

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>
 - **Laborator výpočetní robotiky (Computational Robotics Laboratory)**
<https://comrob.fel.cvut.cz>



Cvičení

- MSc. **Yuliia Prokop**, Ph.D.
- Ing. **Jindřiška Deckerová**






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.



Organizace a hodnocení BAB36PRGA – Programování v C



- Rozsah: 2p+2c; Zkončení: 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 plagiatů).*
 - Postupujte systematicky, budete tak postupně rozvíjete 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!**



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. 

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 *ziskání 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.

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 

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 | 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 |

Program vlastně „jen“ přesouvá a upravuje číselné hodnoty v paměti na základě definovaných podmínek!
BAB36PRGA – Organizace předmětu: Programování v C

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 „slepot“). *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).**

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.

BAB36PRGA – je příležitostí, jak se těmto schopnostem naučit!

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.)**
- 08 - Spojivé struktury *S. G. Kochan: kapitola 16 a Appendix B*
- 09 - Abstraktní datový typ (ADT) - zásobník, fronta, prioritní fronta
- 10 - Paralení programování, paralelní výpočty a synchronizační primitiva (semafory, 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.
- Detekce plagiátů
Odevzdávejte funkční kódy, nikoliv „pouze“ kódy, které projdou testy!
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!

Odevzdávání domácích úkolů – BRUTE

- **BRUTE** – Bundle for Reservation, Uploading, Testing and Evaluation
 - Formální kontrola – kompilace programu.
 - Testování funkčnost 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 ladění 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.

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 (Kontrola přehlednosti kódu – až -100% z dosažených bodů) 4 h
Seznámení se s prostředím, psaním programů, jejich laděním, testováním a odevzdáváním. ~ 20–40 h
- 2. HW 2 - Kreslení (ASCII art) (Kontrola kódu – až -100%) 5 h
- 3. HW 3 - Prvočíselný rozklad (Kontrola kódu – až -100%) 5 h, bonus +8 h
- 4. HW 4 - Caesarova šifra (Kontrola kódu – až -100%) 6 h, bonus +6 h
- 5. HW 5 - Hledání textu v souborech 6 h
- 6. HW 6 - Maticové počty (Kontrola kódu – až -100%) 6 h, bonus +6 h
- 7. HW 7 - Kruhová fronta v poli - *Dynamicky linkovaná knihovna* 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 - **řešení a odevzdání na cvičení** cvičení 12 a 13 (cca 1,5–2 h)
- 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**.

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 dílčí 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	} 35
Bonusové úkoly	15	
Lab kvízy	5	
Písemný zkouškový test	20	† 10
Implementační zkouška	20	10
Součet	105 bodů	55

† V případě neúspěšné implementace a zkouškového testu na 13 a více bodů, je opakovaná zkouška pouze z implementační částí, a více versa. Minimum 55 bodů je solidní E, nikoliv hraniční, ale solidní.
 Zkouškový 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.**
 Zkouškové 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
- **Implementační zkouška** – prokázání samostatně porozumět a napsat krátký program.
<https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/bab36prga/resources/impl>

Komunikace související s PRGA

- Obracujte se na svého cvičícího dle cvičení, na které chodíte (jste přihlášení).
 Případně na 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 užíjte si tvůrčí zápal.

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

- 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.

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++ vývojová 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>