

| | |
|-----------------------------------|--|
| <i>Rodzaj dokumentu:</i> | Sprawozdanie za rok 2023 |
| <i>Egzamin:</i> | Egzamin maturalny |
| <i>Przedmiot:</i> | Matematyka |
| <i>Poziom:</i> | Poziom podstawowy Poziom rozszerzony |
| <i>Termin egzaminu:</i> | 8 maja 2023 r. – poziom podstawowy 12 maja 2023 r. – poziom rozszerzony |
| <i>Data publikacji dokumentu:</i> | 19 września 2023 r. |

Opracowanie

Hubert Rauch (Centralna Komisja Egzaminacyjna)

Ewa Ludwikowska (Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Gdańsku)

Mieczysław Fałat (Okręgowa Komisja Egzaminacyjna we Wrocławiu)

Redakcja

dr Wioletta Kozak (Centralna Komisja Egzaminacyjna)

Opracowanie techniczne

Andrzej Kaptur (Centralna Komisja Egzaminacyjna)

Współpraca

Beata Dobrosielska (Centralna Komisja Egzaminacyjna)

Agata Wiśniewska (Centralna Komisja Egzaminacyjna)

Pracownie ds. Analiz Wyników Egzaminacyjnych okręgowych komisji egzaminacyjnych

Centralna Komisja Egzaminacyjna

ul. Józefa Lewartowskiego 6, 00-190 Warszawa

tel. 22 536 65 00, fax 22 536 65 04

e-mail: sekretariat@cke.gov.pl

www.cke.gov.pl

SPIS TREŚCI

| | |
|--|----|
| Poziom podstawowy | 4 |
| Opis arkusza egzaminu maturalnego..... | 4 |
| Dane dotyczące populacji zdających | 4 |
| Przebieg egzaminu | 5 |
| Podstawowe dane statystyczne | 6 |
| Poziom rozszerzony | 11 |
| Opis arkusza egzaminu maturalnego..... | 11 |
| Dane dotyczące populacji zdających | 11 |
| Przebieg egzaminu | 12 |
| Podstawowe dane statystyczne | 13 |

POZIOM PODSTAWOWY

Opis arkusza egzaminu maturalnego

W roku szkolnym 2022/2023 egzamin maturalny z matematyki został przeprowadzony na podstawie wymagań egzaminacyjnych określonych w rozporządzeniu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 1 sierpnia 2022 r.¹

Arkusz egzaminacyjny z matematyki na poziomie podstawowym zawierał ogółem 36 zadań, na które składało się 29 zadań zamkniętych i 7 zadań otwartych. Zadania sprawdzały wiadomości oraz umiejętności ujęte w pięciu obszarach wymagań ogólnych:

- I. Wykorzystanie i tworzenie informacji (8 zadań zamkniętych łącznie za 8 punktów).
- II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji (18 zadań łącznie za 20 punktów, w tym: 16 zadań zamkniętych łącznie za 16 punktów oraz 2 zadania otwarte łącznie za 4 punkty).
- III. Modelowanie matematyczne (5 zadań łącznie za 7 punktów, w tym: 3 zadania zamknięte łącznie za 3 punkty oraz 2 zadania otwarte łącznie za 4 punkty).
- IV. Użycie i tworzenie strategii (4 zadania łącznie za 9 punktów, w tym: 2 zadania zamknięte łącznie za 2 punkty oraz 2 zadania otwarte łącznie za 7 punktów).
- V. Rozumowanie i argumentacja (1 zadanie otwarte za 2 punkty).

Zdający mogli korzystać z *Wybranych wzorów matematycznych* oraz linijki, cyrkla i kalkulatora prostego.

Za rozwiązanie wszystkich zadań można było otrzymać 46 punktów.

Dane dotyczące populacji zdających

TABELA 1. ZDAJĄCY ROZWIĄZUJĄCY ZADANIA W ARKUSZU STANDARDOWYM*

| Liczba zdających (Formuła 2015) | | 104 370 |
|---|--|---------|
| Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu standardowym | ze szkół na wsi | 5 233 |
| | ze szkół w miastach do 20 tys. mieszkańców | 21 610 |
| | ze szkół w miastach od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców | 39 509 |
| | ze szkół w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców | 38 018 |
| | ze szkół publicznych | 96 660 |
| | ze szkół niepublicznych | 7 710 |
| | kobiety | 42 263 |
| | mężczyźni | 62 107 |
| | bez dysleksji rozwojowej | 91 583 |
| | z dysleksją rozwojową | 12 787 |

* Dane w tabeli dotyczą wszystkich tegorocznych absolwentów.

Z egzaminu – w Formule 2023 i Formule 2015 – zwolniono 76 osób – laureatów i finalistów Olimpiady Matematycznej.

¹ Rozporządzenie Ministra Edukacji i Nauki z dnia 1 sierpnia 2022 r. w sprawie wymagań egzaminacyjnych dla egzaminu maturalnego przeprowadzanego w roku szkolnym 2022/2023 i 2023/2024 (Dz.U. poz. 1698).

TABELA 2. ZDAJĄCY ROZWIĄZUJĄCY ZADANIA W ARKUSZACH DOSTOSOWANYCH

| | | |
|--|--|-----|
| Zdający rozwiązujący zadania w arkuszach dostosowanych | z autyzmem, w tym z zespołem Aspergera | 561 |
| | słabowidzący | 111 |
| | niewidomi | 6 |
| | słabosłyszący | 176 |
| | niesłyszący | 46 |
| | z niepełnosprawnością ruchową spowodowaną mózgowym porażeniem dziecięcym | 17 |
| | z zaburzeniem widzenia barw | 7 |
| | o których mowa w art. 2 ust. 1 ustawy ² (obywatele Ukrainy) | 11 |
| Ogółem | 935 | |

Przebieg egzaminu

TABELA 3. INFORMACJE DOTYCZĄCE PRZEBIEGU EGZAMINU

| | | | |
|---|--------------------|---|----|
| Termin egzaminu | | 8 maja 2023 | |
| Czas trwania egzaminu dla arkusza standardowego | | 170 minut | |
| Liczba szkół | | 3 004 | |
| Liczba zespołów egzaminatorów* | | 148 | |
| Liczba egzaminatorów* | | 3 007 | |
| Liczba obserwatorów ³ (§ 8 ust. 1) | | 440 | |
| Liczba unieważnień ⁴ | w przypadku: | | |
| | art. 44zzv pkt 1 | stwierdzenia niesamodzielnego rozwiązywania zadań przez zdającego | 0 |
| | art. 44zzv pkt 2 | wniesienia lub korzystania przez zdającego w sali egzaminacyjnej z urządzenia telekomunikacyjnego | 11 |
| | art. 44zzv pkt 3 | zakłócenia przez zdającego prawidłowego przebiegu egzaminu | 0 |
| | art. 44zzw ust. 1 | stwierdzenia podczas sprawdzania pracy niesamodzielnego rozwiązywania zadań przez zdającego | 4 |
| | art. 44zzy ust. 7 | stwierdzenie naruszenia przepisów dotyczących przeprowadzenia egzaminu maturalnego | 3 |
| | art. 44zzy ust. 10 | niemożność ustalenia wyniku (np. zaginięcie karty odpowiedzi) | 0 |
| Liczba wglądów ⁴ (art. 44zzz) | | 1 685 | |

* Dane dotyczą obu poziomów egzaminu (podstawowego i rozszerzonego) łącznie.

² Ustawa z dnia 12 marca 2022 r. o pomocy obywatelom Ukrainy w związku z konfliktem zbrojnym na terytorium tego państwa (Dz.U. z 2023 r. poz. 103, z późn. zm.).

³ Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 21 grudnia 2016 r. w sprawie szczegółowych warunków i sposobu przeprowadzania egzaminu maturalnego (Dz.U. poz. 2223, z późn. zm.) – podano łącznie dla Formuły 2023 i Formuły 2015.

⁴ Ustawa z dnia 7 września 1991 r. o systemie oświaty (Dz.U. z 2022 r. poz. 2230).

Podstawowe dane statystyczne

Wyniki zdających

WYKRES 1. ROZKŁAD WYNIKÓW ZDAJĄCYCH

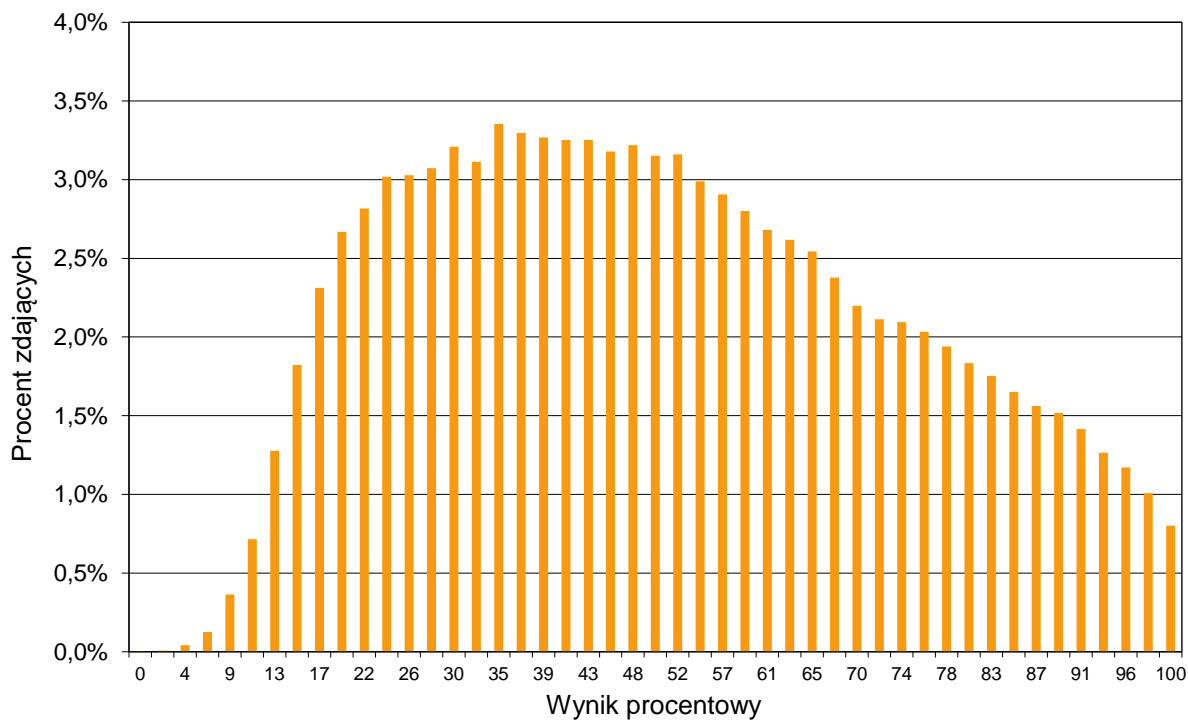


TABELA 4. WYNIKI ZDAJĄCYCH – PARAMETRY STATYSTYCZNE*

| Zdający | Liczba zdających | Minimum (%) | Maksimum (%) | Mediana (%) | Modalna (%) | Średnia (%) | Odchylenie standardowe (%) |
|------------------------|------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------|
| Ogółem Formuła 2015 | 104 370 | 0 | 100 | 48 | 35 | 51 | 23 |

* Dane dotyczą wszystkich tegorocznych absolwentów. Parametry statystyczne są podane dla grup liczących 30 lub więcej zdających.

Poziom wykonania zadań

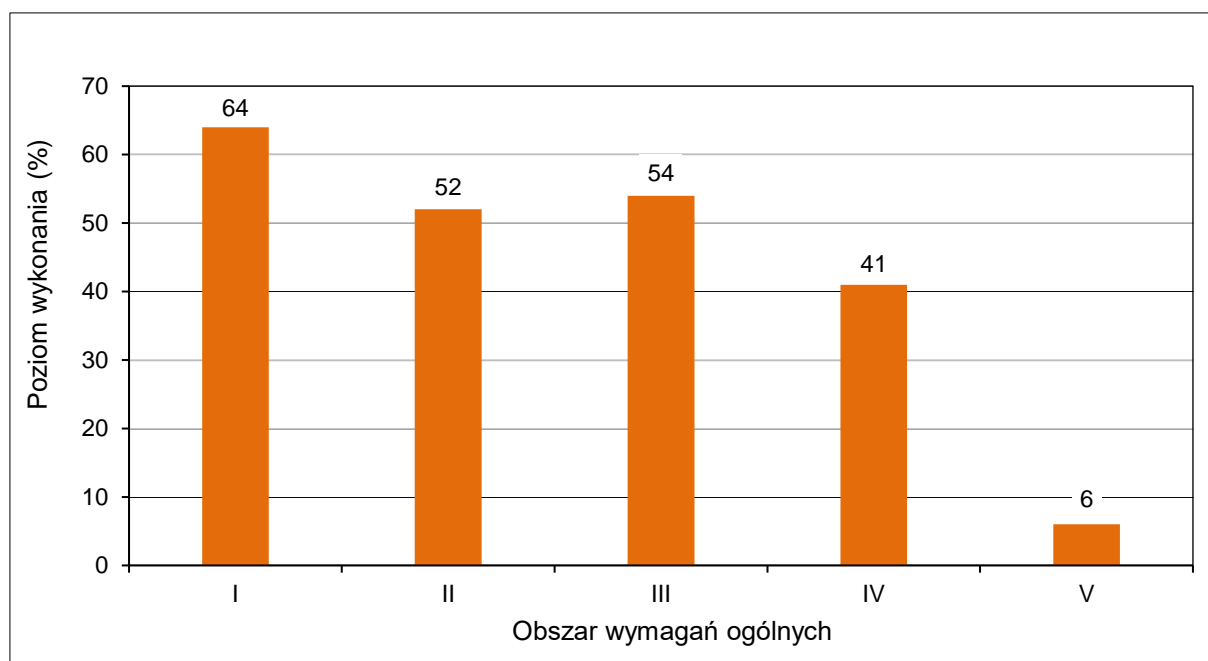
TABELA 5. POZIOM WYKONANIA ZADAŃ

| Wymagania egzaminacyjne 2023 | | | |
|------------------------------|--|---|------------------------------|
| Nr zad. | Wymagania ogólne | Wymagania szczegółowe <i>Gdy wymaganie szczegółowe dotyczy materiału III etapu edukacyjnego, dopisano (G).</i> | Poziom wykonania zadania (%) |
| 1. | II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. | Zdający: 1.6) wykorzystuje definicję logarytmu [...]. | 68 |
| 2. | II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. | Zdający: 1.3) posługuje się w obliczeniach pierwiastkami dowolnego stopnia i stosuje prawa działań na pierwiastkach. | 70 |
| 3. | I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. | Zdający: 1.8) wykonuje obliczenia procentowe [...]. | 83 |
| 4. | II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. | Zdający: 2. używa wzorów skróconego mnożenia na $(a \pm b)^2$ oraz $a^2 - b^2$. | 42 |
| 5. | II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. | Zdający: 3.2) wykorzystuje interpretację geometryczną układu równań stopnia pierwszego z dwiema niewiadomymi. | 68 |
| 6. | II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. | Zdający: 3.3) rozwiązuje nierówności stopnia pierwszego z jedną niewiadomą. | 51 |
| 7. | II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. | Zdający: 3.6) korzysta z własności iloczynu przy rozwiązywaniu równań typu $x(x + 1)(x - 7) = 0$. | 64 |
| 8. | II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. | Zdający: 3.7) rozwiązuje proste równania wymierne, prowadzące do równań liniowych lub kwadratowych [...]. | 47 |
| 9. | I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. | Zdający: 4.2) [...] posługuje się poznanymi metodami rozwiązywania równań do obliczenia, dla jakiego argumentu funkcja przyjmuje daną wartość. | 55 |
| 10. | II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. | Zdający: 4.7) interpretuje współczynniki występujące we wzorze funkcji liniowej. | 58 |
| 11. | I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. | Zdający: 4.3) odczytuje z wykresu własności funkcji (dziedzinę [...]). | 80 |
| 12. | I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. | Zdający: 4.3) odczytuje z wykresu własności funkcji ([...] maksymalne przedziały, w których funkcja maleje [...]). | 85 |

| | | | |
|-----|--|--|----|
| 13. | I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. | Zdający: 4.3) odczytuje z wykresu własności funkcji [...] wartość największą [...]. | 50 |
| 14. | I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. | Zdający: 4.11) wykorzystuje własności funkcji [...] kwadratowej do interpretacji zagadnień geometrycznych [...]. | 54 |
| 15. | II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. | Zdający: 5.1) wyznacza wyrazy ciągu określonego wzorem ogólnym. | 84 |
| 16. | III. Modelowanie matematyczne. | Zdający: 5.4) stosuje wzór na n -ty wyraz [...] ciągu geometrycznego. | 73 |
| 17. | II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. | Zdający: 6.1) wykorzystuje definicje i wyznacza wartości funkcji [...] tangens kątów o miarach od 0° do 180° . | 57 |
| 18. | IV. Użycie i tworzenie strategii. | Zdający: 6.3) stosuje proste zależności między funkcjami trygonometrycznymi: $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ [...]. | 21 |
| 19. | IV. Użycie i tworzenie strategii. | Zdający: 7.1) stosuje zależności między kątem środkowym i kątem wpisanym. | 62 |
| 20. | I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. | Zdający: 10.8) (G) korzysta z własności kątów i przekątnych w [...] rombów [...]. | 41 |
| 21. | II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. | Zdający: 7.2) korzysta z własności stycznej do okręgu. | 67 |
| 22. | II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. | Zdający: 7.4) korzysta z własności funkcji trygonometrycznych w łatwych obliczeniach geometrycznych [...]. | 45 |
| 23. | II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. | Zdający: 8.3) wyznacza równanie prostej, która jest równoległa [...] do prostej danej w postaci kierunkowej i przechodzi przez dany punkt. | 53 |
| 24. | I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. | Zdający: 8.5) wyznacza współrzędne środka odcinka. | 69 |
| 25. | II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. | Zdający: 8.7) znajduje obrazy niektórych figur geometrycznych [...] prostej [...] w [...] symetrii środkowej względem początku układu. | 30 |
| 26. | II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. | Zdający: 9.1) rozpoznaje w graniastosłupach kąty między odcinkami [...]; 9.3) stosuje trygonometrię do obliczeń długości odcinków [...]. | 39 |

| | | | |
|-----|--|--|----|
| 27. | II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. | Zdający: 9.3) (G) wyznacza średnią arytmetyczną [...] zestawu danych. | 67 |
| 28. | III. Modelowanie matematyczne. | Zdający: 10.1) zlicza obiekty w prostych sytuacjach kombinatorycznych [...]. | 58 |
| 29. | III. Modelowanie matematyczne. | Zdający: 11.1) (G) rozpoznaje graniastosłupy i ostrosłupy prawidłowe. 10.1) zlicza obiekty w prostych sytuacjach kombinatorycznych. | 79 |
| 30. | II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. | Zdający: 3.5) rozwiązuje nierówności kwadratowe z jedną niewiadomą. | 53 |
| 31. | III. Modelowanie matematyczne. | Zdający: 5.3) stosuje wzór na n -ty wyraz i na sumę n początkowych wyrazów ciągu arytmetycznego. | 28 |
| 32. | V. Rozumowanie i argumentacja. | Zdający: 2. używa wzorów skróconego mnożenia na $(a \pm b)^2$ oraz $a^2 - b^2$. | 6 |
| 33. | IV. Użycie i tworzenie strategii. | Zdający: 10.7) (G) stosuje twierdzenie Pitagorasa. 7.3) rozpoznaje trójkąty podobne i wykorzystuje cechy podobieństwa trójkątów. | 56 |
| 34. | II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. | Zdający: 8.1) wyznacza równanie prostej przechodzącej przez dwa dane punkty (w postaci kierunkowej lub ogólnej); 8.5) wyznacza współrzędne środka odcinka; 8.3) wyznacza równanie prostej, która jest [...] prostopadła do prostej danej w postaci kierunkowej i przechodzi przez dany punkt. | 17 |
| 35. | III. Modelowanie matematyczne. | Zdający: 10.2) oblicza prawdopodobieństwa w prostych sytuacjach, stosując klasyczną definicję prawdopodobieństwa. | 58 |
| 36. | IV. Użycie i tworzenie strategii. | Zdający: 9.3) stosuje trygonometrię do obliczeń długości odcinków [...], pól powierzchni i objętości graniastosłupów. | 35 |

WYKRES 2. POZIOM WYKONANIA ZADAŃ W OBSZARZE WYMAGAŃ OGÓLNYCH



POZIOM ROZSZERZONY

Opis arkusza egzaminu maturalnego

W roku szkolnym 2022/2023 egzamin maturalny z matematyki został przeprowadzany na podstawie wymagań egzaminacyjnych określonych w rozporządzeniu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 1 sierpnia 2022 r.⁶

Arkusz egzaminacyjny z matematyki na poziomie rozszerzonym zawierał ogółem 16 zadań, na które składało się 4 zadania zamknięte i 12 zadań otwartych. Zadania sprawdzały wiadomości oraz umiejętności ujęte w następujących obszarach wymagań ogólnych:

- I. Wykorzystanie i tworzenie informacji (1 zadanie zamknięte za 1 punkt).
- II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji (4 zadania łącznie za 11 punktów, w tym: 1 zadanie zamknięte za 1 punkt oraz 3 zadania otwarte łącznie za 10 punktów).
- III. Modelowanie matematyczne (5 zadań łącznie za 20 punktów, w tym: 1 zadanie zamknięte za 1 punkt oraz 4 zadania otwarte łącznie za 19 punktów).
- IV. Użycie i tworzenie strategii (3 zadania łącznie za 9 punktów, w tym: 1 zadanie zamknięte za 1 punkt oraz 2 zadania otwarte łącznie za 8 punktów).
- V. Rozumowanie i argumentacja (3 zadania otwarte łącznie za 9 punktów).

Zdający mogli korzystać z *Wybranych wzorów matematycznych* oraz linijki, cyrkla i kalkulatora prostego.

Za rozwiązanie wszystkich zadań można było otrzymać 50 punktów.

Dane dotyczące populacji zdających

TABELA 6. ZDAJĄCY ROZWIĄZUJĄCY ZADANIA W ARKUSZU STANDARDOWYM*

| Liczba zdających (Formuła 2015) | | 24 276 |
|---|--|--------|
| Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu standardowym | ze szkół na wsi | 624 |
| | ze szkół w miastach do 20 tys. mieszkańców | 3 851 |
| | ze szkół w miastach od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców | 9 321 |
| | ze szkół w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców | 10 480 |
| | ze szkół publicznych | 23 338 |
| | ze szkół niepublicznych | 938 |
| | kobiety | 5 501 |
| | mężczyźni | 18 775 |
| | bez dysleksji rozwojowej | 20 598 |
| | z dysleksją rozwojową | 3 678 |
| | o których mowa w art. 2 ust. 1 ustawy ⁷ (obywatele Ukrainy) | 4 |

* Dane w tabeli dotyczą wszystkich tegorocznych absolwentów.

⁶ Rozporządzenie Ministra Edukacji i Nauki z dnia 1 sierpnia 2022 r. w sprawie wymagań egzaminacyjnych dla egzaminu maturalnego przeprowadzanego w roku szkolnym 2022/2023 i 2023/2024 (Dz.U. poz. 1698).

⁷ Ustawa z dnia 12 marca 2022 r. o pomocy obywatelom Ukrainy w związku z konfliktem zbrojnym na terytorium tego państwa (Dz.U. z 2023 r. poz. 103, z późn. zm.).

Z egzaminu – w Formule 2023 i Formule 2015 – zwolniono 76 osób – laureatów i finalistów Olimpiady Matematycznej.

TABELA 7. ZDAJĄCY ROZWIĄZUJĄCY ZADANIA W ARKUSZACH DOSTOSOWANYCH

| | | |
|--|--|-----|
| Zdający rozwiązujący zadania w arkuszach dostosowanych | z autyzmem, w tym z zespołem Aspergera | 142 |
| | słabowidzący | 19 |
| | niewidomi | 0 |
| | słabosłyszący | 39 |
| | niesłyszący | 5 |
| | z niepełnosprawnością ruchową spowodowaną mózgowym porażeniem dziecięcym | 2 |
| | z zaburzeniem widzenia barw | 0 |
| Ogółem | 207 | |

Przebieg egzaminu

TABELA 8. INFORMACJE DOTYCZĄCE PRZEBIEGU EGZAMINU

| | | | |
|---|--------------------|---|---|
| Termin egzaminu | | 12 maja 2023 | |
| Czas trwania egzaminu dla arkusza standardowego | | 180 minut | |
| Liczba szkół | | 1 731 | |
| Liczba zespołów egzaminatorów* | | 148 | |
| Liczba egzaminatorów* | | 3 007 | |
| Liczba obserwatorów ⁸ (§ 8 ust. 1) | | 92 | |
| Liczba unieważnień ⁹ | w przypadku: | | |
| | art. 44zzv pkt 1 | stwierdzenia niesamodzielnego rozwiązywania zadań przez zdającego | 0 |
| | art. 44zzv pkt 2 | wniesienia lub korzystania przez zdającego w sali egzaminacyjnej z urządzenia telekomunikacyjnego | 2 |
| | art. 44zzv pkt 3 | zakłócenia przez zdającego prawidłowego przebiegu egzaminu | 0 |
| | art. 44zzw ust. 1 | stwierdzenia podczas sprawdzania pracy niesamodzielnego rozwiązywania zadań przez zdającego | 7 |
| | art. 44zzy ust. 7 | stwierdzenie naruszenia przepisów dotyczących przeprowadzenia egzaminu maturalnego | 3 |
| | art. 44zzy ust. 10 | niemożność ustalenia wyniku (np. zaginięcie karty odpowiedzi) | 0 |
| Liczba wglądów ⁹ (art. 44zzz) | | 246 | |

* Dane dotyczą obu poziomów egzaminu (podstawowego i rozszerzonego) łącznie.

⁸ Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 21 grudnia 2016 r. w sprawie szczegółowych warunków i sposobu przeprowadzania egzaminu maturalnego (Dz.U. poz. 2223, z późn. zm.) – podano łącznie dla Formuły 2023 i Formuły 2015.

⁹ Ustawa z dnia 7 września 1991 r. o systemie oświaty (Dz.U. z 2022 r. poz. 2230).

Podstawowe dane statystyczne

Wyniki zdających

WYKRES 3. ROZKŁAD WYNIKÓW ZDAJĄCYCH

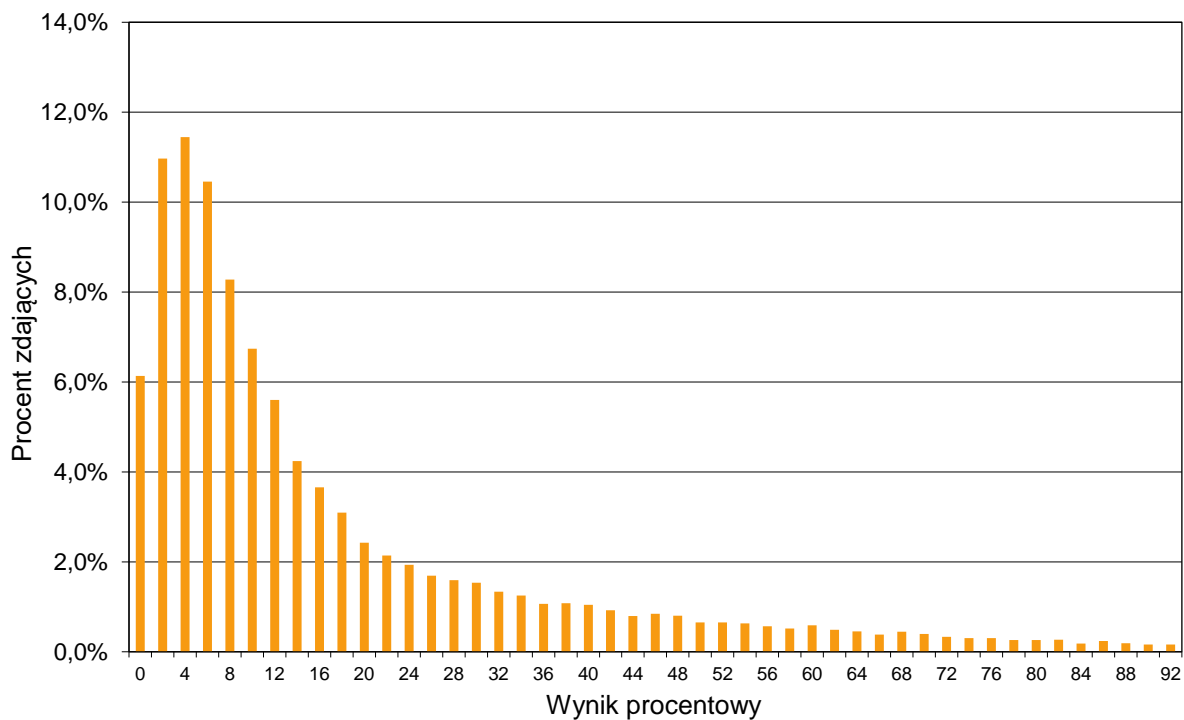


TABELA 9. WYNIKI ZDAJĄCYCH – PARAMETRY STATYSTYCZNE*

| Zdający | Liczba zdających | Minimum (%) | Maksimum (%) | Mediana (%) | Modalna (%) | Średnia (%) | Odchylenie standardowe (%) |
|------------------------|------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------|
| Ogółem Formuła 2015 | 24 276 | 0 | 100 | 10 | 4 | 17 | 20 |

* Dane dotyczą wszystkich tegorocznych absolwentów. Parametry statystyczne są podane dla grup liczących 30 lub więcej zdających.

Poziom wykonania zadań

TABELA 10. POZIOM WYKONANIA ZADAŃ

| Wymagania egzaminacyjne 2023 | | | |
|------------------------------|--|---|------------------------------|
| Nr zad. | Wymagania ogólne | Wymagania szczegółowe <i>Gdy wymaganie szczegółowe dotyczy materiału III etapu edukacyjnego, dopisano (G), a gdy zakresu podstawowego IV etapu, dopisano (P).</i> | Poziom wykonania zadania (%) |
| 1. | I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. | Zdający: 11.1) oblicza granice funkcji (i granice jednostronne), korzystając z twierdzeń o działaniach na granicach i z własności funkcji ciągłych. | 48 |
| 2. | II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. | Zdający: 8.4) oblicza współrzędne oraz długość wektora; dodaje i odejmuje wektory oraz mnoży je przez liczbę. Interpretuje geometrycznie działania na wektorach. | 67 |
| 3. | IV. Użycie i tworzenie strategii. | Zdający: 7.1) stosuje twierdzenia charakteryzujące czworokąty wpisane w okrąg i czworokąty opisane na okręgu. | 60 |
| 4. | III. Modelowanie matematyczne. | Zdający: 10.1) wykorzystuje wzory na liczbę permutacji, kombinacji, wariacji i wariacji z powtórzeniami do zliczania obiektów w sytuacjach kombinatorycznych. | 67 |
| 5. | II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. | Zdający: 3.5) stosuje twierdzenie o pierwiastkach wymiernych wielomianu o współczynnikach całkowitych. | 36 |
| 6. | V. Rozumowanie i argumentacja. | Zdający: 2.1) używa wzorów skróconego mnożenia na $(a \pm b)^3$ oraz $a^3 \pm b^3$. | 45 |
| 7. | V. Rozumowanie i argumentacja. | Zdający: 7.4) znajduje związki miarowe w figurach płaskich z zastosowaniem twierdzenia sinusów i twierdzenia cosinusów. | 49 |
| 8. | III. Modelowanie matematyczne. | Zdający: 10.3) korzysta z twierdzenia o prawdopodobieństwie całkowitym. | 42 |
| 9. | V. Rozumowanie i argumentacja. | Zdający: 11.2) oblicza pochodne funkcji wymiernych; 11.3) korzysta z geometrycznej interpretacji pochodnej. | 52 |
| 10. | II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. | Zdający: 3.8) rozwiązuje równania i nierówności z wartością bezwzględną, o poziomie trudności nie wyższym niż: $ x + 1 - 2 = 3$, $ x + 3 + x - 5 > 12$. | 39 |

| | | | |
|-----|--|--|----|
| 11. | III. Modelowanie matematyczne. | Zdający: 5.2) rozpoznaje szeregi geometryczne zbieżne i oblicza ich sumy. | 45 |
| 12. | IV. Użycie i tworzenie strategii. | Zdający: 6.5) stosuje wzory na sinus i cosinus sumy i różnicy kątów, sumę i różnicę sinusów i cosinusów kątów; 6.6) rozwiązuje równania trygonometryczne typu $\sin 2x = \frac{1}{2}$, $\sin 2x + \cos x = 1$, $\sin x + \cos x = 1$. | 78 |
| 13. | II. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji. | Zdający: 7.1) stosuje twierdzenia charakteryzujące czworokąty wpisane w okrąg i czworokąty opisane na okręgu. | 56 |
| 14. | IV. Użycie i tworzenie strategii. | Zdający: 9.1) (P) rozpoznaje w graniastosłupach kąty między odcinkami (np. krawędziami, krawędziami i przekątnymi, itp.), oblicza miary tych kątów; 9.3) (P) stosuje trygonometrię do obliczeń długości odcinków, miar kątów, pól powierzchni i objętości graniastosłupów. | 42 |
| 15. | III. Modelowanie matematyczne. | Zdający: 3.1) stosuje wzory Viète'a; 3.2) rozwiązuje równania i nierówności liniowe i kwadratowe z parametrem. | |
| 16. | III. Modelowanie matematyczne. | Zdający: 11.6) stosuje pochodne do rozwiązywania zagadnień optymalizacyjnych. | |

WYKRES 4. POZIOM WYKONANIA ZADAŃ W OBSZARZE WYMAGAŃ OGÓLNYCH

