Programowanie proceduralne

- 30 godzin (10 × 3 godziny lekcyjne)
- 16 listopada – 25 stycznia
- Zaliczenie na ocenę:
  - Kartkówki + prace domowe (50% oceny)
  - Kolokwium albo program zaliczeniowy (50% oceny)
- Konsultacje:
  - Czwartek lub piątek, po wcześniejszym umówieniu
- rozanski@fizyka.umk.pl

Proceduralne, czyli…?

- Imperatywne
  - Podajemy szereg instrukcji co komputer ma zrobić
- Strukturalne
  - Korzystamy z instrukcji warunkowych, pętli etc. które wpływają na kolejność wykonywania instrukcji
- Proceduralne
  - Dzielimy kod na **procedury**, czyli dobrze określone fragmenty kodu, które mogą wywoływać się wzajemnie

Przykład nieproceduralny

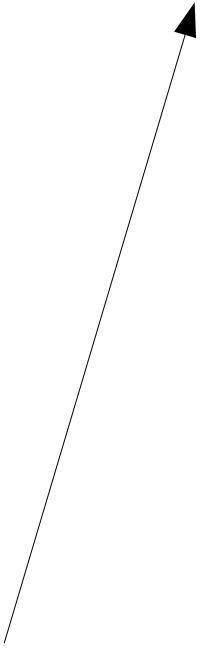
- Zapytaj Adama co u niego
- Daj wizytówkę Adamowi
- Pożegnaj się z Adamem
- Zapytaj Bartka co u niego
- Daj wizytówkę Bartkowi
- Pożegnaj się z Bartkiem
- …

Przykład proceduralny

- Definiujemy procedurę PrzywitajSię(X):
  - Zapytaj X-a co u niego
  - Daj wizytówkę X-owi
  - Pożegnaj się z X-em
- PrzywitajSię(Adam)
- PrzywitajSię(Bartek)
- …

Przykład proceduralny

- Definiujemy procedurę PrzywitajSię(X):
  - Zapytaj X-a co u niego
  - Daj wizytówkę X-owi
  - Pożegnaj się z X-em
- PrzywitajSię(Adam)
- PrzywitajSię(Bartek)
- …



parametr
(argument)

Programowanie proceduralne

- Kod składa się z procedur (funkcji) o ustalonym wejściu i wyjściu
- Każda procedura wykonuje dobrze zdefiniowaną operację
  - Może korzystać z innych procedur
- Procedura ma określony poziom abstrakcji

… określony poziom abstrakcji

- ŹLE:

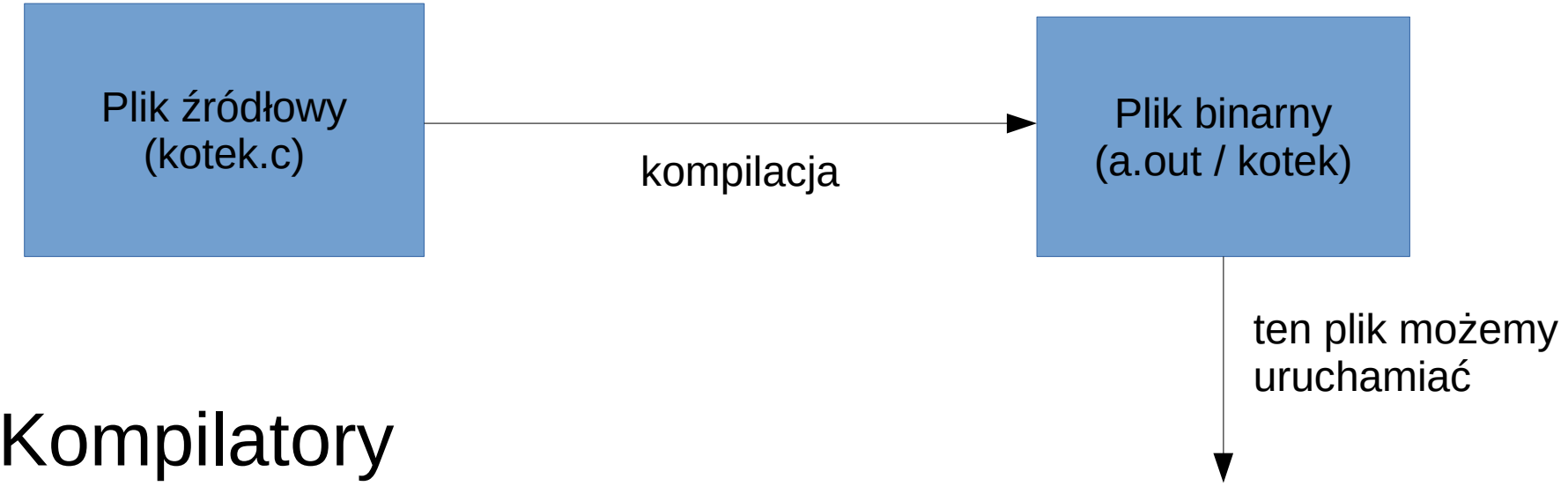
```
MójProgram:
Zapytaj użytkownika o liczby a, b
Jeśli a < b, to zamień a z b
Dopóki b > 0 {
    a := reszta z dzielenia a przez b
    Zamień a z b
}
Wypisz a na ekran
```

- DOBRZE:

```
MójProgram:
Zapytaj użytkownika o liczby x, y
nwd := NWD(x, y)
Wypisz nwd na ekran

NWD(a,b):
Jeśli a < b, to zamień a z b
Dopóki b > 0 {
    a := reszta z dzielenia a przez b
    Zamień a z b
}
wynik := wartość a
```

Język C

- Standard C99
- Język kompilowany



- Kompilatory
  - Linux: gcc, clang, icc
  - Windows: gcc (MinGW), Microsoft C, Borland C

Prosty plik źródłowy C

```
#include <stdio.h>

int dodaj(int x, int y)
{
  int wynik = x + y;
  return wynik;
}

int main(void)
{
  int a, b, c;
  a = 2;
  b = 2;
  c = dodaj(a, b);
  printf("%d+%d=%d", a, b, c);
}
```

Instrukcje języka C

- Deklaracja zmiennej

  typ *nazwa*;

- Typ: np. **int, float, char**
- Nazwa: np. *i*, *ala*, *kotek*, *miau77*

Dygresja: zasięg zmiennej

```
...
...
...
{
   ...
   ...
   int x;
   ...
   ...
}
...
...
...
```

Instrukcje języka C

- Przypisanie do zmiennej

  nazwa = wartość;

- Na przykład:

  x = 123;

- Po lewej stronie może być **tylko** pojedyncza zmienna
- Po prawej stronie może być dowolne wyrażenie

Instrukcje języka C

- Przypisanie do zmiennej

  nazwa = wartość;

- Na przykład:

  x = 123;

- Można łączyć deklarację z przypisaniem:
  - **int** x;
    x = 123;
  - **int** x = 123;

Instrukcje języka C

- Pusta instrukcja

  ;

- Dowolne wyrażenie + średnik
  - x;
  - 123;

Prosty plik źródłowy C

```
#include <stdio.h>

int dodaj(int x, int y)
{
  int wynik = x + y;
  return wynik;
}

int main(void)
{
  int a, b, c;
  a = 2;
  b = 2;
  c = dodaj(a, b);
  printf("%d+%d=%d", a, b, c);
}
```

Prosty plik źródłowy C

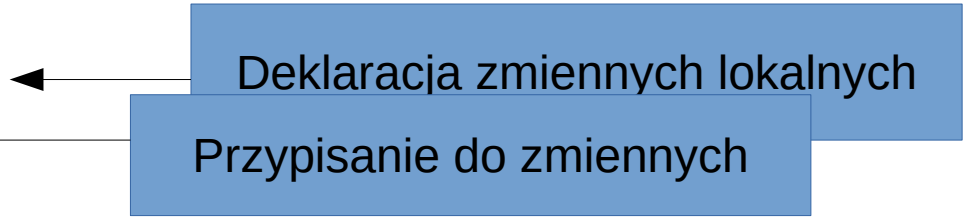
```
#include <stdio.h>

int dodaj(int x, int y)
{
  int wynik = x + y;
  return wynik;
}

int main(void)
{
  int a, b, c;
  a = 2;
  b = 2;
  c = dodaj(a, b);
  printf("%d+%d=%d", a, b, c);
}
```

Prosty plik źródłowy C

```
#include <stdio.h>

int dodaj(int x, int y)
{
  int wynik = x + y;
  return wynik;
}

int main(void)
{
  int a, b, c;
  a = 2;
  b = 2;
  c = dodaj(a, b);
  printf("%d+%d=%d", a, b, c);
}
```

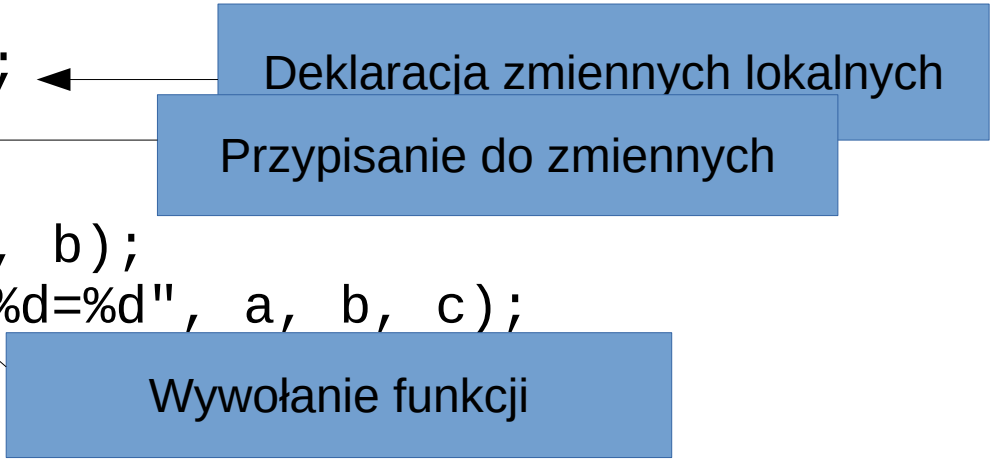
Prosty plik źródłowy C

```
#include <stdio.h>

int dodaj(int x, int y)
{
  int wynik = x + y;
  return wynik;
}

int main(void)
{
  int a, b, c;
  a = 2;
  b = 2;
  c = dodaj(a, b);
  printf("%d+%d=%d", a, b, c);
}
```



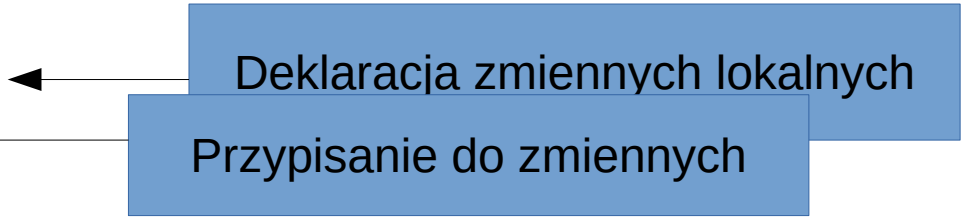
Prosty plik źródłowy C

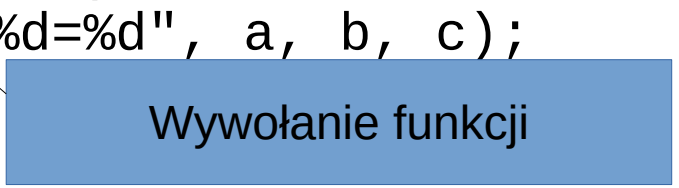
```
#include <stdio.h>

int dodaj(int x, int y)
{
  int wynik = x + y;
  return wynik;
}

int main(void)
{
  int a, b, c;
  a = 2;
  b = 2;
  c = dodaj(a, b);
  printf("%d+%d=%d", a, b, c);
}
```



Prosty plik źródłowy C

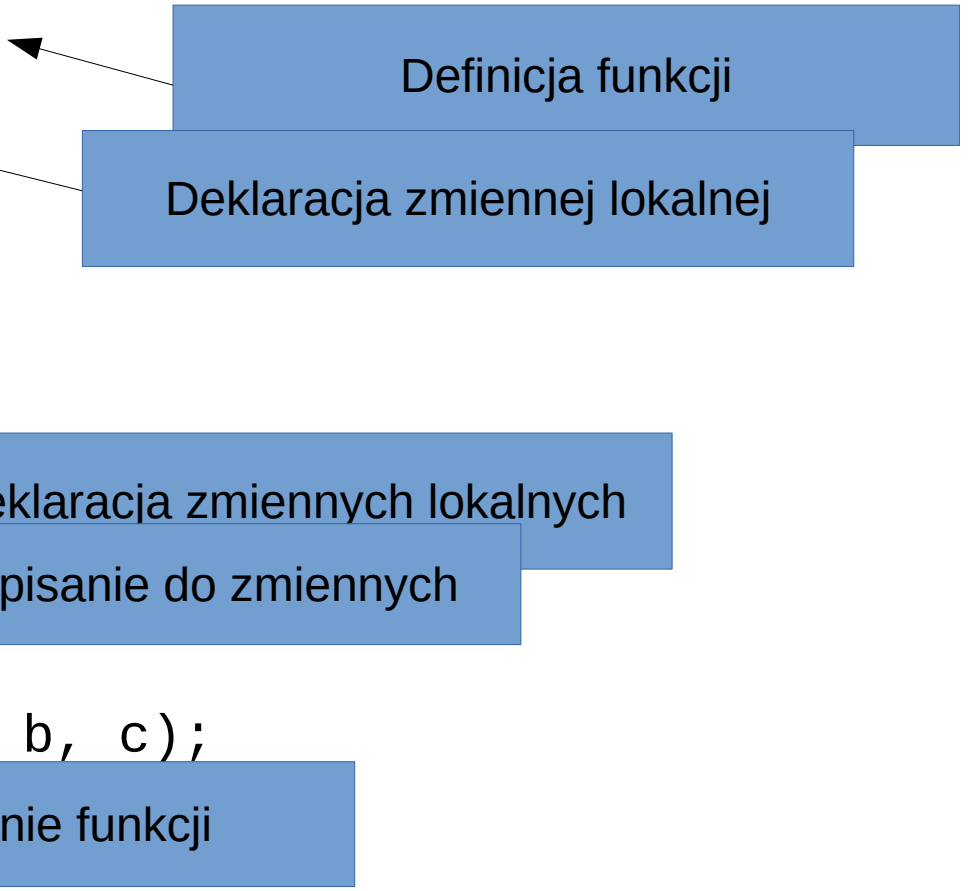
```
#include <stdio.h>

int dodaj(int x, int y)
{
  int wynik = x + y;
  return wynik;
}

int main(void)
{
  int a, b, c;
  a = 2;
  b = 2;
  c = dodaj(a, b);
  printf("%d+%d=%d", a, b, c);
}
```





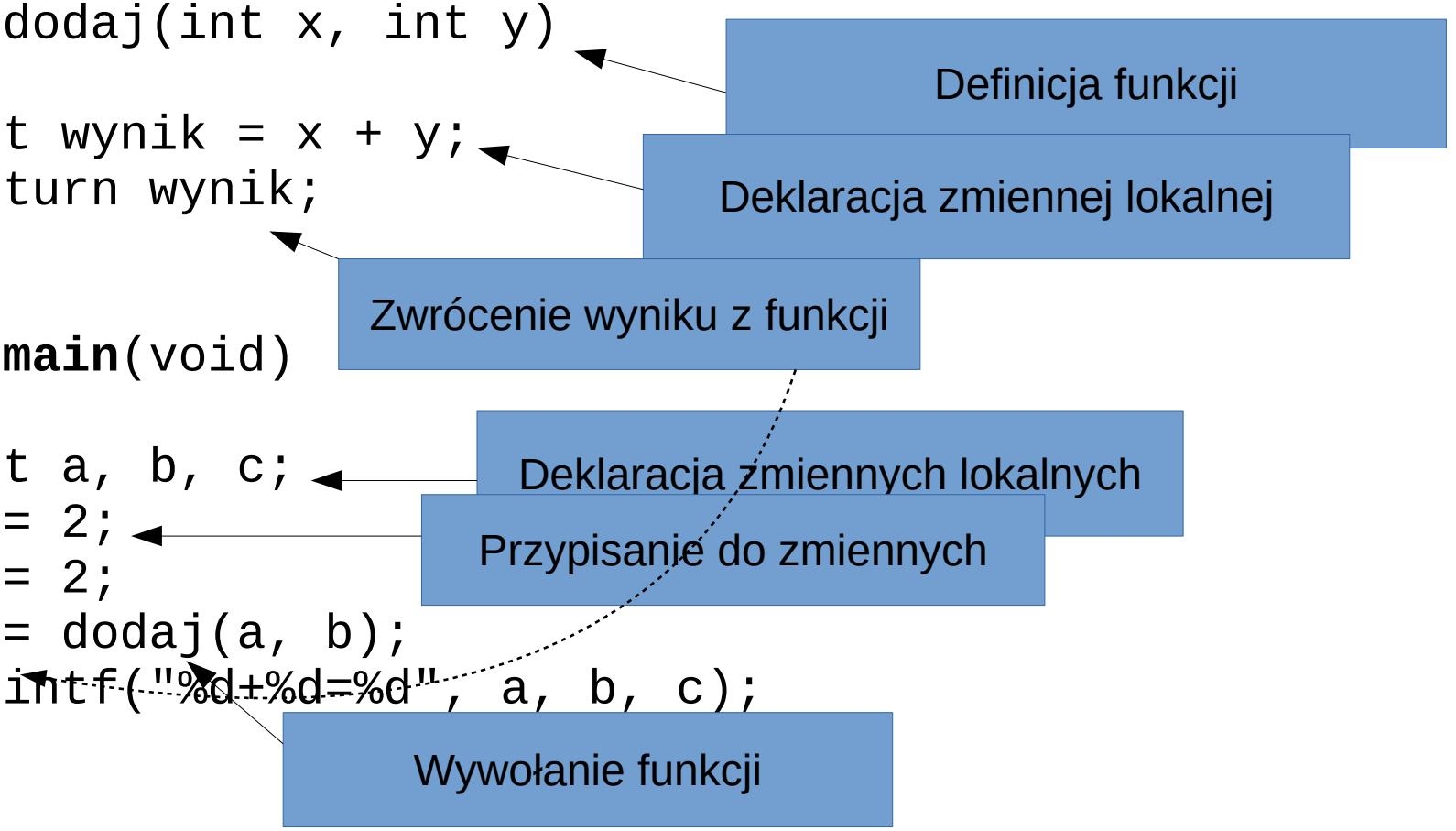
Prosty plik źródłowy C

```
#include <stdio.h>

int dodaj(int x, int y)
{
  int wynik = x + y;
  return wynik;
}

int main(void)
{
  int a, b, c;
  a = 2;
  b = 2;
  c = dodaj(a, b);
  printf("%d+%d=%d", a, b, c);
}
```



Prosty plik źródłowy C

```
#include <stdio.h>

int dodaj(int x, int y)
{
  int wynik = x + y;
  return wynik;
}

int main(void)
{
  int a, b, c;
  a = 2;
  b = 2;
  c = dodaj(a, b);
  printf("%d+%d=%d", a, b, c);
}
```



Proste typy danych w C

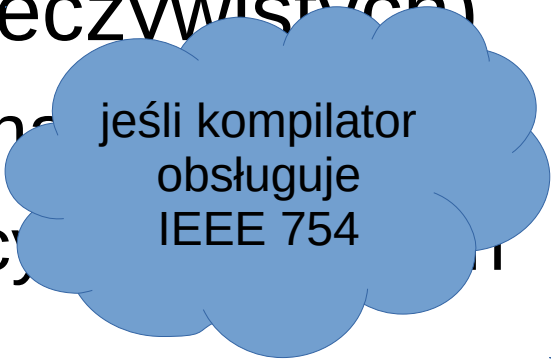
- Całkowitoliczbowe (dla liczb całkowitych):
  - char: 8 bitów = 1 bajt
    - signed char: −128…+127, unsigned char: 0…255
  - short: ≥ 16 bitów = 2 bajty
    - short int: −32768…32767, unsigned short int: 0…65535
  - int: ≥ 16 bitów = 2 bajty, ale zazwyczaj 4
    - int unsigned int
  - long ≥ 32 bity = 4 bajty, ale zazwyczaj 8
    - long int unsigned long int
  - long long ≥ 64 bity = 8 bajtów

Proste typy danych w C

- Zmiennoprzecinkowe (dla liczb rzeczywistych)
  - float: 32 bity, dokładność 7–8 cyfr znaczących
  - double: 64 bity, dokładność 15–16 cyfr znaczących

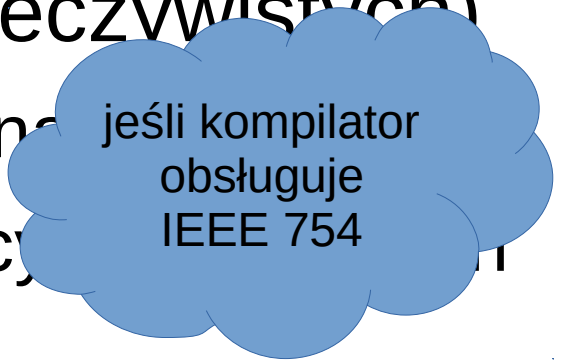
Proste typy danych w C

- Zmiennoprzecinkowe (dla liczb rzeczywistych)
  - float: 32 bity, dokładność 7–8 cyfr zn
  - double: 64 bity, dokładność 15–16 cy



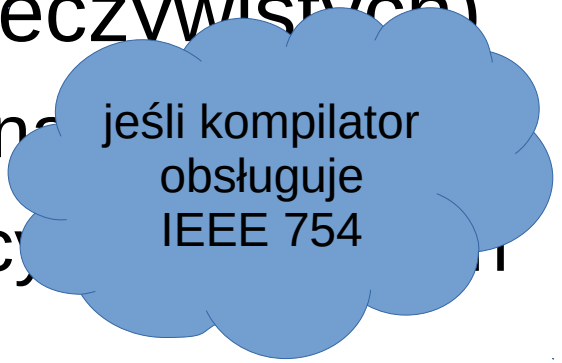
Proste typy danych w C

- Zmiennoprzecinkowe (dla liczb rzeczywistych)
  - float: 32 bity, dokładność 7–8 cyfr zn
  - double: 64 bity, dokładność 15–16 cy
  - long double: 80 lub 128 bitów



Proste typy danych w C

- Zmiennoprzecinkowe (dla liczb rzeczywistych)
  - float: 32 bity, dokładność 7–8 cyfr zn
  - double: 64 bity, dokładność 15–16 cy
  - long double: 80 lub 128 bitów



- Wartość logiczna
  - bool: false lub true → przechowywane jako int !

    (wymagane `#include <stdbool.h>` na początku pliku,
    w przeciwnym razie typ dostępny jest tylko jako _Bool)

Komentarze

- Krótki komentarz (jednolinijkowy)

```
int a = 3; // możemy połączyć deklarację z inicjalizacją
```

- Dłuższy komentarz (wielolinijkowy)

```
int a, b, c = 3; /* takie połączenie może casem mylić,
                    bo w powyższej notacji
                    tylko c otrzyma wartość 3 */
```

Podstawowe operatory w C

- Operator przypisania
  - Jest wyrażeniem i zwraca przypisaną wartość

```
int x, y;
y = (x = 5);
// ile wynosi y?
```

Podstawowe operatory w C

- Działania arytmetyczne + – * / %
  - są wyrażeniami i zwracają wynik obliczeń
- Porównanie == != < > <= >=
  - są wyrażeniami i zwracają 1 (true) lub 0 (false)

```
int x = 5;
int y = 7;
int z = (x > 0) + (y > x);
// ile wynosi z?
```

Podstawowe operatory w C

- Działania arytmetyczne + – * / %
- Porównanie == != < > <= >=
  - operatory porównania zwracają 1 (true) lub 0 (false)
- Operatory rzutowania

```
int a = 15;
double x = 100 / a;  // x ma wartość 6
double x = 100 / (double) a;  // x ma wartość 6.(6)
```

Podstawowe operatory w C

- Przypisanie = (ale także += −= *= /= %=)
  - jest wyrażeniem i zwraca przypisaną wartość

```
int a = 2, b = 0;
b = (a += 8);  // a jest równe 10
// ile jest równe b?
```

- Inkrementacja i dekrementacja ++ −−
  - ++a, −−a zwraca zmodyfikowaną wartość
  - a++, a−− zwraca poprzednią wartość

```
int a = 2;
int b = a++;  // b jest równe 2, a jest równe 3
int c = ++a;  // c jest równe 4, a jest równe 4
```

Kompilacja (Linux)

- Wersja bezpośrednia
  - gcc mójplik.c
    - Wygeneruje plik wykonywalny „a.out” z pliku „mójplik.c”
  - gcc -o mójplik mójplik.c
    - Wygeneruje plik wykonywalny „mójplik” z pliku „mójplik.c”
- Wersja z „make”
  - make mójplik
    - Wygeneruje plik wykonywalny „mójplik” z pliku „mójplik.c”
- Uruchomienie programu (w terminalu):
  - ./mójplik

Kompilacja (Linux)

- Zalecane flagi: -Wall -Wextra -O2
- Wersja bezpośrednia
  - gcc -Wall -Wextra -O2 -o mójplik mójplik.c
    - Wygeneruje plik wykonywalny „mójplik” z pliku „mójplik.c”
- Wersja z „make”
  - Tworzymy plik „Makefile” w którym piszemy

    ```
    CFLAGS=-Wall -Wextra -O2
    ```
  - make mójplik
    - Wygeneruje plik wykonywalny „mójplik” z pliku „mójplik.c”

Instrukcja warunkowa

```
if (warunek) {
  // ten kod wykona się tylko jeśli warunek ≠ 0
} else {
  // ten kod wykona się w przeciwnym wypadku
}
```

Instrukcja warunkowa

```
if (warunek) {
  // ten kod wykona się tylko jeśli warunek ≠ 0
} else {
  // ten kod wykona się w przeciwnym wypadku
}
```

- Przykład:

```
int a = 5;
if (a <= 0) {
  puts(„To nie jest liczba dodatnia.”);
} else {
  if (a % 2 == 0) {
    puts(„To jest dodatnia liczba parzysta.”);
  } else {
    puts(„To jest dodatnia liczba nieparzysta.”);
  }
}
```

Instrukcja warunkowa

```
if (warunek) {
  // ten kod wykona się tylko jeśli warunek ≠ 0
} else {
  // ten kod wykona się w przeciwnym wypadku
}
```

- Przykład:

```
int a = 5;
if (a <= 0) {
  puts(„To nie jest liczba dodatnia.”);
} else if (a % 2 == 0) {
  puts(„To jest dodatnia liczba parzysta.”);
} else {
  puts(„To jest dodatnia liczba nieparzysta.”);
}
```

Instrukcja warunkowa

```
if (warunek) {
  // ten kod wykona się tylko jeśli warunek ≠ 0
} else {
  // ten kod wykona się w przeciwnym wypadku
}
```

- Przykład:

```
int a = 5;
if (a <= 0)
  puts(„To nie jest liczba dodatnia.”);
else if (a % 2 == 0)
  puts(„To jest dodatnia liczba parzysta.”);
else
  puts(„To jest dodatnia liczba nieparzysta.”);
```

Instrukcja warunkowa

```
if (warunek) {
  // ten kod wykona się tylko jeśli warunek ≠ 0
}
```

- Operatory logiczne:
  - `a && b` daje 1 ⇔ a ≠ 0 i b ≠ 0
  - `a || b` daje 1 ⇔ a ≠ 0 lub b ≠ 0
  - `!a` daje 1 gdy a = 0, zaś 0 gdy a ≠ 0

Instrukcja warunkowa

```
if (warunek) {
  // ten kod wykona się tylko jeśli warunek ≠ 0
}
```

- Operatory logiczne:
  - a && b daje 1 ⇔ a ≠ 0 i b ≠ 0
  - a || b daje 1 ⇔ a ≠ 0 lub b ≠ 0
  - !a daje 1 gdy a = 0, zaś 0 gdy a ≠ 0
- Przykład:

```
int a = 5;
if (a > 0 && a % 2 == 0) {
  puts(„Tak, to jest dodatnia liczba parzysta.”);
}
```

Definicja procedury

- ```
  void nazwafunkcji(...parametry...)
  {
     ... treść funkcji ...
  }
  ```
- Przykład:
  - ```
    void print_number(int number)
    {
      printf("%d", number);
    }
    ```

Definicja funkcji

- typ nazwafunkcji(...parametry...)
  {
  ... *treść funkcji ...*
  return *wartość;*
  }
- Przykład:
  - int add_numbers(int x, int y)
    {
    return x + y;
    }

Ćwiczenie: mnożenie

- ```
  int iloczyn(int a, int b)
  {
    // funkcja ma zwrócić iloczyn a·b
    ...
  }
  ```
  ```

Ćwiczenie: min

- ```
  int min(int a, int b)
  {
    // funkcja ma zwrócić min(a,b)
    ...
  }
  ```
  ```

Ćwiczenie: $(-1)^n$

- ```
  int silnia(int n)
  {
    // funkcja ma zwrócić (-1)^n
    ...
  }
  ```
  ```

Ćwiczenie: silnia

- ```
  int silnia(int n)
  {
    // funkcja ma zwrócić n!
    ...
  }
  ```
  ```

Ćwiczenie: ciąg Fibonacciego

- ```
  int fibonacci(int n)
  {
    // funkcja ma zwrócić F(n)
    ...
  }
  ```
- Przykład:
  - fibonacci(1) ma zwrócić 1
  - fibonacci(2) ma zwrócić 1
  - fibonacci(3) ma zwrócić 2
  - fibonacci(4) ma zwrócić 3
  - fibonacci(5) ma zwrócić 5
  ```

Pętle w języku C

- while
- do…while
- for

Pętla while

```
while (wyrażenie) {
  // zawartość pętli
}
```

1. Sprawdź czy wyrażenie = 0.
   Jeśli tak, zakończ (wyjdź z pętli).
2. Wykonaj zawartość pętli.
3. Wróć do kroku 1.

Pętla do…while

```
do {
  // zawartość pętli
} while (wyrażenie)
```

1. Wykonaj zawartość pętli.
2. Sprawdź czy wyrażenie = 0.
   Jeśli tak, zakończ (wyjdź z pętli).
3. Wróć do kroku 1.

Pętla for

```
for (instrukcjaA; wyrażenieB; instrukcjaC) {
  // zawartość pętli
}
```

1. Wykonaj instrukcjęA.
2. Sprawdź czy wyrażenieB = 0.
   Jeśli tak, zakończ (wyjdź z pętli).
3. Wykonaj zawartość pętli.
4. Wykonaj instrukcjęC.
5. Wróć do kroku 2.

Pętla for

```
for (int i=0; i<10; ++i) {
  // zawartość pętli
}
```

1. Wykonaj instrukcję `int i = 0`.
2. Sprawdź czy `i ≥ 10`.
   Jeśli tak, zakończ (wyjdź z pętli).
3. Wykonaj zawartość pętli.
4. Wykonaj instrukcję `++i`.
5. Wróć do kroku 2.

Ćwiczenie: ciąg Fibonacciego

- ```
  int licznik = 0;

  int fibonacci(int n)
  {
    ++licznik;
    // funkcja ma zwrócić F(n)
    ...
  }

  // wewnątrz funkcji main, na końcu:
  printf("licznik=%d\n", licznik);
  ```
  ```