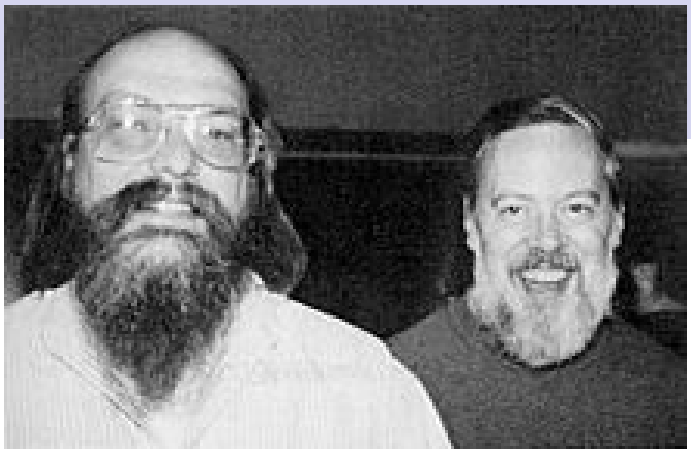
Język ANSI C

Pierwsze starcie.

Ostatnia aktualizacja: 4 listopada 2024



Znowu trochę historii

1972 Dennis Ritchie (Bell Labs.,New Jersey), projekt języka C na bazie języka B

1973 UNIX, jądro w C, pierwszy przenośny system operacyjny

1978 D. Ritchie, Brian Kernighan, *„The C Programming Language"*

1983 Bjarne Stroustrup, Język C++

1989 Standard ANSI C, standardowe C, „pure C", C89, C90

1999 Standard C99

2011 Standard C11

```c
#include <stdio.h>
#define PI 3.1415

int main()
{
    int i;
    float x;

    i = 10 * PI;
    x = 1.0;

    return 0;
}
```

Dyrektywy preprocesora

Funkcja główna

Deklaracje zmiennych

Instrukcje programu

Najkrótszy program w C

```
main(){}
```

Witaj świecie

```
#include<stdio.h>

int main()
{
   puts("Witaj swiecie!");
   return 0;
}
```

- mały język ale duże możliwości, ważna rola bibliotek
- **pliki źródłowe** `*.c` zawierają instrukcje programu
- **pliki nagłówkowe** `*.h` zawierają deklaracje typów i funkcji, nie zawierają instrukcji
- biblioteki: zbiory typów danych, stałych i funkcji
- biblioteki standardowe, np.: `stdio.h`, `math.h`
- dostęp do pamięci i rejestrów
- zwięzły kod - ale nie wolno przesadzać
- C nie chroni programisty przed nim samym

auto	double	**int**	**struct**
break	**else**	long	switch
case	enum	register	typedef
char	extern	**return**	union
const	**float**	short	unsigned
continue	for	signed	**void**
default	goto	**sizeof**	volatile
do	**if**	static	**while**

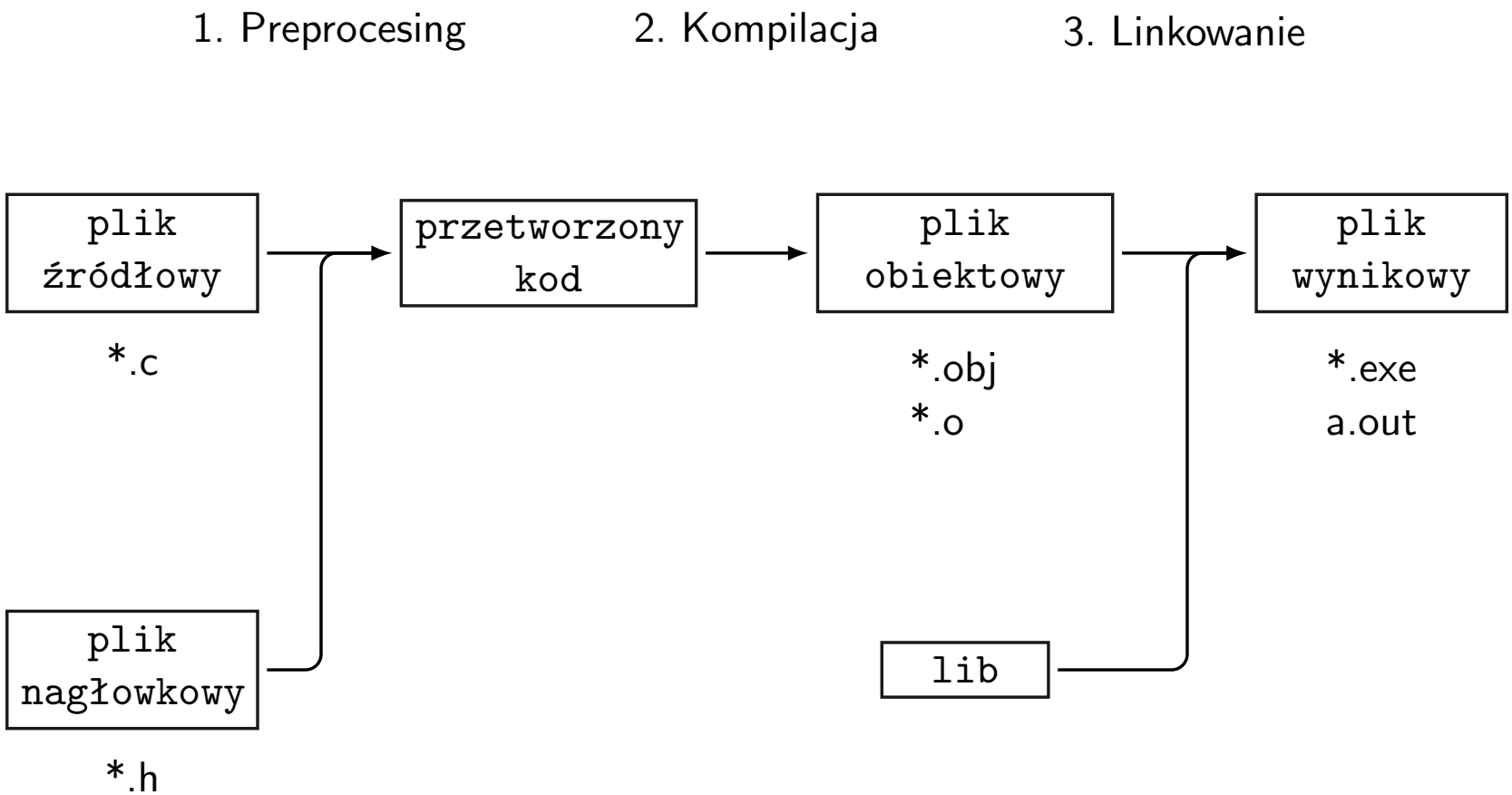
Dyrektywy to instrukcje zaczynające się od znaku #.
Nie są słowami języka C, wykonywane są przed właściwą kompilacją.

- `#include` *plik*
  dołączenie pliku nagłówkowego zawierającego definicje funkcji, typów i stałych

```
#include <stdio.h>
#include "../plik.h"
```

- #define *nazwa wartość*
  definiuje stałe, tworzy „przezwiska” do słów i wyrażeń (makra)

```
#define PI 3.1415
#define TRUE 1
#define FALSE 0
#define real float
```


1. Preprocesing
2. Kompilacja
3. Linkowanie
plik źródłowy
*.c
przetworzony kod
plik obiektowy
*.obj
*.o
plik wynikowy
*.exe
a.out
plik nagłowkowy
*.h
lib

Preprocesor wykonuje instrukcje zaczynające się znakiem # (dyrektywy preprocesora). Przygotowuje pliki do kompilacji.

pliki źródłowe (`*.c, *.h`) ⇒ przetworzone pliki

```
#include<stdio.h>
#define PI 3.14
```

Kompilacja tłumaczy instrukcje C na kod maszynowy

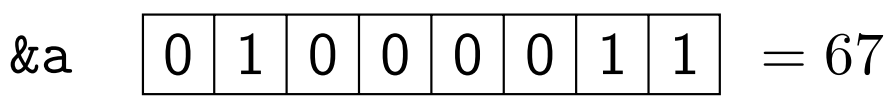
przetworzone pliki ⇒ pliki obiektowe (`*.obj, *.o`)

Konsolidacja (linkowanie) łączy pliki obiektowe w aplikację

pliki obiektowe + biblioteki ⇒ program (`*.exe , a.out`)

- **zmienne** są określone przez typ i unikatową nazwę
- każda zmienna zajmuje pamięć: 1B, 2B, 4B, 8B, ...
- adres zmiennej określa jej położenie w pamięci
- binarna reprezentacja zmiennych
- skończoność - liczby są reprezentowane poprawnie w pewnym przedziale
- rozdzielczość - liczby rzeczywiste są reprezentowane z pewną dokładnością

```
char a='C';
```



typ	reprezentacja	zakres wartości
`char`	znaki (*character*), kod ASCII	$[-127, 128]$
`int`	liczby całkowite (*integer*)	$[-2^{31}, 2^{31} - 1]$
`float`	liczby rzeczywiste (*floating point*) reprezentacja zmiennoprzecinkowa najmniejsza dodatnia wartość 1.17×10^{-38}	$[-3.4 \times 10^{38}, +3.4 \times 10^{38}]$
logiczny	brak typu logicznego wartość całkowita 0 to fałsz a wartość różna od 0 to prawda	
`void`	typ pusty, brak typu	

Deklaracja

występuje na początku bloku instrukcji

typ identyfikator;
typ identyfikator1, identyfikator2, identyfikator3;

powiązanie zmiennej, stałej lub funkcji danego typu z identyfikatorem (unikatową nazwą)

Przykład:

```
int i;
float x, y;
char c, d, e;
```

- dozwolone znaki: litery a–z, A–Z, cyfry 0–9, podkreślnik _
- cyfra nie może być pierwszym znakiem
- małe i duże litery są rozróżniane: a $\neq$ A
- zarezerwowane słowa nie mogą wystąpić w roli identyfikatorów: zadeklarowane wcześniej identyfikatory (nazyw zmiennych i funkcji), słowa kluczowe

Przykład:

```
int a,b,c;
float srednica_kola;
char PewienZnak;
float x1, x2, x3;
```

```
int 0abc;
float średnica;
char pewien znak;
int wazna-zmienna;
```

Źle !

Instrukcja prosta

wyrażenie ;

```
a = x + 1;
```

Instrukcja prosta jest zawsze zakończona średnikiem.

Instrukcja złożona (blok instrukcji)

```
{
    instrukcja 1
    instrukcja 2
    instrukcja 3
}
```

```
{
    float x, y;
    x = 1.0;    y = 2.4;
    x = x + y;
}
```

Instrukcje sterujące

`if` `else` `do` `while` `for` `goto`

Zakres dostępu zmiennej

```
int x = 1;

int main()
{
    int x = 2;

    {
        int x = 3;


    }

}
```

zmienna globalna
dostępna w zakresie całego pliku

zmienna lokalna
dostępna w zakresie funkcji `main`
przysłania zmienną globalną `x`

zmienna lokalna
dostępna w zakresie bloku instrukcji {}
przysłania zmienną `x` z funkcji `main`

W języku C zmienne deklaruje się na samym początku bloku (czyli przed pierwszą instrukcją).

Od C99 można deklarować w dowolnym miejscu przed użyciem zmiennej

Operatory arytmetyczne

* / % + -

Operatory relacji

< > <= >= == !=

Operatory logiczne

! && ||

Operator przypisania

=

```
zmienna = wyrażenie;
```

```
int i, j, k;
float x = 1.5;
float y = 1.5e-5;
char znak = 'A';

i = i + 3;
3 = x;
x + y = x - y;
znak = 65;
```

Deklaracje zmiennych

Inicjalizacja

brak inicjalizacji

zła kolejność

błąd

Język C nie inicjuje zmiennych lokalnych - jeśli nie przypiszesz wartości to zmienna będzie posiadała pewną (losową) wartość. Dlatego warto zawsze inicjować wartości zmiennych.

	przypisanie	porównanie
C	`a = 3`	`a == 3`
Pascal	`a := 3`	`a = 3`
pseudo-kod	$a \leftarrow 3$	$a = 3$

*	mnożenie	`x * y`	$x \cdot y$
/	dzielenie	`x / y`	$\frac{x}{y}$
+	dodawanie	`x + y`	$x + y$
-	odejmowanie	`x - y`	$x - y$
%	reszta z dzielenia (modulo)	`x % y`	$x \mod 2$

- Reszta z dzielenia (modulo, %) określona jest tylko dla argumentów całkowitych
- Operator dzielenia / dla argumentów całkowitych realizuje **dzielenie bez reszty!**

```
1 / 2 → 0
1 / 2.0 → 0.5
1.0 / 2 → 0.5
```

Priorytety operatorów

`*` `/` `%`	wyższy priorytet
`+` `-`	niższy priorytet

Dla operatorów o takim samym priorytecie obliczenia są wykonywane od lewej do prawej.

$$z = \frac{x}{2y}$$

```
z = x / 2 * y;      /* zle */
z = x / (2 * y);
```

$$z = \frac{x - y}{x + y}$$

```
z = x - y / x + y;      /* zle */
z = (x - y) / (x + y);
```

W razie wątpliwości użyj nawiasów okrągłych.

```
#include<stdio.h>
```

`stdio.h` - **St**an**d**ard **i**nput/**o**utput, biblioteka obsługująca komunikację ze standardowym wejściem i wyjściem aplikacji.

`printf()`

formatowane wyjście (wyświetlanie w terminalu)

```
printf("format", arg1, arg2, ... )
```

`scanf()`

formatowane wejście (odczyt z klawiatury)

```
scanf("format", adres1, adres2, ... )
```

Format

specyfikator	znaczenie	przykład	wynik
%f	zmiennoprzecinkowa	`printf("%f",3.14);`	3.140000
%.2f	2 miejsca po przecinku	`printf("%.2f",3.14);`	3.14
%d	dziesiętna	`printf("%d",75);`	75
%c	znak	`printf("%c",75);`	K
%x	szesnastkowy	`printf("%x",75);`	4b

Przykład z większą liczbą argumentów

```
int a=2;
int b=3;
printf("Liczba %d plus %d wynosi %d\n", a, b , a + b);
```

Wynik:

```
Liczba 2 plus 3 wynosi 5
```

Symbole specjalne

symbol	znaczenie	przykład	wynik
\n	nowa linia	printf("n\nn")	n n
\t	tabulator	printf("t\tt")	t t
\"	"	printf("raz \"dwa\"")	raz "dwa"
\\	ukośnik \	printf("C:\\Users\\")	C:\Users\
%%	%	printf("%d%%", 5)	5%
\?	?	printf("Jeszcze raz\?")	Jeszcze raz?

Przykład

```
printf("P\tj\tz\nr\te\ta\no\ts\tb\ng\tt\ta\nr\t \t");
printf("w\na\t \tn\nm\t \te\no\nw\na\nn\ni\ne\n");
```

☞ printf–specjalne.c

- specyfikator formatu powinien pasować do typu zmiennej

```
int a;
scanf("%f", &a);
```

problem !!!

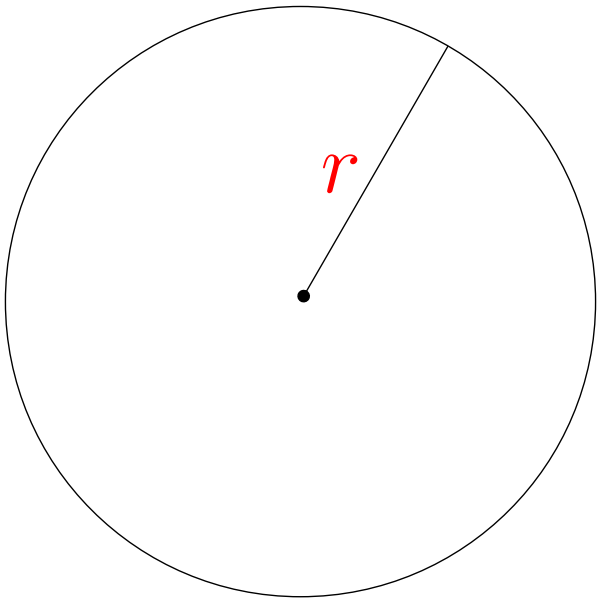
- drugim argumentem funkcji `scanf` jest adres zmiennej (pamiętaj o `&`)
- formaty `%f` i `%d` pomijają początkowe białe znaki aż do napotkania wartości liczbowej
- znak niepasujący do formatu przerywa wczytywanie i pozostaje w strumieniu wejściowym

```
char a;
float x,y;
scanf("%f%f", &x, &y);
scanf("%c",&a);
```

wcztywanie 2 wartości

czyta pojedynczy znak

Problem: wyznacz pole i obwód koła o promieniu r.



$$P_\circ = \pi r^2 \qquad O_\circ = 2\pi r$$

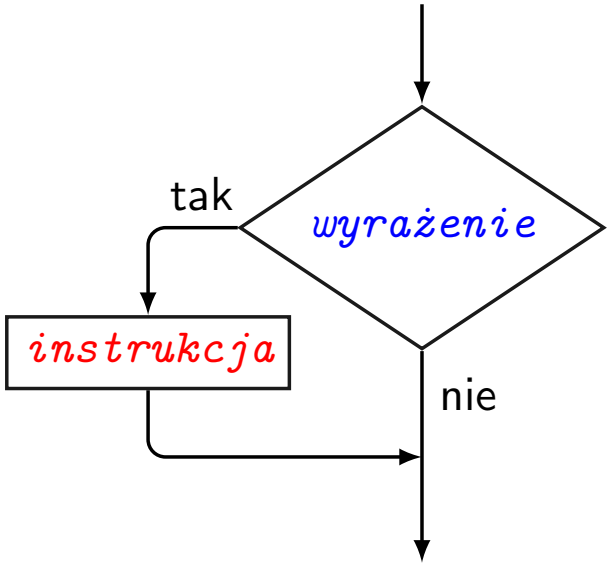
Przykład: pole i obwód koła

```c
#include <stdio.h>
#define PI 3.14159

int main()
{
    float r, pole, obw;

    printf("Podaj promien kola\nr= ");
    scanf("%f",  &r);

    pole = PI * r * r;
    obw  = 2 * PI * r;

    printf("Pole kola o promieniu %f wynosi %f\n", r, pole);
    printf("Obwod kola o promieniu %f wynosi %f\n", r, obw);

    return 0;
}
```

☞ kolo.c

Składnia instrukcji `if`

```
if ( wyrażenie )
    instrukcja
```

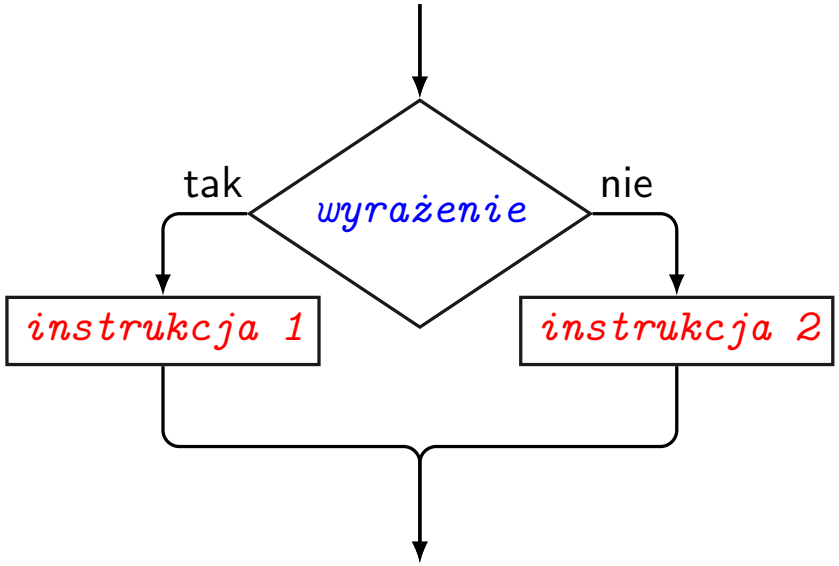


Przykład:

```
if( x > 0 ) printf("liczba dodatnia");

if ( x % 2 == 0 )
{
    printf("liczba parzysta");
    x=x-1;
}
```

Składnia instrukcji `if else`

```
if ( wyrażenie )
    instrukcja 1
else
    instrukcja 2
```



Przykład:

```
if( x % 2 ) printf("liczba nieparzysta");
else printf("liczba parzysta");

if ( x > 0 )
{
    printf("liczba dodatnia");
    x=x-1;
}
else x=0;
```

operator	znaczenie	przykład	mat.
<	mniejszy niż	`x < y`	$x < y$
>	większy niż	`x > y`	$x > y$
<=	mniejszy lub równy	`x <= y`	$x \leqslant y$
>=	większy lub równy	`x >= y`	$x \geqslant y$
==	równy	`x == y`	$x = y$
!=	różny	`x != y`	$x \neq y$

operator	znaczenie	przykład	mat.
!	negacja (NOT)	`!x`	$\neg x$
&&	koniunkcja (AND)	`x>1 && y<2`	$x > 1 \wedge y < 2$
||	alternatywa (OR)	`x<1 || y>2`	$x < 1 \vee y > 2$

x	!x
0	1
1	0

x	y	x && y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

x	y	x || y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

```
if ( x > 0)
   if ( x < 10 )
      printf("liczba wieksza od 0 i mniejsza niz 10");

if ( x > 0 && x < 10 )
   printf("liczba wieksza od 0 i mniejsza niz 10");

if (!(x > 0)) printf("liczba ujemna lub zero");

if ( !x > 0 ) printf("\?");
if ( x+1 > y-1 ) printf("\?");
if ( x  || ! y && z) printf("\?");
```

Kolejność operatorów: !, arytmetyczne, relacji, &&, ||
W razie wątpliwości użyj nawiasów okrągłych.

Przykład: Równanie z jedną niewiadomą

Problem: znajdź miejsce zerowe funkcji liniowej

$$f(x) = ax + b$$

Algorithm Równanie z jedną niewiadomą

Dane wejściowe: współczynniki $a, b \in \mathbb{R}$

Wynik: miejsce zerowe $x_0 \in \mathbb{R}$ lub informacja o braku rozwiązania

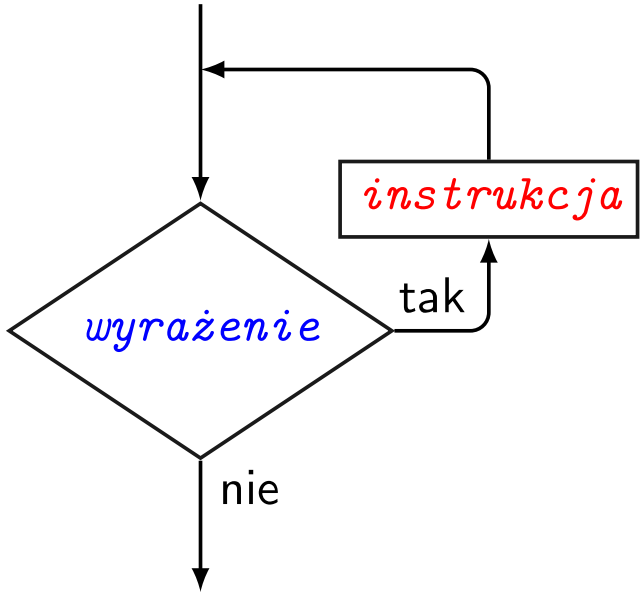
1: **jeżeli** $a \neq 0$ **wykonaj**
2: $\quad x_0 \leftarrow -\frac{b}{a}$
3: $\quad$ **wypisz:** x_0
4: **w przeciwnym wypadku**
5: $\quad$ **wypisz:** `Brak rozwiązania`

```c
#include <stdio.h>

int main()
{
    float a, b, x0;

    printf("Podaj wspolczynniki rownania\n");
    printf("a = "); scanf("%f", &a);
    printf("b = "); scanf("%f", &b);

    if( a != 0.0 )
    {
        x0 = -b / a;
        printf("x0 = %.4f\n", x0);
    }
    else printf("Brak rozwiazan\n");

    return 0;
}
```

☞ linia.c

Składnia pętli `while` (dopóki)

```
while ( wyrażenie )
    instrukcja
```



Przykład

```
int n = 10;
while( n > 0 )
{
    printf("%d\n", n);
    n = n - 1;
}
```

Pętla nieskonczona

```
while(1) printf("C");
```

Problem: wyznaczenie wartości silni $n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \ldots \cdot n$

Algorithm Silnia

Dane wejściowe: liczba całkowita $n \geqslant 0$

Wynik: wartość $x = n!$

1: $i \leftarrow 2$

2: $x \leftarrow 1$

3: **dopóki** $i \leqslant n$ **wykonuj**

4: $\quad x \leftarrow x \cdot i$

5: $\quad i \leftarrow i + 1$

6: **wypisz** x

```c
#include<stdio.h>

int main()
{
    int x, i, n;

    printf("n = ");
    scanf("%d", &n);

    if(n<0) printf("Zle dane: n<0\n");
    else
    {
        x=1;
        i=2;
        while( i <= n )
        {
            x = x * i;
            i = i + 1;
        }
        printf("%d! = %d\n", n, x);
    }
    return 0;
}
```

☞ silnia.c

Tablica

przechowuje elementy tego samego typu, elementy identyfikowane liczbami (indeksem).

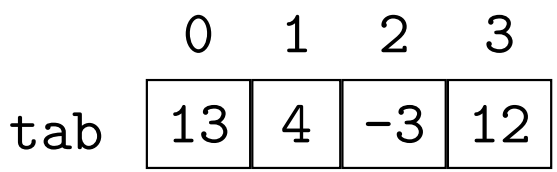
Przykład

```
int tab[4];

tab[0] = 13;
tab[1] = 4;
tab[2] = -3;
tab[3] = tab[0] - 1;
tab[4] = -1;
```

Deklaracja tablicy 4 elementowej

Tablice w C są indeksowane od 0

Źle ! Poza zakresem.



Przykład: odwracanie kolejności

```c
#include<stdio.h>

int main()
{
    int tab[100];
    int i = 0;
    int a = -1;

    printf("Podaj sekwencje liczb calkowitych.\n");
    printf("Aby zakonczyc podaj 0.\n");

    while( a != 0 && i < 100)
    {
        scanf("%d", &a);
        tab[i] = a;
        i = i + 1;
    }

    printf("Podales %d liczb.\n", i);

    while(i > 0)
    {
        i = i - 1;
        printf("%d\n", tab[i]);
    }

    return 0;
}
```

```
1  #include<studio.h>;
2
3  char main()
4  {
5     int n
6
7     printf("Podaj liczbe calkowita wieksza od zera: ");
8     scanf("%f",n);
9
10    if(n <= 0)
11       if ( n=0 ) printf("To jest zero!\n");
12    else
13    {
14       printf("Dzielniki liczby %d:\n ",n);
15       int i;
16       while( i<n );
17       {
18          if( n % i )  printf("%c/n",i);
19          i = i + 1;
20       }
21    }
22    return 0;
23 }
```

```c
#include<stdio.h>                                   /* studio.h, srednik */

int main()                                                      /* int */
{
   int n,i=1;                        /* srednik, deklaracja, inicjalizacja */

   printf("Podaj liczbe calkowita  wieksza od zera : ");
   scanf("%d",&n);                                      /* format, adres */

   if(n <= 0)
   {                                                          /* nawiasy */
      if ( n==0 ) printf("To jest zero!\n");                      /* == */
   }
   else
   {
      printf("Dzielniki liczby %d:\n",n);
      while( i<=n )                          /* srednik, p. nieskonczona */
      {
         if( n % i == 0 )  printf("%d\n",i);          /* %d, \n, == */
         i = i + 1;
      }
   }
   return 0;
}
```

☞ liczba–ok.c

```
1 #include <stdio.h>
2 int nwd(int a,int b){int c;
3 while(b!=0){c=a%b;a=b;b=c;}
4 return a;} int main(){
5 int a,b; printf("Podaj dwie li"
6 "czby calkowite: "); scanf("%d %d",
7 &a,&b); printf("NWD(%d,%d) = %d\n",
8 a,b,nwd(a,b));return 0;}
```

☞ nwd–balagan.c

- Czytelność przede wszystkim
- ☞ The International Obfuscated C Code Contest
- narzędzia dbające o czytelność

  `$ astyle nwd-balagan.c`

```c
#include<stdio.h>
int nwd(int a,int b)
{
int c;
while (b!=0)
{
c=a%b;
a=b;
b=c;
}
return a;
}
int main()
{
int a,b;
printf("Podaj dwie liczby calkowite: ");
scanf("%d %d",&a,&b);
printf("NWD(%d,%d) = %d\n",a,b,nwd(a,b));
return 0;
}
```

☞ **nwd–balagan2.c**

Styl Allmana (BSD)

```
int main()
{
    int i;

    scanf("%d", &n);
    i=0;
    while (i < n)
    {
        if( i % 2 )
        {
            printf("%d\n",i);
        }
        i = i + 1;
    }
    return 0;
}
```

Styl K&R (GNU)

```
int main()
{
    int i, n = 100;

    scanf("%d", &n);
    i=0;
    while (i < n){
        if( i % 2 ){
            printf("%d\n",i);
        }
        i = i + 1;
    }
    return 0;
}
```

- Wewnętrzne bloki instrukcji wcięte względem zewnętrznych
- Instrukcje w jednym bloku zaczynają się w tej samej kolumnie
- Nie przesadzaj z długością linii (max. 80 znaków)
- Długie ciągi instrukcji warto rozbić na kilka linii i otoczyć nawiasami

```
int a, b, x;
while ( a < b && wplata(x) != -1 ) {
    if ( w != NULL ) {
        a = a - 1 + sin(PI * 2);
    }
}
```

- Oddzielaj deklaracje zmiennych od instrukcji lub grupy spójnych instrukcji pustymi liniami
- odstępy między instrukcjami, operatorami i po przecinkach
- język Python - wcięcia elementem składni języka

Komentarze pozwalają umieścić dodatkowe informacje dla czytających kod (nie są kompilowane)

```
/* komentarz blokowy */
// komentarz liniowy
```

```c
int main()
{
    /* Wszystko co tutaj jest napisane
       jest komentarzem i nie zostanie skompilowane */

    int x;    /* Bardzo wazna zmienna */
    int y;    // Komentarz do konca linii
}
```

Nie komentuj oczywistych rzeczy

```c
i = i + 1;    /* Zwiekszenie licznika o 1 */
i = i + k;    /* Ustawienie indeksu na ostatni element */
```

Komentarz liniowy // nie występuje w C89 !

Standard C99

- funkcje `inline`
- deklaracje zmiennych w dowolnym miejscu w programie
- typ logiczny (`bool`), `long long int`
- tablice o zmiennej liczbie elementów
- komentarze w stylu C++ `// to jest komentarz`
- biblioteki, np,: `complex.h`, `stdbool.h`

- każdą zmienną trzeba zadeklarować (określić typ i nazwę)
- nie zapomnij o średniku na końcu instrukcji
- operator przypisania `a=b` a operator porównania `a==b`
- najpierw deklaracja zmiennej potem użycie (ANSI C)
- inicjuj zmienne wartościami początkowymi
- czytelność kodu bardzo ważna:
  nieczytelny kod najprawdopodobniej jest błędny
  zrozumiałe nazwy zmiennych, wcięcia, komentarze, styl


David Griffiths, Dawn Griffiths *„Rusz głową! C.”*, Helion, Gliwice, 2013.


„Kurs programowania w C”, WikiBooks, `http://pl.wikibooks.org/wiki/C`


„C Programming Tutorial”, Tutorials Point, `http://www.tutorialspoint.com/cprogramming/`