



## Zobrazení reálných čísel

- Jsou v počítači uložena podle standardu IEEE 754
  - IEEE = Institute of Electrical and Electronics Engineers = organizace elektroinženýrů a inamatiků, která má přes 350 000 členů v cca 150 zemích světa. Definuje standardy v oblastech elektrotechniky a výpočetní techniky, spolu s ISO a ANSI patří k nejvýznamnějším standardizačním organizacím. Viz <http://www.ieee.org>, <http://www.ieee.cz>



➤ **Objekt ve kterém je uloženo reálné číslo je rozdělen do tří částí**

- **znaménko - nejvyšší bit (0 = kladné, 1 = záporné)**
- **exponent — nese informaci o velikosti čísla**
- **mantisa — uchovává číslice**

➤ **Reálné číslo takto zapsané pak můžeme matematicky vyjádřit**

$$\text{+/- Mantisa} \times 2^{\text{Exponent}}$$

- U 32b reálných čísel (tzv. single precision) má mantisa velikost 23 bitů a exponent 8 bitů



- U 64b čísel (double precision) - mantisa 52 b, exponent 11 b



- U 80b čísel (extended precision) - mantisa 64 bitů, exponent 15 bitů



## ➤ Exponent

- určuje počet řádů, o které musíme posunout řádovou čárku
- může být kladný (posouváme řádovou čárku doprava) i záporný (doleva)
- před uložením je k němu přičteno číslo bias  $2^{n-1} - 1$  (kód posunuté nuly – posouvá nulu zhruba doprostřed rozsahu), kde  $n$  je počet bitů exponentu



➤ **Mantisa**

- **kromě případu čísla 0 vždy začíná (v bin. podobě) jedničkou, která se neukládá**

➤ **Posunutá forma exponentu**

- K 8bitovému exponentu (u single precision) se přičítá bias v hodnotě 127 ( $2^{8-1} - 1$ )
- K 11bitovému exponentu (u double precision) se přičítá bias v hodnotě 1023 ( $2^{11-1} - 1$ )

000 ... 000	- max
011 ... 111	0
100 ... 000	+1
011 ... 111	+ max
111 ... 111	+ max + 1

- **Důvod: snadnější porovnávání reálných čísel**

➤ **Příklady:**

- **$13,157_{10} = 1101,00101000001100010001_2$   
 $1,10100101000001100010001_2 \times 2^3$   
znaménko: 0**

**Exponent:  $3+127$  (posun) =  $130_{10} = 10000010_2$**

**Výsledek: 0 10000010 10100101000001100010001**



- $-0,3125_{10} = -0,0101_2$

$$1,01_2 \times 2^{-2}$$

znaménko: 1

Exponent:  $-2+127$  (posun) =  $125_{10} = 01111101_2$

Výsledek: 1 01111101 010000000000000000000000

- naopak – zjištění o jaké jde číslo

1 01111101 010000000000000000000000

$$01111101 = 125 - 127 = -2$$

$$1,010000000000000000000000 \times 2^{-2} =$$

$$= 0,010100000000000000000000 =$$

$$= 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-4} = -0,3125$$