lekcji

W badaniu ankietowym zapytano uczniów o metody pracy nauczycieli, które sprzyjają kształtowaniu umiejętności rozumowania. Podano kilka takich metod, np. zachęcanie do samodzielnego rozwiązywania problemów, a następnie poproszono uczniów, aby zadeklarowali, czy miało to miejsce na każdej lekcji, na większości lekcji, rzadko, czy może nigdy. Analizując te wyniki, należy jednak pamiętać, że ocena uczniów jest subiektywna, np. może zależeć od ich zainteresowania przedmiotem, a zatem nie należy tych miar traktować jako rzeczywistego odzwierciedlenia pracy nauczycieli. Warto podkreślić, że w większości wypadków zmiany między cyklami były nieduże, jednak tendencje dla poszczególnych przedmiotów były zazwyczaj zbliżone.

Nowa podstawa programowa zakładała odejście od encyklopedycznego myślenia na rzecz kształtowania umiejętności. Dlatego zapytano uczniów, jak często nauczyciele wymagali od nich znajomości faktów, reguł i definicji (ryc. 2.11) oraz jak często zachęcali do samodzielnego rozwiązywania problemów (ryc. 2.12).

Ryc. 2.11. Procent uczniów, którzy deklarowali, że nauczyciele poszczególnych przedmiotów przyrodniczych wymagali od nich znajomości faktów, reguł i definicji na każdej lub na większości lekcji. Pogrubiona linia oznacza, że w 2014 r. wynik był statystycznie istotnie niższy w porównaniu z 2011 r. ($p < 0,05$)

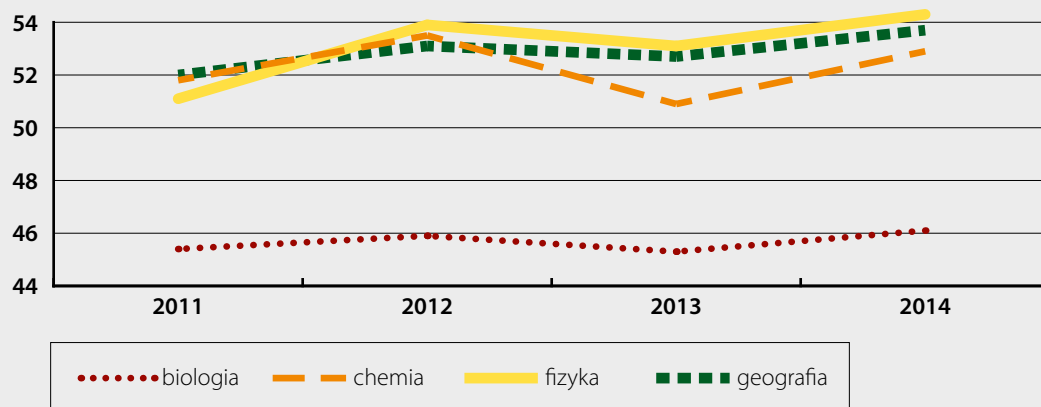


2. Wyniki

W wypadku wszystkich przedmiotów ponad 60% uczniów stwierdziło, że nauczyciele wymagali znajomości faktów, reguł i definicji na każdej lub na większości lekcji (ryc. 2.11). Różnice między przedmiotami były niewielkie, warto jednak zauważyć, że w ocenie uczniów najczęściej takich sytuacji miało miejsce na lekcjach fizyki i chemii, najmniej zaś na geografii. W trakcie badania zaobserwowano niewielki spadek odsetka uczniów deklarujących, że nauczyciele wymagali od nich znajomości faktów, reguł i definicji na każdej lub na większości lekcji. Najwyższe wartości stwierdzono w roku 2011, czyli w wypadku ostatniego rocznika nauczanego zgodnie ze starą podstawą programową. Najniższe wartości stwierdzono w latach 2012–2013, natomiast w ostatnim roku badania zaobserwowano lekki wzrost, ale i tak wartości były niższe niż w pierwszym roku badania. Trzeba jednak zauważyć, że maksymalne różnice wynosiły zaledwie 2–3 punkty procentowe i tylko w wypadku geografii różnica między latami 2011 i 2014 była istotna statystycznie.

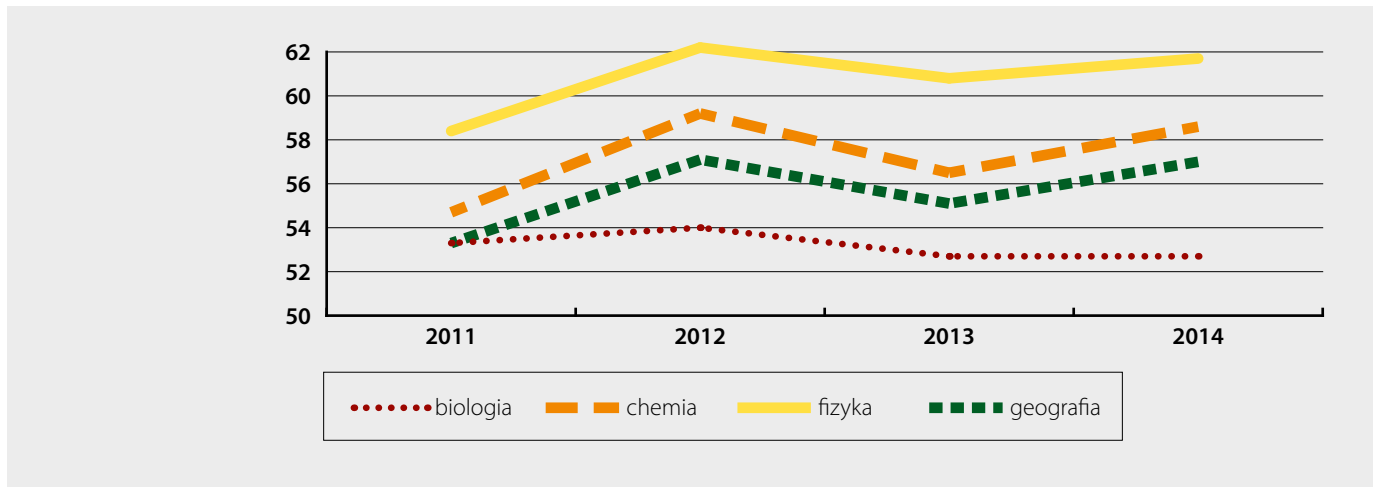
Znacznie mniej uczniów deklarowało, że nauczyciele zachęcali ich do samodzielnego rozwiązywania problemów na każdej lub większości lekcji (ryc. 2.12). W wypadku chemii, fizyki i geografii ten odsetek wynosił 50–54%, nieco wahając się dla każdego przedmiotu w trakcie badania. Niższe wartości stwierdzono dla biologii – ok. 46%. Pod koniec badania w porównaniu z pierwszym rokiem uczniowie częściej deklarowali takie działania nauczycieli. Można też zauważyć, że w 2013 r. wartości te dla wszystkich przedmiotów były niższe, niż w roku poprzednim i następnym. Co interesujące, ten wzorec zmienności jest odbiciem zmienności ogólnych wyników badania (ryc. 2.1). Zmiany te jednak nie przekraczały 3 punktów procentowych i były istotne statystycznie jedynie dla fizyki i geografii.

Ryc. 2.12. Odsetek uczniów, którzy deklarowali, że nauczyciele poszczególnych przedmiotów przyrodniczych zachęcali ich do samodzielnego rozwiązywania problemów na każdej lub na większości lekcji. Pogrubiona linia oznacza, że w 2014 r. wynik był statystycznie istotnie wyższy niż w 2011 r. ($p < 0,05$)



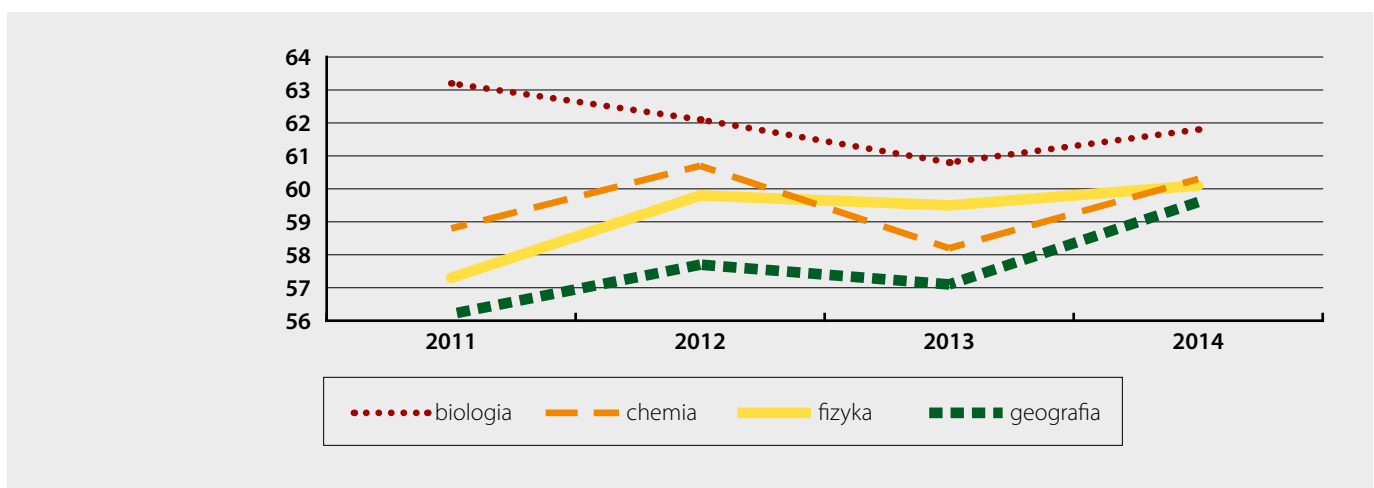
Nacisk położony w nowej podstawie programowej na kształtowanie umiejętności ma za zadanie pokazać uczniom, że wiedza szkolna nie jest abstrakcyjna – służy rozwiązywaniu problemów, w tym np. wyjaśnianiu zjawisk i procesów, które znamy z codziennego życia. Dlatego zapytano uczniów, jak często nauczyciele odnosili przekazywaną wiedzę do sytuacji praktycznych, z codziennego życia (ryc. 2.13). Odsetek odpowiedzi, że czynili to na każdej lub większości lekcji, kształtował się w zakresie 52–63%. Co zaskakujące, najczęściej uczniowie wskazywali nauczycieli fizyki jako stosujących tę dobrą praktykę edukacyjną, najrzadziej zaś – nauczycieli biologii. Można zauważyć, że odsetek ten wzrósł dla pierwszego rocznika kształconego zgodnie z nową podstawą programową, w kolejnym roku jednak spadł – podobnie jak omówione poprzednio zachęcanie do samodzielnego rozwiązywania problemów (ryc. 2.12). Różnice między latami 2011 i 2014 były nieznaczne i nie przekraczały czterech punktów procentowych, ale istotne statystycznie w wypadku chemii, fizyki i geografii.

Ryc. 2.13. Odsetek uczniów, którzy deklaruowali, że nauczyciele poszczególnych przedmiotów przyrodniczych odnosili przekazywaną wiedzę do codziennych, praktycznych sytuacji na każdej lub na większości lekcji. Pogrubiona linia oznacza, że w 2014 r. wynik był statystycznie istotnie wyższy niż w 2011 r. ($p < 0,05$)



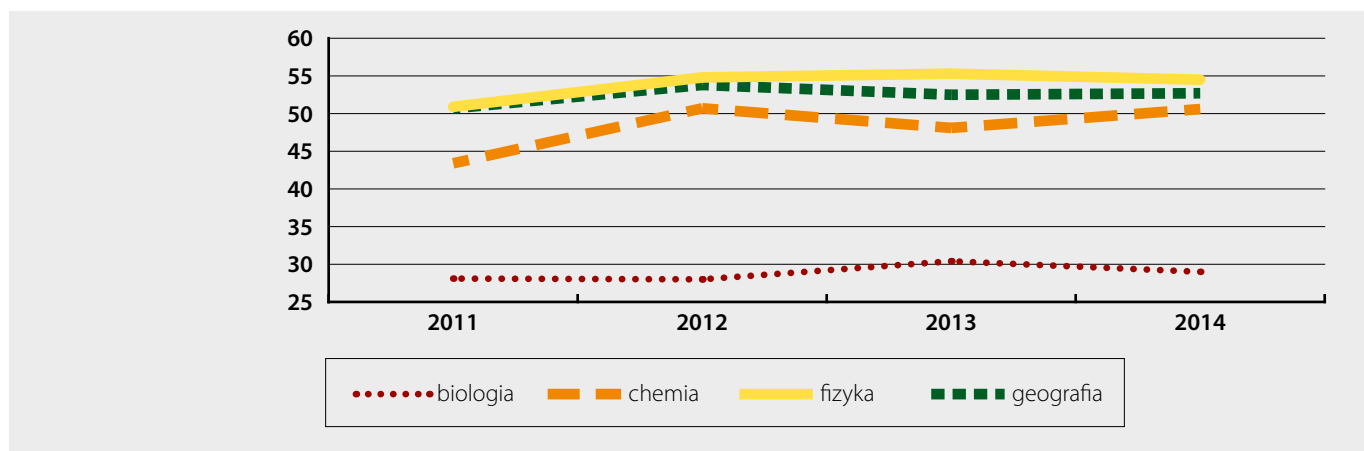
Odsetek uczniów deklarujących, że nauczyciele często zachęcali do zadawania pytań i otwartego mówienia, czego się nie rozumie, przyjmował wartości w zakresie 56–64%, przy czym dla pojedynczego przedmiotu wahania nie przekraczały 4 punktów procentowych (ryc. 2.14). Najwyższe wartości odsetek ten przyjmował w wypadku biologii, ale też biologia była jedynym przedmiotem, dla którego spadł on w trakcie badania (choć nie był to spadek statystycznie istotny). Podobnie jak w wypadku innych pytań, można zaobserwować, że w badaniu z 2013 r. wartości te były niższe, niż w roku poprzednim i następnym, były to jednak nieduże różnice, nieprzekraczające 3 punktów procentowych.

Ryc. 2.14. Odsetek uczniów, którzy deklaruowali, że nauczyciele poszczególnych przedmiotów przyrodniczych zachęcali do zadawania pytań i mówienia, czego się nie rozumie, na każdej lub na większości lekcji. Pogrubiona linia oznacza, że w 2014 r. wynik był statystycznie istotnie wyższy niż w 2011 r. ($p < 0,05$)



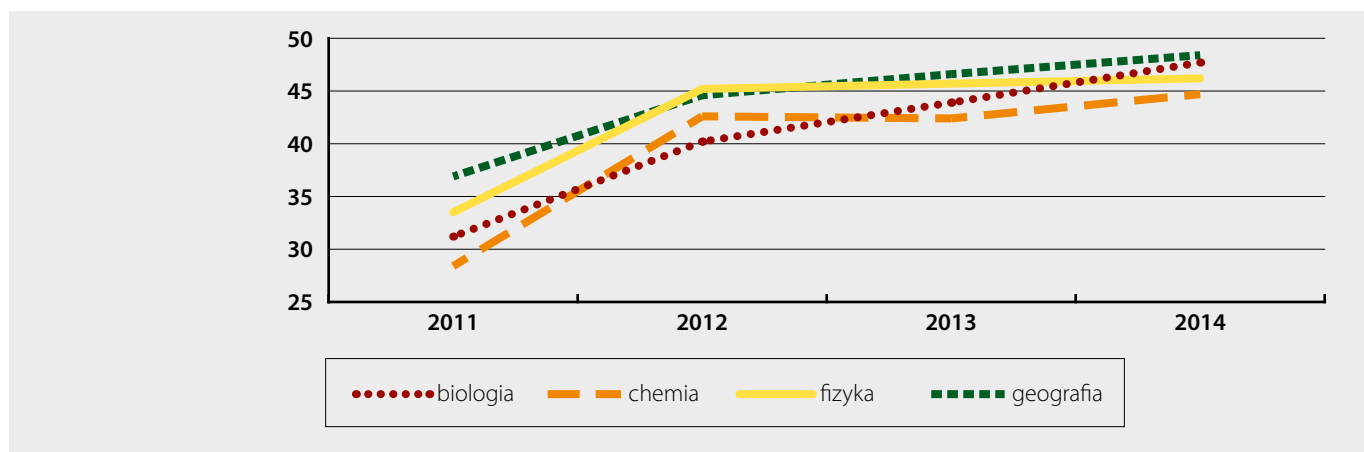
Współczesna nauka coraz częściej przekracza granice tradycyjnie zakreślonych dziedzin, co powoli znajduje odzwierciedlenie w programach nauczania. Dlatego zadano uczniom pytanie, czy nauczyciele nawiązywali na lekcjach do wiedzy z innych przedmiotów (ryc. 2.15). Zaskakującym wynikiem była rozbieżność między biologią a pozostałymi przedmiotami. Nie więcej niż 30% uczniów stwierdziło, że na większości lub na każdej lekcji biologii nauczyciel nawiązywał do wiedzy z innych przedmiotów, podczas gdy w wypadku fizyki odsetek ten wynosił ok. 55%. Dla wszystkich przedmiotów był jednak wyższy pod koniec badania niż na początku, choć dla biologii wzrost nie był istotny statystycznie.

Ryc. 2.15. Odsetek uczniów, którzy deklarowali, że nauczyciele poszczególnych przedmiotów przyrodniczych nawiązywali do wiedzy z innych przedmiotów na każdej lub na większości lekcji. Pogrubiona linia oznacza, że w 2014 r. wynik był statystycznie istotnie wyższy niż w 2011 r. ($p < 0,05$)



W nowej podstawie programowej podkreślono rolę umiejętności posługiwania się technologiami informacyjno-komunikacyjnymi. Dlatego zapytano również uczniów, jak często nauczyciele wykorzystywali na lekcjach pomoce multimedialne (ryc.2.16). W tym wypadku tendencja jest podobna dla wszystkich przedmiotów – zaobserwowano istotny statystycznie wzrost częstości w zakresie 11,5–16,5 punktów procentowych.

Ryc. 2.16. Odsetek uczniów, którzy deklarowali, że nauczyciele poszczególnych przedmiotów przyrodniczych wykorzystywali pomoce multimedialne na każdej lub na większości lekcji. Dla wszystkich przedmiotów wzrost w latach 2011–2014 był istotny statystycznie ($p < 0,05$)

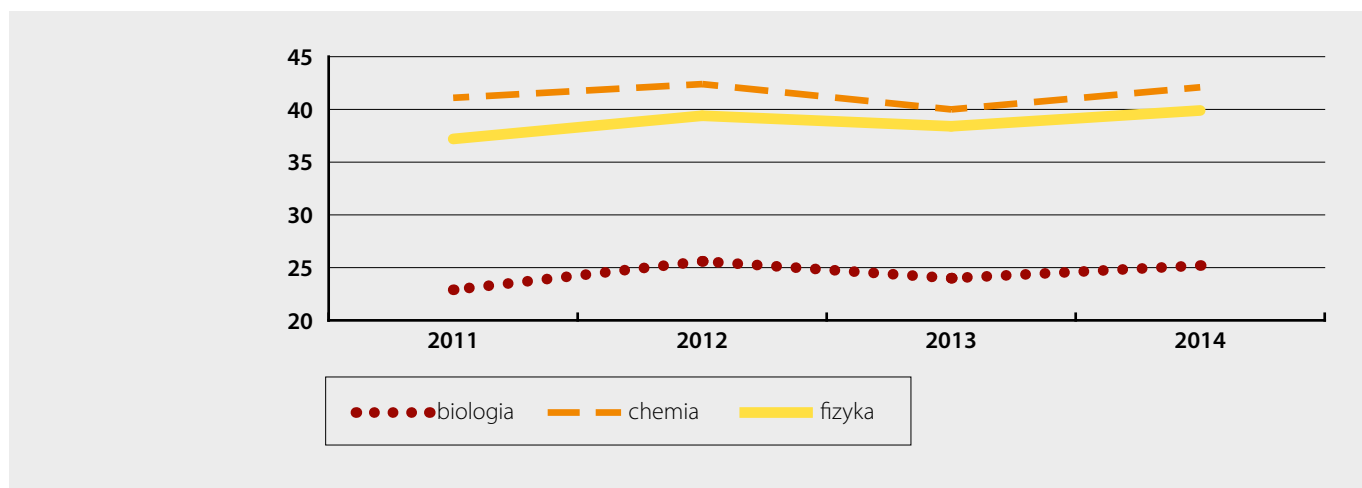


2.8. Metoda naukowa na lekcjach biologii, chemii i fizyki

W nowej podstawie programowej istotną rolę odgrywają doświadczenia, postrzegane nie tylko jako wzbogacenie źródeł informacji oraz urozmaicenie podawczego nauczania, ale przede wszystkim jako niezbywalny element metody naukowej. Dlatego w towarzyszącej pomiarowi dydaktycznemu ankiecie zadano uczniom kilka pytań o sposób, w jaki doświadczenia były przeprowadzane na lekcjach przedmiotów o charakterze eksperymentalnym – biologii, chemii i fizyki. Ponieważ doświadczenia nie muszą być przeprowadzane na każdej lekcji, zastosowano inne niż wcześniej odpowiedzi do wyboru – uczniowie mogli zadeklarować, że określona sytuacja zdarzała się na lekcjach często, czasami lub że nigdy nie miała miejsca.

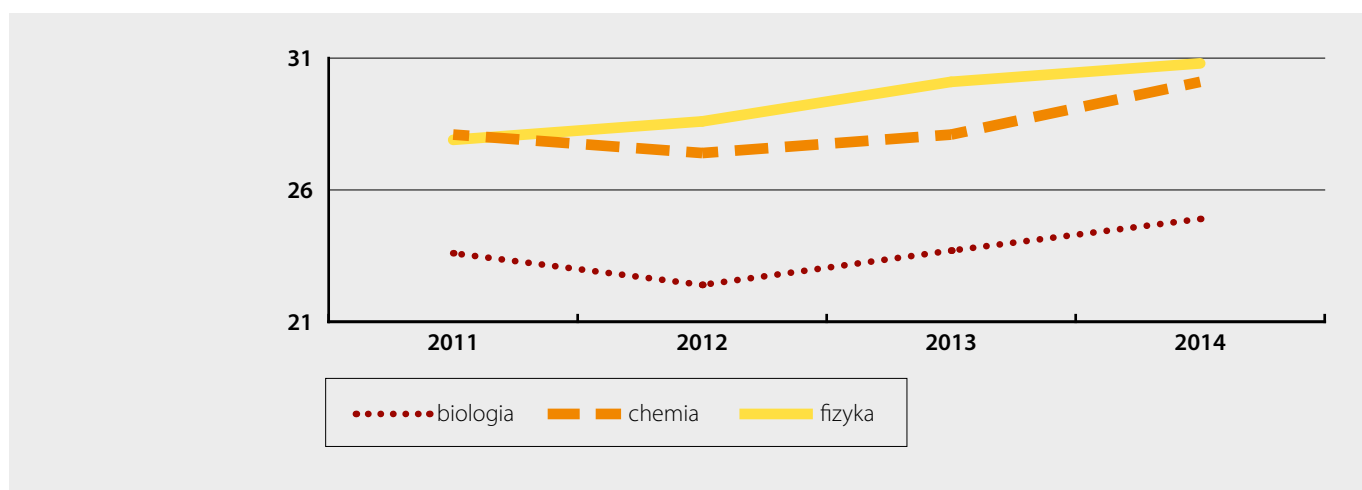
Najwięcej uczniów stwierdziło, że nauczyciele często demonstrowali doświadczenia na lekcjach chemii, a najmniej – na lekcjach biologii (ryc. 2.17). W wypadku chemii odsetek ten przekraczał 40%, natomiast dla biologii sięgał jedynie 25%. W trakcie badania odsetki te zmieniały się w zakresie ok. 3 punktów procentowych i w ostatnim roku badania były wyższe niż w pierwszym. W wypadku biologii i fizyki zmiana była istotna statystycznie.

Ryc. 2.17. Odsetek uczniów, którzy deklarowali, że nauczyciele często demonstrowali uczniom doświadczenia na lekcji. Pogrubiona linia oznacza, że w latach 2011–2014 wynik wzrósł statystycznie istotnie ($p < 0,05$)

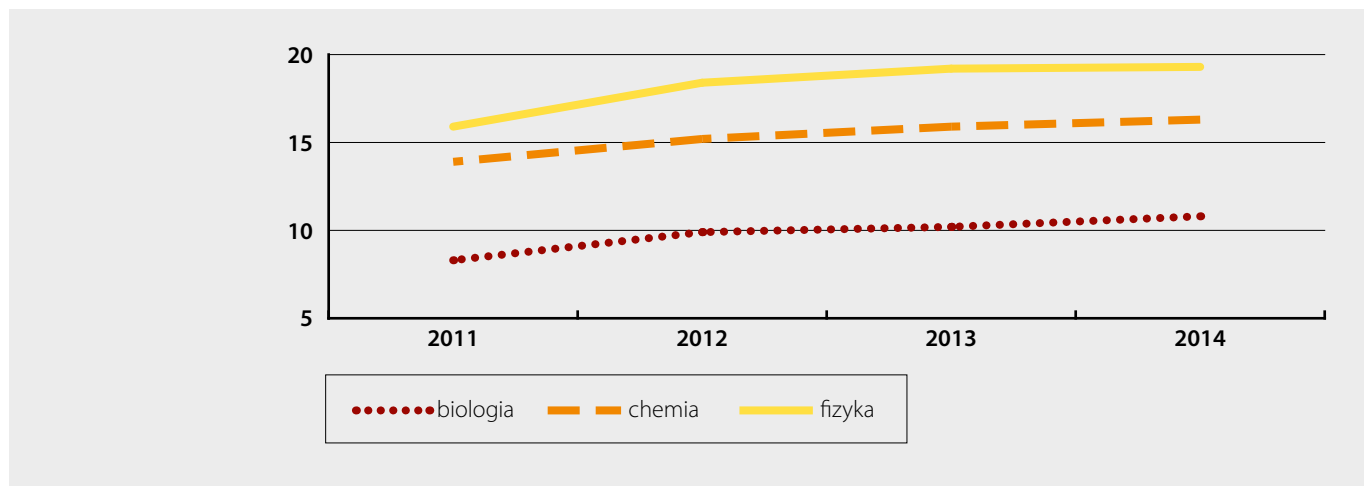


Jednym z wymogów podstawy programowej jest to, aby to uczniowie wykonywali obserwacje i doświadczenia, a nie tylko przyglądali się pokazom przeprowadzonym przez nauczycieli. W trakcie trwania badania odsetek uczniów deklarujących, że często wykonywali doświadczenia według poleceń nauczyciela wynosił zaledwie ok. 20–30% w zależności od przedmiotu i wzrósł o ok. 2–3 punkty procentowe – zmiana była statystycznie istotna w wypadku chemii i fizyki (ryc. 2.18). Jak poprzednio, najniższy odsetek był w wypadku biologii, choć różnice między przedmiotami nie były duże: w wypadku biologii sięgał 25%, a w wypadku fizyki – prawie 31%. Zdecydowanie mniej uczniów deklarowało, że często samodzielnie wykonywało doświadczenia (ryc. 2.19) – odsetek ten nie przekraczał 20% i wzrósł w trakcie badania o 2–3 punkty procentowe (zmiany były istotne statystycznie).

Ryc. 2.18. Odsetek uczniów, którzy deklarowali, że często wykonywali na lekcji doświadczenia według poleceń nauczyciela. Pogrubiona linia oznacza, że w latach 2011–2014 wynik wzrósł statystycznie istotnie ($p < 0,05$)

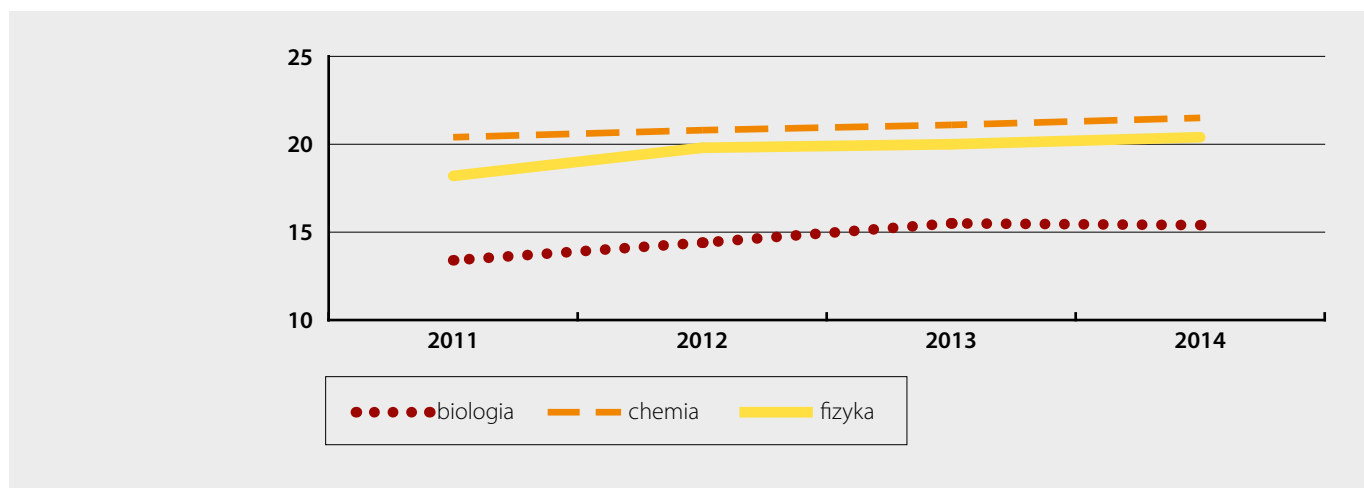


Ryc. 2.19. Odsetek uczniów, którzy deklarowali, że często samodzielnie wykonywali na lekcji doświadczenia. Dla wszystkich przedmiotów wzrost w latach 2011–2014 był istotny statystycznie ($p < 0,05$)

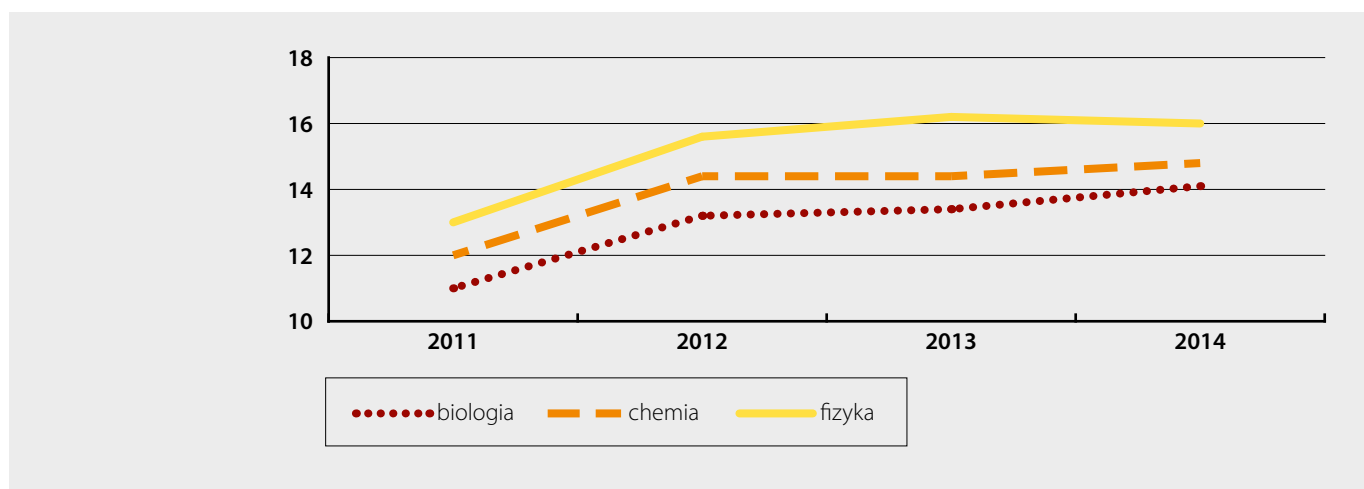


Istotą metody naukowej nie jest jednak samo prowadzenie doświadczeń. Ważne jest przede wszystkim rozpoznanie problemów, które można rozwiązać doświadczalnie, później zaplanowanie doświadczenia, a następnie wyciągnięcie z niego odpowiednich wniosków. Według uczniów rozróżnianie pytań, na które można odpowiedzieć eksperymentalnie, od niepoddających się takiej weryfikacji nie jest częstą praktyką na lekcjach przedmiotów przyrodniczych (ryc. 2.20), chociaż nieco częściej, niż samodzielne wykonywanie eksperymentów. Podobnie jak w poprzednich przykładach, biologia odstaje od fizyki i chemii – zaledwie 13–15% uczniów przyznało, że takie sytuacje były na lekcji biologii częste. Jeszcze rzadziej uczniowie mieli możliwość samodzielnego planowania eksperymentu, choć można zauważyć, że wraz z wprowadzeniem nowej podstawy programowej odsetek uczniów, którzy czynili to często, nieznacznie wzrósł (ryc. 2.21).

Ryc. 2.20. Odsetek uczniów, którzy deklarowali, że na lekcjach często określali, czy dany problem można rozwiązać doświadczalnie. Pogrubiona linia oznacza, że w latach 2011–2014 wynik wzrósł statystycznie istotnie ($p < 0,05$)

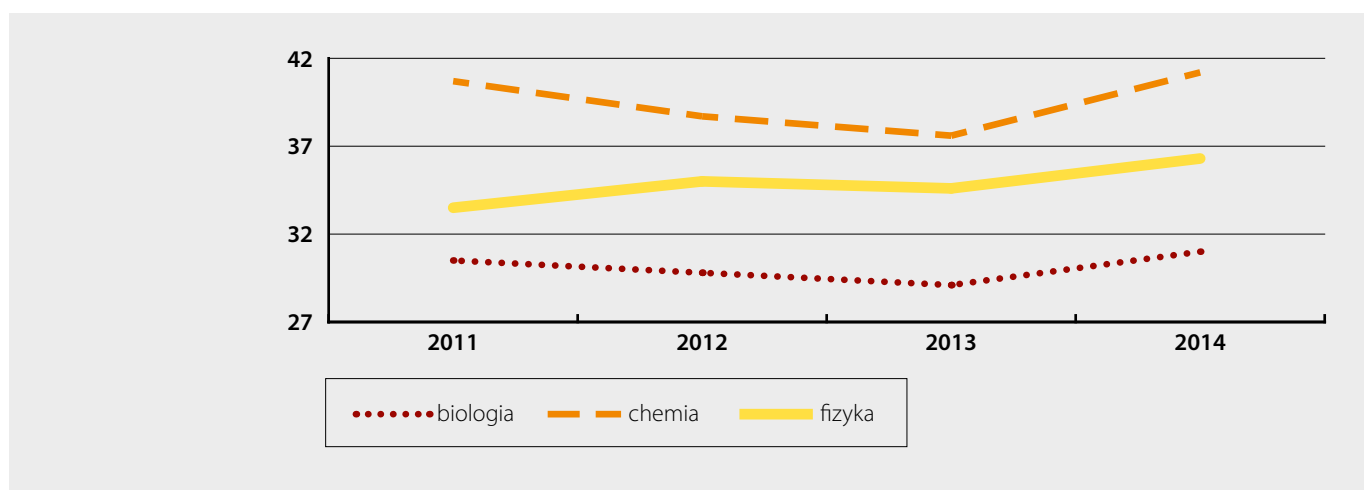


Ryc. 2.21. Odsetek uczniów, którzy deklarowali, że na lekcjach często samodzielnie planowali doświadczenie. Dla wszystkich przedmiotów wzrost w latach 2011–2014 był istotny statystycznie ($p < 0,05$)



Znacznie częstszą dobrą praktyką edukacyjną jest wnioskowanie z przeprowadzonego doświadczenia (ryc. 2.22). Odsetek uczniów deklarujących, że taka sytuacja miała miejsce na lekcjach, był w zakresie 29–42%. Najwyższy był w wypadku chemii, najniższy zaś w wypadku biologii. Co jednak niepokojące, w wypadku biologii i chemii odsetek ten przez pierwsze dwa lata funkcjonowania nowej podstawy programowej spadał. Do poziomu sprzed reformy wzrósł dopiero w ostatnim roku badania. Tylko w wypadku fizyki wzrost w latach 2011–2014 był istotny statystycznie.

Ryc. 2.22. Odsetek uczniów, którzy deklarowali, że często byli proszeni przez nauczyciela o wyciągnięcie wniosków z przeprowadzonego doświadczenia. Pogrubiona linia oznacza, że w latach 2011–2014 wynik wzrósł statystycznie istotnie ($p < 0,05$)



2.9. Źródła informacji o otaczającym świecie

Szkoła nie jest jedynym źródłem, skąd uczniowie czerpią informacje o otaczającym świecie. Coraz powszechniejszy dostęp do Internetu czy zmieniająca się rola mediów sprawiają, że może maleć rola szkoły jako podstawowego przekaznika informacji, natomiast wzrastać jej znaczenie w weryfikacji i korygowaniu tych informacji, aby zapobiec powstawaniu u uczniów błędnych wyobrażeń (miskoncepcji). Jest to szczególnie ważne w wypadku zagadnień z zakresu ochrony przyrody i środowiska oraz gospodarowania zasobami naturalnymi, wymagających powszechnego konsensusu społecznego.

2. Wyniki

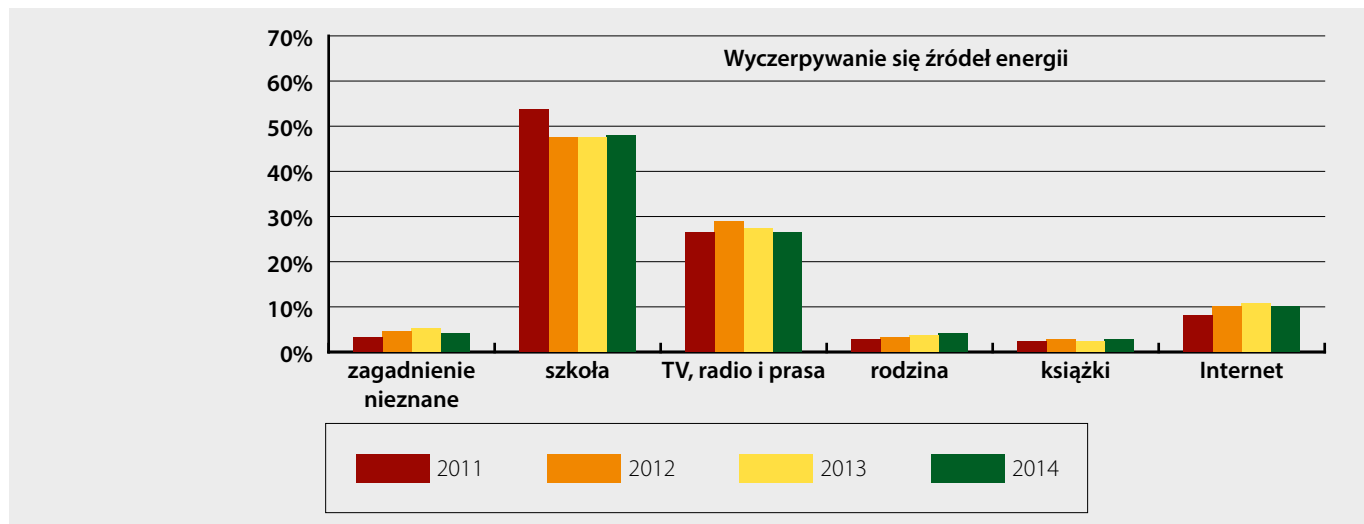
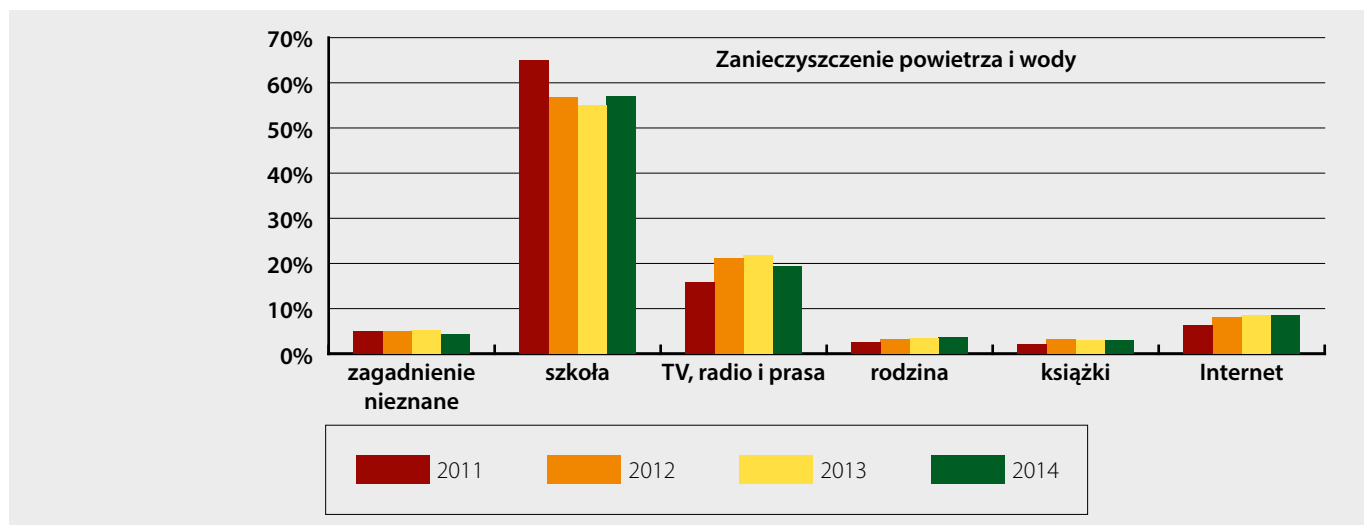
nego. Do takich zagadnień należą np. kwestia redukcji emisji CO₂, ochrona przyrody i środowiska, energetyka jądrowa. Zagadnienia te są przedmiotem debaty społecznej, a decyzje są często podejmowane kolektywnie, np. w wyniku referendum lub głosowania ciał przedstawicielskich. Ważne jest zatem, aby były podejmowane na podstawie racjonalnych przesłanek, nie zaś uprzedzeń i fobii.

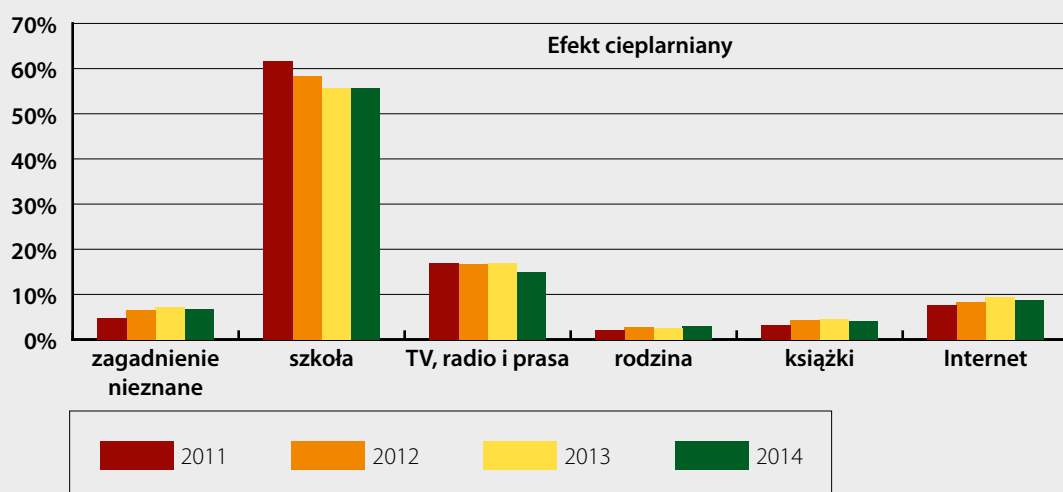
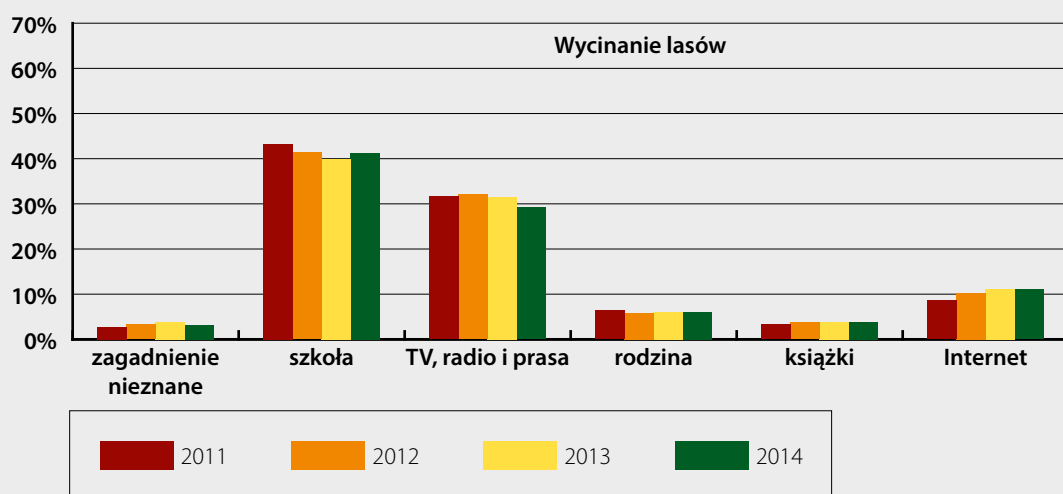
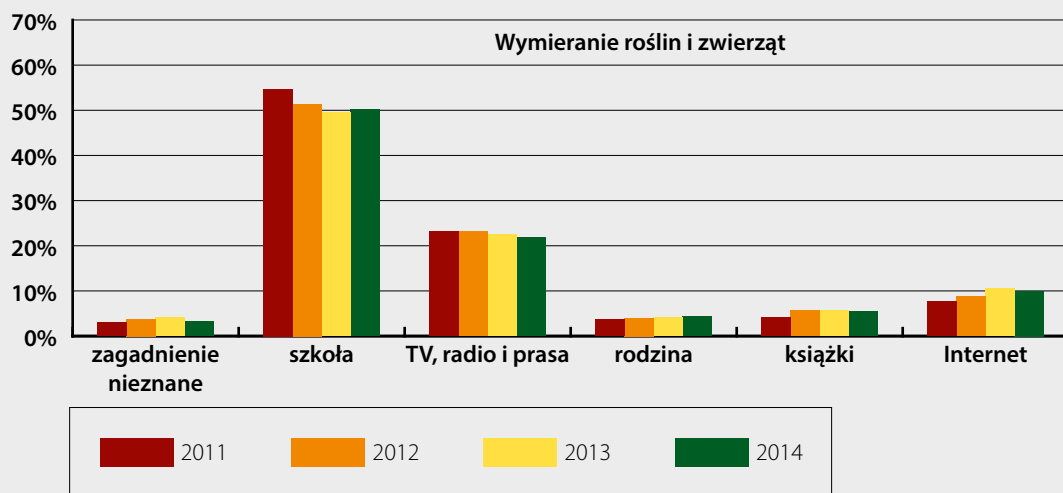
W celu zbadania znaczenia poszczególnych źródeł informacji zadano uczniom pytanie, skąd przede wszystkim zdobyli wiedzę o następujących zagadnieniach:

- 1) zanieczyszczeniu powietrza i wody,
- 2) wyczerpywaniu się źródeł energii,
- 3) wymieraniu roślin i zwierząt,
- 4) wycinaniu lasów w celu innego wykorzystania terenu,
- 5) wpływie emisji CO₂ na klimat,
- 6) zagospodarowaniu odpadów komunalnych i przemysłowych,
- 7) zagrożeniach i korzyściach z energetyki jądrowej.

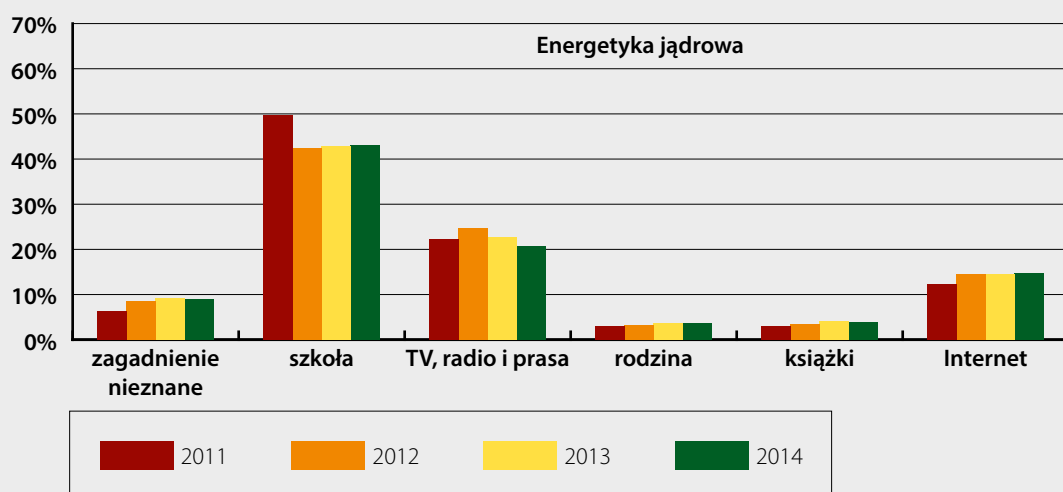
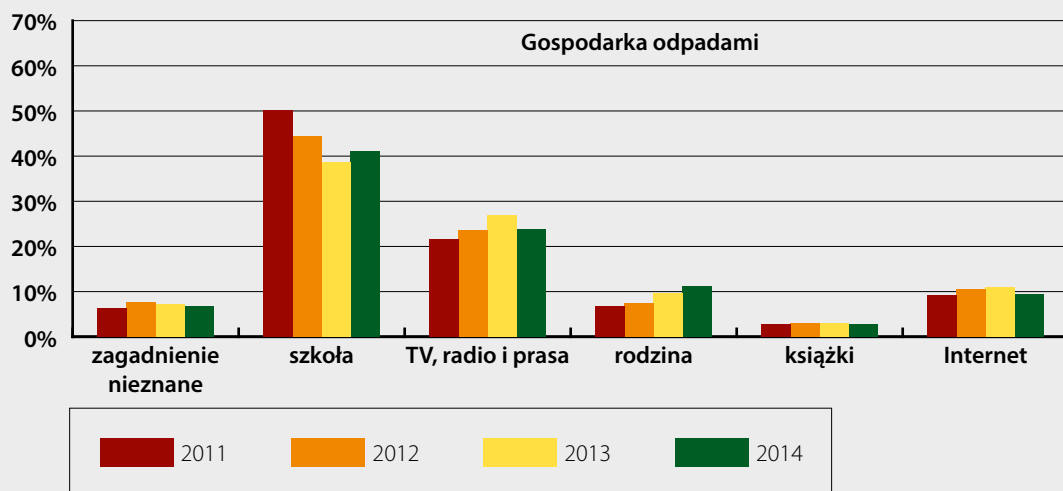
Uczniowie mogli wybrać tylko jedno źródło z następujących: szkoła, media (radio, telewizja, prasa), rodzina, książki, Internet. Mogli także zaznaczyć, że nie słyszeli o danym zagadnieniu. Wyniki ankiety prezentuje ryc. 2.23.

Ryc. 2.23. Deklarowane przez uczniów główne źródła informacji o wybranych globalnych i lokalnych zagrożeniach przyrody i środowiska





2. Wyniki



Choć szkoła pozostawała wciąż najważniejszym źródłem informacji dla uczniów o głównych zagrożeniach przyrody i środowiska, to jej udział spadł w kolejnych latach, w wielu wypadkach poniżej 50%, i w każdym przypadku był to spadek statystycznie istotny. Wzrosła natomiast rola Internetu (jedynie w wypadku zagadnienia zagospodarowywania odpadów nie był to wzrost istotny statystycznie). Zwiększyło się nieznacznie znaczenie rodziny i książek jako głównych dostarczczyeli wiedzy o współczesnym świecie, ale jest ono wciąż marginalne.

3. Dyskusja

3.1. Polska edukacja przyrodnicza w świetle badań międzynarodowych

Laboratorium myślenia nie jest jedynym badaniem edukacyjnym, które może posłużyć do diagnozy nauczania przedmiotów przyrodniczych oraz skutków reformy edukacyjnej w Polsce. Badania te dotyczą różnych aspektów wiedzy przyrodniczej uczniów i osób dorosłych, a ich wyniki pozostają często w jaskrawej sprzeczności z obiegowymi sędami o domniemanej katastrofie edukacyjnej, jaką było wprowadzenie gimnazjów. Mit o wspaniałej szkole zepsutej przez reformę oraz o dogłębnie wykształconym społeczeństwie pogrążającym się obecnie w odmętach ignorancji nie ma uzasadnienia w świetle dotychczasowych badań.

Szkoła nie istnieje w próżni, a uczniowie nie uzyskują swojej wiedzy jedynie z podręczników szkolnych i od nauczycieli. Ważnym źródłem informacji są media i Internet, a także otoczenie ucznia, np. rodzina. Od otoczenia ucznia w dużym stopniu zależy, czy uzyskana w szkole wiedza zostanie utrwalona i włączona w obraz świata, jaki się u ucznia kształtuje, czy może zostanie zapomniana, zniekształcona, a czasem wręcz odrzucona, jeśli jest dla ucznia źródłem dysonansu poznawczego. W tym kontekście warto wspomnieć o badaniu hiszpańskiej fundacji BBVA⁶ przeprowadzonym w 10 krajach Unii Europejskiej i w Stanach Zjednoczonych wśród osób dorosłych i dotyczącym wiedzy przyrodniczej. Polacy wypadli w tym badaniu bardzo źle, znacznie poniżej średniej, a poziom wiedzy przyrodniczej w podstawowym zakresie, np. dotyczącym determinacji płci dziecka lub działania antybiotyków, jest wręcz zatrważająco niski (tab. 3.1).

Tabela 3.1. Przykładowe wyniki badania wiedzy przyrodniczej w 10 krajach Unii Europejskiej przeprowadzone w 2011 r. przez Fundację BBVA⁷ na próbie 1500 dorosłych osób w każdym kraju

Stwierdzenie, którego prawdziwość należało ocenić	% poprawnych odpowiedzi w Polsce	Wynik ogółem dla badanych krajów UE	Znaczenie wiedzy
Energii nie można stworzyć lub zniszczyć, a jedynie zmienia ona formę (<i>prawda</i>)	56,1	66,5	polityka energetyczna, oszczędzanie energii
Zwykłe pomidory nie mają genów, a mają je pomidory genetycznie zmodyfikowane (<i>falsz</i>)	47,8	54,3	organizmy genetycznie zmodyfikowane
Efekt cieplarniany jest spowodowany wykorzystaniem energii jądrowej (<i>falsz</i>)	46,5	57,7	globalne ocieplenie
Od genów ojca zależy, czy urodzi się chłopiec czy dziewczynka (<i>prawda</i>)	44,7	51,6	badania prenatalne, zapłodnienie pozaustrojowe
Antybiotyki niszczą wirusy (<i>falsz</i>)	27,5	36,4	ochrona zdrowia, nadużywanie antybiotyków

Wśród badanych społeczeństw Polacy często plasowali się blisko samego końca rankingu. Na przykład zadanie dotyczące dziedziczenia choroby genetycznej poprawnie rozwiązało jedynie 32,7% dorosłych Polaków, podczas gdy poradziło sobie z nim aż 81,4% Duńczyków i 79,3% Holendrów (wynik ogółem dla UE wyniósł 48,5%). Wyniki te sugerują, że przeciętne środowisko społeczne, w którym obracają się polscy uczniowie, nie sprzyja przyswajaniu i utrwalaniu wiedzy przyrodniczej. Tym ważniejsza jest zatem rola szkoły.

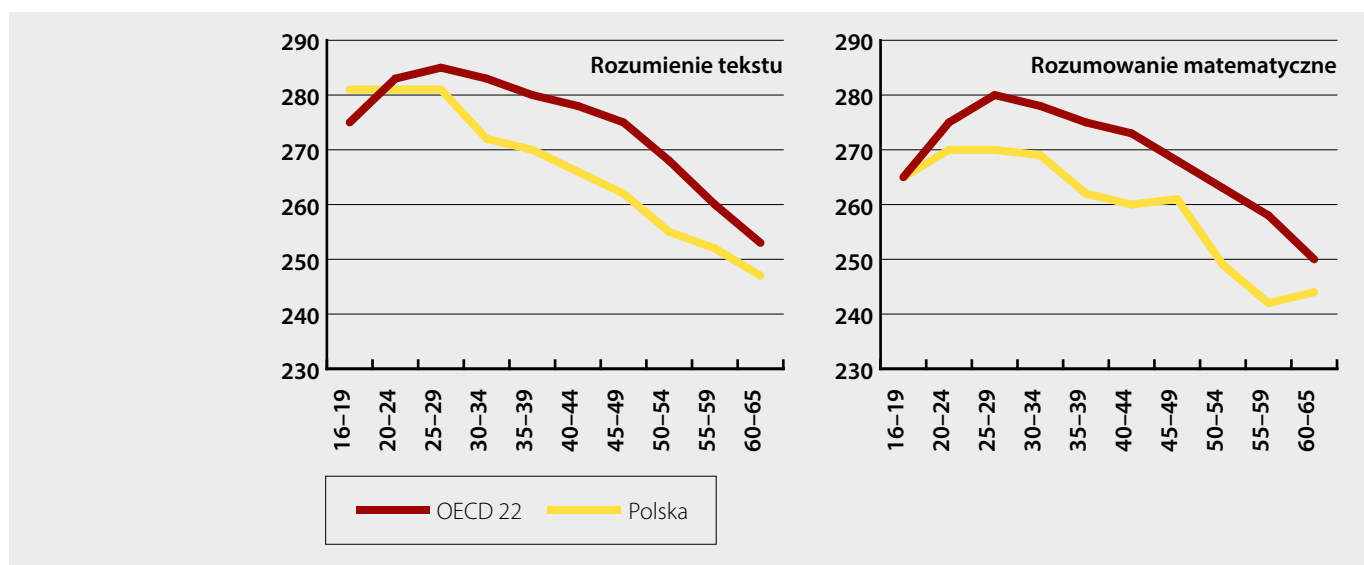
⁶ BBVA Foundation International Study on Scientific Culture. *Understanding science*. Fundación BBVA, 2012. <https://w3.grupobbva.com/TLFU/tfu/ing/investigacion/fichainves/index.jsp?codigo=380>

⁷ Jw.

3. Dyskusja

Podobne wyniki uzyskano także w badaniach innych obszarów wiedzy. W 2012–2013 r. przeprowadzono Międzynarodowe Badanie Kompetencji Osób Dorosłych (PIAAC)⁸, w trakcie którego badano m.in. rozumienie tekstu oraz kompetencje matematyczne. Przebadano 166 tys. osób w wieku 16–65 lat w 24 krajach. Polacy uplasowali się na 19. miejscu w rozumieniu tekstu i 18. miejscu w kompetencjach matematycznych, czyli blisko końca rankingu. Jednak w tym ponurym obrazie jest jasny punkt – najmłodsze badane roczniki Polaków (16–19 lat) wykazują się kompetencjami co najmniej równymi umiejętnościom ich rówieśników z OECD (ryc. 3.1). Warto zauważyć, że dwie najmłodsze badane kohorty (16–19 lat oraz 20–24 lata) Polaków obejmują osoby kształcone w nowym systemie szkolnictwa, po wprowadzeniu gimnazjów.

Ryc. 3.1. Profil umiejętności w zależności od wieku w Polsce i przeciętnie w krajach OECD według badania PIAAC w latach 2012–2013⁹



Do wniosku o sukcesie reformy edukacyjnej skłaniają też wyniki Programu Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD (PISA). Polska uczestniczy w PISA od 2000 r. i badanie to, przeprowadzane w cyklu trzyletnim, towarzyszy reformie polskiej edukacji. Obejmuje ono trzy obszary badawcze: kompetencje matematyczne, czytanie i interpretację tekstu oraz rozumowanie w naukach przyrodniczych. Ostatni obszar pokrywa się z zakresem badania *Laboratorium myślenia*, chociaż oba badania bazują na odmiennych założeniach i mierzą nieco inne kompetencje. W 2000 r. pomiar kompetencji w badaniu PISA objął uczniów pierwszych klas szkół ponadpodstawowych – absolwentów 8-klasowej szkoły podstawowej. W 2003 r. badani byli już absolwenci gimnazjum, natomiast w 2012 r. – pierwszy rocznik uczniów, którzy w gimnazjum uczyli się według zreformowanej podstawy programowej.

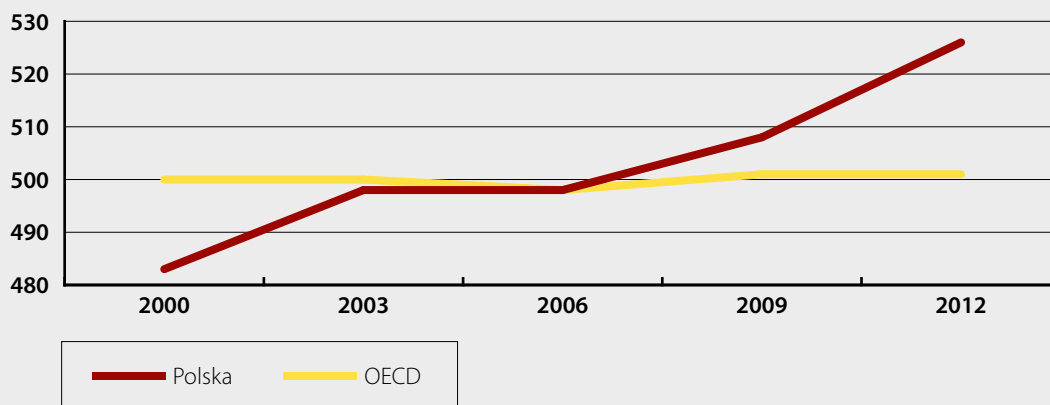
W kontekście badania *Laboratorium myślenia* najważniejsze są wyniki PISA dotyczące rozumowania w naukach przyrodniczych. Od pierwszego badania Polska notuje spektakularny wzrost kompetencji 15-latków – od wartości znacznie poniżej średniej dla krajów OECD w 2000 r. do poziomu czołówki w 2012 r. Ważna jest nie tylko wysokość wyniku, ale i wyjątkowa wśród badanych krajów dynamika

⁸ Umiejętności Polaków – wyniki Międzynarodowego Badania Kompetencji Osób Dorosłych (PIAAC). Praca zbiorowa pod red. Mai Rynko. Instytut Badań Edukacyjnych, Warszawa 2013.

⁹ Jw.

wzrostu (ryc. 3.2)¹⁰, zwłaszcza w latach 2009–2012, a zatem przy porównaniu wyników uczniów, którzy uczyli się według starej i nowej podstawy programowej.

Ryc. 3.2. Wyniki polskich 15-latków w obszarze rozumowania w naukach przyrodniczych w porównaniu ze średnią dla krajów OECD w badaniu PISA



W porównaniu ze średnią dla OECD Polska w ostatnim badaniu zanotowała także znacznie niższy odsetek uczniów na najniższych poziomach umiejętności – odsetek ten spadł z 17,0% w 2006 r. do 9,0% w 2012. Tym samym Polska osiągnęła już cel edukacyjny Unii Europejskiej, jakim jest zmniejszenie tego odsetka do 15% do 2020 r. Pozytywnym zjawiskiem był także wzrost odsetka uczniów na wyższych poziomach umiejętności (z 6,8% w 2006 r. do 10,8% w 2012 r.).

Choć oba badania mierzą kompetencje w zakresie przedmiotów przyrodniczych, to *Laboratorium myślenia* różni się zasadniczo od PISA i pomyślane zostało jako badanie komplementarne, diagnozujące skuteczność wprowadzenia w gimnazjach nowej podstawy programowej kształcenia ogólnego. PISA jest szeroko zakrojonym badaniem międzynarodowym i z tego powodu mierzy umiejętności uniwersalne, abstrahując od szczegółowej wiedzy. Musi bowiem uwzględniać różnice w podstawach programowych badanych krajów. Odwołuje się przede wszystkim do zagadnień praktycznych, powszechnie znanych, w umiarkowanym stopniu zaś do typowej wiedzy szkolnej. Obszar pomiarowy „Rozumowanie w naukach przyrodniczych” obejmuje następujące tematy: zdrowie, zasoby naturalne, ochrona środowiska, granice nauki i techniki. Zadania mierzą trzy składowe rozumowania naukowego:

- rozpoznawanie zagadnień naukowych,
- wyjaśnianie zjawisk przyrodniczych w sposób naukowy,
- interpretację oraz wykorzystanie wyników i dowodów naukowych.

Jeśli przeanalizować treść zadań w badaniu PISA pod kątem zakresu nauczania w polskich gimnazjach, okazuje się, że pomiar w nierówny sposób pokrywa treści programowe poszczególnych przedmiotów przyrodniczych¹¹. Najwięcej zadań, bo aż 25, sprawdzało wiadomości i umiejętności z zakresu biologii, a jedynie po 6 dotyczyło fizyki, chemii i geografii. 11 zadań odnosiło się do metody naukowej, 2 zaś do techniki. Dla porównania, podstawowym założeniem badania *Laboratorium myślenia* była diagnoza kompetencji z zakresu przedmiotów przyrodniczych, zapisanych w nowej podstawie programowej – zarówno tych określonych wymaganiami ogólnymi, czyli celami kształce-

¹⁰ Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA. Wyniki badania 2012 r. w Polsce. Praca zbiorowa pod red. Michała Federowicza. Ministerstwo Edukacji Narodowej, Instytut Filozofii i Socjologii PAN, Warszawa 2014.

¹¹ Jw., s. 63–64.

3. Dyskusja

nia, jak i wymaganiami szczegółowymi, czyli treściami nauczania. W każdym badaniu zatem zadania z biologii, chemii, fizyki i geografii były równoliczne. Rozważając wpływ reformy podstawy programowej na osiągnięcia polskich uczniów w badaniu PISA w zakresie rozumowania naukowego, należy zauważyć, że najważniejsze elementy metody naukowej: formułowanie pytań badawczych i hipotez, a następnie ich weryfikowanie za pomocą obserwacji i doświadczeń, w kształceniu powszechnym wyszczególnione są jedynie w podstawie programowej przyrody (II etap edukacyjny) i biologii (III etap edukacyjny). W chemii umiejętność stawiania i weryfikacji hipotez wymagana jest dopiero w podstawie programowej zakresu rozszerzonego na IV etapie edukacyjnym, w geografii występuje w zakresie podstawowym dla IV etapu edukacyjnego. W fizyce pojęcia pytania badawczego i hipotezy nie są wprowadzane. Można zatem stwierdzić, że spośród przedmiotów przyrodniczych nauczanych w gimnazjum zgodnie z nową podstawą programową największy wpływ na osiągnięcia uczniów w badaniu PISA powinna mieć biologia, zarówno pod względem poruszanych treści nauczania, jak i celów kształcenia. Należy podkreślić, że nie można z tego czynić zarzutu badaniu PISA – odzwierciedla ono po prostu praktyczne znaczenie nauk biologicznych we współczesnym świecie. Z drugiej jednak strony, jak pokazują nasze badania ankietowe, biologia jest przez uczniów postrzegana jako przedmiot, w którym stosunkowo mało się wykonuje eksperymentów na lekcjach. To na fizyce i chemii uczniowie częściej samodzielnie wykonują doświadczenia albo obserwują je w wykonaniu nauczyciela. Nie zawsze jednak te doświadczenia są prawdziwymi eksperymentami w sensie metody naukowej, tzn. często nie służą weryfikacji określonej hipotezy badawczej, będącej odpowiedzią na postawione pytanie, ale mają charakter ilustracyjny, a ich wynik jest w pełni przewidywalny.

3.2. Umiejętności absolwentów gimnazjum po reformie podstawy programowej a dobre praktyki edukacyjne

Istotną różnicą między starą a nową podstawą programową w zakresie przedmiotów przyrodniczych było przede wszystkim sprecyzowanie wymagań, zarówno ogólnych, jak i szczegółowych. Stara podstawa programowa sformułowana była bardzo ogólnikowo, zakładając dużą swobodę nauczyciela (a w zasadzie autora programu nauczania i podręcznika) w doborze treści kształcenia. Wynikły z tego problemy w doborze zadań egzaminacyjnych, co wymusiło sporządzenie odrębnego dokumentu, jakim były wymagania egzaminacyjne. Były one również umiarkowanie szczegółowe, co sprawiło, że wiele zadań egzaminacyjnych nie sprawdzało wiedzy przedmiotowej, a raczej ogólną umiejętność rozumowania – trudno bowiem było określić, jaka wiedza na pewno może być sprawdzana. Nowa podstawa zastąpiła zatem dwa dokumenty – poprzednią podstawę i wymagania egzaminacyjne. Wzrosła także ranga przedmiotów przyrodniczych na egzaminie gimnazjalnym – wydzielono jego część przyrodniczą, składającą się z równej liczby zadań z biologii, chemii, fizyki i geografii.

Istotą nowej podstawy programowej było sformułowanie treści nauczania w postaci umiejętności¹². Zniknęły czasowniki operacyjne „zna”, „wie” i „rozumie”, a pojawiły się „wykazuje”, „wyjaśnia”, „przedstawia” itd. Zmiana ta ma charakter nie tylko językowy, ale przede wszystkim pokazuje, że wiedzę powinniśmy sprawdzać w kontekście umiejętności jej wykorzystania. Nie w sposób odtwórczy, wymagający jedynie przypomnienia sobie zapamiętanych wiadomości, ale w sposób problemowy – do rozwiązania określonego problemu, często w kontekście, z którym uczeń nie miał jeszcze do czynienia. Oczywiście takie zadania zalecane były także w starych standardach egzaminacyjnych, ale w praktyce rzadko pojawiały się na egzaminie gimnazjalnym.

Ważnym celem nowej podstawy programowej było także zaktywizowanie ucznia i odejście od podstawowych metod nauczania. Służyło temu m.in. wprowadzenie zalecanych obserwacji, doświadczeń

¹² Umiejętności złożone w nauczaniu historii i przedmiotów przyrodniczych. Praca zbiorowa pod red. Barbary Ostrowskiej i Krzysztofa Spalika. Instytut Filozofii i Socjologii PAN, Warszawa 2010.

oraz wycieczek terenowych. Do umiejętności kształtowanych podczas takich zajęć odnosi się także wiele wymagań szczegółowych. Ważną rolę przypisano także wymaganiom ogólnym. Określają one najważniejsze, a przy tym możliwe do sprawdzenia, cele kształcenia.

Jaki był wpływ reformy podstawy programowej na poziom kształcenia? Wyniki badania PISA w zakresie rozumowania w naukach przyrodniczych pokazują wzrost kompetencji ogólnych gimnazjalistów między latami 2009 a 2012, czyli kształconych według starej i nowej podstawy programowej. Badanie *Laboratorium myślenia* sugeruje, że wzrosły nie tylko umiejętności ogólne w zakresie rozumowania naukowego, ale i kompetencje w zakresie poszczególnych przedmiotów przyrodniczych. Trzeba jednak zauważyć, że wnioski nie są jednoznaczne, zastanawia bowiem spadek wyników w 2013 r., w którym gimnazjum ukończył drugi rocznik absolwentów nauczanych według nowej podstawy programowej. Ich wyniki są zbliżone do wyników uczniów kształconych według starej podstawy.

Warto zwrócić uwagę, że spadkowi wyników w 2013 r. odpowiadają także fluktuacje w deklarowanej przez uczniów częstości dobrych praktyk edukacyjnych w szkole, takich jak:

- zachęcanie uczniów do samodzielnego rozwiązywania problemów,
- wskazywanie związku między przekazywaną wiedzą a sytuacjami praktycznymi,
- zachęcanie uczniów do zadawania pytań i mówienia, czego się nie rozumie,
- planowanie, przeprowadzanie i analiza doświadczeń na lekcjach (w wypadku biologii, chemii i fizyki).

Choć zmiany częstości stosowania tych praktyk były nieduże i w części nieistotne statystycznie, to łącznie mogły się w pewnym stopniu przyczynić do obserwowanej zmienności wyników pomiaru umiejętności uczniów. Wszystkie wymienione praktyki edukacyjne wchodzą w zakres kształcenia przyrodniczego przez dociekanie naukowe (IBSE, *Inquiry Based Science Education*) – nowoczesnej i skutecznej strategii edukacyjnej. Należy jednak pamiętać, że przedstawione w badaniu szacunki częstości dobrych praktyk opierają się na subiektywnych ocenach uczniów.

Trudno na podstawie wyników badania jednoznacznie wskazać przyczyny niższych wyników pomiaru kompetencji uczniów w roku 2013 w porównaniu z latami 2012 i 2014. Nie można wykluczyć, że mimo dochowania pełnej staranności w losowaniu próby, do badania wybrane zostały nieco lepsze szkoły w 2012 r. albo nieco słabsze w 2013 r. Takie zdarzenie, choć bardzo mało prawdopodobne biorąc pod uwagę wielkość próby oraz jej warstwowanie, nie jest jednak wykluczone. Drugie wyjaśnienie odwołuje się do efektu nowego egzaminu gimnazjalnego. Przed pierwszym egzaminem w nowej formie mogła nastąpić ogólna mobilizacja uczniów i nauczycieli, skutkująca lepszymi kompetencjami uczniów. W badaniu *Laboratorium myślenia* jako narzędzia pomiarowe celowo wykorzystywano zadania takiego samego typu, jakie pojawiają się na egzaminie gimnazjalnym, a zespół przygotowujący *Laboratorium myślenia* był również zaangażowany w przygotowanie informatora o nowym egzaminie gimnazjalnym¹³. W następnym roku mogło nastąpić swoiste „odreagowanie”, natomiast kolejny wzrost wyników w ostatnim roku badania to już trwały efekt reformy programowej.

Weryfikacja obu hipotez jest możliwa i wymagałaby dalszych badań. Aby sprawdzić reprezentatywność próby, należałoby porównać średni wynik egzaminu gimnazjalnego dla badanych uczniów ze średnią krajową. Jeśli obie średnie nie różnią się, to próba dobrze oddaje populację generalną. Jeśli natomiast średnia dla prób z 2012 r. lub 2013 r. jest istotnie różna, to znaczy, że przypadkowo zostały wylosowane słabsze lub lepsze szkoły. Dodatkowo, aby sprawdzić, czy efekt wprowadzenia podstawy programowej jest trwały, zalecane byłoby powtórzenie pomiaru kompetencji uczniów po 2–3 latach od ostatniego cyklu.

¹³ Informator o egzaminie gimnazjalnym od roku szkolnego 2011/2012. Centralna Komisja Egzaminacyjna, Warszawa 2010.

3. Dyskusja

Jedyną praktyką edukacyjną, której częstość zdecydowanie wzrosła w trakcie badania, było wykorzystanie przez nauczycieli pomocy multimedialnych na lekcjach – dla każdego przedmiotu zanotowano wzrost o kilkanaście punktów procentowych. Jednak stosowanie multimedii w szkole nie wydaje się mieć bezpośredniego przełożenia na wyniki uczniów.

3.3. Przedmioty przyrodnicze w szkole – razem czy osobno?

Polska szkoła nie ma dobrej tradycji zintegrowanego nauczania przedmiotów przyrodniczych. Kształcenie koncentrowało się wokół wyodrębnionych przedmiotów – biologii, chemii, fizyki i geografii – nie zaś wokół wspólnej cechy tych dyscyplin jako nauk empirycznych, bazujących na obserwacjach i eksperymentach oraz rygorystycznym wnioskowaniu naukowym. Próbą przełamania tego schematu było wprowadzenie do szkół podstawowych przedmiotu przyroda¹⁴. Analizując podstawę programową z przyrody, można jednak zauważyć, że niektóre elementy rozumowania naukowego są w niej nieobecne. Przede wszystkim nie ma rozróżniania problemów poddających się empirycznemu badaniu od niemających charakteru naukowego. Słabo wyeksponowana jest także kwestia formułowania pytań badawczych oraz stawiania hipotez. Choć zagadnienia te są zawarte w celach kształcenia, to nie znajdują odpowiedniego odzwierciedlenia w wymaganiach szczegółowych.

Jak już wspomniano w podrozdz. 3.1., na III i IV etapie edukacyjnym podstawowe elementy rozumowania naukowego pojawiają się głównie w wymaganiach ogólnych podstawy programowej z biologii. Mimo tych braków ogólne umiejętności polskich uczniów w zakresie rozumowania w naukach przyrodniczych znacząco się podniosły po reformie oświaty, o czym świadczą wyniki badań PISA (ryc. 3.2). W naszym badaniu zadania testujące rozumowanie naukowe również były obecne i jak pokazują jego wyniki, kompetencje uczniów w tym zakresie istotnie się zwiększyły.

Powszechnie sygnalizowanym problemem w szkole jest brak koordynacji między programami poszczególnych przedmiotów. Na przykład na lekcjach chemii związki organiczne omawiane są pod koniec cyklu kształcenia w gimnazjum, podczas gdy na biologii muszą być one wprowadzone znacznie wcześniej. Na biologii budowa oka człowieka jest też zazwyczaj omawiana wcześniej, niż są wprowadzane odpowiednie zagadnienia z optyki na lekcjach fizyki. W trakcie prac nad nową podstawą programową nie udało się części tych problemów rozwiązać, ale zwrócono uwagę na niektóre powtórzenia w celu ich eliminacji. Podkreślono także konieczność integracji międzyprzedmiotowej. Jedną z metod takiej integracji jest nauczanie blokowe, które jednak w zasadzie nie funkcjonuje w polskich gimnazjach¹⁵. Choć różne badania międzynarodowe nie wykazują jednoznacznej przewagi zintegrowanego nauczania nad przedmiotowym w zakresie dyscyplin przyrodniczych¹⁶, to integracja treści programowych byłaby bardzo pożądana. Wyniki badań ankietowych towarzyszących pomiarowi umiejętności uczniów sugerują, że nauczyciele umiarkowanie często odwołują się do wiedzy z innych przedmiotów – najczęściej na fizyce, w czym zapewne kluczowe jest odwołanie się do wiedzy matematycznej uczniów, najrzadziej natomiast na biologii. Jest to niepokojące, ponieważ w wyjaśnianiu zjawisk biologicznych fizyka i chemia odgrywają bardzo ważną rolę. Trudno wyjaśnić np. przemianę materii bez odwołania się do chemii albo funkcjonowanie układu ruchu, układu nerwowego czy niektórych zmysłów (słuchu, wzroku), bez nawiązania do fizyki. Taka opinia uczniów sugeruje, że w nauczaniu biologii kładzie się większy nacisk na przekazywanie faktów, niż na wyjaśnianie zjawisk.

¹⁴ Podstawa programowa z komentarzami. T. 5. Edukacja przyrodnicza w szkole podstawowej, gimnazjum i liceum – przyroda, geografia, biologia, chemia, fizyka. Ministerstwo Edukacji Narodowej, Warszawa.

¹⁵ Wojciech Grajkowski, 2013. *Opinie nauczycieli, dyrektorów szkół i uczniów na temat nauczania blokowego przedmiotów przyrodniczych w gimnazjum*. „Edukacja”, 1(121) 89–98.

¹⁶ Przegląd literatury jw.

Zestawiając wyniki badania PISA oraz *Laboratorium myślenia* pod względem poziomów umiejętności uczniów, można zauważyć jedną interesującą różnicę. W badaniu PISA stwierdzono, że głównymi beneficjentami reformy edukacyjnej byli uczniowie najslabsi, ponieważ właśnie odsetek uczniów na I poziomie umiejętności i poniżej tego poziomu bardzo się zmniejszył w kolejnych edycjach badania, w umiarkowany natomiast sposób wzrósł odsetek uczniów z wynikami na najwyższych poziomach. Odmienną tendencję zaobserwowano w badaniu *Laboratorium myślenia* – odsetek uczniów na poziomie I i poniżej tego poziomu w zasadzie nie zmieniał się w trakcie badania, a wzrósł odsetek uczniów o najwyższych kompetencjach. Porównując te wyniki warto pamiętać, że PISA mierzy głównie kompetencje ponadprzedmiotowe, a *Laboratorium myślenia* – przedmiotowe.

3.4. Zróżnicowanie wyników według płci i aspiracje edukacyjne

Wyniki naszego badania wskazują, że beneficjentami nowej podstawy programowej są w większym stopniu dziewczęta niż chłopcy. Co więcej, przełamują one coraz częściej stereotypy płciowe – w zakresie umiejętności przedmiotowych ich średni wynik jest zdecydowanie wyższy niż chłopców w wypadku biologii i chemii, a równy w wypadku geografii. Zmniejszył się także dystans dzielący dziewczęta od chłopców w wypadku fizyki, a w pierwszym roczniku nauczonym według nowej podstawy programowej obie płcie przejściowo się zrównały. Przewaga edukacyjna dziewcząt nad chłopcami w zakresie umiejętności przedmiotowych nie znajduje odbicia w badaniach PISA, w których mierzy się głównie kompetencje ponadprzedmiotowe w zakresie nauk empirycznych – w 2012 r. różnica między obiema płciami była nieistotna statystycznie.

Wyższe umiejętności przedmiotowe dziewcząt znajdują także odzwierciedlenie w wyborze szkoły ponadgimnazjalnej oraz dalszych aspiracjach edukacyjnych. Dziewczęta dominują w liceach ogólnokształcących i to one zdecydowanie częściej niż chłopcy planują kontynuację edukacji do etapu studiów II stopnia (magisterskich lub lekarskich). Chłopcy natomiast zdecydowanie częściej deklarują, że zamierzają poprzestać na wykształceniu zasadniczym zawodowym lub średnim zawodowym. Warto podkreślić, że jedynie 2,6% dziewcząt i 3,2% chłopców (w 2014 r.) uważało, że wystarczy im wykształcenie średnie ogólnokształcące, co świadczy, że dla zdecydowanej większości młodzieży liceum ogólnokształcące jest świadomym wyborem ścieżki edukacyjnej – etapem dalszego kształcenia. Interesującym wynikiem jest także ten, że ok. 12% dziewcząt i chłopców deklaruje chęć zdobycia wyższych stopni lub tytułów naukowych. Jest to ważny wynik, ponieważ jednym z motywów unijnego programu Horyzont 2020 jest zachęcenie młodych ludzi do edukacji i kariery naukowej¹⁷.

W kontekście wyborów edukacyjnych młodzieży warto zwrócić również uwagę na obniżający się poziom absolwentów gimnazjum, którzy wybierają szkoły zawodowe, podczas gdy w tym samym czasie wzrasta średni wynik uczniów wybierających licea i technika. Sugeruje to, że wybór zasadniczej szkoły zawodowej odbywa się raczej na zasadzie selekcji negatywnej niż na podstawie rzeczywistych preferencji.

¹⁷ URL: <http://ec.europa.eu/research/swafs/index.cfm?pg=policy&lib=education>.

4. Podsumowanie

- Badanie *Laboratorium myślenia* sugeruje, że reforma podstawy programowej przedmiotów przyrodniczych skutkowała wzrostem kompetencji uczniów w zakresie biologii, chemii, fizyki i geografii. Większymi beneficjentami uszczegółowienia wymagań przedmiotowych są dziewczęta niż chłopcy; bardziej skorzystali na nim też uczniowie lepsi niż słabsi.
- Dobrymi praktykami edukacyjnymi, które wydają się być kluczowe dla podniesienia kompetencji uczniów, są: zachęcanie uczniów do samodzielnego rozwiązywania problemów, wskazywanie związku między przekazywaną wiedzą a sytuacjami praktycznymi, zachęcanie uczniów do zadawania pytań i mówienia, czego się nie rozumie, oraz planowanie, przeprowadzanie i analiza doświadczeń na lekcjach. Niestety, są to praktyki wciąż niezbyt częste – zwłaszcza przeprowadzanie doświadczeń. Nie zaobserwowano zasadniczej zmiany we wzroście częstości tych praktyk wskutek wprowadzenia nowej podstawy programowej.
- W trakcie badania stwierdzono pogłębienie się różnic między zasadniczymi szkołami zawodowymi a szkołami kończącymi się maturą – średni wynik uczniów wybierających te pierwsze szkoły spadł w trakcie badania, podczas gdy wzrósł w pozostałych typach szkół. Sugeruje to, że nabór do zasadniczych szkół zawodowych odbywa się na zasadzie selekcji negatywnej, a nie preferencji.
- Na podstawie wyników badania *Laboratorium myślenia* można sformułować następujące zalecenia:
 - istnieje potrzeba większej integracji międzyprzedmiotowej, nie tylko w zakresie treści nauczania, ale także celów kształcenia, w tym umiejętności rozumowania naukowego – i w tym kierunku powinna pójść korekta podstawy programowej;
 - w celu utrwalenia pozytywnych skutków reformy podstawy programowej konieczne jest wsparcie nauczycieli i szkół w zakresie wprowadzania dobrych praktyk edukacyjnych, przede wszystkim aktywnego włączenia uczniów do procesu edukacyjnego, w tym strategii kształcenia przyrodniczego przez dociekanie naukowe (IBSE);
 - wsparcia wymaga system szkół zawodowych, do których trafiają uczniowie o coraz słabszym poziomie kompetencji przedmiotowych.

Literatura

Baza Dobrych Praktyk, URL: <http://www.bnd.ibe.edu.pl>

BBVA Foundation International Study on Scientific Culture. Understanding science. Fundación BBVA, 2012.
URL: <https://w3.grupobbva.com/TLFU/tlfu/ing/investigacion/fichainves/index.jsp?codigo=380>, dostęp *on line* 07.06.2015

W. Grajkowski, *Opinie nauczycieli, dyrektorów szkół i uczniów na temat nauczania blokowego przedmiotów przyrodniczych w gimnazjum*, „Edukacja”, 1(121) 89–98, 2013.

Informator o egzaminie gimnazjalnym od roku szkolnego 2011/2012, Centralna Komisja Egzaminacyjna, Warszawa, 2010.

Laboratorium myślenia. Diagnoza umiejętności gimnazjalistów w zakresie przedmiotów przyrodniczych 2011, praca zbiorowa pod red. E.B. Ostrowskiej i K. Spalika, Instytut Badań Edukacyjnych, Warszawa, 2012.

R.J. Mislevy, A.E. Beaton, B. Kaplan, K.M. Sheehan, „Estimating population characteristics from sparse matrix samples of item responses”, *Journal of Educational Measurement*, 29(2), 133–161, 1992.

Podstawa programowa z komentarzami, t. 5. Edukacja przyrodnicza w szkole podstawowej, gimnazjum i liceum – przyroda, geografia, biologia, chemia, fizyka, Ministerstwo Edukacji Narodowej, Warszawa.

Praca zbiorowa pod red. M. Federowicza, *Program Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA, Wyniki badania 2012 w Polsce*, Ministerstwo Edukacji Narodowej, Instytut Filozofii i Socjologii PAN, Warszawa, 2014.

M.D. Reckase, *Multidimensional Item Response Theory*, Springer, New York, 2009.

D.B. Rubin, R.J.A. Little, *Statistical analysis with missing data*, Wiley, New York, 1987.

Umiejętności Polaków – wyniki Międzynarodowego Badania Kompetencji Osób Dorosłych (PIAAC), praca zbiorowa pod red. Mai Rynko, Instytut Badań Edukacyjnych, Warszawa, 2013.

Umiejętności złożone w nauczaniu historii i przedmiotów przyrodniczych, praca zbiorowa pod red. B. Ostrowskiej i K. Spalika, Instytut Filozofii i Socjologii PAN, Warszawa, 2010.

Załącznik 1. Skalowanie całościowych wyników badania

Złożony schemat badania *Laboratorium myślenia* zdeterminował sposób skalowania wyników. Był pochodną trzech charakterystyk badania:

- nie wszyscy uczniowie rozwiązywali takie same zadania,
- mierzono cztery różne umiejętności,
- było to badanie powtarzane rokrocznie, przy czym pula zadań zmieniała się do pewnego stopnia w każdym cyklu.

Tym samym, suma punktów nie dostarczała rzetelnych informacji o poziomie umiejętności uczniów. Wprowadzenie modelowania cech ukrytych rozwiązuje większość problemów, ale komplikuje procedury skalowania, niezbędne do trafnego oszacowania poziomu umiejętności. Finalne skalowanie zostało zatem rozbite na dwa etapy:

- estymacje czterech jednowymiarowych modeli wielogrupowych,
- estymacje modeli wielowymiarowych z generowaniem plausible values.

W pierwszym etapie skalowania do każdego przedmiotu z osobna wykorzystano jednowymiarowy model wielogrupowy. Zdefiniowana tutaj grupa to cykl badania. Model wielogrupowy zastosowany został do wszystkich czterech przeprowadzonych i przeanalizowanych cykli. Podczas skalowania założono, że parametry poszczególnych zadań nie zmieniają się między cyklami. Takie ograniczenie pozwoliło na oszacowanie średnich oraz wariancji w poszczególnych latach. Osobno potraktowano próbę klas drugich z cyklu trzeciego. W tym etapie wyeliminowano również zadania z ujemną lub bliską zeru dyskryminacją, które stwarzały problemy podczas estymacji. Usunięte zostały 3 zadania z testu biologicznego, 10 z fizycznego i po 2 z testu chemicznego i geograficznego.

Do oszacowania średnich i wariancji wykorzystano modele wielogrupowe składające się z dwóch grup: klasy pierwszej i klasy drugiej trzeciego cyklu (klasy drugie badane były tylko w trzecim cyklu). Parametry zadań wykorzystanych do skalowania oraz średnie i wariancje populacji klasy pierwszej zostały wzięte ze skalowania modeli czterogrupowych. Taka strategia miała na celu minimalizację potencjalnego niepożądanego wpływu różnic jakościowych między klasą pierwszą a drugą trzeciego cyklu dla całego procesu skalowania.

Kolejnym etapem było skalowanie wyników za pomocą wielowymiarowego modelu IRT (*multidimensional IRT model*) każdego z danych cykli osobno oraz losowanie *plausible values*. W tym skalowaniu parametry zadań zostały wzięte z pierwszego (wielogrupowego) etapu skalowania.

Do skonstruowania końcowych skal umiejętności dla czterech przedmiotów został użyty wielowymiarowy model IRT¹⁸:

$$P(X_{nij} = 1 | \boldsymbol{\theta}_n, \boldsymbol{\beta}_i, \mathbf{a}_i) = \psi(\boldsymbol{\theta}_n) = \frac{\exp(\mathbf{a}_i(\boldsymbol{\theta}_n - \boldsymbol{\beta}_i))}{1 + \exp(\mathbf{a}_i(\boldsymbol{\theta}_n - \boldsymbol{\beta}_i))} \quad (1)$$

gdzie: $\boldsymbol{\beta}_i$ to macierz parametrów trudności i -tych zadań a \mathbf{a}_i jest macierzą parametrów dyskryminacji (każdemu wymiarowi odpowiada jedna kolumna w macierzach parametrów). $\boldsymbol{\theta}_n$ to wielowymiarowy wektor umiejętności uczniów w Q wymiarowej przestrzeni umiejętności.

Model jest rozszerzeniem jednowymiarowego modelu IRT, który umożliwia łączną kalibrację wielowymiarowych cech ukrytych – w przypadku *Laboratorium myślenia* były to umiejętności mie-

¹⁸ Reckase M.D., 2009. *Multidimensional Item Response Theory*, Springer, New York.

rzone 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.

Dodatkowo w procesie skalowania uwzględnione zostały zmienne warunkujące służące do bardziej precyzyjnego szacowania wyników uczniów. Klasyczną metodą szacowania umiejętności na podstawie modeli IRT jest punktowa estymacja wyników. Inną metodą jest traktowanie umiejętności uczniów jako braków danych, które muszą być oszacowane na podstawie zaobserwowanych odpowiedzi na zadania i dodatkowych informacji, jakimi dysponujemy o uczniach. W taki sposób postępuje się zazwyczaj w dużych badaniach edukacyjnych, jak PISA, TIMSS czy NAEP. Nazwa tej metodologii pochodzi od nazwy generowanych zmiennych zależnych – wartości potencjalnych (*plausible values*, PV). Są one losowymi próbami z warunkowego rozkładu *a posteriori* cechy ukrytej każdego badanego ucznia¹⁹. 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 posiada cechę ukrytą – umiejętności uczniów, które nie są bezpośrednio obserwowalne. Badacz dysponuje jedynie ich obserwowalnymi wskaźnikami: odpowiedziami udzielonymi na pytania, ewentualnie wyskalowaną wartością, na przykład modelem IRT lub prostą sumą. Tak skonstruowany wskaźnik jest oczywiście obciążony błędem pomiaru, który będzie wpływał na oszacowanie statystyki $t(\theta, y)$. Aby poradzić sobie z tym problemem, można potraktować θ jako braki danych jak to postuluje Rubin²⁰. Wtedy przybliżeniem dla $t(\theta, y)$ jest warunkowa wartość oczekiwana $t^*(x, y)$, gdzie x jest wektorem odpowiedzi na pytania testowe:

$$t^*(x, y) = E[t(\theta, y) | x, y] = \int t(\theta, y) p(\theta | x, y) d\theta. \quad (2)$$

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). PV dla każdego ucznia j losowane są wedle metodologii Rubina z warunkowego rozkładu:

$$P(\theta | y, \Gamma, \Sigma), \quad (3)$$

gdzie Γ jest macierzą współczynników regresji dla zmiennych warunkujących, czyli dodatkowych zmiennych wykorzystywanych w procesie warunkowania zmiennych, które w przyszłości mogą być używane jako zmienne zależne do obliczania statystyki $t(\theta, y)$, a Σ jest macierzą wariancji reszt.

Ponieważ podejście Rubina traktuje umiejętności ucznia jako „braki danych”, do ich uzupełnienia można użyć wszystkich dostępnych informacji, wszystkich zmiennych, które mają jakąkolwiek moc predykcyjną dla umiejętności uczniów (θ). Przedstawiony rozkład warunkowy otrzymujemy za pomocą następującej proporcjonalności:

$$P(\theta | y, x, \Gamma, \Sigma) \propto P(x | \theta, y, \Gamma, \Sigma) P(\theta | y, \Gamma, \Sigma) = P(x | \theta) P(\theta | y, \Gamma, \Sigma), \quad (4)$$

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 obserwo-

¹⁹ Mislevy R.J., Beaton A.E., Kaplan B., Sheehan K.M., 1992. „Estimating population characteristics from sparse matrix samples of item responses”, *Journal of Educational Measurement*, 29(2), 133–161.

²⁰ Rubin D.B. i Little R.J.A., 1987. *Statistical analysis with missing data*. Wiley, New York.

Załącznik 1. Skalowanie całościowych wyników badania

walnymi wartościami dodatkowych zmiennych oraz macierzami zawierającymi informacje o współczynnikach regresji i wariancji reszt.

Szacowanie macierzy Γ oraz Σ odbywa się za pomocą algorytmu EM, opracowanego przez Roberta Mislevy'ego²¹. 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, wykształcenie rodziców, sytuację zawodową rodziców oraz efekty stałe. Z modelu ze zmiennymi warunkującymi dla każdego z czterech przedmiotów zostały wylosowane PV. Warto podkreślić, że obliczenie dowolnej statystyki t w tym badaniu było proste i polegało na uśrednieniu wyników z szacunków, w których zostały wzięte pod uwagę wylosowane PV:

$$\bar{t} = \frac{\sum_k t_k}{M}. \quad (5)$$

Błąd standardowy oszacowania statystyki t można zapisać, jako:

$$SE(\bar{t}) = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_k s_k + \left(1 + \frac{1}{M}\right) \left(\frac{1}{M-1}\right) \sum_k (t_k - \bar{t})^2}, \quad (6)$$

gdzie: M to liczba replikacji (w przypadku naszego badania 10); t_k to statystyka uzyskana z k -tego losowania, a s_k – szacowany błąd dla replikacji.

Innymi słowy, wykorzystując metodologię PV w różnych analizach, należy postępować następująco: na wygenerowanych M razy PV estymować M osobnych modeli, następnie wyniki tych parametrów z M analiz uśrednić. Wynik uśrednienia będzie przybliżeniem prawdziwych poszukiwanych parametrów. Błąd standardowy należy oszacować na podstawie podanego wzoru (12.6).

Otrzymane w ten sposób oszacowanie umiejętności uczniów, w celu lepszej interpretacji wyników, przedstawiono na skali o średniej 500 i odchyleniu standardowym 100 dla pierwszego cyklu badania. Na skali umiejętności przedstawiono również trudność zadań. Trudność wyrażona na skali umiejętności wyznaczana jest przez punkt umiejętności, dla którego przewidywane prawdopodobieństwo udzielenia poprawnej odpowiedzi na zadanie wynosi 0,5. Umiejętności wyrażane są na skali o średniej 500 i odchyleniu standardowym 100.

²¹ Mislevy R.J., ... op.cit., 131–161.

Instytut Badań Edukacyjnych

Głównym zadaniem Instytutu jest prowadzenie badań, analiz i prac przydatnych w rozwoju polityki i praktyki edukacyjnej.

Instytut zatrudnia ponad 150 badaczy zajmujących się edukacją – pedagogów, socjologów, psychologów, ekonomistów, politologów i przedstawicieli innych dyscyplin naukowych – wybitnych specjalistów w swoich dziedzinach, o różnorodnych doświadczeniach zawodowych, które obejmują, oprócz badań naukowych, także pracę dydaktyczną, doświadczenie w administracji publicznej czy działalność w organizacjach pozarządowych.

Instytut w Polsce uczestniczy w realizacji międzynarodowych projektów badawczych, w tym *PIAAC*, *PISA*, *TALIS*, *ESLC*, *SHARE*, *TIMSS* i *PIRLS* oraz projektów systemowych współfinansowanych przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego.

Instytut Badań Edukacyjnych

ul. Górczewska 8, 01-180 Warszawa | tel. +48 22 241 71 00 | ibe@ibe.edu.pl | www.ibe.edu.pl
Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.