Informatyka 1 (EZ1E2008)

Politechnika Białostocka - Wydział Elektryczny

Elektrotechnika, semestr II, studia niestacjonarne I stopnia

Rok akademicki 2020/2021

Wykład nr 2 (12.03.2021)

dr inż. Jarosław Forenc

Plan wykładu nr 2

- Język C
  - wyrażenia i instrukcje, wyrażenia arytmetyczne
  - funkcje matematyczne (math.h)
  - funkcje printf i scanf
  - instrukcja warunkowa if, operatory relacyjne (porównania) i logiczne
  - wyrażenia logiczne
- Pojęcia: informatyka i informacja
- Informacja analogowa i cyfrowa
- Systemy liczbowe
  - liczby i cyfry
  - systemy pozycyjne (dziesiętny, dwójkowy, szesnastkowy)
  - systemy niepozycyjne (rzymski)
  - konwersje między systemami liczbowymi

Język C - Operatory

Typ	Symbol
Arytmetyczne	`+ - * / %`
Inkrementacji / dekrementacji	`++ --`
Porównania (relacyjne)	`< > <= >= == !=`
Logiczne	`&& || !`
Bitowe	`& | ^ << >> ~`

Przypisania	`=`
	`+= -= *= /= %=`
	`<<= >>= &= |= ^=`

Inne	`() [] & * -> .` `, ? : sizeof (typ)`

Język C - Priorytet operatorów (1/2)

Priorytet	Operator / opis
1	`++` `--` (przyrostki) `()` `[]` `.` `->`
2	`++` `--` (przedrostki) `sizeof` `(typ)` `+` `-` `!` `~` `*` `&` (jednoargumentowe)
3	`*` `/` `%`
4	`+` `-` (dwuargumentowe)
5	`<<` `>>`
6	`<` `>` `<=` `>=`
7	`==` `!=`
8	`&` (bitowy)
9	`^`

Język C - Priorytet operatorów (2/2)

Priorytet	Operator / opis
10	|
11	&&
12	||
13	? :
14	= += -= *= /= %= <<= >>= &= |= ^=
15	, (przecinek)

Język C - Wyrażenia

- Wyrażenie (ang. expression) - kombinacja operatorów i operandów

```
4     -6     4+2.1     x=5+2     a>3     x>5&&x<8
```

- Każde wyrażenie ma typ i wartość

Wyrażenie	Typ	Wartość
4	int	4
-6	int	-6
4 + 2.1	double	6.1
x = 5 + 2	*typ x*	7
a > 3	int	1 (prawda) / 0 (fałsz)
x > 5 && x < 8	int	1 (prawda) / 0 (fałsz)

Język C - Instrukcje

- Instrukcja (ang. statement) - główny element, z którego zbudowany jest program, kończy się średnikiem

Wyrażenie:
```
x = 5
```

Instrukcja:
```
x = 5;
```

- Język C za instrukcję uznaje każde wyrażenie, na którego końcu znajduje się średnik

```
8;
x;
3 + 4;
a > 5;
```

- Powyższe instrukcje są poprawne, ale nie dają żadnego efektu

Język C - Instrukcje

- Podział instrukcji:
  - proste - kończą się średnikiem
  - złożone - kilka instrukcji zawartych pomiędzy nawiasami klamrowymi
- Typy instrukcji prostych:
  - deklaracji:

```
int x;
```

  - przypisania:

```
x = 5;
```

  - wywołania funkcji:

```
printf("Witaj swiecie\n");
```

  - strukturalna:

```
while(x > 0) x--;
```

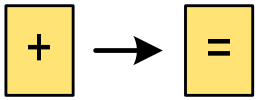
  - pusta:

```
;
```

Język C - Wyrażenia arytmetyczne

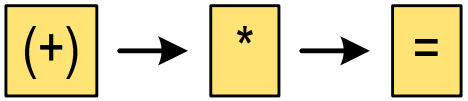
- Wyrażenia arytmetyczne mogą zawierać:
  - stałe liczbowe, zmienne, stałe
  - operatory: `+ - * / % = ( )` i inne
  - wywołania funkcji (plik nagłówkowy math.h)
- Kolejność wykonywania operacji wynika z priorytetu operatorów

```
w = a + b;
```

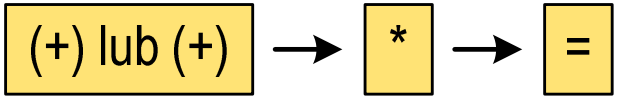



```
w = a + b * c;
```


```
w = (a + b) * c;
```




```
w = (a + b) * (c + d);
```



Język C - Wyrażenia arytmetyczne

- Kolejność wykonywania operacji

```
w = a + b + c;        →   w = ((a + b) + c);
```

```
w = x = y = a + b;    →   w = (x = (y = (a + b)));
```

- Zapis wyrażeń arytmetycznych

$$w = \frac{a+b}{c+d}$$

```
w = a + b / c + d;
```
ŹLE

```
w = (a + b) / (c + d);
```
DOBRZE

$$w = \frac{a+b}{c \cdot d}$$

```
w = (a + b) / c * d;
```
ŹLE

```
w = (a + b) / (c * d);
```
DOBRZE

Język C - Wyrażenia arytmetyczne

- Podczas dzielenia liczb całkowitych odrzucana jest część ułamkowa

$$w = \frac{5}{4}$$

```
5 / 4 = 1
```

```
5.0 / 4 = 1.25
```

```
5 / 4.0 = 1.25
```

```
5.0 / 4.0 = 1.25
```

```
5.0f / 4 = 1.25
```

```
5. / 4 = 1.25
```

```
(float) 5 / 4 = 1.25
```

Rzutowanie: (typ)

Język C - Funkcje matematyczne (math.h)

- Plik nagłówkowy math.h zawiera definicje wybranych stałych

Nazwa	Wartość	Znaczenie
M_PI	3.14159265358979323846	liczba pi
M_E	2.71828182845904523536	*e* - liczba Eulera
M_LN2	0.69314718055994530941 7	ln 2
M_SQRT2	1.41421356237309504880	$\sqrt{2}$

- W środowisku Visual Studio użycie stałych wymaga definicji odpowiedniej stałej (przed #include <math.h>)

```
#define _USE_MATH_DEFINES
#include <math.h>
```

Język C - Funkcje matematyczne (math.h)

- Wybrane funkcje matematyczne:

Nazwa	Nagłówek	Znaczenie
`abs`	**int abs(int x);**	moduł x (x - całkowite)
`fabs`	**double fabs(double x);**	moduł x (x - rzeczywiste)
`sqrt`	**double sqrt(double x);**	pierwiastek kwadratowy x
`pow`	**double pow(double x, double y);**	x^y - x do potęgi y
`sin`	**double sin(double x);**	sinus argumentu x w radianach
`atan`	**double atan(double x);**	arcus tangens argumentu x
`atan2`	**double atan2(double y, double x);**	arcus tangens ilorazu y/x

- Większość funkcji ma po trzy wersje - dla argumentów typu: float, double i long double

Przykład: częstotliwość rezonansowa

```
#include <stdio.h>
#define _USE_MATH_DEFINES
#include <math.h>

int main(void)
{
    double R, L, C, fr;

    printf("Podaj R [Om]: ");  scanf("%lf",&R);
    printf("Podaj L [H]:  ");  scanf("%lf",&L);
    printf("Podaj C [F]:  ");  scanf("%lf",&C);

    fr = 1/(2*M_PI*sqrt(L*C));

    printf("------------------\n");
    printf("fr [Hz]:  %.3f\n",fr);

    return 0;
}
```

```
Podaj R [Om]: 100
Podaj L [H]:  0.01
Podaj C [F]:  1e-6
------------------
fr [Hz]:  1591.549
```

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Język C - Funkcja printf

- Ogólna składnia funkcji printf

```
printf("łańcuch_sterujący",arg1,arg2,...);
```

- W najprostszej postaci printf wyświetla tylko tekst

```
printf("Witaj swiecie");
```

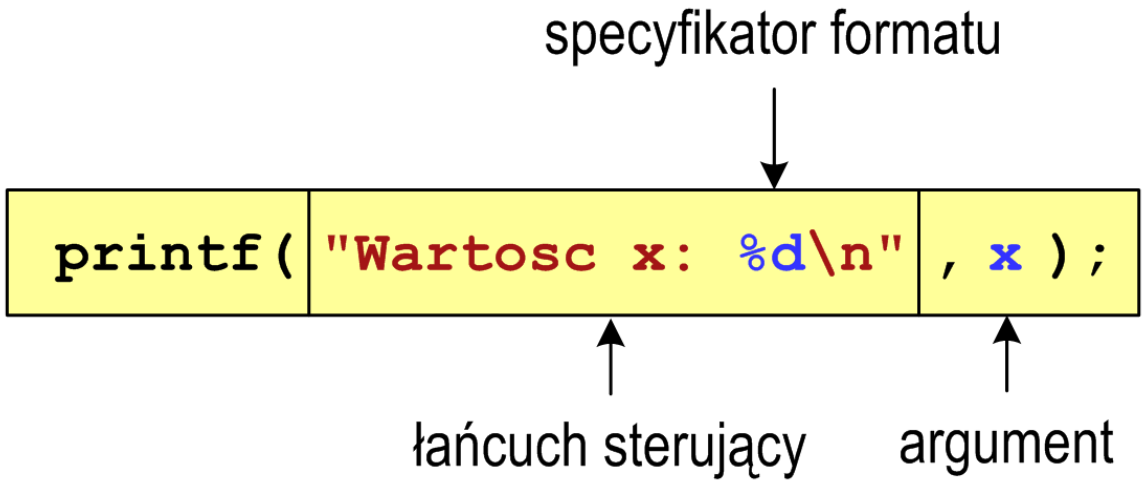
```
Witaj swiecie
```

- Do wyświetlenia wartości zmiennych konieczne jest zastosowanie specyfikatorów formatu, określających typ oraz sposób wyświetlania argumentów

```
%[znacznik][szerokość][.precyzja][modyfikator]typ
```

Język C - Funkcja printf

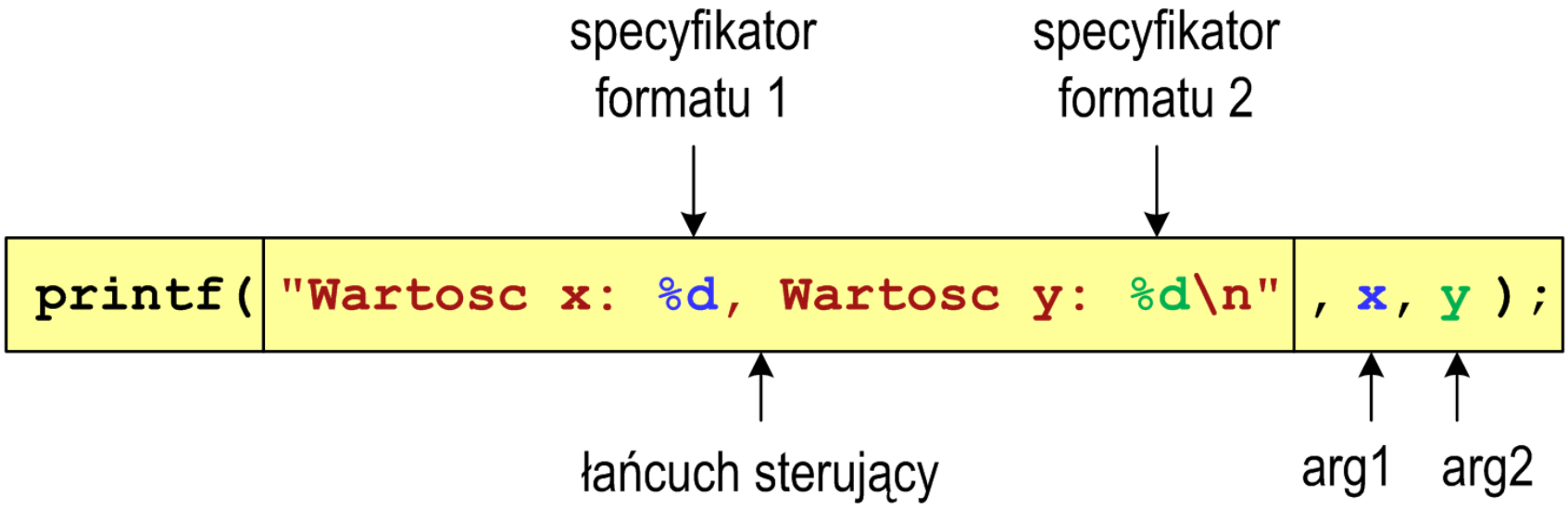
```
int x = 10;
printf("Wartosc x: %d\n", x);
```




```
Wartosc x: 10
```

Język C - Funkcja printf

```
int x = 10, y = 20;
printf("Wartosc x: %d, Wartosc y: %d\n", x, y);
```




```
Wartosc x: 10, Wartosc y: 20
```

Język C - Specyfikatory formatu (printf)

Typ w C	Specyfikator	Uwagi
`char`	`%c`	pojedynczy znak
	`%d`	kod ASCII znaku, liczba całkowita
`char *`	`%s`	łańcuch znaków, napis
`int`	`%d  %i`	liczba całkowita, dziesiętna
	`%o %O`	liczba całkowita, ósemkowa
	`%x  %X`	liczba całkowita, szesnastkowa
`float` `double`	`%f`	liczba rzeczywista
	`%e  %E`	liczba rzeczywista, format naukowy
	`%g  %G`	liczba rzeczywista (%f lub %e)

Język C - Funkcja printf

```
int x = 123; float y = 1.23456789f;
```

```
printf("x = [%d], y = [%f]\n", x, y);
```

```
x = [123], y = [1.123457]
```

```
printf("x = [], y = []\n", x, y);
```

```
x = [], y = []
```

```
printf("x = [%d], y = [%d]\n", x, y);
```

```
x = [123], y = [-536870912]
```

Język C - Funkcja printf

```
int x = 123; float y = 1.23456789f;
```

```
printf("x = [%6d], y = [%12f]\n", x, y);
```

```
x = [   123], y = [    1.123457]
```

```
printf("x = [%6d], y = [%12.3f]\n", x, y);
```

```
x = [   123], y = [       1.123]
```

```
printf("x = [%6d], y = [%.3f]\n", x, y);
```

```
x = [   123], y = [1.123]
```

Język C - Funkcja printf

```
int x = 123; float y = 1.23456789f;
```

```
printf("x = [%+6d], y = [%+12f]\n", x, y);
```

```
x = [  +123], y = [   +1.123457]
```

```
printf("x = [%-6d], y = [%-12f]\n", x, y);
```

```
x = [123   ], y = [1.123457    ]
```

```
printf("x = [%06d], y = [%012f]\n", x, y);
```

```
x = [000123], y = [00001.123457]
```

Język C - Funkcja printf

```
int x = 123; float y = 1.23456789f;
```

```
printf("x = [%d], y = [%f]\n", x+321, y*25.5f);
```

```
x = [444], y = [28.648149]
```

```
printf("x = [%d], y = [%f]\n", 123, 2.0f*sqrt(y));
```

```
x = [123], y = [2.119865]
```

Język C - Funkcja scanf

- Ogólna składnia funkcji scanf

```
scanf("specyfikatory",adresy_argumentów);
```

- Składnia specyfikatora formatu

```
%[szerokość][modyfikator]typ
```

- Argumenty są adresami obszarów pamięci, dlatego muszą być poprzedzone znakiem &

```
int x;
scanf("%d", &x);
```

Język C - Funkcja scanf

- Specyfikatory formatu w większości przypadków są takie same jak w przypadku funkcji printf
- Największa różnica dotyczy typów float i double

Typ w C	Specyfikator	Uwagi
`float`	`%f`	liczba rzeczywista
	`%e` `%E`	liczba rzeczywista, format naukowy
	`%g` `%G`	liczba rzeczywista (%f lub %e)
`double`	`%lf`	liczba rzeczywista
	`%le` `%lE`	liczba rzeczywista, format naukowy
	`%lg` `%lG`	liczba rzeczywista (%f lub %e)

Język C - Funkcja scanf

```
int a, b, c;
scanf("%d %d %d", &a, &b, &c);
```

- Wczytywane argumenty mogą być oddzielone od siebie dowolną liczbą białych (niedrukowalnych) znaków: spacja, tabulacja, enter

```
15 20 -30
```

```
15 20 -30<enter>
```

```
   15   20    -30
```

```
   15   20    -30<enter>
```

```
15
20
-30
```

```
15<enter>
20<enter>
-30<enter>
```

Przykład: pierwiastek kwadratowy

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

int main(void)
{
    float x, y;

    printf("Podaj liczbe: ");
    scanf("%f",&x);

    y = sqrt(x);

    printf("Pierwiastek liczby: %f\n",y);

    return 0;
}
```

```
Podaj liczbe: 15
Pierwiastek liczby: 3.872983
```

```
Podaj liczbe: -15
Pierwiastek liczby: -1.#IND00
```

Przykład: pierwiastek kwadratowy

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

int main(void)
{
    float x, y;

    printf("Podaj liczbe: ");
    scanf("%f",&x);

    if (x>=0)
    {
        y = sqrt(x);
        printf("Pierwiastek liczby: %f\n",y);
    }
    else
        printf("Blad! Liczba ujemna\n");

    return 0;
}
```

```
Podaj liczbe: 15
Pierwiastek liczby: 3.872983
```

```
Podaj liczbe: -15
Blad! Liczba ujemna
```

Język C - instrukcja warunkowa if

```
if (wyrażenie)
    instrukcja1
```

- jeśli wyrażenie jest prawdziwe, to wykonywana jest instrukcja1
- gdy wyrażenie jest fałszywe, to instrukcja1 nie jest wykonywana

```
if (wyrażenie)
    instrukcja1
else
    instrukcja2
```

- jeśli wyrażenie jest prawdziwe, to wykonywana jest instrukcja1, zaś instrukcja2 nie jest wykonywana
- gdy wyrażenie jest fałszywe, to wykonywana jest instrukcja2, zaś instrukcja1 nie jest wykonywana

- Wyrażenie w nawiasach:
  - prawdziwe - gdy jego wartość jest różna od zera
  - fałszywe - gdy jego wartość jest równa zero

Język C - instrukcja warunkowa if

```
if (wyrażenie)
    instrukcja
```

- Instrukcja:
  - prosta - jedna instrukcja zakończona średnikiem
  - złożona - jedna lub kilka instrukcji objętych nawiasami klamrowymi

```
if (x>0)
    printf("inst1");
```

```
if (x>0)
{
    printf("inst1");
    printf("inst2");
    ...
}
```

Język C - instrukcja warunkowa if

```
if (wyr)
    instr;
```

```
if (wyr)
{
    instr;
    instr;
}
```

```
if (wyr)
    instr;
else
    instr;
```

```
if (wyr)
{
    instr;
    instr;
}
else
{
    instr;
    instr;
}
```

```
if (wyr)
{
    instr;
    instr;
}
else
    instr;
```

```
if (wyr)
    instr;
else
{
    instr;
    instr;
}
```

```
if (wyr)
{
    instr;
}
else
{
    instr;
}
```

Język C - Operatory relacyjne (porównania)

Operator	Przykład	Znaczenie
`>`	`a > b`	a większe od b
`<`	`a < b`	a mniejsze od b
`>=`	`a >= b`	a większe lub równe b
`<=`	`a <= b`	a mniejsze lub równe b
`==`	`a == b`	a równe b
`!=`	`a != b`	a nierówne b (a różne od b)

- Wynik porównania jest wartością typu int i jest równy:
  - 1 - gdy warunek jest prawdziwy
  - 0 - gdy warunek jest fałszywy (nie jest prawdziwy)

Język C - Operatory logiczne

Operator	Znaczenie	Opis
`!`	`NOT, nie`	jednoargumentowy operator negacji logicznej - zmienia argument różny od zera na wartość 0, a argument równy zero na wartość 1
`&&`	`AND, i`	dwuargumentowy operator koniunkcji, iloczyn logiczny
`||`	`OR, lub`	dwuargumentowy operator alternatywy, suma logiczna

- Wynikiem zastosowania operatorów logicznych && i || jest wartość typu int równa 1 (prawda) lub 0 (fałsz)

```
if (x>5 && x<8)
```

```
if (x<=5 || x>8)
```

Język C - Wyrażenia logiczne

- Wyrażenia logiczne mogą zawierać:
  - operatory relacyjne
  - operatory logiczne
  - operatory arytmetyczne
  - operatory przypisania
  - zmienne
  - stałe
  - wywołania funkcji
  - …
- Kolejność operacji wynika z priorytetu operatorów

Operator	Typ operatora
`!`	logiczny
`* / %`	arytmetyczne
`+ -`	arytmetyczne
`> < >= <=`	relacyjne
`== !=`	relacyjne
`&&`	logiczny
`||`	logiczny
`=`	przypisania

Język C - Wyrażenia logiczne

```
int  x = 0, y = 1, z = 2;
```

```
if (x == 0)
```

wynik: 1 (prawda)

```
if (x = 0)
```

wynik: 0 (fałsz) (!!!)

```
if (x != 0)
```

wynik: 0 (fałsz)

```
if (x =! 0)
```

wynik: 1 (prawda) (!!!)

```
if ( z > x + y )
```

```
if ( z > (x + y) )
```

wynik: 1 (prawda)

Język C - Wyrażenia logiczne

```
int  x = 0, y = 1, z = 2;
```

```
if ( x>2 && x<5 )
```

```
if ( (x>2) && (x<5) )
```

wynik: 0 (fałsz)

- Wyrażenia logiczne obliczane są od strony lewej do prawej
- Proces obliczeń kończy się, gdy wiadomo, jaki będzie wynik całego wyrażenia

```
if ( 2 < x < 5 )
```

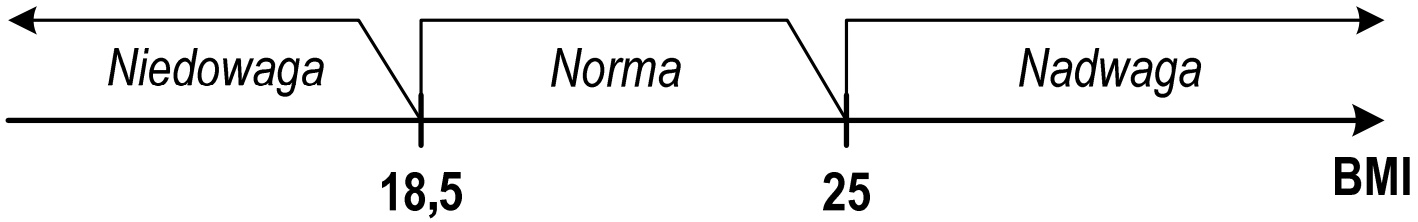
wynik: 1 (prawda) (!!!)

Przykład: obliczanie BMI (Body Mass Index)

- BMI - współczynnik powstały przez podzielenie masy ciała podanej w kilogramach przez kwadrat wzrostu podanego w metrach

$$BMI = \frac{masa}{wzrost^2}$$

- Dla osób dorosłych:
  - BMI < 18,5 - wskazuje na niedowagę
  - BMI ≥ 18,5 i BMI < 25 - wskazuje na prawidłową masę ciała
  - BMI ≥ 25 - wskazuje na nadwagę



Przykład: obliczanie BMI (Body Mass Index)

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    double masa, wzrost, bmi;

    printf("Podaj mase [kg]:  "); scanf("%lf",&masa);
    printf("Podaj wzrost [m]: "); scanf("%lf",&wzrost);
    bmi = masa / (wzrost*wzrost);
    printf("bmi: %.2f\n",bmi);

    if (bmi<18.5)
        printf("Niedowaga\n");
    if (bmi>=18.5 && bmi<25)
        printf("Norma\n");
    if (bmi>=25)
        printf("Nadwaga\n");

    return 0;
}
```

```
Podaj mase [kg]:  84
Podaj wzrost [m]: 1.85
bmi: 24.54
Norma
```

Przykład: obliczanie BMI (Body Mass Index)

- Zamiast trzech instrukcji if:

```
if (bmi<18.5)
    printf("Niedowaga\n");
if (bmi>=18.5 && bmi<25)
    printf("Norma\n");
if (bmi>=25)
    printf("Nadwaga\n");
```

można zastosować tylko dwie:

```
if (bmi<18.5)
    printf("Niedowaga\n");
else
    if (bmi<25)
        printf("Norma\n");
    else
        printf("Nadwaga\n");
```

Informatyka

- Informatyka (ang. computer science)
  - dziedzina nauki i techniki zajmująca się gromadzeniem, przetwarzaniem i wykorzystywaniem informacji
  - w języku polskim termin informatyka zaproponował w październiku 1968 r. prof. Romuald Marczyński na konferencji poświęconej „maszynom matematycznym”
  - wzorem nazwy były francuskie informatique i niemieckie Informatik

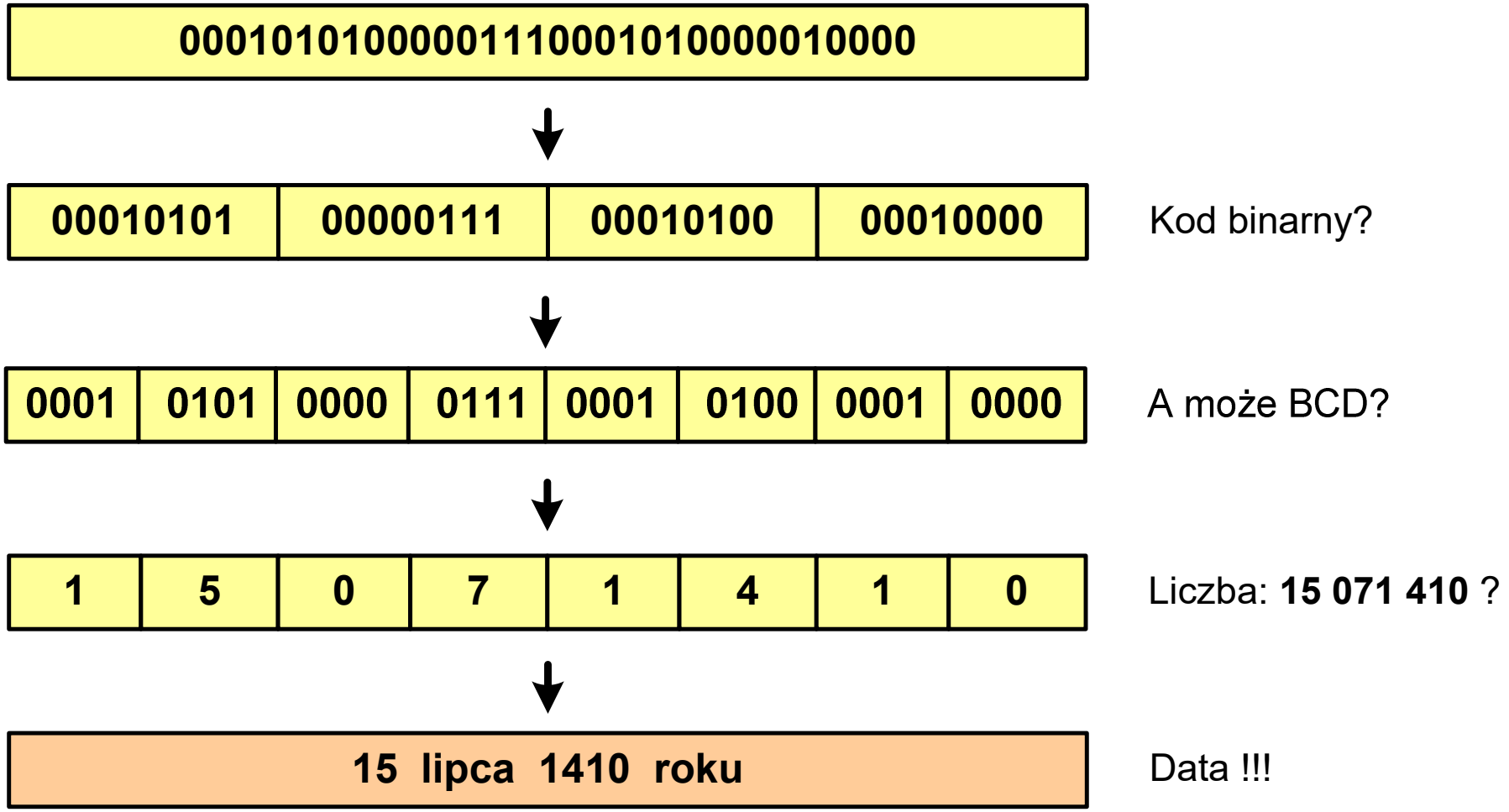
- Informatykę można rozpatrywać jako:
  - samodzielną dyscyplinę naukową
  - narzędzie wykorzystywane przez inne nauki
  - gałąź techniki
  - przemysł wytwarzający sprzęt (hardware) i oprogramowanie (software)

Informacja

- Informatyka (ang. computer science)
  - dziedzina nauki i techniki zajmująca się gromadzeniem, przetwarzaniem i wykorzystywaniem informacji
- Informacja - wielkość abstrakcyjna, która może być:
  - przechowywana w pewnych obiektach
  - przesyłana pomiędzy pewnymi obiektami
  - przetwarzana w pewnych obiektach
  - stosowana do sterowania pewnymi obiektami
- Dane - surowe fakty i liczby
- Przetwarzanie danych - logicznie powiązany zespół czynności pozwalających na uzyskanie z danych niezbędnych informacji

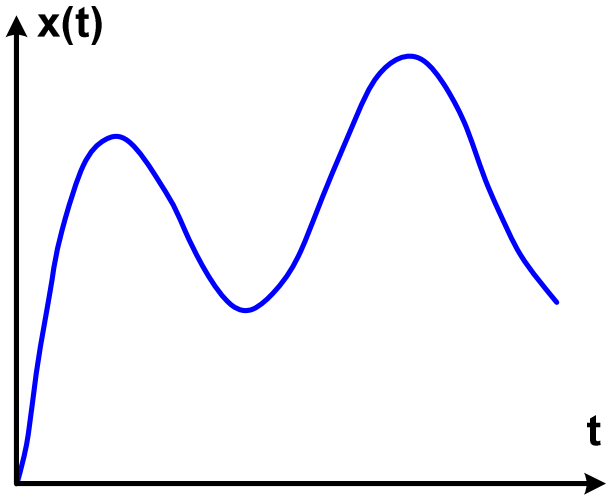
Informacja

- Co oznaczają poniższe dane?

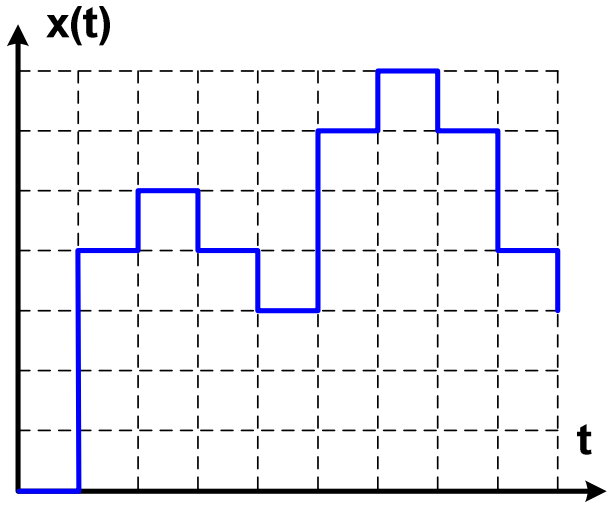


Informacja analogowa i cyfrowa

- Sygnał analogowy
  - może przyjmować dowolną wartość z ciągłego przedziału (nieskończonego lub ograniczonego zakresem zmienności)
  - wartości mogą zostać określone w każdej chwili czasu dzięki funkcji matematycznej opisującej dany sygnał



- Sygnał cyfrowy
  - dziedzina i zbiór wartości są dyskretne
  - sygnał ciągły, który może zmieniać swoją wartość tylko w określonych chwilach czasu i może przyjmować tylko określone wartości



Informacja analogowa i cyfrowa

- Zalety sygnałów cyfrowych:
  - odporne na zakłócenia
  - powtarzalne (np. kopia filmu na DVD i VHS)
  - możliwość przesyłania na duże odległości
  - możliwość szyfrowania sygnału (kryptografia)
  - niższe koszty przetwarzania
- Wady sygnałów cyfrowych:
  - ograniczenie częstotliwości próbkowania (sygnał analogowy zamieniony na cyfrowy i ponownie na analogowy nie jest już tym samym sygnałem)

Liczby i cyfry

- Liczba - pojęcie abstrakcyjne, abstrakcyjny wynik obliczeń, wartość
  - umożliwia wyrażenie wyniku liczenia przedmiotów oraz mierzenia wielkości
- Cyfra - umowny znak (symbol) stosowany do zapisu liczby
  - liczba znaków służących do zapisu jest zależna od systemu liczbowego i przyjętego sposobu zapisu
  - system dziesiętny - 10 znaków
  - system szesnastkowy - 16 znaków
  - system rzymski - 7 znaków
- Cyfry rzymskie

I	V	X	L	C	D	M
1	*5*	*10*	*50*	*100*	*500*	*1000*

Liczby i cyfry

- Cyfry arabskie (pochodzą z Indii)
  - arabskie, standardowe europejskie

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

  - indyjsko-arabskie

١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	٠
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*0*

  - wschodnio-indyjsko-arabskie

١	٢	٣	۴	۵	۶	٧	٨	٩	٠
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*0*

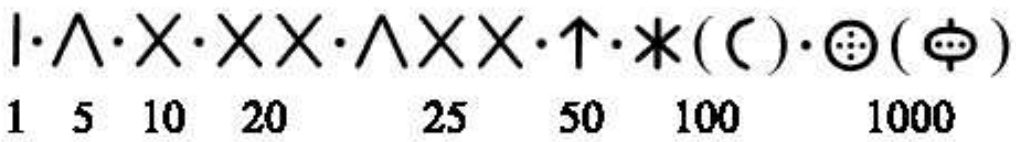
- W niektórych systemach jako cyfry stosowane są litery, np.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*

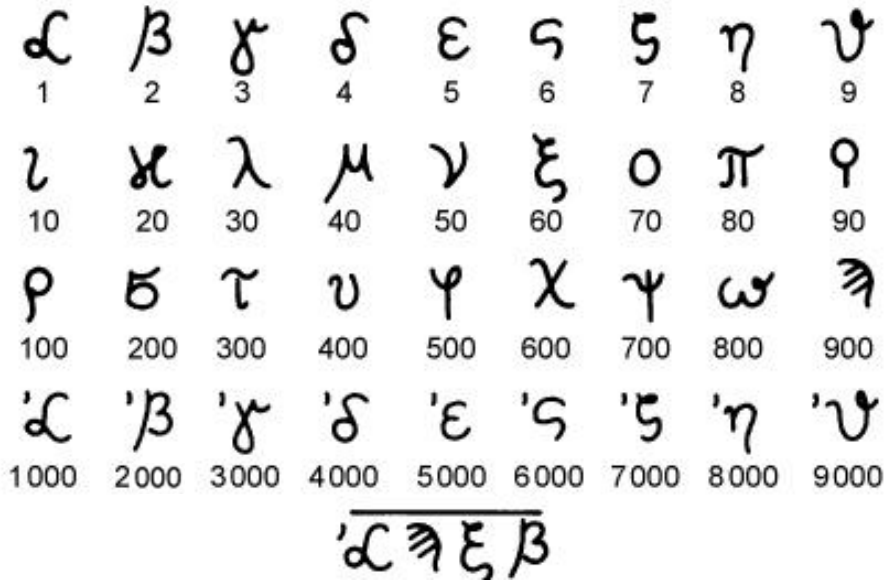
Liczby i cyfry

- Inne przykłady zapisu cyfr i liczb:

cyfry etruskie



cyfry grecko-jońskie

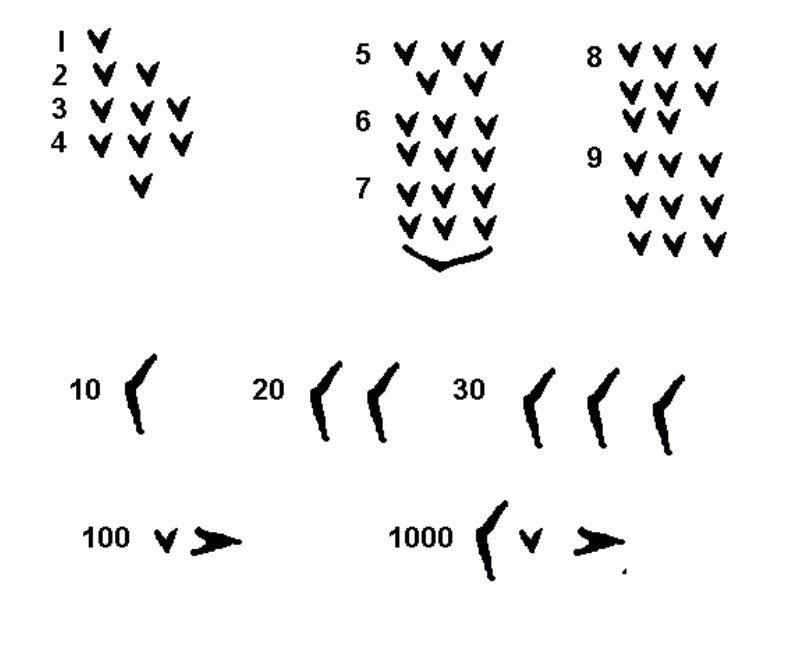


cyfry w pisowni chińskiej

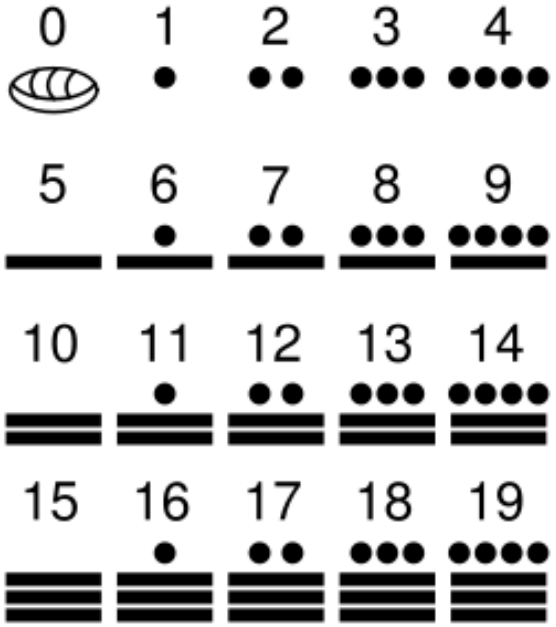
Liczby i cyfry

- Inne przykłady zapisu cyfr i liczb:

liczby w piśmie klinowym (Babilończycy)

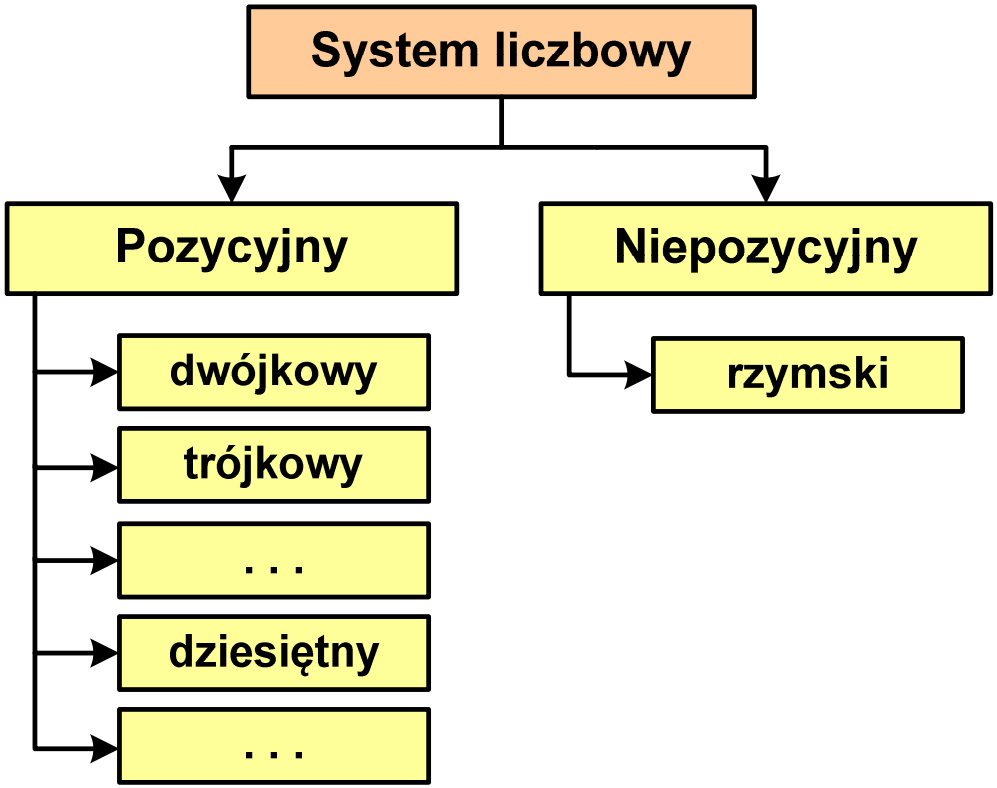


system prekolumbijski



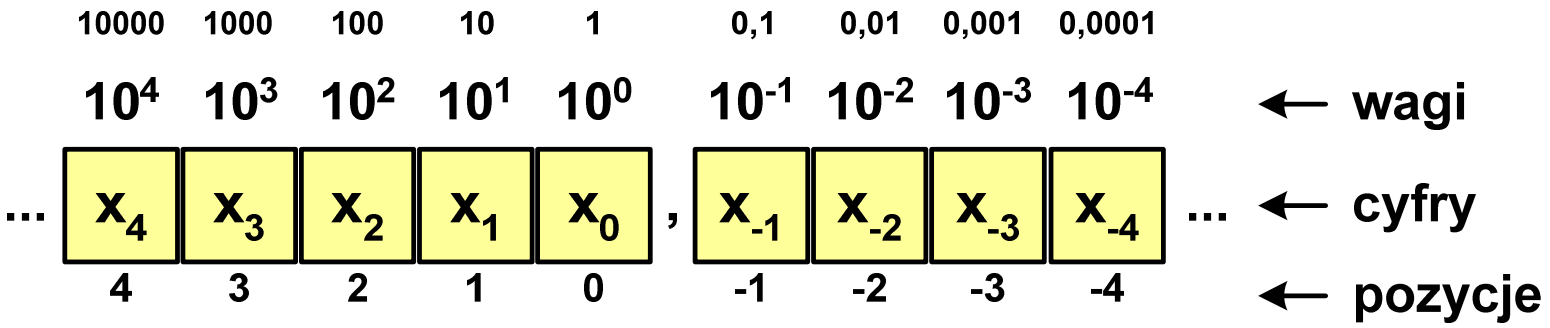
Systemy liczbowe

- System liczbowy - zbiór zasad umożliwiających zapis liczb za pomocą cyfr oraz wykonywanie działań na tych liczbach

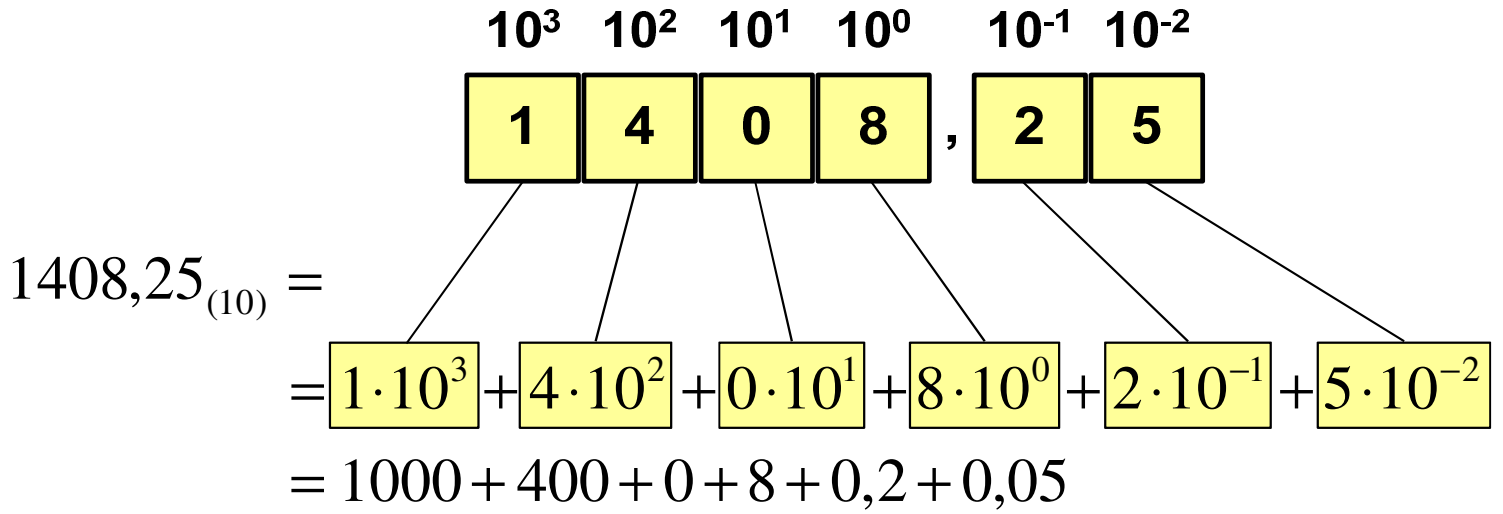


- Pozycyjny - znaczenie cyfry jest zależne od miejsca (pozycji), które zajmuje ona w liczbie
  - system dziesiętny - liczba 111 (każda cyfra ma inne znaczenie)
- Niepozycyjny - znaczenie cyfry jest niezależne od miejsca położenia w liczbie
  - system rzymski - liczba III

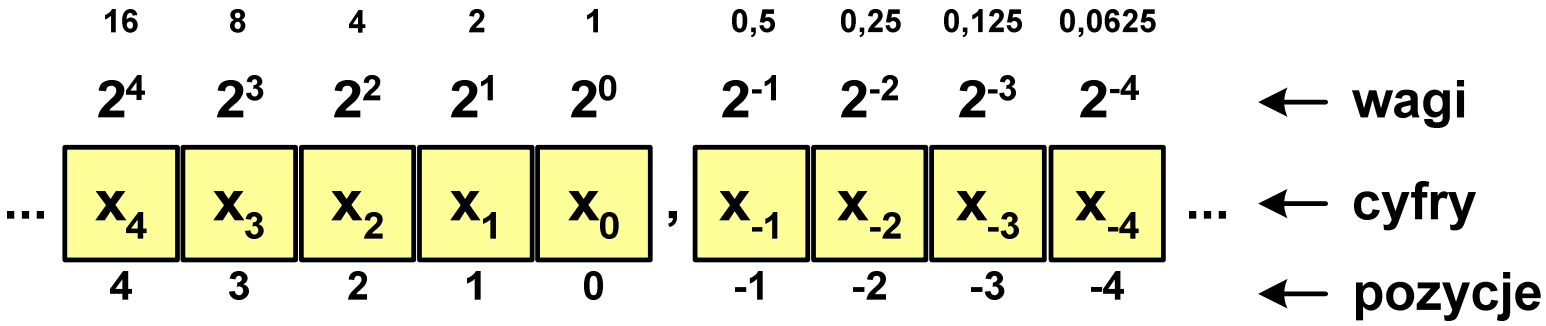
System dziesiętny (ang. decimal)



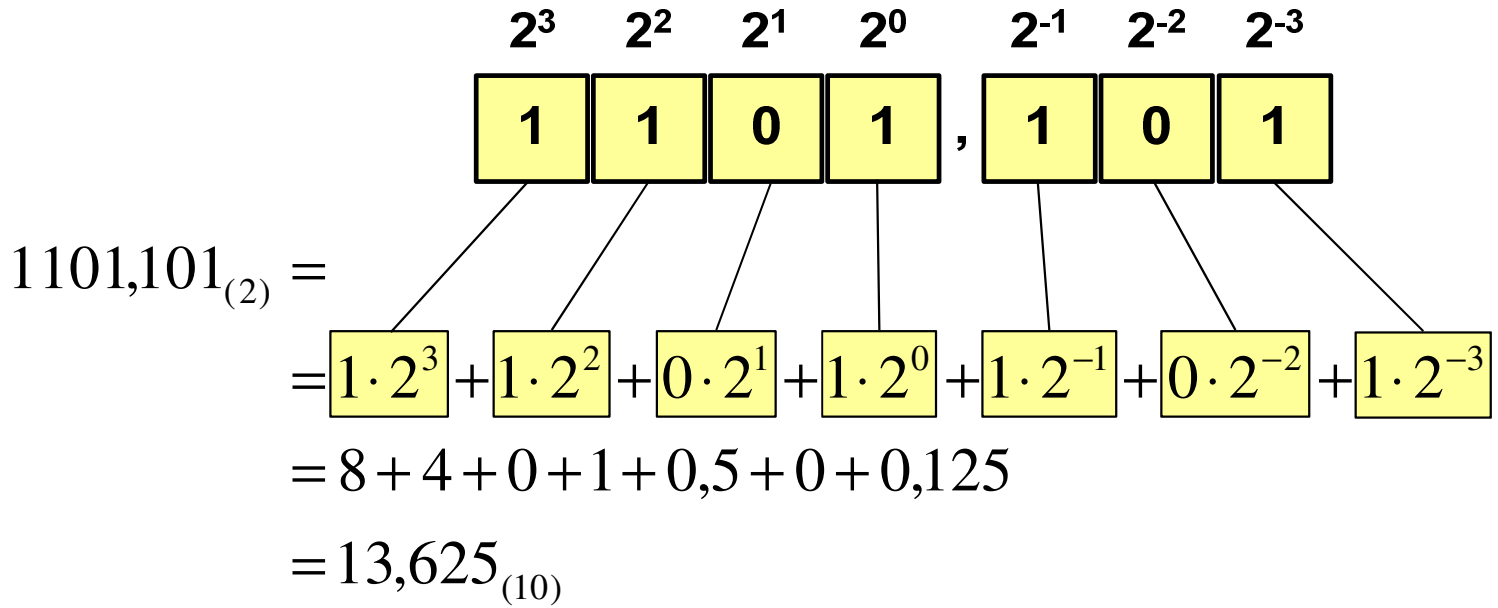
- p - podstawa systemu pozycyjnego, D - zbiór dozwolonych cyfr
- p = 10, D = {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9}



System dwójkowy (ang. binary)

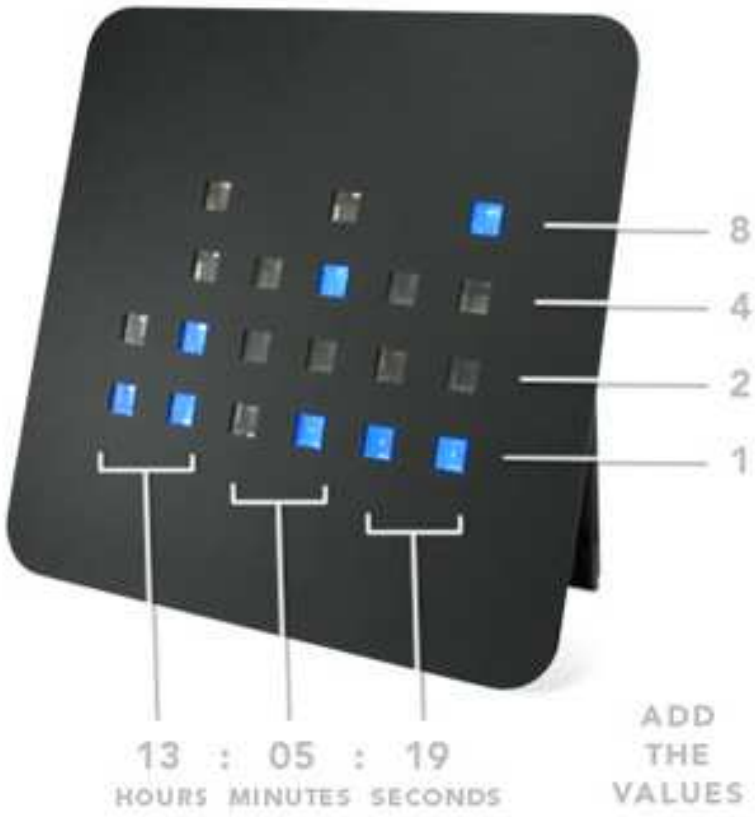


- w systemie dwójkowym: p = 2, D = {0, 1}



System dwójkowy - zastosowania

- Powszechnie używany w informatyce, technice cyfrowej



System szesnastkowy (ang. hexadecimal)

- System heksadecymalny
- p = 16, D = {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F}
- Powszechnie używany w informatyce - jeden bajt można zapisać za pomocą tylko dwóch cyfr szesnastkowych

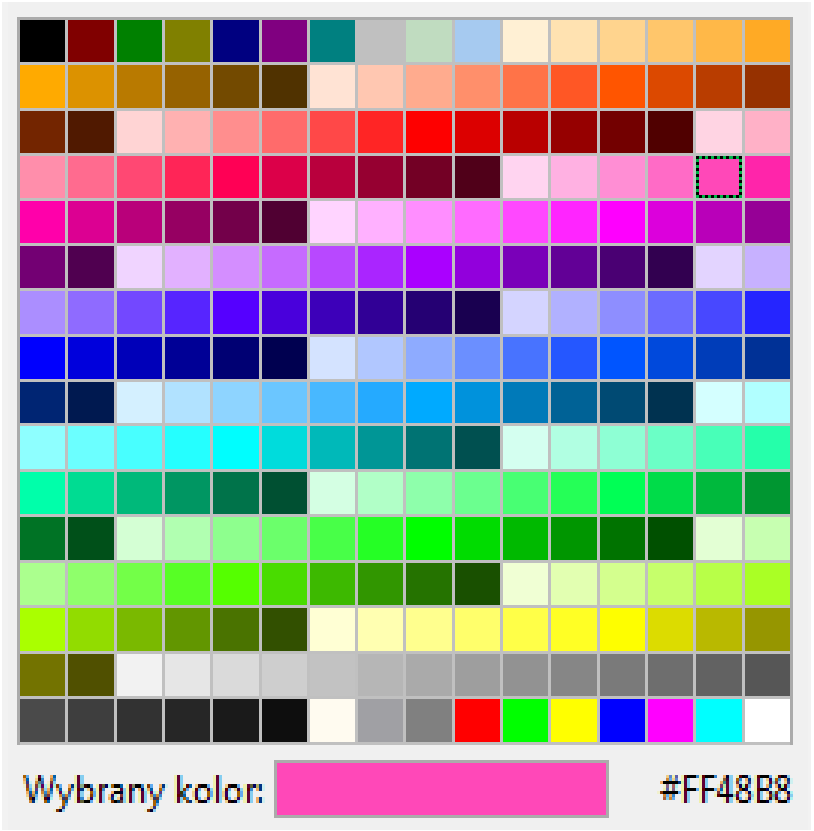
$$3A5D_{(16)} = 3 \cdot 16^3 + 10 \cdot 16^2 + 5 \cdot 16^1 + 13 \cdot 16^0 = 14941_{(10)}$$

- Sposoby zapisu liczb w systemie szesnastkowym:

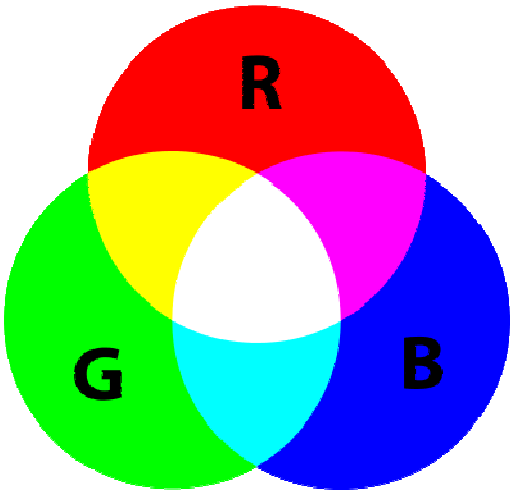
3A5Dh	0x3A5D	#3A5D
$3A5D_{(16)}$	$3A5D_{16}$	$3A5D_{hex}$
$(3A5D)_{hex}$	$(3A5D)_{16}$	$3A5D

System szesnastkowy - zastosowania

- Zapis 24-bitowego koloru RGB (Red-Green-Blue), 16 mln kolorów
- Każda barwa przyjmuje wartość z zakresu: $0..255_{(10)}$, $00..FF_{(16)}$



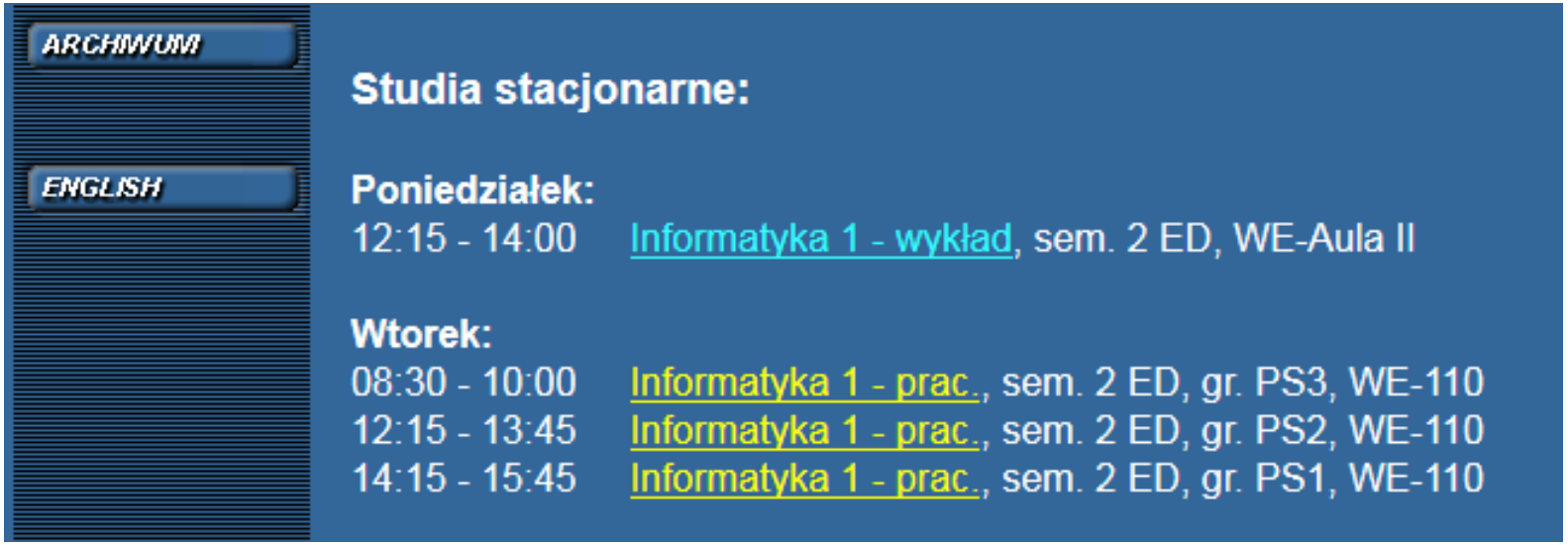
#FF48B8



System szesnastkowy - zastosowania

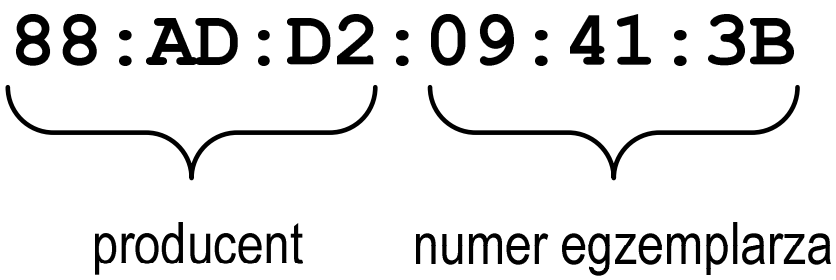
- Zapis 24-bitowego koloru RGB (Red-Green-Blue), 16 mln kolorów
- Kolory w dokumentach HTML:

```
<BODY bgcolor="#336699" text="#000000" link="#FFFF00"
 vlink="#33FFFF" alink="#FF0000">
```



System szesnastkowy - zastosowania

- 48-bitowy adres fizyczny urządzenia (MAC - Media Access Control)



- http://hwaddress.com

Przykład systemu niepozycyjnego - system rzymski

- W systemie rzymskim posługujemy się siedmioma znakami:

  I - 1 V - 5 X - 10 L - 50 C - 100 D - 500 M - 1000

- Za pomocą dostępnych symboli można określić liczby od 1 do 3999
- System addytywny - wartość liczby określa się na podstawie sumy wartości cyfr, np.
  - II (1 + 1 = 2), XXX (10 + 10 + 10 = 30)
  - CLX (100 + 50 + 10 = 160), MMXII (1000 + 1000 + 10 + 1 + 1 = 2012)
- Wyjątkiem od powyższej zasady są liczby do opisu których używa się odejmowania, np.
  - IV (5 - 1 = 4), IX (10 - 1 = 9), XL (50 - 10 = 40), XC (100 - 10 = 90)
- Stosowany w łacińskiej części Europy do końca Średniowiecza
- Niewygodny w prowadzeniu nawet prostych działań arytmetycznych, brak ułamków

Przykład systemu niepozycyjnego - system rzymski

- Zasady tworzenia liczb:
  - zestawiamy odpowiednie znaki od oznaczającego liczbę największą do oznaczającego liczbę najmniejszą

    XVI = 10(X) + 5(V) + 1(I) = 16

  - jeżeli składnik liczby, którą piszemy, jest wielokrotnością liczby nominalnej, wtedy zapisywany jest z użyciem kilku następujących po sobie znaków

    CCC = 100(C) + 100(C) + 100(C) = 300

  - dodatkowo należy zachować zasadę nie pisania czterech tych samych znaków po sobie, lecz napisać jeden znak wraz ze znakiem oznaczającym wartość większą o jeden rząd liczbowy

    CD = 500(D) - 100(C) = 400

Przykład systemu niepozycyjnego - system rzymski

- Zasady odczytu liczb:
  - cyfry jednakowe są dodawane

    MMM = 1000(M) + 1000(M) + 1000(M) = 3000
  - cyfry mniejsze stojące przed większymi są odejmowane od nich

    CDXCIV = 500(D) - 100(C) + 100(C) - 10(X) + 5(V) - 1(I) = 494
  - cyfry mniejsze stojące za większymi są do nich dodawane

    MDCLX = 1000(M) + 500(D) + 100(C) + 50(L) + 10 (X) = 1660

Konwersja na system dziesiętny

- p = 4, D = {0, 1, 2, 3}

4^4	4^3	4^2	4^1	4^0
2	1	3	0	2

$$21302_{(4)} = ?_{(10)}$$
$$21302_{(4)} = 2\cdot 4^0 + 0\cdot 4^1 + 3\cdot 4^2 + 1\cdot 4^3 + 2\cdot 4^4$$
$$21302_{(4)} = 2\cdot 1 + 0\cdot 4 + 3\cdot 16 + 1\cdot 64 + 2\cdot 256$$
$$21302_{(4)} = 2 + 0 + 48 + 64 + 512 = 626_{(10)}$$

- p = 17, D = {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F, G}

17^3	17^2	17^1	17^0
A	C	2	4

$$AC24_{(17)} = ?_{(10)}$$
$$AC24_{(17)} = 4\cdot 17^0 + 2\cdot 17^1 + 12\cdot 17^2 + 10\cdot 17^3$$
$$AC24_{(17)} = 4\cdot 1 + 2\cdot 17 + 12\cdot 289 + 10\cdot 4913$$
$$AC24_{(17)} = 4 + 34 + 3468 + 49130 = 52636_{(10)}$$

Konwersja na system dziesiętny (schemat Hornera)

- p = 4, D = {0, 1, 2, 3}

$$21302_{(4)} = w_{(10)} \qquad x_4\ x_3\ x_2\ x_1\ x_0 = w_{(10)}$$

$$w_{(10)} = 0$$

$$w_{(10)} = x_4 + w_{(10)} \cdot p = 2 + 0 \cdot 4 = 2$$

$$w_{(10)} = x_3 + w_{(10)} \cdot p = 1 + 2 \cdot 4 = 9$$

$$w_{(10)} = x_2 + w_{(10)} \cdot p = 3 + 9 \cdot 4 = 39$$

$$w_{(10)} = x_1 + w_{(10)} \cdot p = 0 + 39 \cdot 4 = 156$$

$$w_{(10)} = x_0 + w_{(10)} \cdot p = 2 + 156 \cdot 4 = 626_{(10)}$$

Konwersja z systemu dziesiętnego na dowolny

- zamiana liczby z systemu p = 10 na system p = 2

$626_{(10)} = ?_{(2)}$ $626_{(10)} = 1001110010_{(2)}$

$626/2 = 313$ *reszta* 0
$313/2 = 156$ *reszta* 1
$156/2 = 78$ *reszta* 0
$78/2 = 39$ *reszta* 0
$39/2 = 19$ *reszta* 1
$19/2 = 9$ *reszta* 1
$9/2 = 4$ *reszta* 1
$4/2 = 2$ *reszta* 0
$2/2 = 1$ *reszta* 0
$1/2 = 0$ *reszta* 1

kolejność odczytywania cyfr liczby w systemie dwójkowym

kończymy, gdy liczba dziesiętna ma wartość 0

Konwersja z systemu dziesiętnego na dowolny

- zamiana liczby z systemu p = 10 na system p = 7

$$626_{(10)} = ?_{(7)} \qquad 626_{(10)} = 1553_{(7)}$$

$$626/7 = 89 \quad reszta \quad 3$$
$$89/7 = 12 \quad reszta \quad 5$$
$$12/7 = 1 \quad reszta \quad 5$$
$$1/7 = 0 \quad reszta \quad 1$$

- zamiana liczby z systemu p = 10 na system p = 14

$$626_{(10)} = ?_{(14)} \qquad 626_{(10)} = 32\mathrm{A}_{(14)}$$

$$626/14 = 44 \quad reszta \quad 10 \rightarrow \mathrm{A}$$
$$44/14 = 3 \quad reszta \quad 2$$
$$3/14 = 0 \quad reszta \quad 3$$

Szybkie konwersje: 2 → 4, 8, 16 4, 8, 16 → 2

2 → 4

$$110110011_{(2)} = ?_{(4)}$$

$$\underbrace{01}_{1} \mid \underbrace{10}_{2} \mid \underbrace{11}_{3} \mid \underbrace{00}_{0} \mid \underbrace{11}_{3}$$

$$110110011_{(2)} = 12303_{(4)}$$

2 → 8

$$10110011_{(2)} = ?_{(8)}$$

$$\underbrace{010}_{2} \mid \underbrace{110}_{6} \mid \underbrace{011}_{3}$$

$$10110011_{(2)} = 263_{(8)}$$

2 → 16

$$1011010_{(2)} = ?_{(16)}$$

$$\underbrace{0101}_{5} \mid \underbrace{1010}_{A}$$

$$1011010_{(2)} = 5A_{(16)}$$

4 → 2

$$12303_{(4)} = ?_{(2)}$$

$$\overbrace{01}^{1} \quad \overbrace{10}^{2} \quad \overbrace{11}^{3} \quad \overbrace{00}^{0} \quad \overbrace{11}^{3}$$

$$12303_{(4)} = 110110011_{(2)}$$

8 → 2

$$263_{(8)} = ?_{(2)}$$

$$\overbrace{010}^{2} \quad \overbrace{110}^{6} \quad \overbrace{011}^{3}$$

$$263_{(8)} = 10110011_{(2)}$$

16 → 2

$$5A_{(16)} = ?_{(2)}$$

$$\overbrace{0101}^{5} \quad \overbrace{1010}^{A}$$

$$5A_{(16)} = 1011010_{(2)}$$

Koniec wykładu nr 2

Dziękuję za uwagę!