

Faza IV

S. Rejmus, D. Rzeźnik, F. Urban

Kwiecień 2022

1 Wstęp teoretyczny

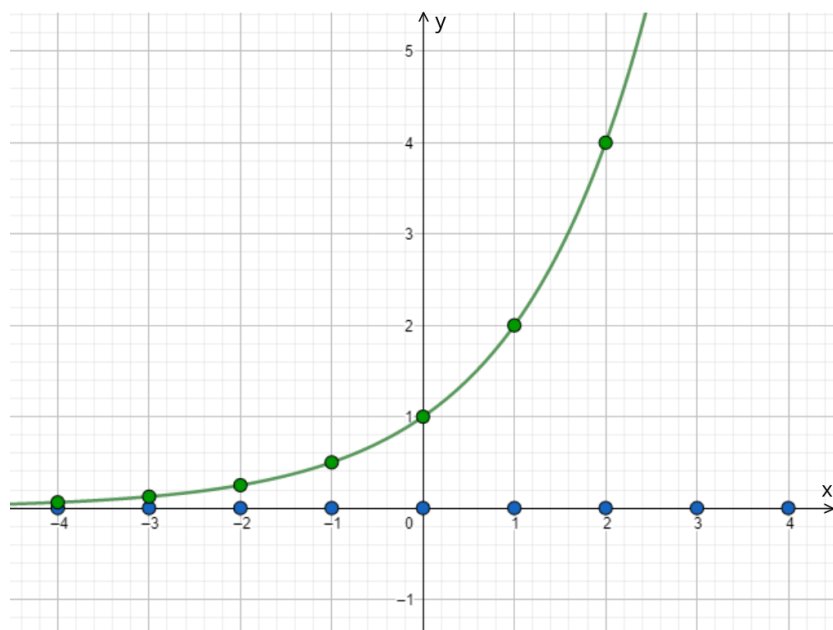
1.1 Treść Zadania

Obliczyć $a = \sqrt{2} = 2^{\frac{1}{2}}$ i $b = 2\sqrt{2} = 2^{\frac{3}{2}}$ interpolując wielomianami funkcję 2^x , czyli daną za pomocą tabeli:

x	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
$f(x)$	0,0625	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16

Która z liczb a , b jest lepiej przybliżana?

1.2 Wykres funkcji 2^x



1.3 Metoda Newtona (za pomocą ilorazów różnicowych) wyznaczania wielomianu interpolacyjnego

Twierdzenie. Wielomian P w postaci Newtona interpolujący dane $(x_i, f(x_i))$ dla $i = 0, 1, \dots, n$,

$$P(x) = b_0 + b_1(x - x_0) + b_2(x - x_0)(x - x_1) + \dots + b_n(x - x_0) \cdot \dots \cdot (x - x_{n-1}),$$

ma współczynniki

$$b_j = f[x_0, x_1, \dots, x_j], \quad j = 0, 1, \dots,$$

gdzie: b_j - iloraz różnicowy funkcji

Według definicji obliczamy ilorazy różnicowe:

dla 1 rzędu:

$$f[x_1, x_{j+1}] := \frac{f[x_{j+1}] - f[x_j]}{x_{j+1} - x_j}$$

dla k-tego rzędu:

$$f[x_1, x_{j+1}, \dots, x_{j+k-1}, x_{j+k}] := \frac{f[x_{j+1}, \dots, x_{j+k}] - f[x_j, \dots, x_{j+k-1}]}{x_{j+k} - x_j}$$

gdzie: $j = 0, 1, \dots$

1.4 Błąd bezwzględny i względny

Błąd bezwzględny liczymy ze wzoru: $\Delta x = |x - x_0|$

gdzie:

x - to dokładna wartość

x_0 - to zmierzona wartość

Błąd względny liczymy ze wzoru: $\delta = \frac{\Delta x}{x} = \frac{|x - x_0|}{x}$

gdzie:

Δx - to błąd bezwzględny pomiaru

x - to dokładna wartość

x_0 - to zmierzona wartość

2 Proces działania

Mamy zamiar zinterpolować funkcję 2^x za pomocą metody Newtona, używając ustalonych zakresów podanej tabeli. Przyjmujemy 4 zakresy :

- $x \in \{-1, 0, 1\}$
- $x \in \{1, 2, 3\}$
- $x \in \{-2, 0, 1, 2, 4\}$
- $x \in \{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5\}$

Sprawdzamy, która z liczb, $a = \sqrt{2}$ czy $b = 2\sqrt{2}$ zostanie lepiej przybliżona (używając zinterpolowanej funkcji), poprzez ustalenie błędu bezwzględego i względnego dla 4 wybranych przez nas zakresów.

Przykład: Zakres I : $x \in \{-1, 0, 1\}$. Wyznaczamy $f[x_0, x_1, x_2]$ dla $\frac{x_i}{f(x_i)} \left| \begin{array}{c|c|c} -1 & 0 & 1 \\ \hline 0,5 & 1 & 2 \end{array} \right.$
Obliczamy $f[-1, 0]$, $f[0, 1]$, $f[-1, 0, 1]$ zgodnie ze wzorem

$$f[-1, 0] = \frac{f[0] - f[-1]}{0 - (-1)} = \frac{1}{2}$$

$$f[0, 1] = \frac{f[1] - f[0]}{1 - 0} = 1$$

$$f[-1, 0, 1] = \frac{f[0, 1] - f[-1, 0]}{1 - (-1)} = \frac{1}{4}$$

Rozwiązaniem interpolacji danych $\frac{x_i}{f(x_i)} \left| \begin{array}{c|c|c} -1 & 0 & 1 \\ \hline 0,5 & 1 & 2 \end{array} \right.$ jest wielomian:

$$\begin{aligned} P(x) &= f[-1] + f[-1, 0](x + 1) + f[-1, 0, 1](x + 1)x = \\ &= \frac{1}{2} + \frac{1}{2}(x + 1) + \frac{1}{4}(x + 1)x = \frac{1}{2} + \frac{x}{2} + \frac{1}{2} + \frac{x^2}{4} + \frac{x}{4} = \frac{x^2 + 3x + 4}{4} \end{aligned}$$

$P(\frac{1}{2}) = 1.4375$
Błąd bezwzględny: 0.023286
Błąd względny: 0.01647

$P(\frac{3}{2}) = 2.6875$
Błąd bezwzględny: 1.27329
Błąd względny: 0.90035

Dla wybranego przykładu liczba $a = \sqrt{2}$ została lepiej przybliżona.

3 Działanie programu

Program tworzy tablicę, w której zapisane są wybrane dla przedziału argumenty funkcji. Tworzy dodatkowo tablicę dwuwymiarową zawierającą w swojej 1 kolumnie wartości funkcji $f(x) = 2^x$.

Następnie dla proponowanego przedziału $x \in \{-1, 0, 1\}$ w odpowiednich miejscach tablicy dwuwymiarowej wylicza wartości ilorazów różnicowych, wyświetla je na ekranie. Niezbędne do dalszych obliczeń: $f[-1, 0]$, $f[0, 1]$, $f[-1, 0, 1]$ są dodatkowo wyeksponowane niebieskim kolorem. Następnie funkcją opierającą swoje działanie na metodzie Newtona wylicza wielomian dla $x = \{\frac{1}{2}, \frac{3}{2}\}$ oraz błąd bezwzględny i względny.

3.1 Instrukcja dla użytkownika

Użytkownik wpisuje dla jakiego x chce obliczyć $f(x) = 2^x$. Potem wybiera jeden z dostępnych przedziałów lub tworzy własny, na podstawie którego program wylicza zinterpolowany wielomian i podstawia podanego x .

Podgląd programu dla przykładu z predefiniowanym przedziałem:

```
Wpisz dla jakiego "x" (Float oddzielony kropką zamiast przecinka) chcesz obliczyć potęgę 2^x:
0.5
Wybierz przedział (wpisz 1, 2, 3, 4 albo 5):
1: x = {-1, 0, 1}
2: x = {1, 2, 3}
3: x = {-2, 0, 1, 2, 4}
4: x = {-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5}
5: własny zakres
1
Tabela wyliczonych ilorazów różnicowych:
Kolorem niebieskim oznaczono ilorazy różnicowe potrzebne do wyprowadzenia wielomianu w postaci Newtona
x_i      f[x_i]      f[x_i, x_{i+1}] f[x_i, ..., x_{i+2}]
x_0= 1    2,000000    2,000000    1,000000
x_1= 2    4,000000    4,000000
x_2= 3    8,000000
Wartość dla "x" = 0.5 wynosi 1.75

Błąd bezwzględny wynosi: 0,335786
Błąd względny wynosi: 0,237437
Wciśnij dowolny klawisz aby kontynuować lub "N" by zakończyć program
```

3.2 Wyniki programu

3.2.1 Dla przedziału zdefiniowanego: $x \in \{-1, 0, 1\}$

Wynik dla $x = \frac{1}{2}$:

```
Tabela wyliczonych ilorazów różnicowych:
Koloriem niebieskim oznaczono ilorazy różnicowe potrzebne do wyprowadzenia wielomianu w postaci Newtona
xi          f[xi]          f[xi,xi+1] f[xi,...,xi+2]
x0=-1      0,500000      0,500000      0,250000
x1= 0      1,000000      1,000000
x2= 1      2,000000
Wartość dla "x" = 0.5 wynosi 1.4375

Błąd bezwzględny wynosi: 0,023286
Błąd względny wynosi: 0,016466
```

Wynik dla $x = \frac{3}{2}$:

```
Tabela wyliczonych ilorazów różnicowych:
Koloriem niebieskim oznaczono ilorazy różnicowe potrzebne do wyprowadzenia wielomianu w postaci Newtona
xi          f[xi]          f[xi,xi+1] f[xi,...,xi+2]
x0=-1      0,500000      0,500000      0,250000
x1= 0      1,000000      1,000000
x2= 1      2,000000
Wartość dla "x" = 1.5 wynosi 2.6875

Błąd bezwzględny wynosi: 0,140927
Błąd względny wynosi: 0,049825
```

3.2.2 Dla przedziału zdefiniowanego: $x \in \{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5\}$

Wynik dla $x = \frac{1}{2}$:

```
Tabela wyliczonych ilorazów różnicowych:
Koloriem niebieskim oznaczono ilorazy różnicowe potrzebne do wyprowadzenia wielomianu w postaci Newtona
xi          f[xi]          f[xi,xi+1] f[xi,...,xi+2] f[xi,...,xi+3] f[xi,...,xi+4] f[xi,...,xi+5] f[xi,...,xi+6] f[xi,...,xi+7] f[xi,...,xi+8]
x0=-3      0,125000      0,125000      0,062500      0,020833      0,005208      0,001042      0,000174      0,000025      0,000003
x1=-2      0,250000      0,250000      0,125000      0,041667      0,010417      0,002083      0,000347      0,000050
x2=-1      0,500000      0,500000      0,250000      0,083333      0,020833      0,004167      0,000694
x3= 0      1,000000      1,000000      0,500000      0,166667      0,041667      0,008333
x4= 1      2,000000      2,000000      1,000000      0,333333      0,083333
x5= 2      4,000000      4,000000      2,000000      0,666667
x6= 3      8,000000      8,000000      4,000000
x7= 4     16,000000      16,000000
x8= 5     32,000000
Wartość dla "x" = 0.5 wynosi 1.4142570495605469

Błąd bezwzględny wynosi: 0,000043
Błąd względny wynosi: 0,000031
```

Wynik dla $x = \frac{3}{2}$:

Tabela wyliczonych ilorazów różnicowych:
Koloriem niebieskim oznaczono ilorazy różnicowe potrzebne do wyprowadzenia wielomianu w postaci Newtona

x_i	$f[x_i]$	$f[x_i, x_{i+1}]$	$f[x_i, \dots, x_{i+2}]$	$f[x_i, \dots, x_{i+3}]$	$f[x_i, \dots, x_{i+4}]$	$f[x_i, \dots, x_{i+5}]$	$f[x_i, \dots, x_{i+6}]$	$f[x_i, \dots, x_{i+7}]$	$f[x_i, \dots, x_{i+8}]$
$x_0 = -5$	0,125000	0,125000	0,062500	0,020833	0,005208	0,001042	0,000174	0,000025	0,000003
$x_1 = -2$	0,250000	0,250000	0,125000	0,041667	0,010417	0,002083	0,000347	0,000050	
$x_2 = -1$	0,500000	0,500000	0,250000	0,083333	0,020833	0,004167	0,000694		
$x_3 = 0$	1,000000	1,000000	0,500000	0,166667	0,041667	0,008333			
$x_4 = 1$	2,000000	2,000000	1,000000	0,333333	0,083333				
$x_5 = 2$	4,000000	4,000000	2,000000	0,666667					
$x_6 = 3$	8,000000	8,000000	4,000000						
$x_7 = 4$	16,000000	16,000000							
$x_8 = 5$	32,000000								

Wartość dla "x" = 1.5 wynosi 2.828380584716797

Błąd bezwzględny wynosi: 0,000047
Błąd względny wynosi: 0,000016

3.2.3 Dla przedziału użytkownika: $x \in \{-4, -3, -1, 0, 3, 4, 5, 9, 10, 11\}$

Wynik dla $x = \frac{1}{2}$:

Twój zakres[-4.0, -3.0, -1.0, 0.0, 3.0, 4.0, 5.0, 9.0, 10.0, 11.0]
Tabela wyliczonych ilorazów różnicowych:
Koloriem niebieskim oznaczono ilorazy różnicowe potrzebne do wyprowadzenia wielomianu w postaci Newtona

x_i	$f[x_i]$	$f[x_i, x_{i+1}]$	$f[x_i, \dots, x_{i+2}]$	$f[x_i, \dots, x_{i+3}]$	$f[x_i, \dots, x_{i+4}]$	$f[x_i, \dots, x_{i+5}]$	$f[x_i, \dots, x_{i+6}]$	$f[x_i, \dots, x_{i+7}]$	$f[x_i, \dots, x_{i+8}]$
$x_0 = -4$	0,062500	0,062500	0,041667	0,015625	0,006200	0,001594	0,000312	0,000076	0,000002
$x_1 = -3$	0,125000	0,187500	0,104167	0,059028	0,018948	0,004402	0,001296	0,000263	0,000042
$x_2 = -1$	0,500000	0,500000	0,458333	0,191667	0,054167	0,019954	0,004711	0,000849	
$x_3 = 0$	1,000000	2,333333	1,416667	0,516667	0,253704	0,071772	0,014904		
$x_4 = 3$	8,000000	8,000000	4,000000	2,800000	0,971429	0,235714			
$x_5 = 4$	16,000000	16,000000	20,800000	9,600000	2,857143				
$x_6 = 5$	32,000000	120,000000	78,400000	29,600000					
$x_7 = 9$	512,000000	512,000000	256,000000						
$x_8 = 10$	1024,000000	1024,000000							
$x_9 = 11$	2048,000000								

Wartość dla "x" = 0.5 wynosi 1.3736952841698709

Błąd bezwzględny wynosi: 0,040518
Błąd względny wynosi: 0,028651

Wynik dla $x = \frac{3}{2}$:

Tabela wyliczonych ilorazów różnicowych:
Koloriem niebieskim oznaczono ilorazy różnicowe potrzebne do wyprowadzenia wielomianu w postaci Newtona

x_i	$f[x_i]$	$f[x_i, x_{i+1}]$	$f[x_i, \dots, x_{i+2}]$	$f[x_i, \dots, x_{i+3}]$	$f[x_i, \dots, x_{i+4}]$	$f[x_i, \dots, x_{i+5}]$	$f[x_i, \dots, x_{i+6}]$	$f[x_i, \dots, x_{i+7}]$	$f[x_i, \dots, x_{i+8}]$
$x_0 = -4$	0,062500	0,062500	0,041667	0,015625	0,006200	0,001594	0,000312	0,000076	0,000002
$x_1 = -3$	0,125000	0,187500	0,104167	0,059028	0,018948	0,004402	0,001296	0,000263	0,000042
$x_2 = -1$	0,500000	0,500000	0,458333	0,191667	0,054167	0,019954	0,004711	0,000849	
$x_3 = 0$	1,000000	2,333333	1,416667	0,516667	0,253704	0,071772	0,014904		
$x_4 = 3$	8,000000	8,000000	4,000000	2,800000	0,971429	0,235714			
$x_5 = 4$	16,000000	16,000000	20,800000	9,600000	2,857143				
$x_6 = 5$	32,000000	120,000000	78,400000	29,600000					
$x_7 = 9$	512,000000	512,000000	256,000000						
$x_8 = 10$	1024,000000	1024,000000							
$x_9 = 11$	2048,000000								

Wartość dla "x" = 1.5 wynosi 2.74856369311993

Błąd bezwzględny wynosi: 0,079863
Błąd względny wynosi: 0,028236

3.3 Wnioski

Patrząc na powyższe wyniki widać, że zakres $x \in \{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5\}$ najlepiej przybliża liczby $a = \sqrt{2} = 2^{\frac{1}{2}}$ i $b = 2\sqrt{2} = 2^{\frac{3}{2}}$ (z podanych zakresów), z czego liczba b jest lepiej przybliżona w porównaniu do a , ponieważ błąd względny i bezwzględny dla liczby b są mniejsze niż dla liczby a . Z powyższych przykładów wynika, że szukane przybliżenie jest tym lepsze jeśli wartości wybranego zakresu są symetrycznie bliższe szukanemu x oraz im ten zakres posiada więcej tych symetrycznych argumentów. Np. dla $x = 3$ przedział $x \in \{2, 4\}$, którego błąd bezwzględny wynosi 2.0, względny 0.25, a przybliżony wynik 10 gorzej przybliża wynik niż przedział $x \in \{0, 1, 2, 4, 5, 6\}$, którego błąd bezwzględny wynosi 0.05, względny 0.006, a przybliżony wynik 8.05, gdzie poprawnym wynikiem $f(3) = 8$.

4 Bibliografia

- Prezentacja Pani dr Danuta Jaruszevska-Walczak
- Strona z, której pochodzi oryginalny kod programu

5 Kod programu

Kod dostępny również na Githubie

```
import java.util.Arrays;
import java.util.Objects;
import java.util.Scanner;

class PROJEKT {
    //Funkcja znajdująca wynik działania
    static double wynik(int i, double value, double[] x) {
        double pro = 1;
        for (int j = 0; j < i; j++) {
            pro = pro * (value - x[j]);
            //( "x" - x_j )
            //tj. (x-x1) w następnym wywołaniu (x-x1)(x-x2) itd
        }
        return pro;
    }

    //Funkcja wyznaczająca ilorazy różnicowe do tablicy 2D
    static void wyliczIlorazy(double[] x, double[][] y, int n) {
        for (int i = 1; i < n; i++) {
            for (int j = 0; j < n - i; j++) {
                y[j][i] = (y[j][i - 1] - y[j + 1][i - 1]) / (x[j] - x[i + j]);
                //b_i = ( f[x_i-1] - f[x_i] ) / (x_i-1- x_i )
            }
        }
    }
}
```

```

}

//Funkcja do obliczania wartości wielomianu dla podanego "x" za pomoc
    ą metody Newtona
static double wielNewtona(double value, double[] x, double[][] y, int
    n) {
    double sum = y[0][0]; // = b_0

    for (int i = 1; i < n; i++) {
        sum = sum + (y[0][i] * wynik(i, value, x));
        //sum = sum + ( b_i * ( "X" - x_j ) w pętli)
    }
    return sum;
}

//Funkcja drukująca tabelę ilorazów różnicowych
static void drukujTablice(double[][] y, int n, String[] indeksy,
    double[] x) {
    System.out.println("Tabela wyliczonych ilorazów różnicowych:");
    System.out.println("Kolorem niebieskim oznaczono ilorazy róż
        nicowe potrzebne do wyprowadzenia wielomianu w postaci
        Newtona");

    System.out.print("x\u1D62 ");
    String s1 = "f[x\u1D62]";
    System.out.printf("%15s", s1);

    String s2 = "f[x\u1D62,x\u1D62+\u2081]";
    System.out.printf("%15s", s2);
    StringBuilder sb = new StringBuilder("f[x\u1D62,...,x\u1D62+");

    for (int i = 2; i < n; i++) {
        System.out.printf("%13s%s]", sb, indeksy[i]);
    }
    System.out.printf("\n");

    String s = "x";
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        System.out.printf("%s%s=%2.0f", s, indeksy[i], x[i]);
        for (int j = 0; j < n - i; j++) {
            if (i == 0) {
                System.out.printf("%s%15f%s", "\u001B[96m", y[i][j], "\u001B[0m");
            } else {
                System.out.printf("%15f", y[i][j]);
            }
        }
        System.out.println("");
    }
}

```



```

public static void main(String[] args) {
    //Kody Unicode do wyświetlania dolnych indeksów
    String[] indeksy = {"\u2080", "\u2081", "\u2082", "\u2083", "\u2084", "\u2085", "\u2086", "\u2087", "\u2088", "\u2089", "\u2081\u2080"};
    //Pierwszy przedział
    int input_count = 3;
    double value_x_a = 0.5;
    double value_x_b = 1.5;
    double[][] y = new double[input_count][input_count];
    double[] x = {-1, 0, 1};
    y[0][0] = 0.5;
    y[1][0] = 1;
    y[2][0] = 2;

    //Drugi przedział
    int input_count2 = 3;
    double value_x2_a = 0.5;
    double value_x2_b = 1.5;
    double[][] y2 = new double[input_count2][input_count2];
    double[] x2 = {1, 2, 3};
    y2[0][0] = 2;
    y2[1][0] = 4;
    y2[2][0] = 8;

    //Trzeci przedział
    int input_count3 = 5;
    double value_x3_a = 0.5;
    double value_x3_b = 1.5;
    double[][] y3 = new double[input_count3][input_count3];
    double[] x3 = {-2, 0, 1, 2, 4};
    y3[0][0] = 0.25;
    y3[1][0] = 1;
    y3[2][0] = 2;
    y3[3][0] = 4;
    y3[4][0] = 16;

    //Czwarty przedział
    int input_count4 = 9;
    double value_x4_a = 0.5;
    double value_x4_b = 1.5;
    double[][] y4 = new double[input_count4][input_count4];
    double[] x4 = {-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5};
    y4[0][0] = 0.125;
    y4[1][0] = 0.25;
    y4[2][0] = 0.5;
    y4[3][0] = 1;
    y4[4][0] = 2;
    y4[5][0] = 4;

```

```

y4[6][0] = 8;
y4[7][0] = 16;
y4[8][0] = 32;

Scanner sc = new Scanner(System.in);
String S1;
Float F1;

boolean B = true;
do {
    try {
        System.out.println("Wpisz dla jakiego \"x\" (Float
            oddzielony kropką zamiast przecinka) chcesz obliczyć
            potęgę 2^x:");
        S1 = sc.next();
        F1 = Float.parseFloat(S1);

        try {
            System.out.println("Wybierz przedział (wpisz 1, 2, 3, 4
                albo 5):");
            System.out.println("1: x = {-1, 0, 1}");
            System.out.println("2: x = {1, 2, 3}");
            System.out.println("3: x = {-2, 0, 1, 2, 4}");
            System.out.println("4: x = {-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4,
                5}");
            System.out.println("5: własny zakres");
            String S2 = sc.next();
            Integer I2 = Integer.parseInt(S2);
            switch (I2) {
                case 1 -> {
                    wyliczIlorazy(x, y, input_count);
                    drukujTablice(y, input_count, indeksy, x);
                    System.out.println("Wartość dla \"x\" = " + F1
                        + " wynosi " + wielNewтона(F1, x, y,
                            input_count) + "\n");
                    System.out.printf("Błąd bezwzględny wynosi: %f\n",
                        Math.abs(Math.pow(2, F1) - wielNewтона(
                            F1, x, y, input_count)));
                    System.out.printf("Błąd względny wynosi: %f\n",
                        Math.abs((Math.pow(2, F1) - wielNewтона(F1
                            , x, y, input_count)) / Math.pow(2, F1)));
                }
                case 2 -> {
                    wyliczIlorazy(x2, y2, input_count2);
                    drukujTablice(y2, input_count2, indeksy, x2);
                    System.out.println("Wartość dla \"x\" = " + F1
                        + " wynosi " + wielNewтона(F1, x2, y2,
                            input_count2) + "\n");
                    System.out.printf("Błąd bezwzględny wynosi: %f\n",
                        Math.abs(Math.pow(2, F1) - wielNewтона(

```

```

        F1, x2, y2, input_count2));
    System.out.printf("Błąd względny wynosi: %f\n",
        Math.abs((Math.pow(2, F1) - wielNewtona(F1
        , x2, y2, input_count2)) / Math.pow(2, F1))
    );
}
case 3 -> {
    wyliczIlorazy(x3, y3, input_count3);
    drukujTablice(y3, input_count3, indeksy, x3);
    System.out.println("Wartość dla \"x\" = " + F1
        + " wynosi " + wielNewtona(F1, x3, y3,
        input_count3) + "\n");
    System.out.printf("Błąd bezwzględny wynosi: %f\n",
        Math.abs(Math.pow(2, F1) - wielNewtona(
        F1, x3, y3, input_count3)));
    System.out.printf("Błąd względny wynosi: %f\n",
        Math.abs((Math.pow(2, F1) - wielNewtona(F1
        , x3, y3, input_count3)) / Math.pow(2, F1))
    );
}
case 4 -> {
    wyliczIlorazy(x4, y4, input_count4);
    drukujTablice(y4, input_count4, indeksy, x4);
    System.out.println("Wartość dla \"x\" = " + F1
        + " wynosi " + wielNewtona(F1, x4, y4,
        input_count4) + "\n");
    System.out.printf("Błąd bezwzględny wynosi: %f\n",
        Math.abs(Math.pow(2, F1) - wielNewtona(
        F1, x4, y4, input_count4)));
    System.out.printf("Błąd względny wynosi: %f\n",
        Math.abs((Math.pow(2, F1) - wielNewtona(F1
        , x4, y4, input_count4)) / Math.pow(2, F1))
    );
}
case 5 -> {
    try {
        System.out.println("Podaj ilość argumentów")
        ;
        String S3 = sc.next();
        Integer input_count_user = Integer.parseInt(
            S3);
        double[][] y_user = new double[
            input_count_user][input_count_user];
        double[] x_user = new double[
            input_count_user];
        for (int i = 0; i < input_count_user; i++) {
            System.out.printf("Podaj %d argument: ",
                i+1);
            S3 = sc.next();
            x_user[i] = Double.parseDouble(S3);
        }
    }
}

```

```

        y_user[i][0] = Math.pow(2, x_user[i]);
    }
    System.out.println("Twój zakres" + Arrays.
        toString(x_user));
    wyliczIlorazy(x_user, y_user,
        input_count_user);
    drukujTablice(y_user, input_count_user,
        indeksy, x_user);
    System.out.println("Wartość dla \"x\" = " +
        F1 + " wynosi " + wielNewtona(F1, x_user
        , y_user, input_count_user) + "\n");
    System.out.printf("Błąd bezwzględny wynosi:
        %f\n", Math.abs(Math.pow(2, F1) -
        wielNewtona(F1, x_user, y_user,
        input_count_user)));
    System.out.printf("Błąd względny wynosi: %f\
        n", Math.abs((Math.pow(2, F1) -
        wielNewtona(F1, x_user, y_user,
        input_count_user)) / Math.pow(2, F1)));

    } catch (NumberFormatException e) {
        System.out.println("Nie podałeś poprawnego
        typu");
    }
    }
    default -> System.out.println("Wybierz poprawny
        zakres");
    }
    } catch (NumberFormatException e) {
        System.out.println("Nie podałeś poprawnego typu");
    }
    } catch (NumberFormatException e) {
        System.out.println("Nie podałeś poprawnego typu");
    }
    System.out.println("Wciśnij dowolny klawisz aby kontynuować
        lub \"N\" by zakończyć program");
    String S3 = sc.next();
    if (Objects.equals(S3, "N")) {
        B = false;
    }
    } while (B);
    }
}

```