

Základy programování v C

Jan Faigl

Katedra počítačů

Fakulta elektrotechnická

České vysoké učení technické v Praze

Přednáška 01

B0B36PRP – Procedurální programování

Přehled témat

- Část 1 – Organizace předmětu
 - Cíle předmětu
 - Prostředky dosažení cílů PRP
 - Hodnocení předmětu a zkouška
- Část 2 – Základy programování v C
 - Program v C
 - Proměnné a jejich hodnoty
 - Základní číselné typy
 - Výrazy a operátory
 - Formátovaný vstup a výstup
- Část 3 – Zadání 1. domácího úkolu (HW01)

S. G. Kochan: kapitoly 2, 3

Část I

Organizace předmětu

Předmět a přednášející

B0B36PRP – Procedurální programování

- Webové stránky předmětu

<https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/b0b36prp>

- Odevzdávání domácích úkolů

<https://cw.felk.cvut.cz/upload>

- Přednášející:

- doc. Ing. **Jan Faigl**, Ph.D.



- Katedra počítačů – <http://cs.fel.cvut.cz>

- Centrum umělé inteligence – Artificial Intelligence Center (AIC)

<http://aic.fel.cvut.cz>

- Centrum robotiky a autonomních systémů

Center for Robotics and Autonomous Systems – CRAS

<http://robotics.fel.cvut.cz>

- Laboratoř výpočetní robotiky (Computational Robotics Laboratory)

<http://comrob.fel.cvut.cz>

Cíle předmětu

- **Osvojit si** pohled na výpočetní prostředky jako „*počítačový vědec*“ a naučit se je efektivně používat *Computer scientist*
 - Formulovat problém a jeho řešení počítačovým programem
 - Získat povědomí jaké problémy lze výpočetně řešit
- **Získat zkušenost** s programováním *získání vlastní zkušenosti*
 - Programování v C *cvičení, domácí úkoly, zkouška*
- **Osvojit si** schopnost číst, psát a porozumět malým programům
- **Získat** programovací návyky jak psát
 - srozumitelné a přehledné zdrojové kódy;
 - opakovaně použitelné programy.

Výuka programování

„*Separating Programming Sheep from Non-Programming Goats*“

[http://blog.codinghorror.com/
separating-programming-sheep-from-non-programming-goats](http://blog.codinghorror.com/separating-programming-sheep-from-non-programming-goats)
<http://www.eis.mdx.ac.uk/research/PhDArea/saeed/paper1.pdf>

- Efektivní metody výuky programování se hledají již od dob prvních počítačů
tj. přes více než 50 let
- Přesto se zdá, že je každý základní kurz programování obtížný a 30% až 60% studentů jej na poprvé nezvládne
V PRP očekáváme průchodnost výrazně vyšší.
- Základní koncept je pochopení principu přiřazení hodnoty proměnné

Test pochopení principu přiřazení

- Zápis programu pro přiřazení hodnot do proměnných a a b a následné přiřazení proměnné b do a .

Přiřazení hodnoty proměnné

```
1 int a = 10;  
2 int b = 20;  
3  
4 a = b;
```

- Jaké jsou hodnoty proměnných a a b ?

a. $a = 20, b = 0$

f. $a = 30, b = 0$

b. $a = 20, b = 20$

g. $a = 10, b = 30$

c. $a = 0, b = 10$

h. $a = 0, b = 30$

d. $a = 10, b = 10$

i. $a = 10, b = 20$

e. $a = 30, b = 20$

j. $a = 20, b = 10$

Uživatelé počítačů

„Uživatel“

- Spouštěč programů
- Zadává vstup
Píše, kliká, dotýká se
- Čeká na výstup
- Čte výstup

- Relativně omezená množina vstupů
Pouze to co je dovoleno
- Omezen povrchovou znalostí
Toho co je mu dovoleno vidět

„Programátor“

- Spouští programy
- Dává počítači příkazy
Řadí je do posloupnosti
- Vytváří nové programy
- Kombinuje příkazy

- Rozmanitější možnosti použití
Omezen pouze limity počítače
- **Chápe a rozumí principům**
Rychle se učí nové technologie!

Způsob reprezentace znalostí

- Z hlediska výpočtu můžeme rozlišit dva základní typy znalostí

Způsoby popisu problému

Deklarativní

- Tvrzení popisující stav
- Axiomatické
- Umožňuje jednoduše ověřovat (testovat) pravdivost tvrzení
- Neposkytuje návod jak hodnotu vypočítat

Příklad:

$$\sqrt{x} = y, y^2 = x, x \geq 0, y \geq 0$$

Imperativní

- Popis jak něco vypočítat
- Posloupnost výpočtu
- Test jak ovlivnit průběh výpočtu

Příklad:

1. If $y^2 \approx x$

2. Then

return y

3. Else

$$y \leftarrow \frac{y+x}{2}$$

Go to Step 1

Program je „recept“

- Program je „recept“ – posloupnost kroků (výpočtů) popisující průběh řešení problému
- Programování je schopnost samostatně
 - tvořit programy
 - dekomponovat úlohy na menší celky
 - sestavovat z dílčích částí větší programy řešící komplexní úlohu

B0B36PRP – je příležitostí, jak se těmto schopnostem naučit

Organizace a hodnocení předmětu

- B0B36PRP – Procedurální programování
- Rozsah: 2p+2c; Zkončení: Z,ZK; Kredity: 6;

Z – zápočet, ZK – zkouška

- Průběžná práce v semestru – domácí úkoly a test
- Implementační a případně ústní zkouška

Schopnost samostatné práce na počítačích v učebnách

- Docházka na cvičení a odevzdání domácích úloh
- **Supervize práce v počítačové učebně**

Samostatná práce

- Pátek od 11:00 až 14:15 místnost T2:H1-131 (7.10.-11.11.2016)

Pro osvojení si základních návyků používání počítačů v učebně a řešení programovacích úloh

- **„Alternativní“ absolvování předmětu pro velmi zkušené**

Předmět A4B36ACM

Zdroje a literatura

■ Knihy (učebnice)

„*Programming in C*“ (Kochan, 2014) nebo „*Učebnice jazyka C*“ (Herout, 2015)



Programming in C, 4th Edition,
Stephen G. Kochan, Addison-Wesley, 2014,
ISBN 978-0321776419



Základní učební text



Učebnice jazyka C, VI. vydání, *Pavel Herout*,
KOPP, 2010, ISBN 978-80-7232-406-4



-
- Přednášky – podpora učebního textu, slidy, poznámky a především **vlastní poznámky** *Součástí přednášek jsou také zdrojové kódy s příklady!*
 - Cvičení – získání praktických dovedností řešením domácích úkolů a dalších úloh *programovat, programovat, programovat*

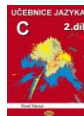
Další učebnice jazyka C



The C Programming Language, 2nd Edition (ANSI C) , *Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie*, Prentice Hall, 1988 (1st edition – 1978)



Učebnice jazyka C – 2. díl, IV. vydání, *Pavel Herout*, KOPP, 2008, ISBN 978-80-7232-367-8



C Programming: A Modern Approach, 2nd Edition, *K. N. King*, W. W. Norton & Company, 2008, ISBN 860-1406428577



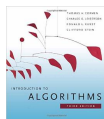
21st Century C: C Tips from the New School, *Ben Klemens*, O'Reilly Media, 2012, ISBN 978-1449327149



Další zdroje



Introduction to Algorithms, 3rd Edition, *Cormen, Leiserson, Rivest, and Stein*, The MIT Press, 2009, ISBN 978-0262033848



Algorithms, 4th Edition, *Robert Sedgewick, Kevin Wayne*, Addison-Wesley, 2011, ISBN 978-0321573513



The C++ Programming Language, 4th Edition (C++11), *Bjarne Stroustrup*, Addison-Wesley, 2013, ISBN 978-0321563842



Přednášky – zimní semestr (ZS) akademického roku 2016/2017

- Harmonogram akademického roku 2016/2017

<http://www.fel.cvut.cz/cz/education/harmonogram1617.html>

- Přednášky:

- Dejvice, místnost T2:D2-256, úterý, 11:00–12:30
- Dejvice, místnost T2:D3-309, středa, 16:15–17:45

- 14 výukových týdnů

13 přednášek

- Středa 16.11.2016 výuka jako pátek

Cvičící

- Ing. **Petr Váňa**
Vedoucí cvičení programu
Otevřená informatika (OI)



- Ing. **Petr Čížek**



- Ing. **Daniel Fišer**



- Ing. **Karel Jalovec**



- Ing. **Martin Svatoš**



- Ing. **Martin Mudroch, Ph.D.**
Vedoucí cvičení programu
Elektronika a komunikace (EK)



- Ing. **Stanislav Vítek, Ph.D.**
Vedoucí cvičení programu
Elektrotechnika, energetika a management (EEM)



- Ing. **Martin Bloch, CSc.**



- Ing. **Ondřej Nentvich**



Řešení problémů související s PRP

- Obracejte se na svého cvičícího dle cvičení, na které chodíte (jste přihlášení)
- Komunikovat můžete elektronickou poštou (e-mail)
 - Pište ze své **fakultní adresy** (odesílatel)
 - **Do předmětu zprávy uvádějte zkratku předmětu PRP**
 - Kopii zprávy (Cc) posílejte též příslušnému vedoucímu cvičení (dle studijního programu)
 - V případě zásadních problémů (např. týkajících se zápočtu) uvádějte do Cc též přednášejícího

Počítačové laboratoře

- Síťové bootování a síťové domovské adresáře (NFS v4)

Přenos a synchronizace souborů – ownCloud, SSH, FTP, USB

- Vývoj v C:

- Překladače **gcc** a **clang**

<https://gcc.gnu.org> a <http://clang.llvm.org>

- Sestavení projektu nástrojem **make** (GNU make)

Ukážeme si později na přednáškách a cvičení

- Textový editor – gedit, atom, **sublime**, **vim**

<https://atom.io/>, <http://www.sublimetext.com/>

<http://www.root.cz/clanky/textovy-editor-vim-jako-ide>

- C/C++ vývojová prostředí – **WARNING: Do Not Use An IDE**

<http://c.learnthethehardway.org/book/ex0.html>

- Code::Blocks, CodeLite

<http://www.codeblocks.org>, <http://codelite.org>

- NetBeans 8.0 (C/C++), Eclipse-CDT

- CLion – <https://www.jetbrains.com/clion>

- Odevzdávání domácích úkolů – Upload system

<https://cw.felk.cvut.cz/upload>

Služby akademické sítě – FEL, ČVUT

- <http://www.fel.cvut.cz/cz/user-info/index.html>
- Diskové úložiště ownCloud – <https://owncloud.cesnet.cz>
- Zasílání velkých souborů – <https://filesender.cesnet.cz>
- Rozvrh a termíny – FEL Portal – <https://portal.fel.cvut.cz>
- FEL Google Account – autentizovaný přístup do Google Apps for Education
Více viz <http://google-apps.fel.cvut.cz/>
- Gitlab FEL – <https://gitlab.fel.cvut.cz/>
- Přístup k informačním zdrojům (IEEE Xplore, ACM, Science Direct, Springer Link) <https://dialog.cvut.cz>
- Akademické a kampusové licence <https://download.cvut.cz>
- Národní Gridová Infrastruktura MetaCentrum
<http://www.metacentrum.cz/cs/index.html>

Domácí úkoly a další úlohy

- Samostatná práce s cílem osvojit si praktické zkušenosti
- Jednotné zadání na přednášce a jednotný termín odevzdání
- Odevzdání domácích úkolů prostřednictvím Upload system

<https://cw.felk.cvut.cz/upload>

- Nahrání (upload) archivu s nezbytnými zdrojovými soubory
- Ověření správnosti implementace automatickými testy
- Penalizace za překročení počtu uploadů

Odevzdávejte funkční kódy, nikoliv „pouze“ kódy, které projdou testy

- Detekce plagiátů

Cílem řešení úkolů je získat vlastní zkušenost

- Úkoly jsou jednoduché a navrhované tak, aby byly stihnutelné
- Klíčem k úspěšnému dokončení předmětu je samostatná práce a osvojení si technik a znalostí

Průběžná práce a řešení úkolů

- Pokud něčemu nerozumíte, **ptejte se!**

Pokud chybujete, tak se učíte, pokud nechybujete, tak už to umíte!

Přehled domácích úkolů

- Domácí úkoly s povinným, **volitelným**, případně bonusovým zadáním

<https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/b0b36prp/hw/start>

0. HW 00 - První program

Testovací úkol za 1 bod

1. HW 01 - Načítání vstupu, výpočet a výstup

2. HW 02 - První cyklus

3. HW 03 - Kreslení v příkazové řádce

4. HW 04 - Prvočíselný rozklad

5. HW 05 - Maticové počty

6. HW 06 - Caesarova šifra

7. HW 07 - Lámání hesla

8. HW 08 - Kruhová fronta v poli

9. HW 09 - Načítání a ukládání grafu

10. HW 10 - Integrace načítání grafu a prioritní fronta v úloze hledání nejkratších cest

HW 09 + 11. přednáška, soutěž na extra body

- Podmínkou zápočtu je úspěšné odevzdání všech domácích úkolů

- **Odevzdání volitelného zadání je doporučeno** (není částečné odevzdání)

Celkové body za povinné zadání **35b**, volitelné zadání **20b**, bonusové **10b+**

Hodnocení předmětu

Zdroj bodů	Maximum bodů (povinné + volitelné)	Přípustné minimum bodů
Domácí úkoly	60	30
Test v semestru	10	0
Písemný zkouškový test	20	10
Implementační zkouška	10	0
Součet	100 bodů	40 bodů je F!

- Pro zápočet je minimální počet bodů ze semestru **30**
- Předmět lze úspěšné ukončit **zápočtem a zkouškou**
- Získání **zápočtu** je podmíněno odevzdáním všech domácích úkolů
Nejpozději 15.1.2017 v 23:59 CET!

Klasifikace předmětu

Klasifikace	Bodové rozmezí	Hodnocení	Slovní hodnocení
A	≥ 90	1	výborně
B	80–89	1,5	velmi dobře
C	70–79	2	dobře
D	60–69	2,5	uspokojivě
E	50–59	3	dostatečně
F	< 50	4	nedostatečně

■ Očekávané výsledky

- Včasné odevzdáním všech domácích úkolů s povinným a volitelným zadáním (60 bodů)
- Test v semestru (10 bodů)
- Písemná zkouška (20 bodů)
- Implementační zkouška (10 bodů)
- **95 bodů** a více (A – výborně) – s menším zaváháním
- **76 bodů** (C – dobře) – při 20% ztrátě

76 a více bodů představuje solidní základ pro budování programátorských dovedností.

Přehled přednášek

- 01 - Informace o předmětu, Základy programování v C
S. G. Kochan: kapitoly 2 a 3
- 02 - Zápis programu v C a základní řídicí struktury
S. G. Kochan: kapitoly 3, 4, 5 a část 6
- 03 - Řídicí struktury, výrazy a funkce
S. G. Kochan: kapitoly 4, 5, 6 a 12
- 04 - Pole, ukazatel, textový řetězec, vstup a výstup programu
S. G. Kochan: kapitoly 7, 10 a 11
- 05 - Ukazatele, paměťové třídy a volání funkcí
S. G. Kochan: kapitoly 8 a 11
- 06 - Struktury a uniony, přesnost výpočtů a vnitřní reprezentace číselných typů
S. G. Kochan: kapitoly 9, 14, 17 a Appendix B
- x67 - Přednáška na vyzvané téma (7. výukový týden, pouze úterý)
- 07 - Standardní knihovny C. Rekurze. (**Základní vlastnosti jazyka C probrány.**)
S. G. Kochan: kapitola 16 a Appendix B
- 08 - Spojové struktury
- 09 - Stromy
- 10 - Abstraktní datový typ (ADT) - zásobník, fronta, prioritní fronta
- 11 - Prioritní fronta, halda. Příklad použití při hledání nejkratší cesty v grafu
- 12 - *Systémy pro správu verzí*
- 13 - *Rozdíly C a C++*

Část II

Část 2 – Základy programování v C

Jazyk C

- Nízko-úrovňový programovací jazyk
- Systémový programovací jazyk (operační systém)
Jazyk pro vestavné (embedded) systémy — MCU, křížová (cross) kompilace
- Téměř vše nechává na uživateli (programátorovi)
Inicializace proměnných, uvolňování dynamické paměti
- Má blízko k využití hardwarových zdrojů výpočetního systému
Přímé volání služeb OS, přímý zápis do registrů a portů.
- Klíčové pro správné fungování programu je zacházení s pamětí
Cílem kurzu PRP je naučit se základním principům, které lze následně generalizovat též pro jiné programovací jazyky. Pochopení těchto principů je klíčem k efektivnímu psaní efektivních programů.

Je výhodné mít překlad programu plně pod kontrolou.

Přestože to může z počátku vypadat složitě, jsou základní principy relativně jednoduché. I proto je výhodné používat základní nástroje pro překlad programů a po jejich osvojení využít komplexnější vývojové prostředí.

Zápis programu

- Zdrojový kód programu v jazyce C se zapisuje do textových souborů
 - **Zdrojové soubory** zpravidla pojmenované s koncovkou **.c**
 - **Hlavičkové soubory** s koncovkou **.h**
- Kompilací zdrojových souborů překladačem do binární podoby vznikají objektové soubory **.o**
- Z objektových souborů se sestavuje výsledný program
- Příklad zápisu jednoduchého programu:

```
1  #include <stdio.h>
2
3  int main(void)
4  {
5      printf("I like BOB36PRP!\n");
6
7      return 0;
8  }
```

lec01/program.c

Překlad (kompilace) a spuštění programu

- Zdrojový soubor `program.c` přeložíme do spustitelné podoby kompilátorem např. `clang` nebo `gcc`

```
clang program.c
```

- Vznikne soubor `a.out`, který můžeme spustit např.

```
./a.out
```

Alternativně pouze jako `a.out` pokud je aktuální pracovní adresář nastaven v prohledávané cestě spustitelných souborů

- Program po spuštění vypíše text uvedený jako argument `printf()`

```
./a.out
```

```
I like BOB36PRP!
```

- Pokud nechce psát `./a.out` ale raději jen `a.out` lze přidat aktuální pracovní adresář do cest(y) definované proměnnou prostředí `PATH`

```
export PATH="$PATH: 'pwd' "
```

Pracovních adresářů můžete mít více—používejte obezřetně.

- Příkaz `pwd` vytiskne aktuální pracovní adresář, více viz `man pwd`

Struktura zdrojového souboru

■ Komentovaný zdrojový soubor program.c

```
1  /* komentar zapisujeme do dvojice vyhrazenych znaku */
2  // Nebo v C11 jako jednoradkovy
3  #include <stdio.h> /* vlozeni hlavickoveho souboru
   standardni knihovny stdio.h */
4
5  int main(void) // zjednodusena deklarace
6  { // hlavni funkce program main()
7    printf("I like BOB36PRP!\n"); /* volani funkce
   printf() z knihovny stdio.h pro tisk textoveho
   retezce na standardni vystup. Znak \n definuje novy
   radek (odradkovani). */
8
9    return 0; /* ukonceni funkce a predani navratove
   hodnoty 0 operacnimu systemu */
10 }
```

Zdrojové soubory

- Rozdělení na zdrojové a hlavičkové soubory umožňuje rozlišit deklaraci a definici, především však podporuje
 - **Organizaci** zdrojových kódů v adresářové struktuře souborů
 - **Modularitu**
 - Hlavičkový soubor obsahuje popis co modul nabízí
 - Popis (seznam) funkcí a jejich parametrů bez konkrétní implementace
 - **Znovupoužitelnost**
 - Pro využití binární knihovny potřebuje znát její „rozhraní“, které je definované v hlavičkovém souboru

Překlad a sestavení programu

- Uvedený příklad slučuje jednotlivé kroky překladu a sestavení programu do volání jediného příkazu (`clang` nebo `gcc`). Překlad se však skládá ze tří částí, které lze provést individuálně

1. Textové předzpracování **preprocesorem**, který má vlastní makro jazyk (příkazy uvozeny znakem `#`)

clang -c program.c -o program.o

Všechny odkazované hlavičkové soubory se vloží do jediného zdrojového souboru

2. Vlastní překlad zdrojového souboru do objektového souboru

*Zpravidla jsou jména souborů zakončena příponou **.o***

clang -c program.c -o program.o

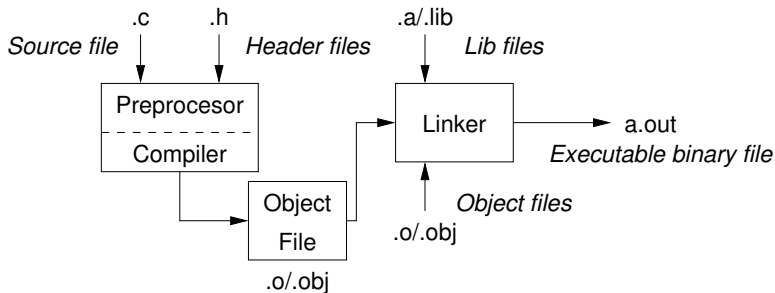
Příkaz kombinuje volání preprocesoru a kompilátoru.

3. Spustitelný soubor se sestaví z příslušných dílčích objektových souborů a odkazovaných knihoven, tzv. „linkováním“ (**linker**), např.

clang program.o -o program

Schema překladač a sestavení programu

- Vývoj programu se skládá z editace zdrojových souborů (.c a .h);
Lidsky čitelných
- kompilace dílčích zdrojových souborů (.c) do objektových souborů (.o nebo .obj) ;
Strojově čitelných
- linkování přeložených souborů do spustitelného programu;
- spouštění a ladění aplikace a opětovné editace zdrojových souborů.



Části překladač a sestavení programu

- **preprocesor** – umožňuje definovat makra a tím přizpůsobit překlad aplikace kompilačnímu prostředí

Výstupem je textový („zdrojový“) soubor.

- **compiler** – Překládá zdrojový (textový) soubor do strojově čitelné (a spustitelné) podoby

Nativní (strojový) kód platformy, bytecode, případně assembler

- **linker** – sestavuje program z objektových souborů do podoby výsledné aplikace

Stále může odkazovat na knihovní funkce (dynamické knihovny linkované při spuštění programu), může též obsahovat volání OS (knihovny).

- Dílčí části **preprocesor**, **compiler**, **linker** jsou zpravidla „jediný“ program, který se volá s příslušnými parametry

Překladače jazyka C

- V rámci předmětu PRP budeme používat především překladače z rodin:

- `gcc` – GNU Compiler Collection

<https://gcc.gnu.org>

- `clang` – C language family frontend for LLVM

<http://clang.llvm.org>

Pro win platformy pak odvozená prostředí [cygwin](https://www.cygwin.com/) nebo [MinGW](http://www.mingw.org/)*

- Základní použití (přepínače a argumenty) je u obou překladačů stejné

clang je kompatibilní s gcc

- Příklad použití

- `compile: gcc -c main.c -o main.o`

- `link: gcc main.o -o main`

Příklad součtu dvou hodnot

```
1  #include <stdio.h>
2
3  int main(void)
4  {
5      int sum; /* definice lokální proměnné typu int */
6
7      sum = 100 + 43; /* hodnota výrazu se uloží do sum */
8      printf("The sum of 100 and 43 is %i\n", sum);
9      /* %i formátovací příkaz pro tisk celého čísla */
10     return 0;
11 }
```

- Proměnná `sum` typu `int` reprezentuje celé číslo, jehož hodnota je uložena v paměti
- `sum` je námi zvolené symbolické jméno místa v paměti, kde je uložena celočíselná hodnota (typu `int`)

Příklad součtu hodnot dvou proměnných

```
1  #include <stdio.h>
2
3  int main(void)
4  {
5      int var1;
6      int var2 = 10; /* inicializace hodnoty promenne */
7      int sum;
8
9      var1 = 13;
10
11     sum = var1 + var2;
12
13     printf("The sum of %i and %i is %i\n", var1, var2, sum);
14
15     return 0;
16 }
```

- Proměnné var1, var2 a sum reprezentují tři různá místa v paměti (automaticky přidělené), ve kterých jsou uloženy tři celočíselné hodnoty

Základní číselné typy

■ Celočíselné typy – `int`, `long`, `short`, `char`

`char` – celé číslo v rozsahu jednoho bajtu nebo také znak

- Velikost paměti alokované příslušnou (celo)číselnou proměnnou se může lišit dle architektury počítače nebo překladače

Typ `int` má zpravidla velikost 4 bajty a to i na 64-bitových systémech

- Aktuální velikost paměťové reprezentace lze zjistit operátorem `sizeof()`, kde argumentem je jméno typu nebo proměnné.

```
int i;
printf("%lu\n", sizeof(int));
printf("ui size: %lu\n", sizeof(i));
```

`lec01/types.c`

■ Neceločíselné typy – `float`, `double`

Jsou dané implementací, většinou dle standardu IEEE-754-1985

- `float` – 32-bit IEEE 754
- `double` – 64-bit IEEE 754

http://www.tutorialspoint.com/cprogramming/c_data_types.htm

Znaménkové a neznaménkové celočíselné typy

- Celočíselné typy kromě počtu bajtů rozlišujeme na

- **signed** – **znaménkový** (základní)
- **unsigned** – **neznaménkový**

Proměnná neznaménkového typu nemůže zobrazit záporné číslo

- Příklad (1 byte):

`unsigned char`: 0 až 255

`signed char`: -128 až 127

```
1 unsigned char uc = 127;
2 char su = 127;
3
4 printf("The value of uc=%i and su=%i\n", uc, su);
5 uc = uc + 2;
6 su = su + 2;
7 printf("The value of uc=%i and su=%i\n", uc, su);
```

`lec01/signed_unsigned_char.c`

Znak – char

- Znak je typ `char`
- Znak reprezentuje celé číslo (byte)
 - Kódování znaků (grafických symbolů), např. ASCII – American Standard Code for Information Interchange.*
- Hodnotu znaku lze zapsat jako tzv. znakovou konstantu, např. `'a'`.

```

1 char c = 'a';
2
3 printf("The value is %i or as char '%c'\n", c, c);

```

`lec01/char.c`

```

clang char.c && ./a.out
The value is 97 or as char 'a'

```

- Pro řízení výstupních zařízení jsou definovány řídicí znaky
 - Tzv. **escape sequences***
 - `\t` – tabulátor (tabular), `\n` – nový řádek (newline),
 - `\a` – pípnutí (beep), `\b` – backspace, `\r` – carriage return,
 - `\f` – form feed, `\v` – vertical space

Logický datový typ (Boolean) – `_Bool`

- Ve verzi **C99** je zaveden logický datový typ `_Bool`

```
_Bool logic_variable;
```

- Jako hodnota *true* je libovolná hodnota typu `int` různá od 0
- Dále můžeme využít hlavičkového souboru `stdbool.h`, kde je definován typ `bool` a hodnoty `true` a `false`

```
#define false 0  
#define true 1  
  
#define bool _Bool
```

- V původním (ANSI) C explicitní datový typ pro logickou hodnotu není definován.
 - Můžeme však použít podobnou definici jako v `stdbool.h`

```
#define FALSE 0  
#define TRUE 1
```


Rozsahy celočíselných typů

- Rozsahy celočíselných typů v C nejsou dány normou, ale implementací *Mohou se lišit implementací a prostředím 16 bitů vs 64 bitů*
- Norma garantuje, že pro rozsahy typů platí
 - `short` \leq `int` \leq `long`
 - `unsigned short` \leq `unsigned` \leq `unsigned long`
- Pokud chceme zajistit definovanou velikost můžeme použít definované typy například v hlavičkovém souboru `stdint.h`

IEEE Std 1003.1-2001

<code>int8_t</code>	<code>uint8_t</code>
<code>int16_t</code>	<code>uint16_t</code>
<code>int32_t</code>	<code>uint32_t</code>

[lec01/inttypes.c](#)

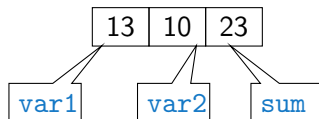
<http://pubs.opengroup.org/onlinepubs/009695399/basedefs/stdint.h.html>

Přiřazení, proměnné a paměť – Vizualizace

unsigned char

```
1 unsigned char var1;  
2 unsigned char var2;  
3 unsigned char sum;  
4  
5 var1 = 13;  
6 var2 = 10;  
7  
8 sum = var1 + var2;
```

- Každá z proměnných alokuje právě 1 byte
- Obsah paměti není po alokaci definován
- Jméno proměnné „odkazuje“ na paměťové místo
- Hodnota proměnné je obsah paměťového místa

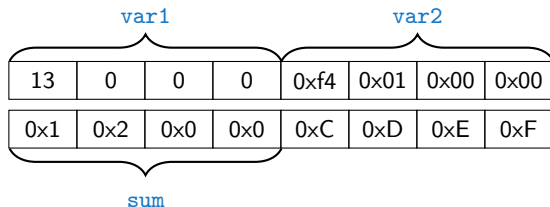


Přiřazení, proměnné a paměť – Vizualizace `int`

```

1  int var1;
2  int var2;
3  int sum;
4
5  var1 = 13;
6  var2 = 500;
7
8  sum = var1 + var2;
```

- Proměnné typu `int` alokují 4 bajty
Zjistit velikost můžeme operátorem `sizeof(int)`
- Obsah paměti není po alokaci definován



500 (dec) je 0x01F4 (hex)

513 (dec) je 0x0201 (hex)

*V případě architektury Intel x86 a x86-64 jsou hodnoty uloženy v pořadí **little-endian***

Výrazy

- **Výraz** předepisuje výpočet hodnoty určitého vstupu
- Struktura výrazu obsahuje **operandy**, **operátory** a **závorky**
- Výraz může obsahovat
 - literály
 - unární a binární operátory
 - proměnné
 - volání funkcí
 - konstanty
 - závorky
- Pořadí operací předepsaných výrazem je dáno **prioritou** a **asociativitou** operátorů.

Příklad

```
10 + x * y      // pořadí vyhodnocení 10 + (x * y)
10 + x + y      // pořadí vyhodnocení (10 + x) + y
```

** má vyšší prioritu než +
+ je asociativní zleva*

Základní rozdělení operátorů

- Operátory jsou vyhrazené znaky (nebo posloupnost znaků) pro zápis výrazů
- Můžeme rozlišit čtyři základní typy binárních operátorů
 - **Aritmetické** operátory – sčítání, odčítání, násobení, dělení
 - **Relační** operátory – porovnání hodnot (menší, větší, ...)
 - **Logické** operátory – logický součet a součin
 - **Operátor přiřazení** - na levé straně operátoru `=` je proměnná
- Unární operátory
 - indikující kladnou/zápornou hodnotu: `+` a `-`
operátor – modifikuje znaménko výrazu za ním
 - modifikující proměnou: `++` a `--`
 - logický operátor doplněk: `!`
- Ternární operátor – podmíněné přiřazení hodnoty

Proměnné, operátor přiřazení a příkaz přiřazení

- Proměnné definujeme uvedením typu a jména proměnné

- Jména proměnných volíme malá písmena
- Víceslovná jména zapisujeme s podtržítkem `_`

Nebo volíme `CamelCase`

- Proměnné definujeme na samostatném řádku

```
int n;
int number_of_items;
```

- Přiřazení je nastavení hodnoty proměnné, tj. uložení definované hodnoty na místo v paměti, kterou proměnná reprezentuje

- Tvar **přiřazovacího operátoru**

$$\langle \text{proměnná} \rangle = \langle \text{výraz} \rangle$$

Výraz je literál, proměnná, volání funkce, ...

- **Příkaz přiřazení** se skládá z operátoru přiřazení `=` a ;

- Levá strana přiřazení musí být **l-value – location-value, left-value**

Tj. musí reprezentovat paměťové místo pro uložení výsledku.

- Přiřazení je výraz a můžeme jej použít všude, kde je dovolen výraz příslušného typu

Základní aritmetické výrazy

- Pro operandy číselných typů `int` a `double` jsou definovány operátory *Ale také pro `char`, `short`, `float`*
 - unární operátor změna znaménka `-`
 - binární sčítání `+` a odčítání `-`
 - binární násobení `*` a dělení `/`
- Pro operandy celočíselných typů pak dále
 - binární zbytek po dělení `%`
- Pro oba operandy stejného typu je výsledek aritmetické operace stejného typu
- V případě kombinace typů `int` a `double`, se `int` převede na `double` a výsledek je hodnota typu `double`. *Implicitní typová konverze*
- Dělení operandů typu `int` je celá část podílu *Např. $7/3$ je 2 a $-7/3$ je -2*
- Pro zbytek po dělení platí $x \% y = x - (x/y) * y$
Např. $7 \% 3$ je 1 $-7 \% 3$ je -1 $7 \% -3$ je 1 $-7 \% -3$ je -1
*Pro záporné operandy je v C99 výsledek celočíselného dělení blíže 0, platí $(a/b)*b + a \% b = a$. Pro starší verze C závisí výsledek na překladači.*
Další aritmetické operátory příště.

Příklad – Aritmetické operátory 1/2

```
1 int a = 10;
2 int b = 3;
3 int c = 4;
4 int d = 5;
5 int result;
6
7 result = a - b; // rozdíl
8 printf("a - b = %i\n", result);
9
10 result = a * b; // násobení
11 printf("a * b = %i\n", result);
12
13 result = a / b; // celocíselné dělení
14 printf("a / b = %i\n", result);
15
16 result = a + b * c; // priorita operátoru
17 printf("a + b * c = %i\n", result);
18
19 printf("a * b + c * d = %i\n", a * b + c * d); // -> 50
20 printf("(a * b) + (c * d) = %i\n", (a * b) + (c * d)); // -> 50
21 printf("a * (b + c) * d = %i\n", a * (b + c) * d); // -> 350
```

lec01/arithmetical_operators.c

Příklad – Aritmetické operátory 2/2

```
1  #include <stdio.h>
2
3  int main(void)
4  {
5      int x1 = 1;
6      double y1 = 2.2357;
7      float x2 = 2.5343f;
8      double y2 = 2;
9
10     printf("P1 = (%i, %f)\n", x1, y1);
11     printf("P1 = (%i, %i)\n", x1, (int)y1);
12     printf("P1 = (%f, %f)\n", (double)x1, (double)y1);
13     printf("P1 = (%.3f, %.3f)\n", (double)x1, (double)y1);
14
15     printf("P2 = (%f, %f)\n", x2, y2);
16
17     double dx = (x1 - x2); // implicitni konverze na float, resp.
18     double dy = (y1 - y2);
19
20     printf("(P1 - P2)=(%.3f, %0.3f)\n", dx, dy);
21     printf("|P1 - P2|^2=%.2f\n", dx * dx + dy * dy);
22     return 0;
23 }
```

lec01/points.c

Standardní výstup a vstup

- Spuštěný program v prostředí operačního systému má přiřazený znakově orientovaný standardní vstup (`stdin`) a výstup (`stdout`)

Výjimkou jsou zpravidla programy pro MCU bez OS.

- Program může prostřednictvím `stdout` a `stdin` komunikovat s uživatelem
- Základní funkce pro znakový výstup je `putchar()` a pro vstup `getchar()` definované ve standardní knihovně `stdio.h`.
- Pro načítání číselných hodnot lze využít funkci `scanf()`
- Formátovaný výstup je možné tisknout funkce `printf()`, např. číselné hodnoty

Jedná se o knihovní funkce, ze standardní knihovny. Jména funkcí nejsou klíčová slova jazyka C.

Formátovaný výstup – printf()

- Číselné hodnoty lze tisknout (vypsat) na standardní výstup prostřednictvím funkce `printf()`

`man printf`, resp. `man 3 printf`

- Argumentem funkce je textový řídicí řetězec formátování výstupu
- Řídicí řetězec formátu je uvozen znakem `'%'`
- Znakové posloupnosti (nezačínající `%`) se vypíše tak jak jsou uvedeny
- Základní řídicí řetězce pro výpis hodnot jednotlivých typů

<code>char</code>	<code>%c</code>
<code>_Bool</code>	<code>%i, %u</code>
<code>int</code>	<code>%i, %x, %o</code>
<code>float</code>	<code>%f, %e, %g, %a</code>
<code>double</code>	<code>%f, %e, %g, %a</code>

- Dále je možné specifikovat počet vypsaných míst, zarovnání vlevo (vpravo), atd.

Více na cvičení a v domácích úkolech.

Formátovaný vstup – scanf()

- Číselné hodnoty ze standardního vstupu lze načíst funkcí `scanf()`
man scanf, resp. man 3 scanf
- Argumentem je textový řídicí řetězec
Syntax podobný příkazu printf
- Je nutné předat paměťové místo pro uložení hodnoty
- Příklad načtení hodnoty celého čísla a hodnoty typu `double`

```

1  #include <stdio.h>
2
3  int main(void)
4  {
5      int i;
6      double d;
7
8      printf("Enter int value: ");
9      scanf("%i", &i); /* operator & vraci adresu
   promenne i */
10
11
12     printf("Enter a double value: ");
13     scanf("%lf", &d);
14     printf("You entered %02i and %0.1f\n", i, d);
15
16     return 0;
17 }

```

`lec01/scanf.c`

Část III

Část 3 – Zadání 1. domácího úkolu (HW01)

Zadání 1. domácího úkolu HW01

Téma: Načítání vstupu, výpočet a výstup

Povinné zadání: **2b**; Volitelné zadání: **není**; Bonusové zadání: **není**

- **Motivace:** Získat představu o interakci uživatele s programem
- **Cíl:** Osvojit si načítání vstupu, formátovaného výstupu a základní posloupnosti příkazů
- **Zadání:** <https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/b0b36prp/hw/hw01>
 - Načítání celých čísel ze standardního vstup
 - Výpis čísel v dekadické a šestnáctkové soustavě
 - Provedení základní aritmetických operací s načtenými čísly
 - Výpočet podílu a průměrné hodnoty čísel
 - Dodržení správného formátování výstupu

Použijte **hex** zobrazení výstupu – `hexdump -C`

- **Termín odevzdání:** **15.10.2016, 23:59:59 PDT**

PDT – Pacific Daylight Time

Shrnutí přednášky

Diskutovaná témata

- Informace o předmětu
- Základy programování v C
 - Program, zdrojové soubory a kompilace programu
 - Struktura zdrojového souboru a zápis programu
 - Proměnné, základní číselné typy
 - Proměnné, přiřazení a paměť
 - Základní výrazy
 - Standardní vstup a výstup programu
 - Formátovaný vstup a výstup

- **Příště: Zápis programu v C a základní řídicí struktury**