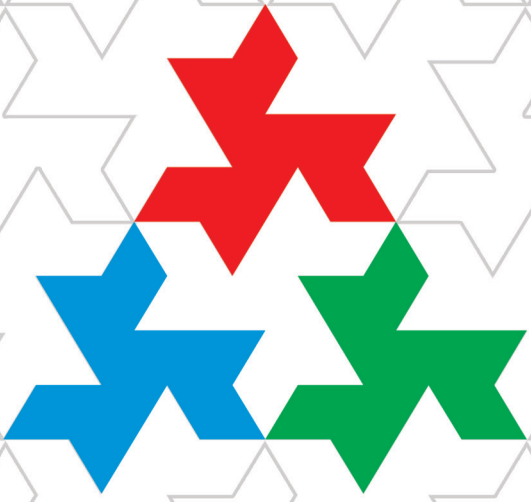
PRZYGODY BAJTAZARA

25 LAT OLIMPIADY INFORMATYCZNEJ

WYBÓR ZADAŃ



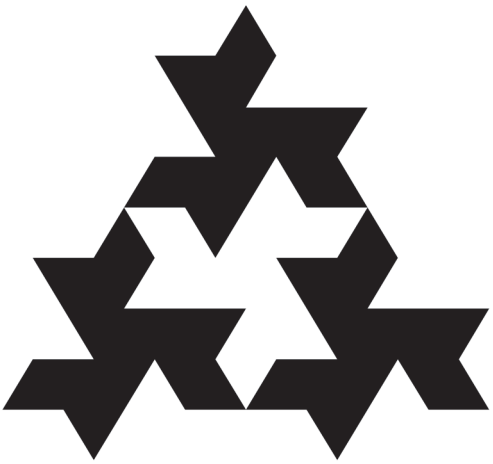
PWN

PRZYGODY BAJTAZARA

PRZYGODY BAJTAZARA

25 LAT OLIMPIADY INFORMATYCZNEJ

WYBÓR ZADAŃ



PWN

Autorzy zadań i opisów rozwiązań
Szymon Acedański, Piotr Chrząstowski, Marek Cygan, Krzysztof Diks, Wojciech Guzicki, Tomasz Idziaszek, Marcin Jurdziński, Łukasz Kowalik, Marcin Kubica, Krzysztof Loryś, Jakub Łącki, Paweł Mechliński, Jan Kanty Milczek, Jakub Pachocki, Michał Pilipczuk, Wojciech Plandowski, Karol Pokorski, Adam Polak, Jakub Radoszewski, Wojciech Rytter, Marek Sokołowski, Tomasz Syposz, Maciej M. Sysło, Wojciech Śmietanka, Tomasz Śmigielski, Bartosz Tarnawski, Jacek Tomasiewicz, Andrzej Walat, Bartosz Walczak, Tomasz Waleń, Jakub Wojtaszczyk

Autorzy artykułów tematycznych
Tomasz Idziaszek, Jakub Radoszewski, Marek Sommer

Redakcja i skład Krzysztof Diks, Tomasz Idziaszek, Jakub Łącki, Jakub Radoszewski

Projekt okładki Hubert Zacharski

Wydawca Edyta Kawala

Redaktor prowadzący Jolanta Kowalczuk

Korekta Danuta Kamińska-Hass

Koordynator produkcji Anna Bączkowska

Copyright © by Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa 2018
Copyright © by Olimpiada Informatyczna, Warszawa 2018

ISBN 978-83-01-19822-0 (oprawa miękka)
ISBN 978-83-01-19854-1 (oprawa twarda)

Wydanie I
Warszawa 2018

Wydawnictwo Naukowe PWN SA
02-460 Warszawa, ul. Gottlieba Daimlera 2
tel. 22 69 54 321, faks 22 69 54 288
infolinia 801 33 33 88
e-mail: pwn@pwn.com.pl, www.pwn.pl

Druk i oprawa Wrocławska Drukarnia Naukowa PAN Sp. z o.o.

Spis treści

25 lat Olimpiady Informatycznej ··· 9
Edycje Olimpiady Informatycznej ··· 13
Sukcesy w olimpiadach międzynarodowych ··· 13
Źródła sukcesów Olimpiady Informatycznej ··· 19
O zadaniach ··· 21
O książce ··· 21

O redaktorach ··· 24

Zadania – część pierwsza

Rozgrzewka
Lizak ··· 29
Minusy ··· 33
Trójkąty jednobarwne ··· 38
Liczby antypierwsze ··· 40

Koszt zamortyzowany
Krążki ··· 45
Gdzie zbudować browar? ··· 51

Stos
Plakatowanie ··· 55
Tetris Attack ··· 63

Przeszukiwanie grafów
Równanie na słowach ··· 68
Jedynki i zera ··· 72
Agenci ··· 76

Algorytmy zachłanne
Szeregowanie czynności ··· 80
Rozkład Fibonacciego ··· 86

Programowanie dynamiczne I
Rezerwacja sal wykładowych ··· 93
Różnica ··· 97
Zająknięcia ··· 102

Drzewa
Dostawca pizzy ··· 109
Łuk triumfalny ··· 117
Wielokąt ··· 122

Algorytmy grafowe I
Odległość ··· 127
Zawody ··· 132
Dziuple ··· 137
Żabka ··· 143

Zadania – część druga

Drzewa przedziałowe
Kurierzy ··· 157
Kopalnia złota ··· 165
Klocki ··· 170
Meteory ··· 181
Wilcze doły ··· 185

Algorytmy grafowe II
Przedsięwzięcie ··· 189
Hazard ··· 196
Drogi zmiennokierunkowe ··· 201

Zadania na bibliotekę
Kolekcjoner Bajtemonów ··· 205
Gdzie jest jedynka? ··· 210
Architekci ··· 215

Meet in the middle
Szyfr ··· 224
Panele słoneczne ··· 230

Algorytmy tekstowe
Korale ··· 234
Okresy słów ··· 238
Palindromy ··· 242

Programowanie dynamiczne II
Kupno gruntu ··· 248
Szatnia ··· 256
Zapiekanki ··· 262

Algorytmy grafowe III
Autostrady ··· 270
Magazynier ··· 276
Gońcy ··· 280
Kości ··· 286

Inne
Pionek ··· 294
Lunatyk ··· 304
Gra ··· 309
Pionki ··· 315

Techniki algorytmiczne i struktury danych

Drzewo przedziałowe ··· 325
Struktury dla uporządkowanego multizbioru ··· 325
Drzewo przedziałowe typu punkt–przedział ··· 335
Drzewo przedziałowe typu przedział–punkt ··· 340
Drzewo przedziałowe typu przedział–przedział ··· 344
Co dalej? ··· 348

Kolejka minimów ··· 349
Implementacja kolejki ··· 349
Kolejka dla dowolnej operacji łącznej ··· 352

Haszowanie napisów i słownik podsłów bazowych ··· 354
Słownik podsłów bazowych ··· 354
Haszowanie napisów ··· 356
Zastosowania ··· 357
Jak dobierać parametry w haszowaniu? ··· 360

Drzewo palindromów ··· 365
Opis drzewa ··· 365
Konstrukcja drzewa palindromów ··· 366
Zastosowania ··· 369
Rozwiązanie zadania *Palindromy* ··· 369

Kolejne tematy ··· 375

Bibliografia ··· 383

Indeks zadań ··· 384

25 lat Olimpiady Informatycznej

Olimpiada Informatyczna narodziła się w roku szkolnym 1993/1994 jako najmłodsza olimpiada przedmiotowa w Polsce w obszarze nauk ścisłych i przyrodniczych. Celem Olimpiady jest umożliwianie uczniom uzdolnionym informatycznie uczestnictwa w szlachetnej rywalizacji na wiedzę i umiejętności z rówieśnikami z całego kraju oraz wyłanianie najlepszych z nich, którzy później mierzą się z najlepszymi młodymi informatykami z całego świata. Uczestnicy Olimpiady muszą wykazać się umiejętnościami analizowania problemów obliczeniowych, układania wydajnych algorytmów i implementowania ich w językach programowania wysokiego poziomu, doboru stosownych struktur danych, testowania programów, pracy w środowisku programistycznym. Po prostu muszą działać tak, jak zawodowi informatycy.

Olimpiada Informatyczna to realizacja marzeń naukowców, edukatorów i popularyzatorów informatyki, którzy weszli w skład pierwszego Komitetu Głównego Olimpiady Informatycznej utworzonego na mocy *Aktu powołania Olimpiady Informatycznej* z dnia 10 grudnia 1993 roku, podpisanego przez ówczesnego dyrektora Instytutu Informatyki na Uniwersytecie Wrocławskim, profesora Macieja M. Sysłę. Siedzibą Olimpiady Informatycznej do dziś jest Ośrodek Edukacji Informatycznej i Zastosowań Komputerów (OEIiZK) w Warszawie. W składzie pierwszego Komitetu Głównego Olimpiady Informatycznej znaleźli się:

prof. dr hab. inż. Jacek Błażewicz	Politechnika Poznańska
prof. dr hab. Jan Madey	Uniwersytet Warszawski
prof. dr hab. Andrzej W. Mostowski	Uniwersytet Gdański
prof. dr hab. Wojciech Rytter	Uniwersytet Warszawski
prof. dr hab. Maciej M. Sysło	Uniwersytet Wrocławski
dr hab. inż. Stanisław Waligórski	Uniwersytet Warszawski
dr Piotr Chrząstowski-Wachtel	Uniwersytet Warszawski
dr Andrzej Walat	OEIiZK
dr Bolesław Wojdyło	Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
mgr Jerzy Dałek	Ministerstwo Edukacji Narodowej
mgr Krzysztof J. Święcicki	Ministerstwo Edukacji Narodowej
Tadeusz Kuran	OEIiZK
mgr Krystyna Kominek	II LO im. Stefana Batorego w Warszawie

Pierwszym przewodniczącym Komitetu Głównego został dr hab. inż. Stanisław Waligórski, sekretarzem naukowym – dr Andrzej Walat, a kierownikiem organizacyjnym – Tadeusz Kuran, który pełni tę funkcję do dziś (obecnie ma ona nazwę koordynatora Olimpiady). Funkcję sekretarza Komitetu objęła mgr Krystyna Kominek. Skład Komitetu odzwierciedlał zaangażowanie wielu podmiotów – najlepszych uczelni informatycznych w kraju, Ministerstwa Edukacji Narodowej, środowiska nauczycielskiego – w działania na rzecz edukacji informatycznej polskiej młodzieży. W późniejszym okresie do tego grona dołączyły też polskie firmy informatyczne. Ścisła współpraca najlepszych uczelni informatycznych, edukatorów informatyki i firm informatycznych lub tych działających na rzecz rozwoju informatyki jest charakterystyczna dla działań Olimpiady Informatycznej także i dzisiaj.

Twórcy Olimpiady Informatycznej opracowali standardy przeprowadzania zawodów Olimpiady, które w swoich podstawach obowiązują do dziś. W przyjętym regulaminie określono następujące cele Olimpiady Informatycznej:

(1) Stwarzanie motywacji do zainteresowania nauczycieli i uczniów nowymi metodami informatyki.

(2) Rozszerzanie współdziałania między nauczycielami akademickimi i nauczycielami szkół w kształceniu młodzieży uzdolnionej.

(3) Stymulowanie aktywności poznawczej młodzieży informatycznie uzdolnionej.

(4) Kształtowanie umiejętności samodzielnego zdobywania oraz rozszerzania wiedzy informatycznej.

(5) Stwarzanie młodzieży możliwości szlachetnego współzawodnictwa w rozwijaniu swoich uzdolnień, a nauczycielom – warunków twórczej pracy z młodzieżą.

(6) Wyłanianie reprezentacji Rzeczypospolitej Polskiej na Międzynarodową Olimpiadę Informatyczną.

Przez 25 lat Olimpiady Informatycznej skład Komitetu Głównego zmieniał się w sposób, który pozwalał na zachowanie ciągłości pracy i doskonalenie działań Olimpiady. Komitet przede wszystkim otwierał się na byłych olimpijczyków, których doświadczenia ze startu w Olimpiadzie przyczyniały się do doskonalenia jej organizacji i ciągłego podnoszenia poziomu merytorycznego. W tabeli na następnej stronie zawarto wykaz wszystkich osób biorących udział w pracach Komitetu Głównego Olimpiady Informatycznej na przestrzeni ostatnich 25 lat. Dla każdej osoby podano edycje Olimpiady oraz ewentualną funkcję pełnioną w Komitecie; tytuły i stopnie naukowe są aktualne, ale afiliacje podano na dzień przystąpienia do Komitetu.

Olimpiada Informatyczna to konkurs trzyetapowy. W każdym etapie uczniowie dostają pewną liczbę zadań do rozwiązania. Każde zadanie to krótka historyjka opisująca ukryty problem algorytmiczny. Rozwiązaniem zadania jest zazwyczaj algorytm zapisany w postaci programu w wybranym przez zawodnika języku programowania. Poprawnie kompilujące się programy są następnie uruchamiane na nieznanych dla zawodników testach przygotowanych przez organizatorów. Testy są tak dobrane, żeby wykrywały programy niepoprawne i różnicowały rozwiązania o różnej złożoności obliczeniowej, szczególnie złożoności czasowej – złożoność pamięciowa jest wymuszana przez podane explicite ograniczenia na wielkość wykorzystywanej przez program pamięci. W Olimpiadzie liczba punktów otrzymana za zadanie zależy od jakości zaproponowanego algorytmu i jego implementacji.

Członkowie Komitetu Głównego Olimpiady Informatycznej w latach 1993/1994–2017/2018

mgr Szymon Acedański (Uniwersytet Warszawski) ..... XV–XXV
kierownik techniczny w edycjach XVI–XXIII
prof. dr hab. inż. Jacek Błażewicz (Politechnika Poznańska) ..... I–III
dr Piotr Chrząstowski-Wachtel (Uniwersytet Warszawski) ..... I–V, XIII–XXV
dr inż. Wojciech Complak (Politechnika Poznańska) ..... II–III
prof. dr hab. inż. Zbigniew Czech (Politechnika Śląska) ..... VII–XXV
mgr Jerzy Dałek (Ministerstwo Edukacji Narodowej) ..... I–XII
prof. dr hab. Krzysztof Diks (Uniwersytet Warszawski) ..... II–XXV
z-ca przewodniczącego w edycjach IV–VI, przewodniczący w edycjach VII–XXV
prof. dr hab. Piotr Formanowicz (Politechnika Poznańska) ..... XVI–XXV
prof. dr hab. Paweł Idziak (Uniwersytet Jagielloński) ..... X–XXV
z-ca przewodniczącego w edycjach X–XXV
dr Tomasz Idziaszek (Uniwersytet Warszawski) ..... XXI–XXV
sekretarz naukowy w edycjach XXI–XXV
dr Przemysława Kanarek (Uniwersytet Wrocławski) ..... IV–XXIV
z-ca przewodniczącego w edycjach XVI–XXIII
dr Barbara Klunder (Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu) ..... XVI–XVIII
mgr Krystyna Kominek (II LO im. Stefana Batorego w Warszawie) ..... I–III
sekretarz w edycjach I–III
mgr Monika Kozłowska-Zając (OEIiZK) ..... IV–XXV
sekretarz w edycjach IV–XXV
dr Marcin Kubica (Uniwersytet Warszawski) ..... II–XXV
sekretarz naukowy w edycjach VII–XX
Tadeusz Kuran (OEIiZK) ..... I–XXV
koordynator (kierownik organizacyjny) we wszystkich edycjach
dr Anna Beata Kwiatkowska (Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu,
Liceum Akademickie w Toruniu) ..... XI–XXV
prof. dr hab. Krzysztof Loryś (Uniwersytet Wrocławski) ..... IV–XXV
prof. dr hab. Jan Madey (Uniwersytet Warszawski) ..... I–XXV
prof. dr hab. Andrzej W. Mostowski (Uniwersytet Gdański) ..... I–III
dr hab. inż. Jerzy Nawrocki (Politechnika Poznańska) ..... XIII–XV
dr Jakub Radoszewski (Uniwersytet Warszawski) ..... XV–XXV
kierownik jury w edycjach XVI–XXV, z-ca przewodniczącego w edycjach XXIV–XXV
prof. dr hab. Wojciech Rytter (Uniwersytet Warszawski) ..... I–XXV
dr Mirosława Skowrońska (Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu) ..... X–XV
prof. dr hab. Krzysztof Stencel (Uniwersytet Warszawski) ..... IV–XXV
kierownik jury w edycjach IV–XV
prof. dr hab. Maciej M. Sysło (Uniwersytet Wrocławski) ..... I–XXV
z-ca przewodniczącego w edycjach I–XV
dr Maciej Ślusarek (Uniwersytet Jagielloński) ..... VII–XXV
mgr Krzysztof J. Święcicki (Ministerstwo Edukacji Narodowej) ..... I–XXV
dr Andrzej Walat (OEIiZK) ..... I–XV
sekretarz naukowy w edycjach I–VI, z-ca przewodniczącego w edycjach VII–IX
dr Tomasz Waleń (Uniwersytet Warszawski) ..... X–XXV
dr hab. inż. Stanisław Waligórski (Uniwersytet Warszawski) ..... I–XX
przewodniczący w edycjach I–VI
dr inż. Szymon Wąsik (Politechnika Poznańska) ..... XXI–XXV
dr Bolesław Wojdyło (Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu) ..... I–IX

Pierwszy etap Olimpiady jest etapem szkolnym rozgrywanym na przełomie października i listopada i obecnie gromadzi około tysiąca uczestników. W tym etapie uczniowie mają do rozwiązania zazwyczaj pięć zadań i pracują nad nimi w domu. Wyniki swojej pracy przesyłają przez Internet do oceny przez jury zawodów. Do drugiego etapu awansuje około 350 najlepszych zawodników z etapu pierwszego. Drugi etap jest organizowany w kilku ośrodkach regionalnych współpracujących ściśle z najlepszymi uczelniami informatycznymi w kraju i trwa trzy dni. Pierwszy dzień jest poświęcony na zapoznanie się z warunkami rozgrywania zawodów. W każdym z następnych dwóch dni uczestnicy mają do samodzielnego rozwiązania dwa zadania w trakcie pięciogodzinnej, kontrolowanej sesji. Rozwiązania z całej Polski są zbierane centralnie i wszystkie oceniane w takim samym środowisku i na tych samych testach. Około 80 najlepszych uczestników drugiego etapu awansuje do finału Olimpiady. Finał jest rozgrywany w jednym miejscu i trwa pięć dni. Trzy dni są przeznaczone na same zawody, a dwa dni na rekreację, turystykę oraz zajęcia popularnonaukowe. Sposób rozgrywania finału jest podobny do tego z drugiego etapu (każdego dnia zawodów zawodnicy rozwiązują od dwóch do trzech zadań). Czworo najlepszych zawodników z finałów reprezentuje Polskę na międzynarodowych zawodach informatycznych: Międzynarodowej Olimpiadzie Informatycznej (IOI – *International Olympiad in Informatics*) oraz Olimpiadzie Informatycznej Krajów Europy Środkowej (CEOI – *Central European Olympiad in Informatics*). Sześcioro najlepszych uczestników finału, którzy w roku jego rozgrywania nie są programowo w klasie maturalnej, reprezentuje Polskę na Bałtyckiej Olimpiadzie Informatycznej (BOI – *Baltic Olympiad in Informatics*).

Olimpiada Informatyczna jest złożonym przedsięwzięciem organizacyjnym i technologicznym. Co roku w jej organizację jest zaangażowana ponad setka osób. Sukces organizacyjny nie byłby możliwy bez wsparcia najlepszych uczelni informatycznych, które stanowią intelektualne zaplecze Olimpiady oraz udostępniają jej swoje zasoby lokalowe i sprzętowe. Szczególną rolę odgrywa tu Wydział Matematyki, Informatyki i Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego, gdzie jest rozwijane zaawansowane technologicznie oprogramowanie olimpijskie oraz są sytuowane serwery Olimpiady. Nie mniejszą rolą odgrywają wydziały uczelni, w których są przeprowadzane zawody drugiego stopnia (drugi etap) i które są lub były siedzibami komitetów okręgowych. Należą do nich:

Wydział Matematyki i Informatyki Uniwersytetu Jagiellońskiego
Wydział Matematyki i Informatyki Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu
Wydział Matematyki i Informatyki Uniwersytetu Wrocławskiego
Wydział Informatyki Politechniki Białostockiej
Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki Politechniki Gdańskiej
Wydział Informatyki Politechniki Poznańskiej
Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej
Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie

W swojej 25-letniej historii Olimpiada współpracowała także z: Polsko-Japońską Akademią Technik Komputerowych w Warszawie, Wyższą Szkołą Biznesu – National-Louis University w Nowym Sączu, Uniwersytetem Śląskim, Akademią Górniczo-Hutniczą w Krakowie, Uniwersytetem im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Uniwersytetem Gdańskim.

Jak już wspomnieliśmy, Olimpiada Informatyczna jest olimpiadą przedmiotową Ministerstwa Edukacji Narodowej, a co za tym idzie, Ministerstwo jest podstawowym