

dr inż. Ewa Duda

Akademia Pedagogiki Specjalnej im. Marii Grzegorzewskiej

Aleksandra Ciężka

Liceum Ogólnokształcące im. Stefana Żeromskiego w Żyrardowie

Efektywność edukacji matematycznej dorosłych w dobie pandemii na podstawie wyników egzaminu maturalnego

Abstrakt

Edukacja formalna dorosłych na poziomie ponadpodstawowym to jedna z wielu ścieżek edukacyjno-zawodowych wiodących na rynek pracy, zarówno dorosłych, jak i młodzież. Ważne zatem jest, aby droga ta efektywnie prowadziła do obranego celu. Niestety, jak wskazują dane statystyczne, dla wielu słuchaczy szkół dla dorosłych, pomimo co najmniej trzyletniej nauki, zdanie egzaminów maturalnych (w szczególności egzaminu z matematyki), umożliwiających kontynuację nauki na wyższej uczelni lub zdobycie lepszej pracy, jest wyzwaniem bardzo trudnym. Celem artykułu jest zwrócenie uwagi na problem kształcenia matematycznego w szkołach średnich dla dorosłych oraz rezultatów tego kształcenia mierzonych wynikami egzaminów zewnętrznych. W tym celu analizie poddano wyniki pisemnych egzaminów z matematyki zdawanych na poziomie podstawowym, z trzech ostatnich głównych sesji egzaminacyjnych, tj. wyniki sprzed okresu pandemii, po pierwszej fali pandemii oraz po trzeciej fali pandemii. Wyniki wskazują nie tylko na niską efektywność prowadzonej edukacji matematycznej w szkołach dla dorosłych, ale także na pogłębienie tego stanu w okresie pandemii.

Wstęp

Pandemia znacząco wpłynęła na kształt obecnej edukacji, po ponad półtora roku jej trwania nie ma co do tego wątpliwości. Wprawdzie dostrzec można pozytywne aspekty sytuacji, w jakiej się znaleźliśmy, takie jak przełamanie barier technologicznych, rozwój kompetencji cyfrowych, opracowanie alternatywnych metod kształcenia czy większą dostępność do edukacji (możliwość dostępu do kursów, szkoleń, webinarów organizowanych nawet w najbardziej odległych zakątkach globu), to jednak największą troskę wywołują pytania o szkody, jakie pandemia wywołała w edukacji. Uwaga autorki tekstu skupiona jest na szczególnym wycinku tej edukacji, a mianowicie kształceniu w szkołach dla dorosłych.

Słuchacze szkół dla dorosłych stanowią znaczący odsetek polskich uczniów. W roku szkolnym 2019/2020 na 756 751 uczniów uczących się w liceach ogólnokształcących, liczba słuchaczy liceów dla dorosłych wynosiła 114 434, co stanowi ponad 15% ogółu. W tym samym roku licea dla dorosłych ukończyło

33 636 słuchaczy, będąc jednocześnie uprawnionymi do przystąpienia do egzaminów maturalnych¹. Szkolna rzeczywistość pokazuje jednak, że tylko ok. 1/3 absolwentów składa deklaracje maturalne. W dobie pandemii słuchacze szkół dla dorosłych znaleźli się w szczególnej sytuacji. W przypadku szkolnictwa dla dzieci i młodzieży nauczyciele dość szybko podjęli działania wychodzące na przeciw pojawiającym się nowym potrzebom uczniów (Jaskulska i Jankowiak, 2020), duża część zajęć prowadzona była w czasie rzeczywistym dzięki dostępnym aplikacjom do zdalnych spotkań. Uczniowie mieli zapewniony stały kontakt z nauczycielami przedmiotowymi i wychowawcami. W odniesieniu do szkół dla dorosłych trudno znaleźć publikacje lub badania przedstawiające formy pracy ze słuchaczami, jednak na stronach internetowych niektórych szkół dla dorosłych można odnaleźć wpisy, że podstawowym narzędziem zdalnego nauczania było zamieszczanie informacji i materiałów edukacyjnych na stronie internetowej szkoły bądź na platformie e-learningowej, zadaniem zaś słuchaczy odbieranie tych materiałów, zapoznanie się z nimi i zastosowanie się do zaleceń nauczyciela zawartych w poleceniach. Wydaje się zatem, że podstawową formą edukacji w szkołach dla dorosłych w czasie pandemii było samokształcenie, choć jak zaznaczamy, nie znalazłyśmy rzetelnych badań potwierdzających tę tezę.

Celem prezentowanego artykułu jest przedstawienie rezultatów badań diagnostycznych mających na celu próbę oceny efektywności edukacji matematycznej w dobie pandemii na podstawie analizy wyników egzaminu maturalnego z matematyki, osiągniętych przez absolwentów szkół dla dorosłych w trzech kolejnych, głównych sesjach egzaminacyjnych, tj. maj 2019 (okres przed pandemią), czerwiec 2020 (pierwsza fala pandemii, kiedy edukacja w warunkach pandemicznych dla semestrów kończących szkołę trwała dwa miesiące, marzec–kwiecień), maj 2021 (kolejne dwie fale pandemii, kiedy edukacja w warunkach pandemicznych trwała niemalże cały rok szkolny, od października 2020 do kwietnia 2021 roku).

Wyniki egzaminów jako podstawa oceny efektywności edukacyjnej

Problem oceny jakości kształcenia szkolnego ze względu na swą wielowymiarowość wciąż znajduje zainteresowanie badaczy różnych dyscyplin nauki. Ich wkład w wieloletni rozwój badań nad efektywnością edukacyjną (ang. *Educational Effectiveness Research*, EER) spowodował, iż obszar ten stał się szeroko rozpoznawalny na świecie, odpowiadając na pytania:

- W jaki sposób, dlaczego, kiedy, gdzie i dla kogo systemy edukacyjne, nauczyciele i szkoły mają wpływ na różne wyniki uczniów?
- Jakie są najbardziej odpowiednie projekty i metodologie do podjęcia takich badań?
- W jaki sposób wnioski z EER mogą dostarczyć dowodów i informacji, które można wykorzystać do poprawy szans edukacyjnych i życiowych wszystkich uczniów, w szczególności uczniów znajdujących się w niekorzystnej sytuacji i grup 'ryzyka' w różnych kontekstach kulturowych? (Lindorff i in., 2020 s. 9).

¹ Główny Urząd Statystyczny, *Oświata i wychowanie w roku szkolnym 2019/2020*, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2021.

Wśród różnych metodologii badań nad efektywnością kształcenia można wyróżnić takie, które koncentrują się na wynikach kształcenia, w szczególności osiągnięciach szkolnych uczniów mierzonych za pomocą testowania na dużą skalę (ang. *Large-Scale Testing*). Pomiar osiągnięć edukacyjnych za pomocą standaryzowanych testów obejmujących swym zasięgiem dużą część populacji uczniowskiej stał się nieodłączną częścią nie tylko krajowych systemów edukacyjnych, służy również niejednym porównaniom międzynarodowym. Przytoczyć tu można przykłady dotyczące edukacji matematycznej takie jak FIMS (First International Mathematics Study) czy PISA (Programme for International Student Assessment) lub TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study), które cyklicznie badają osiągnięcia szkolne (Hanushek i Woessmann, 2013), również polskiej młodzieży. Oprócz oceny efektywności edukacyjnej, wykorzystywane często przez polityków czy władze oświatowe do opiniowania jakości funkcjonowania szkoły, standaryzowane testy przeprowadzane jako testy końcowe, egzaminy maturalne, egzaminy wstępne pełnią dodatkowo funkcję selekcyjną, wpływając na przyszłość uczniów, nie tylko w kontekście rozwoju edukacyjnego, lecz także statusu ekonomicznego, zawodowego czy zdrowia (Riffert, 2005; Hanushek i Woessmann, 2008).

Rozpowszechnienie systemu egzaminowania zewnętrznego, pomimo jego ułomności trudnych do całkowitego wyeliminowania (Niemierko, 2009; Emler i in., 2019; Hargreaves, 2020), nastąpiło z kilku powodów. Po pierwsze, globalna ocena efektywności edukacyjnej pozwala na wyłonienie szkół, nieoferujących dobrej jakości edukacji, do której ma prawo każdy człowiek, bez względu na jego status społeczny, ekonomiczny, kulturowy, religijny, przy czym celem stawianej diagnozy nie jest eliminacja czy marginalizacja tych szkół, a wdrożenie rozwiązań służących poprawie istniejącego stanu. Po drugie, ocena osiągnięć uczniów dokonywana za pomocą zewnętrznych, standaryzowanych testów egzaminacyjnych jest bardziej rzetelna i obiektywna niż oceny wystawiane przez nauczycieli, umożliwia ona porównywanie poziomu wiedzy, umiejętności czy kompetencji uczniowskich na większą skalę (Riffert, 2005).

Egzaminy wysokiej stawki stały się również nieodłączną częścią polskiego systemu oświaty. Organizowane przez Centralną Komisję Egzaminacyjną od 2005 roku standaryzowane maturalne testy egzaminacyjne umożliwiają prowadzenie licznych analiz, których celem jest troska o jakość edukacji, w tym edukacji matematycznej (Szmigel, 2008; Szmigel i Rappe, 2012). Niestety, konstrukcja testów nie umożliwia porównywania wyników poszczególnych matur, ani prowadzenia tym samym wieloletnich, podłużnych badań efektywności edukacyjnej na podstawie surowych wyników testów egzaminacyjnych (Zaleski-Ejgierd, 2015), choć dokonywane były próby badań nad zrównywaniem wyników egzaminacyjnych, umożliwiających dalsze porównania (Szaleniec i in., 2015).

Metodologia badań

Szkoły średnie dla dorosłych stanowią ważny komponent systemu oświatowego, umożliwiając uzyskanie formalnego wykształcenia tym osobom, które z różnych względów nie ukończyły szkoły dla młodzieży. Przeprowadzenie badań jednoznacznie wskazujących poziom efektywności takich szkół nie jest

możliwe, przede wszystkim ze względu na dużą rotację ich słuchaczy. Pewna część słuchaczy rozpoczyna naukę w jednej szkole, a kończy w innej. Decyzja o kontynuacji nauki w innej placówce podejmowana jest najczęściej ze względu na sytuację życiową, zmianę miejsca zamieszkania czy problemy adaptacyjne. Część słuchaczy to osoby, które uczyły się w szkole dla młodzieży, jednak ze względu na trudności edukacyjne, najczęściej w ostatnim roku nauki, przenoszą się do szkoły dla dorosłych, nierzadko niestety na skutek sugestii nauczycieli szkół dla młodzieży, kierujących się troską o pozycję szkoły w rankingach edukacyjnych. W odniesieniu do tej grupy uzyskiwane wyniki podczas egzaminu maturalnego są często w dużej mierze efektem nauki w szkole dla młodzieży, a nie szkole dla dorosłych. Choć zatem analiza wyników matur obciążona jest dużym błędem, wciąż jest to jeden z istotnych sposobów weryfikacji, jak funkcjonuje formalna edukacja dorosłych w Polsce. Co najważniejsze, nie może on stanowić integralnej oceny tej edukacji, a jedynie jeden z jej komponentów.

Przedstawione w prezentowanym artykule badania przeprowadzono, opierając się na danych udostępnionych przez Centralną Komisję Egzaminacyjną. Ze względu na fakt, iż dane przekazywane do CKE przez okręgowe komisje egzaminacyjne są zanonimizowane, w badaniach nie można było uwzględnić czynnika, jakim jest wiek słuchaczy. Grupa badawcza obejmowała wyniki egzaminu maturalnego z matematyki na poziomie podstawowym uzyskane przez 52 820 zdających, w tym 15 143 zdających w sesji maj 2019, 15 467 zdających w sesji maj 2020 oraz 22 210 zdających w sesji maj 2021. Analizy przeprowadzono, wykorzystując oprogramowanie Microsoft Excel.

Wyniki i dyskusja

Pisemny egzamin z matematyki jest jednym z pięciu obowiązkowych egzaminów maturalnych zdawanych na poziomie podstawowym, cztery pozostałe to egzaminy pisemny i ustny z języka polskiego oraz pisemny i ustny z języka obcego nowożytnego. Ponadto abiturienti w 2019 roku przystępowali obowiązkowo do dodatkowego egzaminu z wybranego przedmiotu, zdawanego na poziomie rozszerzonym, jednak zaliczenie go uwarunkowane było jedynie samą obecnością na egzaminie.

Tabela 1. Parametry statystyczne wyników egzaminu z matematyki na poziomie podstawowym absolwentów szkół dla dorosłych

	Liczba zdających	Minimum (%)	Maksimum (%)	Mediana (%)	Modalna (%)	Średnia (%)	Odchylenie standardowe (%)	Odszetek sukcesów %
2019	15 143	0	100	22	16	27	16	33
2020	15 467	0	100	20	16	26	15	31
2021	22 210	0	100	22	20	28	17	31

Źródło: opracowanie własne.

Spośród wymienionych egzaminów wyniki z matematyki osiągnęte przez absolwentów szkół dla dorosłych są najniższe. Osiągnięcie wymaganego 30-procentowego progu zdawalności jest dla absolwentów tych szkół zadaniem trudnym, przyczyniając się do wysokiego wskaźnika niepowodzeń edukacyjnych; w ostatnich latach wynosił on średnio niemalże 70%. Parametry statystyczne analizowanych w badaniu wyników egzaminów (tabela 1) wskazują, że trend ten został zachowany, przy czym odsetek sukcesów w sesjach odbywających się w czasie pandemii spadł o kolejne 2 punkty procentowe, osiągając najniższą dotychczasową wartość.

Ze względu na różną konstrukcję arkuszy maturalnych, zmodyfikowaną dodatkowo w roku 2021 (zmienione wymagania egzaminacyjne, liczba zadań zamkniętych/otwartych), w prezentowanym artykule analiza wyników przedstawiona zostanie oddzielnie dla poszczególnych sesji egzaminacyjnych.

Sesja maturalna maj 2019

Arkusze egzaminacyjne z matematyki na poziomie podstawowym składał się z 25 zadań zamkniętych wielokrotnego wyboru oraz 9 zadań otwartych (Wosiek i in., 2020, s. 3). Za każde zadanie zamknięte zdający mógł uzyskać 1 punkt, natomiast za zadania otwarte odpowiednio: zadania 26, 27, 28, 29, 30, 31 – 2 punkty (6 zadań krótkiej odpowiedzi), 32, 33 – 4 punkty, zadanie 34 – 5 punktów (3 zadania rozszerzonej odpowiedzi). Za rozwiązanie wszystkich zadań zdający mógł otrzymać 50 punktów. Do egzaminu w terminie głównym 2019 roku przystąpiło 15 143 absolwentów szkół dla dorosłych. Wśród nich absolwenci szkół publicznych stanowili 31,8% wszystkich zdających. 10 977 osób przystąpiło do egzaminu po raz pierwszy, grupa ta stanowiła 72,5% zdających. Osoby przystępujące po raz kolejny to w głównej mierze te, które ukończyły szkołę co najmniej rok wcześniej i nie zdały egzaminu przy pierwszym podejściu. Udział kobiet (49,9%) i mężczyzn był na porównywalnym poziomie. Parametry statystyczne wyników z podziałem na poszczególne grupy zdających przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Parametry statystyczne wyników egzaminu z matematyki na poziomie podstawowym absolwentów szkół dla dorosłych

Typ szkoły	Podejście	Płeć	Liczba zdających	Min (%)	Max (%)	Me (%)	D (%)	M (%)	SD (%)	Odsetek sukcesów %
Publiczna	pierwsze	kobieta	1 484	0	98	22	18	26	16	32
Publiczna	pierwsze	mężczyzna	1 767	4	98	24	18	29	17	39
Publiczna	kolejne	kobieta	797	0	98	18	18	21	11	19
Publiczna	kolejne	mężczyzna	766	2	94	20	18	23	11	23
Niepubliczna	pierwsze	kobieta	3 882	0	100	20	14	27	18	33
Niepubliczna	pierwsze	mężczyzna	3 844	0	100	24	16	30	18	40
Niepubliczna	kolejne	kobieta	1 391	0	94	20	16	22	12	20
Niepubliczna	kolejne	mężczyzna	1 212	0	100	20	16	24	13	26

Źródło: opracowanie własne.

Każdego roku Centralna Komisja Egzaminacyjna publikuje skale staninowe wyników dla poszczególnych egzaminów maturalnych. Na tle zestawień zbiorczych dla wszystkich zdających², wyniki absolwentów szkół dla dorosłych wskazują na duże trudności edukacyjne tej grupy. W czterech najniższych klasach staninowych znajduje się 84,3% wyników, z czego 66,7% w pierwszych trzech – przedział wyników niskich (tabela 3). Zauważyć należy jednocześnie, że wyniki absolwentów szkół niepublicznych są wyższe od wyników absolwentów szkół publicznych oraz wyniki mężczyzn są wyższe od wyników kobiet.

Tabela 3. Wyniki egzaminu z matematyki na poziomie podstawowym absolwentów szkół dla dorosłych według skali staninowej dla wszystkich zdających

Klasa	Nazwa klasy	Wyniki na świadectwie	Pierwsze podejście				Kolejne podejście			
			szkoła publiczna		szkoła niepubliczna		szkoła publiczna		szkoła niepubliczna	
			K (%)	M (%)	K (%)	M (%)	K (%)	M (%)	K (%)	M (%)
1	najniższa	0%– 13%	17,8	12,5	21,5	14,0	22,3	14,2	21,2	15,9
2	bardzo niska	14% – 18%	23,4	21,0	23,2	20,7	29,0	28,6	28,0	27,0
3	niska	19% – 29%	26,4	27,9	21,8	25,1	30,0	34,3	30,6	31,2
4	poniżej średniej	30% – 44%	19,5	22,0	16,7	19,8	15,8	18,3	13,7	18,0
5	średnia	45% – 62%	8,7	11,0	12,2	15,1	2,0	3,7	5,4	6,6
6	powyżej średniej	63% – 80%	3,3	4,2	3,3	3,9	0,5	0,5	0,9	0,9
7	wysoka	81% – 91%	0,8	1,0	0,9	0,8	0,0	0,3	0,1	0,0
8	bardzo wysoka	92% – 96%	0,1	0,3	0,3	0,5	0,3	0,1	0,1	0,3
9	najwyższa	97% – 100%	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1

Źródło: opracowanie własne.

Bardzo niskie są również wyniki osób przystępujących do egzaminu po raz kolejny, zaledwie co piąty zdający osiąga sukces, przy czym sukcesem jest osiągnięcie wymaganego niskiego, 30-procentowego progu zdawalności, a nie wysokiego wyniku na egzaminie. Wskazuje to na duże trudności tych osób w samodzielnym przygotowaniu do egzaminu, kiedy nie mogą one już liczyć na pomoc szkoły. Ze względu na brak informacji, w którym roku osoby te ukończyły szkołę, dalszej analizie poddane zostaną wyniki jedynie tych, którzy po raz pierwszy przystąpili do egzaminu maturalnego, jako osób, których wyniki w największym stopniu odzwierciedlają poziom edukacji matematycznej w danym roku.

² https://cke.gov.pl/images/_EGZAMIN_MATURALNY_OD_2015/Informacje_o_wynikach/2021/20210705%20Wstepne%20informacje%20o%20wynikach%20egzaminu%20maturalnego%202021%20STANINY%20POL.pdf, strona 3 [dostęp: 17.08.2021].

Przyjmując za komisją egzaminacyjną³ wartości współczynników trudności zadania jako 0,00–0,19 bardzo trudne, 0,20–0,49 trudne, 0,50–0,69 umiarkowanie trudne, 0,70–0,89 łatwe, 0,90–1,00 bardzo łatwe, siedem z dziewięciu zadań zamkniętych okazało się dla słuchaczy, którzy po raz pierwszy przystąpili do egzaminu maturalnego, zadaniami bardzo trudnymi (diagram 1). Jedno z nich, zadanie 29 z obszaru rozumowania i argumentacji, sprawdzające umiejętność rozpoznawania i nazywania trójkątów ostrokątnych, prostokątnych i rozwartokątnych, równobocznych i równoramiennych, okazało się również zadaniem bardzo trudnym dla wszystkich przystępujących w danym roku do matury z matematyki, wskaźnik krajowy wynosił 0,19 (Wosiek i in., 2020, s. 8). Pozostałe, były to zarówno zadania, które dla ogółu zdających były zadaniami trudnymi, czyli zadanie 28 z obszaru rozumowania i argumentacji, sprawdzające umiejętność stosowania wzorów skróconego mnożenia, wskaźnik krajowy 0,20, zadanie 33 z obszaru użycia i tworzenia strategii, sprawdzające umiejętności z działu geometria na płaszczyźnie kartezjańskiej, wskaźnik krajowy 0,24, ale także zadania, które w skali kraju były umiarkowanie trudne, czyli zadanie 30 z obszaru modelowania matematycznego, sprawdzające umiejętność obliczania prawdopodobieństwa w prostych sytuacjach, z zastosowaniem klasycznej definicji prawdopodobieństwa, wskaźnik krajowy 0,62, zadanie 31 z obszaru użycia i tworzenia strategii, sprawdzające umiejętność korzystania z własności funkcji trygonometrycznych w łatwych obliczeniach geometrycznych, wskaźnik krajowy 0,59, zadanie 32 z obszaru modelowania matematycznego, sprawdzające umiejętność obliczania wartości poszczególnych wyrazów oraz sumy n -początkowych wyrazów ciągu arytmetycznego, wskaźnik krajowy 0,58 (Wosiek i in., 2020, s. 8). Na duże trudności edukacyjne absolwentów szkół dla dorosłych wskazują również wyniki pozostałych dwóch zadań otwartych, które okazały się zadaniami trudnymi, podczas gdy dla ogółu zdających były zadaniami łatwymi, zadanie 26 z obszaru wykorzystania i tworzenia informacji, sprawdzające umiejętność rozwiązywania prostych równań wielomianowych, wskaźnik krajowy 0,74, zadanie 27 z obszaru wykorzystania i interpretowania reprezentacji, sprawdzające umiejętność rozwiązywania nierówności kwadratowej z jedną niewiadomą, wskaźnik krajowy 0,76 (Wosiek i in., 2020, s. 8). Absolwenci szkół dla dorosłych zdecydowanie lepiej radzili sobie w 2019 roku z zadaniami zamkniętymi, choć i te sprawiły im wiele trudności. Przede wszystkim należy zauważyć, iż żadne z zadań zamkniętych nie było dla nich zadaniem bardzo trudnym. Niestety, na 25 zadań zamkniętych aż 16 to zadania trudne, przy czym 7 z nich (zadania: 6, 8, 13, 17, 18, 22, 24) były dla ogółu zdających zadaniami łatwymi. Pozostałe 9 zadań okazało się dla absolwentów szkół dla dorosłych zadaniami umiarkowanie trudnymi.

³ https://www.oke.gda.pl/plikiOKE/Opracowania_wynikow/Dane_podstawowe/Podstawowe_definicje_statystyczne.pdf [dostęp: 10.08.2021].

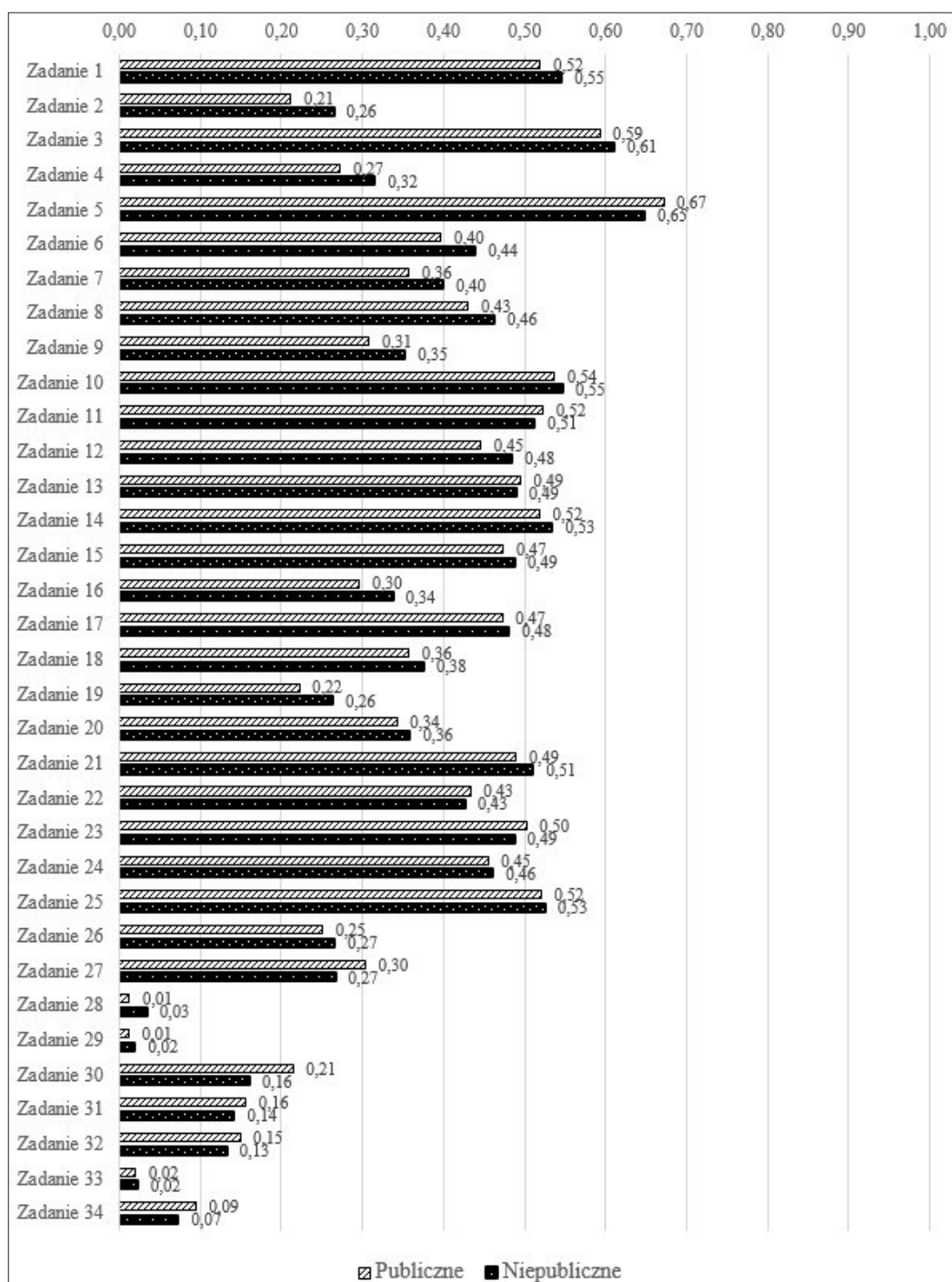


Diagram 1. Współczynniki łatwości zadań maturalnych wyznaczone dla absolwentów szkół publicznych i niepublicznych dla dorosłych przystępujących do egzaminu z matematyki na poziomie podstawowym po raz pierwszy, sesja maj 2019

Źródło: opracowanie własne.

Sesja maturalna czerwiec 2020

W roku 2020, ze względu na pierwszą falę pandemii zostały zmienione zasady zdawania matury. Pisemny egzamin z matematyki był wówczas jednym z trzech obowiązkowych egzaminów maturalnych zdawanych na poziomie podstawowym, dwa pozostałe to egzaminy pisemne z języka polskiego oraz języka obcego nowożytnego. Ponadto abiturienti w 2020 roku przystępowali obowiązkowo do dodatkowego egzaminu z wybranego przedmiotu, zdawanego na poziomie rozszerzonym, jednak tak jak w roku wcześniejszym zaliczenie go uwarunkowane było jedynie samą obecnością na egzaminie. Dodatkowo ze względu na zmieniające się panujące warunki, dotyczące poziomu rozprzestrzeniania się wirusa SARS-CoV-2, podjęto decyzję o zmianie terminu sesji maturalnej z maja na czerwiec.

Arkusze egzaminacyjne z matematyki na poziomie podstawowym składały się z 25 zadań zamkniętych wielokrotnego wyboru z jedną poprawną odpowiedzią oraz 9 zadań otwartych (Wosiek i in., 2021, s. 4). Za każde zadanie zamknięte zdający mógł uzyskać 1 punkt, natomiast za zadania otwarte odpowiednio: zadania 26, 27, 28, 29, 30, 31 – 2 punkty (6 zadań krótkiej odpowiedzi), 32, 33 – 4 punkty, zadanie 34 – 5 punktów (3 zadania rozszerzonej odpowiedzi). Za rozwiązanie wszystkich zadań zdający mógł otrzymać 50 punktów.

Do egzaminu maturalnego z matematyki na poziomie podstawowym w terminie głównym 2021 roku przystąpiło 15 467 absolwentów szkół dla dorosłych. Wśród nich absolwenci szkół publicznych stanowili 31,8% wszystkich zdających. Do egzaminu po raz pierwszy przystąpiły 11 804 osoby, grupa ta stanowiła 76,3% zdających. W tej sesji zwiększył się udział kobiet (51,2%) w stosunku do udziału mężczyzn. Parametry statystyczne wyników z podziałem na poszczególne grupy zdających przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Parametry statystyczne wyników egzaminu z matematyki na poziomie podstawowym absolwentów szkół dla dorosłych

Typ szkoły	Podjęcie	Płeć	Liczba zdających	Min (%)	Max (%)	Me (%)	D (%)	M (%)	SD (%)	Odssetek sukcesów %
Publiczna	pierwsze	kobieta	1 623	0	100	20	16	24	14	27
Publiczna	pierwsze	mężczyzna	1 735	0	98	22	18	26	14	31
Publiczna	kolejne	kobieta	684	0	70	18	16	21	10	17
Publiczna	kolejne	mężczyzna	633	0	84	20	16	22	10	20
Niepubliczna	pierwsze	kobieta	4 353	0	100	22	16	27	17	35
Niepubliczna	pierwsze	mężczyzna	4 093	0	100	24	16	29	17	38
Niepubliczna	kolejne	kobieta	1 252	0	98	18	18	22	12	19
Niepubliczna	kolejne	mężczyzna	1 094	0	88	20	16	24	13	24

Źródło: opracowanie własne.

Analiza uzyskanych wyników wskazuje na spadek wskaźnika zdawalności egzaminu niemalże we wszystkich podgrupach zdających o odpowiednio 5 punktów procentowych dla absolwentek szkół publicznych dla dorosłych przystępujących do egzaminu po raz pierwszy, 8 punktów procentowych dla absolwentów szkół publicznych przystępujących do egzaminu po raz pierwszy, 2 punkty procentowe dla absolwentek szkół publicznych przystępujących do egzaminu po raz kolejny, 3 punkty procentowe dla absolwentów szkół publicznych przystępujących do egzaminu po raz kolejny, 2 punkty procentowe dla absolwentów szkół niepublicznych przystępujących do egzaminu po raz pierwszy, 1 punkt procentowy dla absolwentek szkół publicznych przystępujących do egzaminu po raz kolejny oraz 2 punkty procentowe dla absolwentów szkół niepublicznych przystępujących do egzaminu po raz kolejny. W jednej podgrupie wskaźnik ten wzrósł o 2 punkty procentowe, tj. dla absolwentów szkół niepublicznych przystępujących do egzaminu po raz pierwszy. W roku tym utrzymana również została tendencja do uzyskiwania wyższych wyników przez absolwentów szkół niepublicznych w stosunku do wyników absolwentów szkół publicznych oraz wyższych wyników uzyskiwanych przez mężczyzn niż kobiety.

Na tle zestawień zbiorczych dla wszystkich zdających⁴ wyniki absolwentów szkół dla dorosłych wskazują na duże trudności edukacyjne tej grupy. W czterech najniższych klasach staninowych znajduje się 84,6% wyników, z czego 71,8% w pierwszych trzech – przedział wyników niskich (tabela 5). W porównaniu z sesją w 2019 roku liczba wyników osób należących do trzech najniższych klas staninowych wzrosła o 5,1 punktu procentowego.

Tabela 5. Wyniki egzaminu z matematyki na poziomie podstawowym absolwentów szkół dla dorosłych według skali staninowej dla wszystkich zdających

Klasa	Nazwa klasy	Wyniki na świadectwie	Pierwsze podejście				Kolejne podejście			
			szkoła publiczna		szkoła niepubliczna		szkoła publiczna		szkoła niepubliczna	
			K (%)	M (%)	K (%)	M (%)	K (%)	M (%)	K (%)	M (%)
1	najniższa	0% – 14%	28,1	19,9	27,8	21,8	30,6	21,6	29,4	24,3
2	bardzo niska	15% – 20%	26,3	26,0	22,1	22,0	30,1	32,5	30,8	28,6
3	niska	21% – 30%	21,9	26,5	17,4	20,8	25,3	29,7	24,0	25,7
4	poniżej średniej	31% – 42%	12,7	15,3	12,7	14,0	10,1	12,2	10,2	10,7
5	średnia	43% – 58%	7,4	8,1	13,3	14,5	3,2	3,6	4,2	8,0
6	powyżej średniej	57% – 72%	3,1	3,2	5,1	5,4	0,7	0,2	1,0	2,0
7	wysoka	73% – 90%	0,4	0,6	1,4	1,1	0,0	0,2	0,3	0,7
8	bardzo wysoka	89% – 96%	0,0	0,3	0,2	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0
9	najwyższa	97% – 100%	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0

Źródło: opracowanie własne.

⁴ https://cke.gov.pl/images/_EGZAMIN_MATURALNY_OD_2015/Informacje_o_wynikach/2020/20200811%20Wstepne%20informacje%20o%20wynikach%20egzaminu%20maturalnego%202020%20STANINY%20POL.pdf [dostęp: 18.08.2021].

Analizując wyniki z perspektywy trudności zadań, w sesji głównej 2020 roku nastąpiło również obniżenie poziomu rozwiązywalności zadań w stosunku do roku 2019. W sesji tej prawie wszystkie zadania otwarte okazały się dla absolwentów szkół dla dorosłych zadaniami z kategorii bardzo trudne, z czego aż dla pięciu wskaźniki trudności wynosiły poniżej 0,05, kolejne trzy poniżej 0,19 (diagram 2). Tak jak w roku wcześniejszym, jedno z tych zadań, tj. zadanie 29 z obszaru rozumowania i argumentacji, sprawdzające umiejętność rozpoznawania i nazywania trójkątów ostrokątnych, prostokątnych i rozwartokątnych, równobocznych i równoramiennych, było zadaniem bardzo trudnym również dla ogółu zdających w omawianej sesji egzaminacyjnej, wskaźnik krajowy wyniósł 0,16 (Wosiek i in., 2021, s. 9). Wprowadzie wśród pozostałych zadań pięć było dla ogółu zdających zadaniami trudnymi, zadanie 28 z obszaru rozumowania i argumentacji, sprawdzające umiejętność stosowania wzorów skróconego mnożenia, wskaźnik krajowy 0,20, zadanie 34 z obszaru użycia i tworzenia strategii, sprawdzające umiejętność rozpoznawania w ostrosłupie kąta między płaszczyznami, obliczania jego miary z wykorzystaniem funkcji trygonometrycznych oraz obliczania objętości ostrosłupa, wskaźnik krajowy 0,21, zadanie 32 z obszaru użycia i tworzenia strategii, sprawdzające umiejętności z działu geometria na płaszczyźnie kartezjańskiej, wskaźnik krajowy 0,22, zadanie 33 z obszaru użycia i tworzenia strategii, sprawdzające umiejętność obliczania wartości poszczególnych wyrazów ciągu geometrycznego, wskaźnik krajowy 0,32, zadanie 31 z obszaru użycia i tworzenia strategii, sprawdzające umiejętność stosowania prostych zależności między funkcjami trygonometrycznym, wskaźnik krajowy 0,39 (Wosiek i in., 2021, s. 9), ale dwa pozostałe zadania w skali kraju były zadaniami z kategorii umiarkowanie trudnych. Były to zadania numer 30 z obszaru modelowania matematycznego, sprawdzające umiejętność obliczania prawdopodobieństwa w prostych sytuacjach, z zastosowaniem klasycznej definicji prawdopodobieństwa, wskaźnik krajowy 0,53 oraz zadanie 26 z obszaru wykorzystania i interpretowania reprezentacji, sprawdzające umiejętność rozwiązywania nierówności kwadratowej z jedną niewiadomą, wskaźnik krajowy 0,57 (Wosiek i in., 2021, s. 9). W sesji 2020 tylko z jednym zadaniem otwartym słuchacze szkół dla dorosłych poradzili sobie nieco lepiej, było to zadanie 27 z obszaru wykorzystania i tworzenia informacji, sprawdzające umiejętność rozwiązywania prostych równań wielomianowych, wskaźnik krajowy 0,62 (Wosiek i in., 2021, s. 9).

Absolwenci szkół dla dorosłych w sesji 2020 gorzej poradzi sobie także z zadaniami zamkniętymi. Na 25 zadań zamkniętych 17 okazało się zadaniami trudnymi, czyli o jedno więcej niż w sesji 2019, przy czym 5 z nich (zadania: 1, 3, 14, 18, 21) należały dla ogółu zdających do zadań łatwych. Pozostałe 8 zadań było dla absolwentów szkół dla dorosłych zadaniami umiarkowanie trudnymi.

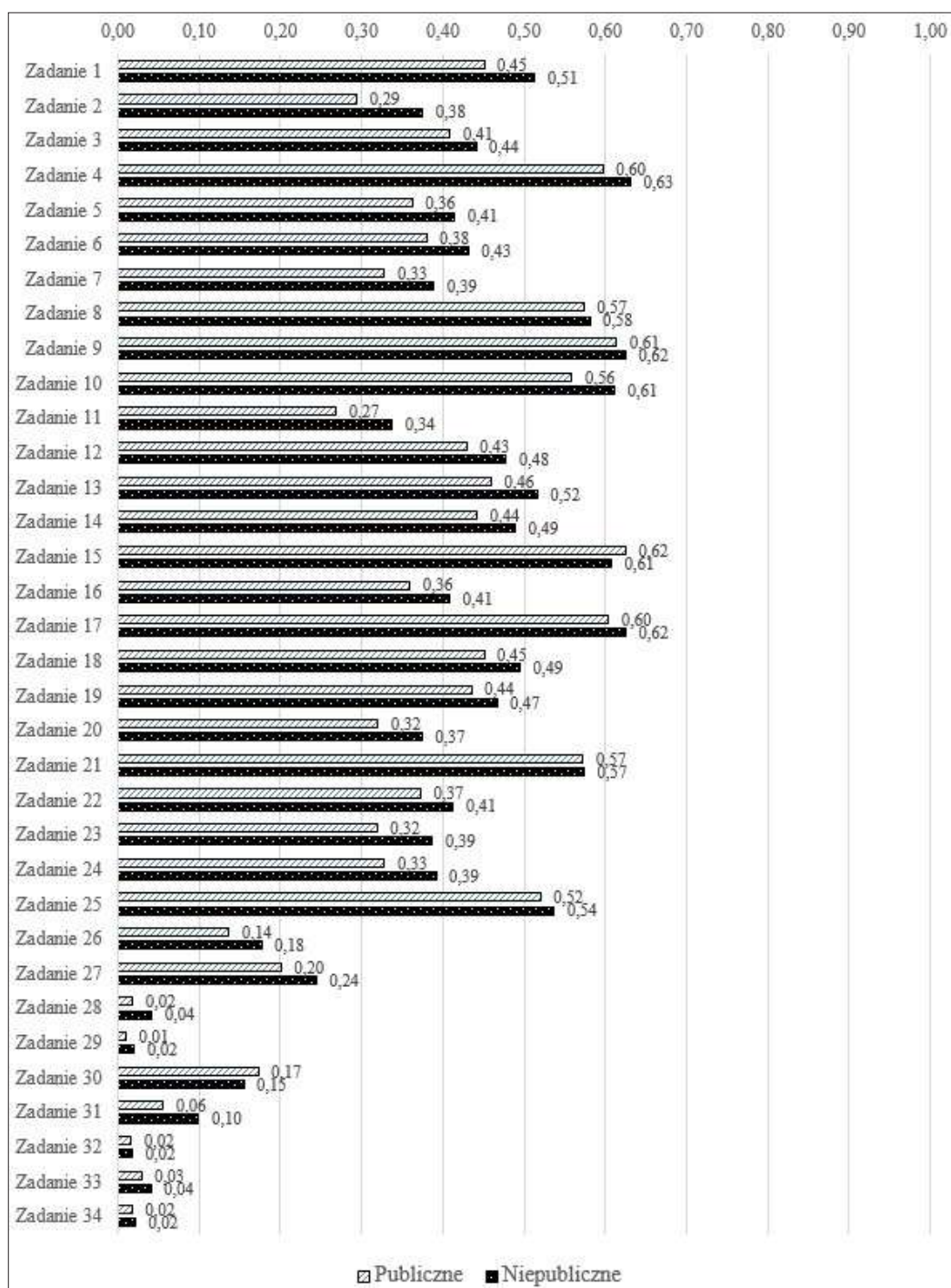


Diagram 2. Współczynniki łatwości zadań maturalnych wyznaczone dla absolwentów szkół publicznych i niepublicznych dla dorosłych przystępujących do egzaminu z matematyki na poziomie podstawowym po raz pierwszy, sesja czerwiec 2020
Źródło: opracowanie własne.

Sesja maturalna maj 2021

Maturalna sesja egzaminacyjna w roku 2021 była pierwszą po niemalże całym roku nauki zdalnej. Pisemny egzamin z matematyki był, tak jak w roku 2020, jednym z trzech obowiązkowych egzaminów maturalnych zdawanych na poziomie podstawowym, dwa pozostałe to egzaminy pisemne z języka polskiego oraz języka obcego nowożytnego, natomiast dodatkowy egzamin z wybranego przedmiotu, zdawany na poziomie rozszerzonym, stał się egzaminem nieobowiązkowym.

Dużą trudność sprawia interpretacja uzyskanych wyników, bowiem dokonano w tej sesji wiele istotnych zmian organizacyjnych. Przede wszystkim ówczesny minister edukacji narodowej zmienił zakres wymagań egzaminacyjnych. Różna była także konstrukcja arkusza. Arkusz egzaminacyjny z matematyki na poziomie podstawowym składał się z 28 zadań zamkniętych wielokrotnego wyboru z jedną poprawną odpowiedzią oraz 7 zadań otwartych. Za każde zadanie zamknięte zdający mógł uzyskać 1 punkt, za zadania otwarte zaś odpowiednio: zadania 29, 30, 31, 32, 33, 34 – 2 punkty (6 zadań krótkiej odpowiedzi), zadanie 34 – 5 punktów (1 zadanie rozszerzonej odpowiedzi). Za rozwiązanie wszystkich zadań zdający mógł otrzymać 45 punktów.

Do egzaminu maturalnego z matematyki na poziomie podstawowym w terminie głównym 2021 roku przystąpiło 22 210 absolwentów szkół dla dorosłych. Wśród nich, absolwenci szkół publicznych stanowili 30,5% wszystkich zdających. Po raz pierwszy przystąpiło do egzaminu 16 198 osób, grupa ta stanowiła 72,9% zdających. W tej sesji zwiększył się udział kobiet (52,4%) w stosunku do udziału mężczyzn (47,6%). Parametry statystyczne wyników z podziałem na poszczególne grupy zdających przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 6. Parametry statystyczne wyników egzaminu z matematyki na poziomie podstawowym absolwentów szkół dla dorosłych

Typ szkoły	Podjęcie	Płeć	Liczba zdających	Min (%)	Max (%)	Me (%)	D (%)	M (%)	SD (%)	Odssetek sukcesów %
Publiczna	pierwsze	kobieta	2 274	0	100	20	16	25	15	24
Publiczna	pierwsze	mężczyzna	2 382	2	100	22	20	27	16	29
Publiczna	kolejne	kobieta	1 132	4	100	22	20	23	11	18
Publiczna	kolejne	mężczyzna	993	2	100	22	16	24	12	21
Niepubliczna	pierwsze	kobieta	6 107	0	100	22	18	29	19	34
Niepubliczna	pierwsze	mężczyzna	5 435	2	100	24	20	32	20	39
Niepubliczna	kolejne	kobieta	2 114	0	100	20	20	25	14	24
Niepubliczna	kolejne	mężczyzna	1 773	0	98	22	20	26	14	28

Źródło: opracowanie własne.

Analiza wyników uzyskanych w sesji 2021 wskazuje na spadek wskaźnika zdawalności egzaminu wśród absolwentów szkół publicznych przystępujących do matury z matematyki po raz pierwszy, w tym o kolejne 3 punkty procentowe dla kobiet oraz 2 punkty procentowe dla mężczyzn. W trzech grupach nastąpił wzrost o jeden punkt procentowy w stosunku do roku 2020, ale wciąż wskaźniki te są niższe w porównaniu z rokiem 2019, odpowiednio o jeden punkt procentowy dla absolventek szkół publicznych przystępujących do egzaminu po raz kolejny i absolwentów szkół niepublicznych przystępujących do egzaminu po raz pierwszy oraz o 2 punkty procentowe dla absolwentów szkół publicznych przystępujących do egzaminu po raz kolejny. Dla absolventek szkół niepublicznych przystępujących do egzaminu po raz pierwszy odsetek sukcesów w sesji 2021 był o jeden punkt procentowy niższy niż w roku 2020, jednocześnie o jeden punkt procentowy wyższy niż w roku 2019. Natomiast dla absolventek i absolwentów szkół niepublicznych przystępujących do egzaminu maturalnego z matematyki wskaźniki sukcesów w 2021 roku były najwyższe w ciągu trzech rozważanych sesji egzaminacyjnych. W roku tym utrzymała się również tendencja do uzyskiwania wyższych wyników przez absolwentów szkół niepublicznych w stosunku do absolwentów szkół publicznych oraz wyższych wyników uzyskiwanych przez mężczyzn niż kobiety.

Na tle zestawień zbiorczych dla wszystkich zdających⁵ wyniki absolwentów szkół dla dorosłych wskazują nadal na duże trudności edukacyjne tej grupy. W czterech najniższych klasach staninowych znajduje się 84,5% wyników, z czego 69,2% w pierwszych trzech – przedział wyników niskich (tabela 7).

Tabela 7. Wyniki egzaminu z matematyki na poziomie podstawowym absolwentów szkół dla dorosłych według skali staninowej dla wszystkich zdających

Klasa	Nazwa klasy	Wyniki na świadectwie	Pierwsze podejście				Kolejne podejście			
			szkoła publiczna		szkoła niepubliczna		szkoła publiczna		szkoła niepubliczna	
			K (%)	M (%)	K (%)	M (%)	K (%)	M (%)	K (%)	M (%)
1	najniższa	0% – 13%	20,5	17,3	19,6	14,7	16,7	16,5	19,2	14,3
2	bardzo niska	14% – 18%	22,3	18,3	18,9	16,5	21,2	21,1	20,9	18,6
3	niska	19% – 29%	33,0	35,2	28,0	29,3	43,6	41,4	36,2	39,3
4	poniżej średniej	30% – 44%	14,3	16,3	14,6	15,5	15,3	16,1	15,0	17,7
5	średnia	45% – 62%	6,6	8,2	11,7	15,3	2,3	3,5	6,4	6,9
6	powyżej średniej	63% – 80%	2,2	3,7	5,6	6,2	0,7	0,9	1,8	2,4
7	wysoka	81% – 91%	0,6	0,6	1,3	1,6	0,1	0,3	0,4	0,6
8	bardzo wysoka	92% – 96%	0,4	0,3	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1
9	najwyższa	97% – 100%	0,2	0,0	0,1	0,4	0,1	0,1	0,0	0,1

Źródło: opracowanie własne.

⁵ https://cke.gov.pl/images/_EGZAMIN_MATURALNY_OD_2015/Informacje_o_wynikach/2021/20210705%20Wstepne%20informacje%20o%20wynikach%20egzaminu%20maturalnego%202021%20STANINY%20POL.pdf [dostęp: 23.08.2021].

Analizując wyniki sesji głównej 2021 roku z perspektywy trudności zadań, należy zauważyć, że wciąż absolwenci nie radzą sobie z rozwiązywaniem zadań otwartych. Pomimo iż egzamin trwał jednakową ilość czasu (170 min), a arkusz zawierał mniej zadań otwartych, w tym tylko jedno rozszerzonej odpowiedzi, dla absolwentów publicznych szkół dla dorosłych 5 zadań było zadaniami bardzo trudnymi, a dwa zadaniami trudnymi, natomiast dla absolwentów niepublicznych szkół dla dorosłych 6 zadań należało do zadań bardzo trudnych, a jedno do zadań trudnych (diagram 3).

Tabela 8. Liczba zadań według stopnia trudności oraz typu szkoły

Typ zadań		Maj 2019 roku		Czerwiec 2020 roku		Maj 2021 roku	
		szkoły publiczne	szkoły niepubliczne	szkoły publiczne	szkoły niepubliczne	szkoły publiczne	szkoły niepubliczne
zamknięte	w arkuszu	25		25		28	
	bardzo trudne (wsp. 0,00–0,19)	-	-	-	-	-	-
	trudne (wsp. 0,20–0,49)	17 (68%)	17 (68%)	17 (68%)	15 (60%)	24 (85,5%)	22 (78,5%)
	umiarkowanie trudne (wsp. 0,50–0,69)	8 (32%)	8 (32%)	8 (32%)	10 (32%)	3 (11%)	5 (18%)
	łatwe (wsp. 0,70–0,89)	-	-	-	-	1 (3,5%)	1 (3,5%)
	bardzo łatwe (wsp. 0,90–1,00)	-	-	-	-	-	-
otwarte krótkiej odpowiedzi	w arkuszu	6		6		6	
	bardzo trudne	3	4	5	5	4	5
	trudne	3	2	1	1	2	1
	umiarkowanie trudne	-	-	-	-	-	-
	łatwych	-	-	-	-	-	-
	bardzo łatwe	-	-	-	-	-	-
otwarte rozszerzonej odpowiedzi	w arkuszu	3		3		1	
	bardzo trudne	3	3	3	3	1	1
	trudne	-	-	-	-	-	-
	umiarkowanie trudne	-	-	-	-	-	-
	łatwych	-	-	-	-	-	-
	bardzo łatwe	-	-	-	-	-	-

Źródło: opracowanie własne.

Wśród zadań zamkniętych, w odróżnieniu od wcześniejszych sesji egzaminacyjnych, jedno okazało się zadaniem łatwym (zadanie 2), sprawdzało ono umiejętność wykonywania obliczeń procentowych. Natomiast zauważyć można, że mniej zadań miało umiarkowany stopień trudności, było to zadanie 15, sprawdzające umiejętność obliczania wartości wyrazów ciągu arytmetycznego, zadanie 22, sprawdzające umiejętność obliczania miar kątów wewnętrznych równoległoboku, oraz zadanie 28, sprawdzające umiejętność obliczania mediany zestawu danych. Pozostałe 24 zadania dla absolwentów szkół dla dorosłych należy zaliczyć do zadań trudnych. Zestawienie liczby zadań z podziałem na stopień trudności oraz typ szkoły przedstawiono w tabeli 8.

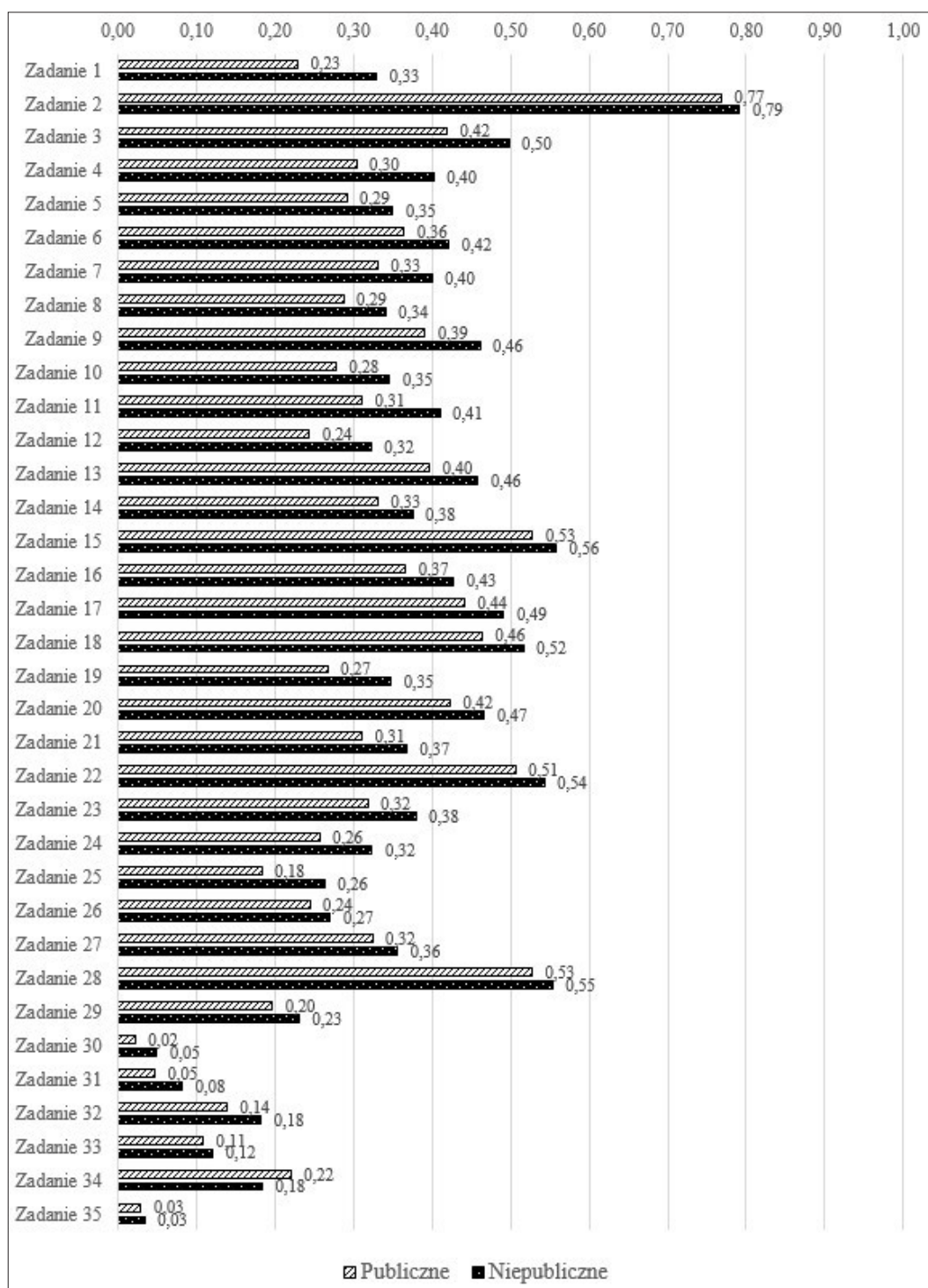


Diagram 3. Współczynniki łatwości zadań maturalnych wyznaczone dla absolwentów szkół publicznych i niepublicznych dla dorosłych przystępujących do egzaminu z matematyki na poziomie podstawowym po raz pierwszy, sesja maj 2021

Źródło: opracowanie własne.

Wnioski

Przedstawiona w prezentowanym artykule analiza wyników egzaminów maturalnych z matematyki zdawanych przez absolwentów szkół dla dorosłych na poziomie podstawowym wskazuje nie tylko na niską efektywność prowadzonej w tych szkołach edukacji matematycznej, ale także na pogłębienie takiego stanu w okresie trwania pandemii. Ponieważ absolwenci szkół dla dorosłych w okresie przed pandemią lepiej radzili sobie z zadaniami otwartymi, można byłoby oczekiwać, że w związku ze zmianą arkusza maturalnego w roku 2021, zwiększającego liczbę zadań zamkniętych w stosunku do zadań otwartych oraz rezygnującego z dwóch bardzo trudnych dla nich zadań otwartych rozszerzonej odpowiedzi, zdający tym samym lepiej poradzą sobie podczas egzaminu maturalnego. Wyniki sugerują jednak odmienną relację. Udział zadań zamkniętych trudnych dla absolwentów szkół dla dorosłych zwiększył się z ok. 70% w okresie przed pandemią do ok. 80% w okresie pandemii (2021 rok). Wyniki rozwiązań zadań otwartych krótkiej odpowiedzi również sugerują pogłębienie problemów edukacyjnych zdających, bowiem w okresie pandemii zwiększył się udział zadań bardzo trudnych nad zadaniami trudnymi.

Formułując wnioski, należy zauważyć, iż prezentowana analiza obarczona jest błędem wynikającym z braku dostępu do pełnych danych zdających. W związku z obniżeniem wymagań egzaminacyjnych w roku 2021 nastąpił wyraźny wzrost liczby zdających, zatem zarówno wśród osób przystępujących do egzaminu po raz pierwszy, jak i po raz kolejny pojawiło się wiele takich, które ukończyły szkołę wiele lat wcześniej, nie są one zatem odbiorcami edukacji prowadzonej przez szkoły w okresie pandemii.

Ważną, dodatkową przesłanką skłaniającą do potrzeby pogłębienia badań nad edukacją formalną dorosłych na poziomie ponadpodstawowym jest dostrzeżony powielający się trend uzyskiwania wyższych wyników przez absolwentów szkół niepublicznych w stosunku do absolwentów szkół publicznych oraz wyższych wyników uzyskiwanych przez mężczyzn w porównaniu z wynikami kobiet.

Bibliografia

- Emler, T.E., Zhao, Y., Deng, J., Yin, D., Wang, Y., Side effects of large-scale assessments in education. *ECNU Review of Education*, 2(3), 279–296, (2019). Doi:10.1177/2096531119878964
- Hanushek, E., Woessmann, L., The Role of Cognitive Skills in Economic Development. *Journal of Economic Literature*, 46 (3): 607–68, (2008).
- Hanushek, E., Woessmann, L., *The Role of International Assessments of Cognitive Skills in the Analysis of Growth and Development*, [w:] *The Role of International Large-Scale Assessments: Perspectives from Technology, Economy, and Educational Research*, (red.) M. von Davier, E. Gonzalez, I. Kirsch, K. Yamamoto, Springer, Dordrecht 2013.
- Hargreaves, A., Large-scale assessments and their effects: The case of mid-stakes tests in Ontario. *Journal of Educational Change*, 1–28, (2020). Doi:10.1007/s10833-020-09380-5

- Jaskulska, S., Jankowiak, B., *Jaki obraz szkoły w czasie pandemii COVID-19 wylania się z badań nauczycieli i uczniów? Wnioski dla bliższej i dalszej przyszłości*, [w:] *Wyzwania dla edukacji w sytuacji pandemii COVID-19*, (red.) N.G. Pikuła, K. Jagielska, J.M. Łukasik, Wydawnictwo «scriptum», Kraków 2020.
- Lindorff, A., Sammons, P., Hall, J., *International Perspectives in Educational Effectiveness Research: A Historical Overview*, [w:] *International Perspectives in Educational Effectiveness Research*, (red.) J. Hall, A. Lindorff, P. Sammons, Springer Nature, Cham, Switzerland 2020.
- Niemierko, B., *Diagnostyka edukacyjna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009.
- Riffert, F. The Use and Misuse of Standardized Testing: A Whiteheadian Point of View. *Interchange: A Quarterly Review of Education*, 36, 231–252 (2005). Doi:10.1007/s10780-005-2360-0
- Szaleniec, H., Kondratek, B., Kulon, F., Pokropek, A., Skórska, P., Świst, K., Wołodźko, T., , M., *Porównywalne wyniki egzaminacyjne*, Instytut Badań Edukacyjnych, Warszawa 2015.
- Szmigel, M.K., *Matematyka na egzaminie maturalnym w kontekście wyników gimnazjalnych*, [w:] *Uczenie się i egzamin w oczach nauczyciela*, (red.) B. Niemierko, M.K. Szmigel, gRUPA TOMAMI, Kraków 2008.
- Szmigel, M.K., Rappe, A., *Przykład diagnozy lokalnej z wykorzystaniem wyników egzaminacyjnych z przedmiotów ogólnokształcących*, [w:] *Regionalne i lokalne diagnozy edukacyjne*, (red.) B. Niemierko, M.K. Szmigel, gRUPA TOMAMI, Kraków 2012.
- Wosiek, R., Ludwikowska, E., Zawada, A., *Sprawozdanie z egzaminu maturalnego 2019. Matematyka*. Centralna Komisja Egzaminacyjna, Warszawa 2020.
- Wosiek, R., Ludwikowska, E., Berner, J., Mroczek, M., Rauch, H., *Sprawozdanie za rok 2020. Egzaminu maturalny. Matematyka*. Centralna Komisja Egzaminacyjna, Warszawa 2021.
- Zaleski-Ejgierd, A., *System egzaminów zewnętrznych w oświacie. Sprawdzanie osiągnięć szkolnych uczniów. Kontrola Państwa*, 60(6), 115–129, (2015).

Źródła

- Centralna Komisja Egzaminacyjna, *Arkusz egzaminacyjny, Egzamin maturalny z matematyki, poziom podstawowy*, maj 2019 r.
- Centralna Komisja Egzaminacyjna, *Arkusz egzaminacyjny, Egzamin maturalny z matematyki, poziom podstawowy*, czerwiec 2020 r.
- Centralna Komisja Egzaminacyjna, *Arkusz egzaminacyjny, Egzamin maturalny z matematyki, poziom podstawowy*, maj 2021 r.