

A0B17MTB – Matlab

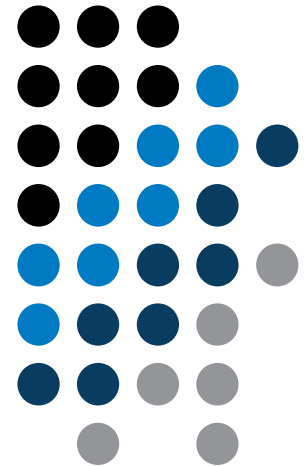
# Úvod

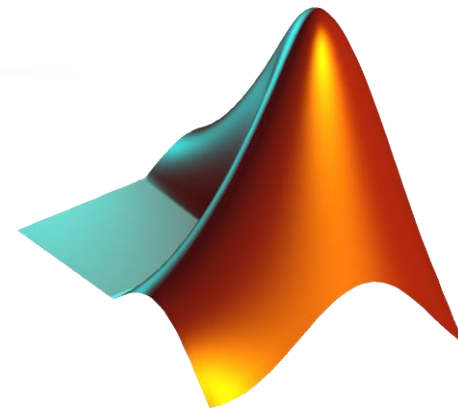


Miloslav Čapek  
miloslav.capek@fel.cvut.cz

Filip Kozák, Viktor Adler

Katedra elektromagnetického pole  
B2-626, Dejvice





**Co je MATLAB?**

**Proč se učit MATLAB?**

**Podrobnosti kurzu A0B17MTB**

**Doporučená literatura, další zdroje**

**První kroky v MATLABu**

# Co je to MATLAB?



# MATLAB je...

- programovací jazyk vyšší úrovně (*4th gener. language*)
- interpretační jazyk
  - určen zejm. pro numerické výpočty (ale obsahuje i MuPAD symbolické jádro)
- koncepce: jádro + tzv. toolboxy + uživatelské funkce → široké využití
  - rozsáhlé možnosti propojení s dalšími aplikacemi (Java, C++, .NET, Excel, fyzikální a multifyzikální simulační nástroje)
- rychlost (správně napsaného) algoritmu se blíží rychlosti v C++
- excelentní pro „fast prototyping“
  - Matlab nevyžaduje deklaraci proměnných
- multilicence pro několik VŠ (včetně ČVUT)
  - platná i pro studenty!
  - `download.cvut.cz` + hlavní přístupové heslo
  - `fel.cvut.cz` → počítačová síť → Multilicence software na ČVUT

# Proč se učit MATLAB?

- Matlab je celosvětový standard
- využívá ho více než 5000 univerzit po celém světě
- licence vlastní tisíce velkých firem z oblasti letectví, biotechnologie, elektrotechniky, kybernetiky, strojírenství, finančnictví, ...
- ze znalosti Matlabu budete těžit v mnoha předmětech na FEL, ale i v pozdější praxi

# Kde využijete MATLAB při studiu FEL?

- zpracování dat a jejich vizualizace v rámci laboratorních cvičení
- vypracování seminárních a závěrečných prací (BP / DP)
- práce na cvičení v předmětech (signály, algoritmizace, ...)
- ověřování látky (matematické a fyzikální předměty na FEL, teorie elektromagnetického pole, ...)
  
- v případě studia v zahraničí (Erasmus, Sokrates) velké plus

⇒ „fšude“ :)

# Historický vývoj MATLABu

- 70. léta
  - Cleve Moler, Matlab využíván místo Fortranu
  - MATrix LABoratory → matice je základní datová struktura
  - syntax založena na Fortranu
- 1983
  - Jack Little přepisuje Matlab v C
  - přidána nová funkcionalita a nové matematické knihovny
- 1984 (Matlab je doposud zdarma!)
  - založena společnost MathWorks
  - <http://www.mathworks.com/>
- 2004
  - Matlab využívá více než 1 milion aktivních uživatelů
- nyní...
  - ... nejnovější verze Matlabu je R2015a
  - lokální distribuce: Humusoft

Viz také: <http://www.mathworks.com/company/aboutus/founders/clevemoler.html>

# Alternativy MATLABu

- Fortran – většina knihoven stále ve Fortranu, využíván zejm. fyziky
- Python – zdarma, rychlý a intuitivní, např. Spyder se podobou a funkcionalitou blíží Matlabu
- Mathematica – symbolické i numerické výpočty, výborné symbolické jádro, rozsáhlé možnosti, zejm. pro matematiky a fyziky
- Maple – symbolické i numerické výpočty
- MathCad – určený pro numerické i symbolické výpočty, mírně zastaralý
- Octave – zdarma, syntax i funkcionalita podobná Matlabu, není tak rozsáhlý, lze snadno spustit na smartphone
- R – zdarma, určený dominantně pro statistické účely
- Scilab – Matlabu je blíže než Octave, otevřená dokumentace
- Derive – malý, rychlý, lze rozběhnout i na Casio kalkulačce



# Alternativy MATLABu

- Matlab vs. C/C++
  - záleží na určení kódu
  - C/C++ obecně rychlejší, na druhou stranu Matlab má implicitní paralel. atp.
  - obecná zásada: na vše krom komerčního zkompilovaného kódu je Matlab více než vhodný (zvláště od Matlab 6.5 výše: JIT + Real-Time Type Analysis)
- Matlab vs. Fortran
  - Matlab má širší podporu, intuitivnější syntax
  - rychlost dobře napsaného kódu je (zpravidla, přinejmenším) srovnatelná
  - Fortran již na ústupu
- Matlab vs. Python
  - Matlab má výraznou podporu díky MathWorks
  - Python zcela zdarma, pozor na některou funkcionalitu, ale je na vzestupu

- viz AJ verze slajdů

Datové typy

Běh programu

Vizualizace

Relační a logické operátory

Maticové operace

Uživatelské skripty a funkce

Numerické metody

Symbolická matematika

# A0B17MTB – něco navíc / pro pokročilé

- slajdy navíc / pro pokročilé s tmavým pozadím
  - u těchto příkladů budou správná řešení ukázána až na další hodině (nebo vůbec)
  - z těchto příkladů mohou být vybrané bonusové příklady (za 1-3 body)

# Harmonogram semestru

---

- viz AJ verze slajdů

# A0B17MTB – Osnova

1	Úvod, informace o předmětu, start a pracovní prostředí MATLABu, základní aritmetické operátory, základní funkce
2	Komplexní čísla, tvorba složitějších matic, operace nad maticemi, operace po prvcích, úvod do vektorizace, rozměr matic
3	Indexace, velikost a typ dat, formát výsledků, MATLAB Editor, tvorba skriptů
4	Cykly, relační a logické operátory, cykly vs. vektorizace, větvení programu #1
5	Větvení programu #2, vizualizace v MATLABu #1, ladění běhu programu #1
6	Množinové operace, tříděný prvků, vyhledávání prvků, uživatelské funkce #1
7	Uživatelské funkce (hlavní, vedlejší, zanořené, anonymní funkce)
8	Textové řetězce, funkce eval a feval, MATLAB path
9	Vizualizace v MATLABu #2, GUI #1
10	GUI #2
11	Časové funkce, ošetření chyb, cell, struct, I/O, základy symbolických výpočtů
12	MATLAB profile, p-code, numerická přesnost, publikace kódu, čistota a styl kódu v MATLABu
13	Ucelené příklady na procvičení, test
14	/rezerva – svátky, atp./

# A0B17MTB – Důležité termíny

1

2

3

4

5

6

7

viz AJ verze slajdů

8

9

10

11

12

13

14

# Soutěžní zadání

- jako semestrální projekt lze vybrat i soutěžní téma:

## Efektivní zobrazení parametrické plochy

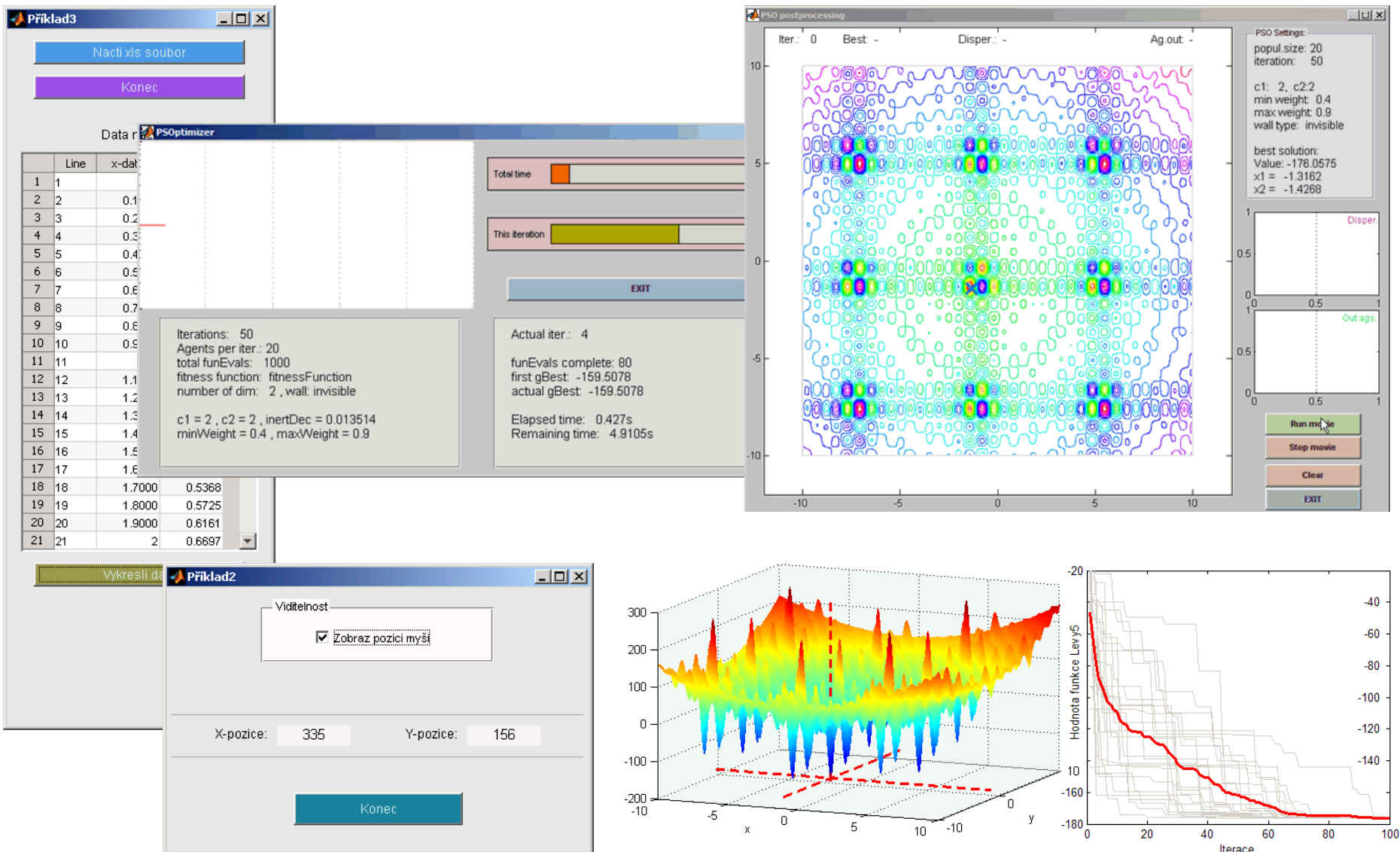
- tento projekt si může vybrat libovolný počet studentů
  - splnění zadání = zápočet
  - splnění zadání a podmínek pro výhru = hodnotné ceny
  - v soutěži uspěje první trojice soutěžících

# A0B17MTB – Zásady

- úkolem je Vás něco naučit – nestíháte-li / nerozumíte-li, ozvěte se
- máte-li nápad / návrh, jak daný problém vyřešit efektivněji, navrhněte ho
- může se stát, že odpověď ihned nevíme (aneb nikdo neví vše), odpovíme Vám na příští hodině



# Co zvládnete po absolvování kurzu?



# Doporučená literatura, zdroje

- dokumentace Matlabu

```
>> doc % otevře nápovědu
```

- základní učebnice Matlabu na webu (tzv. primery)

- [www.mathworks.com/help/pdf\\_doc/matlab/getstart.pdf](http://www.mathworks.com/help/pdf_doc/matlab/getstart.pdf)
- <http://artax.karlin.mff.cuni.cz/~beda/cz/matlab/primer.cz/matlab-primer.html>

- Attaway, S.: Matlab – A Practical Introduction to Programming and Problem Solving, 3rd ed.

- k dispozici

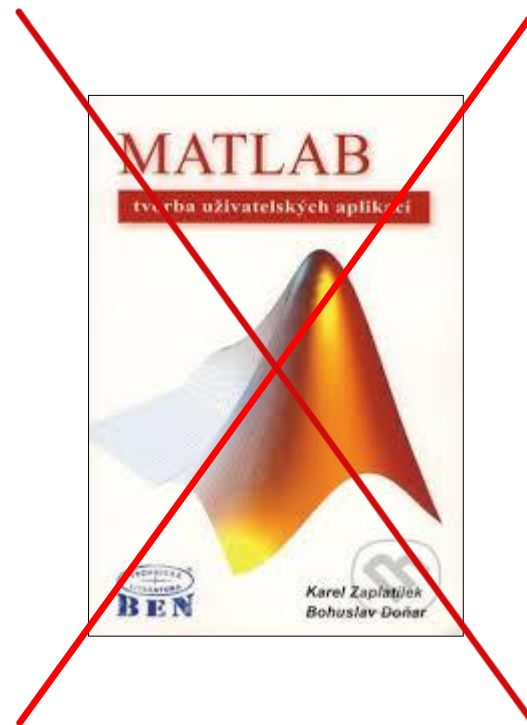
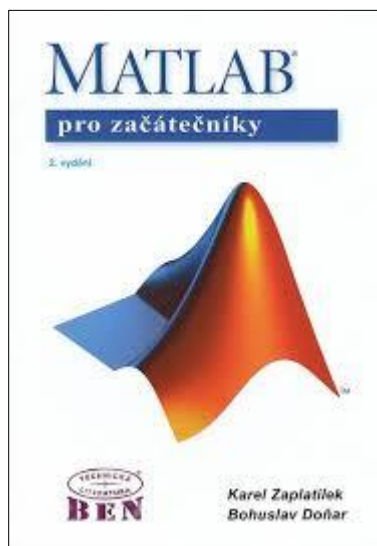
- Hahn, B. H., Valentine, D. T.: Essential Matlab, 5th Ed.

- k dispozici

- a další ...

# Částečně doporučená literatura

- ✓ Zaplatílek, Doňar: MATLAB – Pro začátečníky



- ✗ Zaplatílek, Doňar: MATLAB – Tvorba uživatelských aplikací – 2. díl

# Start Matlabu



- příkazová řádka
  - `matlab`
- Matlab lze spustit i s řadou doplňujících parametrů (viz dále)
  - `matlab -r "test(10)"`
- podle verze až 500MB v RAM (win7) na jedno `matlab` vlákno

A screenshot of a Windows command prompt window. The title bar reads "Správce: C:\Windows\system32\cmd.exe". The command prompt shows the prompt "C:\>" followed by the command "matlab" entered on the next line. The window has standard Windows window controls (minimize, maximize, close) in the top right corner.

# Úvodní popis prostředí (R2011b a starší)

The screenshot shows the MATLAB 7.11.0 (R2010b) environment. The interface is divided into several panes:

- Current Folder:** Shows a file tree for 'TCMapp4.1a'. A red box highlights this pane, with a callout '4' pointing to a file named 'preTCMinit.m'. A callout '5' points to the 'Details' section below the file list, which says 'Select a file to view details'.
- Command Window:** Shows the current workspace path: 'D:\Mila\Matlab\\_mfiles'. A callout '1' points to the prompt '>>'. A callout '6' points to the title bar of the MATLAB window.
- Workspace:** Shows variables 'c0' (value 299792458) and 'eps0' (value 8.8542e-12). A callout '2' points to this pane.
- Command History:** Shows a list of executed commands, including 'clear,clc', 'plotEigNum(pTCMout2)', and 'bench'. A callout '3' points to the 'doc bench' command.
- System Tray:** Shows the Windows taskbar with the 'Start' button and system clock. Callouts '7' and '8' point to the 'Start' button and the system clock area, respectively.

# Úvodní popis prostředí (>R2011b)

The image shows the MATLAB R2013a interface with several components highlighted by numbered callouts:

- 1**: Command Window showing the execution of MATLAB code and the resulting output for matrices A, B, and variables a, b, c, d.
- 2**: Workspace window displaying a table of current workspace variables.
- 3**: Command History window showing a list of previously executed commands.
- 4**: Current Folder window showing the file explorer.
- 5**: Details window at the bottom of the Current Folder pane.
- 6**: The MATLAB logo in the top-left corner of the title bar.
- 7**: The menu bar (HOME, PLOTS, APPS).
- 8**: The MATLAB logo in the bottom-left corner of the title bar.

Name	Value	Min	Max
A	[-1 1; 1 -2]	-2	1
B	[1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]	1	9
a	1	1	1
b	5	5	5
c	[1 0 0]	0	1
d	[0; 0; 1]	0	1

```
>> A = [-1 1; 1 -2]
B = [1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]

A =

    -1     1
     1    -2

B =

     1     2     3
     4     5     6
     7     8     9

>> a = 1
b = 5;

a =

     1

>> c = [1 0 0]
d = [0;0;1]

c =

     1     0     0

d =

     0
     0
     1

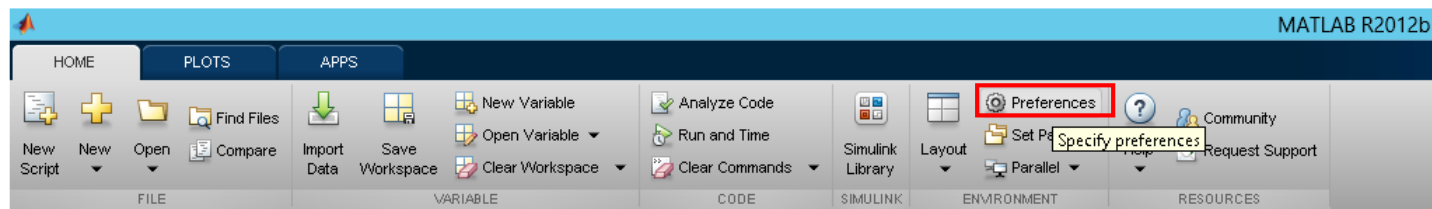
fx>>
```

norm(A)
A
A = [-1 1; 1 -2], B = [1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]
who
whos
size(filip)
filip
filip = []
size(filip)
size(filip)
whos
bar(B, 'DisplayName', 'B')
clear, clc
A = [-1 1; 1 -2]
B = [1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]
a = 1
b = 5;
c = [1 0 0]
d = [0; 0; 1]

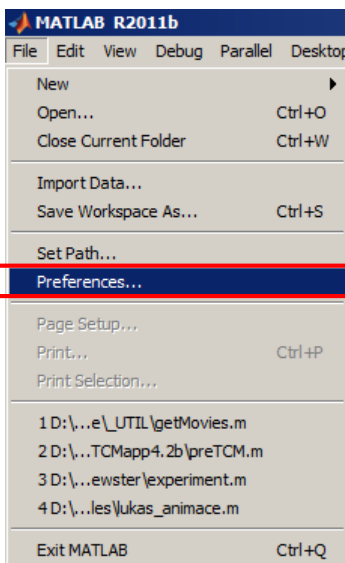
# Úvodní popis prostředí

- 1 Command Window (CTRL+0)
- 2 Workspace (CTRL+3)
- 3 Command History (CTRL+1)
- 4 Current Folder (CTRL+2)
- 5 Current Folder – Details
- 6 Current Folder (with history)
- 7 Start (podobné jako ve Windows), jen pro Matlab R2011b a starší
- 8 status

# Základní nastavení prostředí

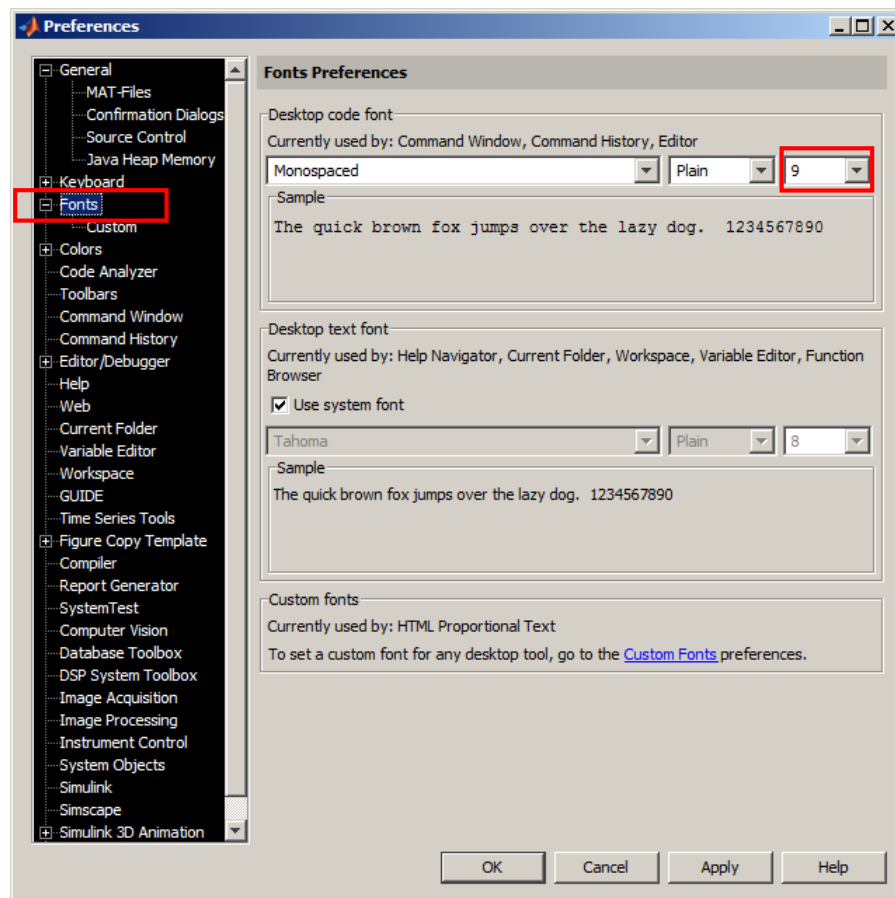


- Matlab R2012a a novější
  - ribbon menu
- Matlab R2011b a starší



```
>> preferences
```

- nastavení velikosti fontu





# Ukončení Matlabu

- vždy Matlab ukončujte v hlavním okně

```
>> quit % ukončí Matlab (a všechna okna)  
>> exit % -//-
```

- jsou i pokročilé volby (více v dokumentaci)

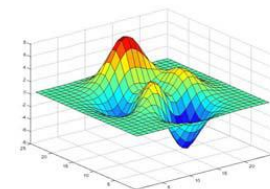
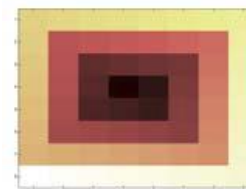
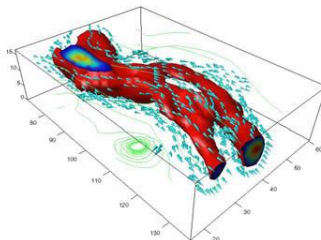
```
>> quit cancel  
>> exit force
```

# Příkazová řádka, otevření dokumentace

```
>> doc % otevře dokumentaci
```

```
>> help % souhrnná nápověda v Matlabu
```

```
>> demo % tutoriály
```



# Struktura nápovědy

```
>> help % zobrazí základní témata nápovědy
>> help sin % zobrazí nápovědu k funkci sinus
```

```
>> help sin
SIN Sine of argument in radians.
SIN(X) is the sine of the elements of X.

See also asin, sind.

Overloaded methods:
codistributed/sin

Reference page in Help browser
doc sin
```

```
>>
```

The screenshot shows the MATLAB Help browser window. The search bar (3) contains 'sin'. The navigation pane (1) shows the tree structure: MATLAB > Mathematics > Elementary Math > Trigonometric. The breadcrumb trail (4) is 'fx > MATLAB > Functions > Mathematics > Elementary Math > Trigonometric'. The main content area (2) displays the 'sin' function page, including its syntax ( $Y = \sin(X)$ ), description, definition ( $\sin(x) = \frac{e^{ix} - e^{-ix}}{2i}$ ), and examples. A graph of the sine function is shown at the bottom.

```
>> doc % příkaz spustí nápovědu
>> doc sin % nápověda otevřena
% pro funkci sinus
```

# Struktura nápovědy, Matlab >R2011b

Help

sin

Search Document **3**

MATLAB Mathematics Elementary Math Trigonometry **4**

**sin**  
Sine of argument in radians

**Syntax**  
 $Y = \sin(X)$

**Description**  
 $Y = \sin(X)$  returns the circular sine of the elements of  $X$ . The `sin` function operates element-wise on arrays. The function's domains and ranges include complex values. All angles are in radians.

**Examples** **2**  
Graph the sine function over the domain  $-\pi \leq x \leq \pi$ .

```
x = -pi:0.01:pi;
plot(x,sin(x)), grid on
```

file:///C:/Program Files/MATLAB/R2012b/help/matlab/index.html#mathematics

# Nápověda Matlabu

240 s



- spustíte a ukončete Matlab
- nastavte si prostředí dle svého vkusu
  
- zkuste si spustit nápovědu
- najděte dokumentaci funkce `sin`, `cos`, `abs`
- prolistujte si základní kapitoly nápovědy
  - věnujte pozornost části *Getting Started*

# Zkratky pro Command Window

klávesa	význam
ENTER	odešle řádek ke zpracování
ESC	smaže celý řádek
DEL	smaže jeden znak (za kurzorem)
BACKSPACE	smaže jeden znak (před kurzorem)
HOME	přesun kurzoru na začátek řádku
END	přesun kurzoru na konec řádku
CTRL + ↑	posun kurzoru na začátek dalšího slova
CTRL + ↓	posun kurzoru na začátek předchozího slova
SHIFT + ENTER	pošle kurzor na další řádek
CTRL + K	vymazání všeho od kurzoru napravo
CTRL + C	vynucené přerušování chodu Matlabu (např. při dlouhém / chybném výpočtu)
CTRL + TAB	přepínání mezi jednotlivými základními okny Matlabu
↓ a ↑	listování dříve napsanými příkazy (lze provést selekci vypsáním počátečních písmen, např. „x“ + ↑)
F1	zobrazí kontextovou nápovědu pro kurzorem označené slovo (Command Window, Editor)
TAB	doplnění názvu funkce, příp. proměnné

+ platné zkratky ve Windows pro práci s textem a programy

# Vyhledávání v nápovědě a další

klávesa / příkaz	význam
SHIFT + F1	pokud stisknuto v příkazové řádce, otevře knihovnu funkcí s vyhledáváním
F9	po označení části kódu v editoru je tento označený text vyhodnocen
NOT, OR, AND	v dokumentaci (doc) lze využívat logické operátory
*	v dokumentaci (doc) lze využívat zástupný symbol ( <i>wildcard</i> )
""	pro hledání přesné fráze v dokumentaci

```
>> docsearch "plot tools"
```

```
>> docsearch plot* tools
```

# Probrané funkce

---

---

<code>quit, exit</code>	ukončí Matlab	•
<code>preferences</code>	otevře nastavení Matlabu	
<code>doc, help, demo</code>	příkazy související s dokumentací a nápovědou	•
<code>sin, cos</code>	vzorové goniometrické funkce	
<code>abs</code>	absolutní hodnota	

---



# Děkuji!



ver. 4.2 (28/09/2015)

Miloslav Čapek

miloslav.capek@fel.cvut.cz

Jakékoliv úpravy přednášky jsou zakázány.  
Využití mimo výuku na ČVUT-FEL není bez souhlasu autorů dovoleno.  
Materiál vytvořen v rámci předmětu A0B17MTB.

