

# Programování v C

Jan Faigl

Katedra počítačů

Fakulta elektrotechnická

České vysoké učení technické v Praze

Organizace předmětu

**BAB36PRGA – Programování v C**

# Přehled témat

- Část 1 – Organizace předmětu
  - Organizace
  - Cíle
  - Prostředky dosažení cílů
  - Hodnocení a zkouška
  - Komunikace
  - Vývojová prostředí a služby akademické sítě

# Část I

## Organizace předmětu

# Předmět a přednášející

## BAB36PRGA – Programování v C

- Webové stránky předmětu

<https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/bab36prga>

- Odevzdávání domácích úkolů

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

- Přednášející:

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

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

- Centrum umělé inteligence – **Artificial Intelligence Center (AIC)**

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

- Centrum robotiky a autonomních systémů  
Center for Robotics and Autonomous Systems – CRAS

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

- **Laboratoř výpočetní robotiky (Computational Robotics Laboratory)**

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



# Cvičení

- MSc. **Yuliia Prokop**, Ph.D.



- Ing. **Jindřiška Deckerová**



## Organizace a hodnocení **BAB36PRGA** – Programování v C

- Rozsah: 2p+2c; Zakončení: Z,ZK; Kredity: 6; 1 ECTS kredit je 25–30 hodin za semestr, cca 180 h.
  - Kontaktní část (přednáška a cvičení): 3 hodiny týdně, tj. 42 hodin celkem.
  - Zkouška včetně přípravy: *10 hodin*.
  - Domácí příprava (úkoly) cca **9 hodin týdně**.

*Medián zátěže!*

- 
- **Průběžná práce v semestru** – domácí úkoly.
  - **Zkouškový test a implementační zkouška.** *Schopnost samostatné práce na počítačích v učebnách.*

- 
- Docházka na **cvičení** a odevzdání domácích úloh. *Samostatná práce (kontrola plagiátů).*
    - Postupujte systematicky, budete tak postupně rozvíjet své schopnosti.
    - Využijte čas v prvních úlohách a naučte se psát programy správně.

*Program musí být nejen správný a funkční, ale také čitelný a udržovatelný!*

- 
- **Konzultace** – Pokud nevíte, tápete nebo řešíte domácí úkol příliš dlouho, **konzultujte** s cvičícím/přednášejícím. *Čtěte (učebnici), pochopte principy (nejen hledat řešení), hlídejte si čas a včas konzultujte!*
    - **Maximálně využijte kontaktní čas na cvičení/přednášce, ptejte se, diskutujte!**

## Přednášky – letní semestr (LS) akademického roku 2024/2025

- Harmonogram akademického roku 2024/2025.

<https://www.fel.cvut.cz/cz/education/harmonogram2425.html>

- Přednášky

- Kampus Dejvice, místnost T2:D3-209, úterý, 18:00–19:30.

- 14 výukových týdnů.

*13+1 přednášek*

- Státní svátky:

- 18.04.2025 (pátek), 21.04.2025 (pondělí), 01.05.2025 (čtvrtek), 08.05.2025 (čtvrtek),

- Rektorský den (den bez výuky) – 14.05.2025 (středa).

- Náhrada výuky 06.05.2025 (úterý) bude čtvrteční výuka za 08.05.2025 (čtvrtek).

- *Předpokládaný test z fyziky (B3B02FY1A) v týdnu od 7.4. a v týdnu od 5.5.*

- Konzultace: po domluvě.

*Typicky pátek odpoledne na KN, KN:E-205.*

## Zdroje a literatura

### ■ Knihy (učebnice)

*Základní učební text „Programming in C“ (Kochan, 2014)*



Programming in C, 4th Edition, *Stephen G. Kochan*,  
Addison-Wesley, 2014.

*Doporučená učebnice.*



HW 1 má termín odevzdání až 16.03.2024, čtěte!



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

*Podobná referenční příručka, stále kompletní učebnice.*



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

*1st edition 1978*



- Přednášky – podpora učebního textu, slidy, videa, poznámky a **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



Practical C Programming, *Steve Oualline*, O'Reilly Media, Inc., 3rd edition, 1997)

*Briefer than Kochan's textbook, still comprehensive.*



Effective C: An Introduction to Professional C Programming, *Robert C. Seacord*, *William Pollock*, 2020.

*Great if you already known some of C syntax and like to improve your skill further.*



Fluent C, Principles, Practices, and Patterns, *Christopher Preschern*, O'Reilly Media, Inc., 2022.

*Suitable if you like to know more about coding practices.*



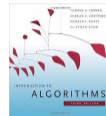
21st Century C: C Tips from the New School, *Ben Klemens*, O'Reilly Media, 2012.



## 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



## 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://www.eis.mdx.ac.uk/research/PhDArea/saeed/paper1.pdf>

- Efektivní metody výuky programování se hledají již od dob prvních počítačů  
*Déle než 50 let*
- Přesto se zdá, že je každý základní kurz programování obtížný a 30 % až 60 % studentů jej na poprvé nezvládne.

2023/2024: 60 % (82 % z udělených zápočtů, 47)

2022/2023: 55 % (96 % z udělených zápočtů, 32)

2021/2022: 46 % (89 % z udělených zápočtů, 38)

2020/2021: 37 % (92 % z udělených zápočtů, 39)

2019/2020: 65 % (100 % z udělených zápočtů, 23)

- **Základní koncept je pochopení principu přiřazení hodnoty proměnné!**

*Je to především práce s pamětí, která je v Cčku velmi přímá.*

## Princip 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;  
4 a = b;
```

- Jaké jsou hodnoty proměnných  $a$  a  $b$ ?

a.  $a = 20, b = 0$

b.  $a = 20, b = 20$

c.  $a = 0, b = 10$

d.  $a = 10, b = 10$

e.  $a = 30, b = 20$

f.  $a = 30, b = 0$

g.  $a = 10, b = 30$

h.  $a = 0, b = 30$

i.  $a = 10, b = 20$

j.  $a = 20, b = 10$

*Program vlastně „jen“ přesouvá a upravuje číselné hodnoty v paměti na základě definovaných podmínek!*

# Program je „recept“

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

BAB36PRGA – je příležitostí, jak se těmto schopnostem naučit!

# Způsob výuky programování v BAB36PRGA

- Naší snahou je vybudovat zkušenost a rozvinout dovednost programování.
  - Programování vs. algoritmizace;
  - Programování je „řemeslo“, jak správně implementovat nějaký algoritmus.
  - **Jen funkční nestačí - program musí být i správně!** *Očekávaný vstup vs. co všechno může uživatel na vstup zadat.*
- Studijní zátěž je proto rozložena do výukové části semestru.
  - Úkoly na cvičení a termíny domácích úkolů.
- Systematické rozvíjení dovednosti programování v průběhu semestru považujeme za zásadní.  
*Typicky je na začátku semestru čas pro pochopní principů (čtení učebnice)!*
- Bez znalosti konstruktů a základní příkazů nelze efektivně programovat.
- Vědět a umět použít (nikoliv “slepotat”). *Nezávislost na našeptávači či Co-pilotu!*
  - Začínáme relativně jednoduchými úlohami k osvojení programovacích konstruktů a způsobu organizace zdrojového kódu. *Přehledný kód a schopnost se efektivně orientovat v kódu!*
  - *Úkoly jdou vždy realizovat s tím, co si řekneme na přednášce/cvičení.*  
*Řešení s pokročilejšími konstrukty může být elegantnější(kratší), nemusí však dodat potřebný vhled.*
- V prvních přednáškách pokrýváme nezbytné znalosti, které jsou dále prohlubovány.
  - Cvičení dopňují přednášky a dávají více prostoru pro praktické osvojení problematiky.
- Můžete volit praktický způsob vstřebávání znalosti programování z příkladů, který je vhodný doplnit **teoretickou přípravou z učebnic(e)**.

## Přehled přednášek

- 01 - Úvod do programování v C *S. G. Kochan: kapitoly 1–3*
- 02 - Základy programování (v C) *S. G. Kochan: kapitoly 2–5 a část 6*
- 03 - Řídící struktury, výrazy a funkce *S. G. Kochan: kapitoly 4–6 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*
- 07 - Standardní knihovny C. Rekurze. (**Základní vlastnosti jazyka C probrány.**)  
*S. G. Kochan: kapitola 16 a Appendix B*
- 08 - Spojové struktury
- 09 - Abstraktní datový typ (ADT) - zásobník, fronta, prioritní fronta
- 10 - Paralení programování, paralelní výpočty a synchronizační primitiva (semafony, zprávy a sdílená paměť)
- 11 - Vícevláknové programování, modely aplikací, POSIX vlákna C11 vlákna
- 12 - *Rezerva* - čtvrtěční rozvrh
- 13 - Kódovací příklady
- 14 - ANSI C, C99, C11 a rozdíly mezi C a C++. Úvod do C++ v příkladech

**Přednáška nemusí být prezentace slidů – je očekávána interakce, řešení dotazů a diskuse problematických a náročnějších částí.**

Podklady k přednášce jsou k dispozici před přednáškou podobně jako **učebnice**.

## 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 BRUTE.

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

- 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 navrhovány tak, aby byly stihnutelné. Plánujte a hlídejte si čas, včas konzultujte.
- 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. *51 h, bonus +20 h*

Další domácí příprava 20–40 h

<https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/b3b36prga/hw/start>

- |    |   |                                      |
|----|---|--------------------------------------|
| 0. | HW 0 - První program  | 1 h                                  |
| 1. | HW 1 - Načítání vstupu, výpočet a výstup<br>( <b>Kontrola přehlednosti kódu</b> – až -100% z dosažených bodů) | 4 h                                  |
|    | <i>Seznámení se s prostředím, psaním programů, jejich laděním, testováním a odevzdáváním. ~ 20–40 h</i>       |                                      |
| 2. | HW 2 - Kreslení (ASCII art) ( <b>Kontrola kódu</b> – až -100%)  | 5 h                                  |
| 3. | HW 3 - Prvočíselný rozklad ( <b>Kontrola kódu</b> – až -100%)   | 5 h, bonus +8 h                      |
| 4. | HW 4 - Caesarova šifra ( <b>Kontrola kódu</b> – až -100%)   | 6 h, bonus +6 h                      |
| 5. | HW 5 - Hledání textu v souborech  | 6 h                                  |
| 6. | HW 6 - Maticové počty ( <b>Kontrola kódu</b> – až -100%)  | 6 h bonus +6 h                       |
| 7. | HW 7 - Kruhová fronta v poli - <i>Dynamicky linkovaná knihovna</i>  | 6 h                                  |
| 8. | HW 8 - Fronta spojovým seznamem s řazením   | 6 h                                  |
| 9. | HW 9 - Prioritní fronta haldou (binární strom v poli) a Heap Sort   | 6 h                                  |
|    | Lab12 - Vícevláknová aplikace - <b>řešení a odevzdání na cvičení</b>  | <i>cvičení 12 a 13 (cca 1,5–2 h)</i> |

- Podmínkou zápočtu je úspěšné odevzdání všech domácích úkolů.
- Odevzdání **volitelného zadání je doporučeno** (není částečné odevzdání).

Celkové body za povinné zadání **30b**, volitelné zadání **15b**, bonusové **15b**.

# Odevzdávání domácích úkolů – BRUTE

## ■ BRUTE – Bundle for Reservation, Uploading, Testing and Evaluation

- Formální kontrola – kompilace programu.
- Testování funkčnosti a správnosti – **kontrola výstupu pro daný vstup**.
  - Veřejné vstupy a odpovídající výstupy / neveřejné vstupy.
- Před uploadem programu si program otestujete sami.
  - S využitím dostupných vstupů a výstupů.
  - Vytvoření vlastních vstupů a laděním programu.
  - Vytvoření vstupů **přiloženým generátorem vstupů**.
  - Ověření výstupu **přiloženým testovacím nebo referenčním programem**.
- Porozumění kódu a kontrola možných stavů.
  - **Pro každý řádek byste měli být schopni odpovědět proč tam je a co dělá!**
  - Pro **každou funkci nebo načtení vstupu** od uživatele analyzujte možné vstupní hodnoty nebo **návratové hodnoty funkcí!**
    - Pokud je z hlediska funkčnosti vstup nebo návratová hodnota zásadní, **proved'te kontrolu vstupu a/nebo příslušnou akci**, např. vypsání hlášení a ukončení programu.

Např. očekávaný vstup je číslo a uživatel zadá něco jiného.

# Úkoly a BRUTE

- Úkoly nejsou jen o odevzdání implementace, která projde BRUTE testy.
  - Cíl není odevzdat úkoly v BRUTE, je to prostředek ověření funkčnosti programu.
  - BRUTE je nástroj průběžné kontroly postupu a získávání znalostí.
  - Cíl je naučit se **samostatně programovat** funkční programy správně.
- Úkoly jsou především o **postupném získání zkušeností** s konkrétními konstrukty.
  - Všechna zadání úkolu už byla mnohokrát implementována, a zvládne to i generativní AI.

V předmětu máte příležitost porozumět programování v C prostřednictvím vlastní implementace úkolů. **Odevzdání úkolu je prostředek dosažení cíle, nikoliv cíl samotný.**
- Úkoly mají relativní obtížnost velmi podobnou.
  - Je důležité postupně samostatně řešit jednotlivé úkoly a osvojovat si dílčích dovednosti.

Absolutně jsou úlohy postupně náročnější a náročnější!
- Netrapte se s řešením příliš dlouho sami, ptejte se (discord), na cvičení nebo **konzultaci**.
- Úkoly HW1–HW4 a HW6 budou kontrolovány na správnost a přehlednost kódu.
  - Zaměřeno na konzistenci, čitelnost, a **modularitu** (rozdělní do funkcí).

*Z hlediska tréninku a učení, i zdánlivě triviální program se snažte rozumně rozdělit na více funkcí.*
  - *Motivace je netrávit příliš mnoho času implementací bez výrazného postupu.*

## Hodnocení předmětu

Zdroj bodů	Maximum bodů	Přípustné minimum bodů		
Domácí úkoly	45	Všechny povinné úkoly odevzdány.	} <b>35</b>	
Bonusové úkoly	15			-
Lab kvízy	5			-
Písemný zkuškový test	20		† <b>10</b>	
Implementační zkouška	20		<b>10</b>	
Součet	105 bodů		<b>55</b>	

† V případě neúspěšné implementace a zkuškového testu na 13 a více bodů, je opakovaná zkouška pouze z implementační částí, a vice versa. Minimum 55 bodů je solidní E, nikoliv hraniční, ale solidní.

*Zkuškový test (i implementance) není opravována, ale hodnocena. Zároveň je bodové hodnocení horní hranicí, tj. test fakticky spíše obsahuje méně bodů, než je hodnoceno.*

- **Zápočet:** alespoň 35 bodů a odevzdáné všechny domácí úkoly **do 23.05.2025@23:59 CEST!**
- Předmět lze úspěšně ukončit **zápočtem** a **zkouškou**.  
*Zkuškové termíny (KOS) a <https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/bab36prga/start>  
<https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/bab36prga/resources/exam>*
- Test a písemná zkouška – krátké stručné odpovědi prokazující porozumění problematice.  
[https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/bab36prga/resources/exam\\_test](https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/bab36prga/resources/exam_test)
- **Implementační zkouška** – prokázání samostatně porozumět a napsat krátký program.

<https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/bab36prga/resources/impl>

## Klasifikace předmětu

Klasifikace	Bodové rozmezí	Hodnocení	Slovní hodnocení
A	$\geq 90$	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

- Včasné odevzdáním všech domácích úkolů s povinným a **volitelným** zadáním (**45 bodů**).
- Bonusové úlohy (**20 bodů**).
- Písemná zkouška (**20 bodů**) . 15 a více bodů je velmi slušný výsledek!
- Implementační zkouška (**20 bodů**).
- **95 bodů** a více (A – výborně), **76 bodů** (C – dobře) – (20% ztráta).
- Body jsou indikátorem průběžných výsledků.

## Komunikace související s PRGA

- Obracejte se na svého cvičícího dle cvičení, na které chodíte (jste přihlášení).

Případně na [prga-teachers@fel.cvut.cz](mailto:prga-teachers@fel.cvut.cz)

- Komunikovat můžete elektronickou poštou (e-mail).

- Pište ze své **fakultní adresy** (odesílatel).
- **Do předmětu zprávy uvádějte zkratku předmětu PRG nebo PRGA.**
- Kopii zprávy (Cc) posílejte též příslušnému vedoucímu cvičení (dle studijního programu).
- V případě zásadních problému (např. týkajících se zápočtu) uvádějte do Cc též přednášejícího.

- Případně můžete využít **discord** kanálu.

Time management - nečekejte okamžitou odpověď.

*Pracujte soustředěně a užijte si tvůrčí zápal.*

## Vývojové prostředí

- Počítačové laboratoře - Ubuntu se síťovým bootováním a domovskými adresáři (NFS v4).  
*Přenos a synchronizace souborů – ownCloud, SSH, gdrive, sharepoint*
- Doporučený operační systém - Ubuntu-based, Pop OS!, Win s WSL(2) ideální s nativní VS Code.  
*Přímočará instalace potřebných programů.*
- Překladače **gcc** a **clang**, sestavení **make** (GNU make). <https://gcc.gnu.org> a <http://clang.llvm.org>
- **Visual Studio Code** (VSC) - <https://code.visualstudio.com/>
- Editor – **gedit**, atom, **sublime**, **vim** – <https://atom.io/>, <http://www.sublimetext.com/>  
<http://www.root.cz/clanky/textovy-editor-vim-jako-ide>  
Pokud programovat umíte, investuje čas do efektivního ovládání editoru, např. **vim**.
- C/C++ vývojové prostředí – **WARNING: Do Not Rely on an IDE.**  
<http://c.learncodethehardway.org/book/ex0.html>
  - **CLion**, NetBeans 8.0 (C/C++), Eclipse-CDT – <https://www.jetbrains.com/clion>
  - **Geany**, Code::Blocks, CodeLite <https://www.geany.org/>, <http://www.codeblocks.org>, <http://codelite.org>
  - **Nejdříve porozumějte principům**, nakonfigurujte nástroje a programování zefektivněte.
- Odevzdávání domácích úkolů BRUTE <https://cw.felk.cvut.cz/brute>.  
**BRUTE** – Bundle for Reservation, Uploading, Testing and Evaluation.

## 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).
- Akademické a kampusové licence. <https://download.cvut.cz>
- Národní Gridová Infrastruktura MetaCentrum. <http://www.metacentrum.cz/cs/index.html>
- RCI Cluster. <https://login.rci.cvut.cz>