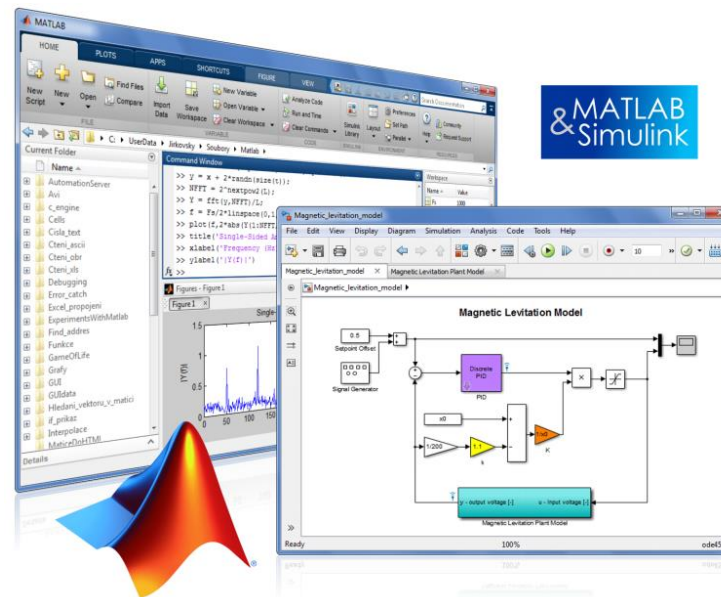


MATLAB & Simulink



Jan Daněk
danek@humusoft.cz
Jaroslav Jirkovský
jirkovsky@humusoft.cz

www.humusoft.cz
info@humusoft.cz

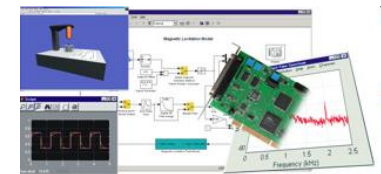
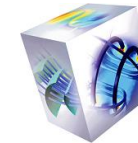
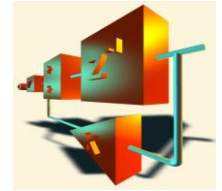
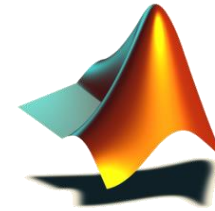
Seminář gridového počítání 2014
Praha, 2.12.2014

www.mathworks.com

Obsah

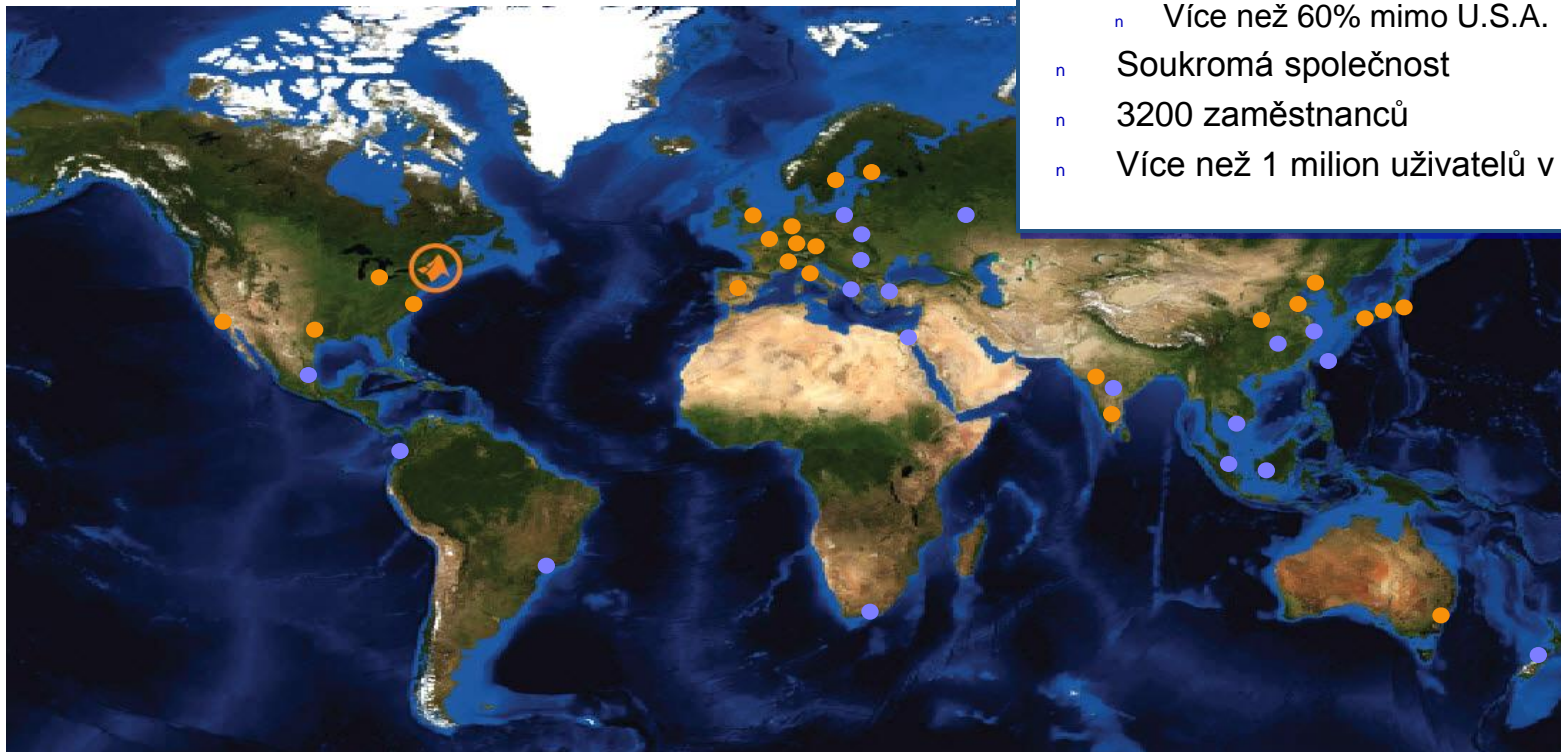
- **Představení firem HUMUSOFT s.r.o. a MathWorks, Inc.**
- **MATLAB – Nástroj pro technické výpočty a simulace**
- **MATLAB a High Performance Computing**
- **MATLAB ve školství – od výuky po výzkum a transfer technologií**
- **Přehled licenčních možností**
- **Vize do budoucna - Národní licence programu MATLAB**
- **Několik praktických příkladů využití programu MATLAB**

- Založeno v r. 1990, sídlo v Praze
- Produkty a služby v oblasti technických výpočtů, řídicí techniky, simulace dynamických systémů
- MATLAB, Simulink, Stateflow
 - Inženýrské výpočty, simulace dynamických systémů
 - The MathWorks, Inc.
- dSPACE - vývojové systémy
 - dSPACE GmbH.
- Comsol Multiphysics
 - Otevřený systém pro multifyzikální analýzu (metoda konečných prvků)
 - Comsol AB
- Vývoj vlastního software & hardware
 - Simulink 3D Animation, Real-Time Windows Target
 - Měřicí karty
 - Modely pro výuku teorie řízení
- Paralelní pracovní stanice HeavyHorse
 - Multiprocesorové stanice pro High-Performance Computing



MathWorks

- n Obrat v roce 2013: ~\$750M USD
- n Více než 60% mimo U.S.A.
- n Soukromá společnost
- n 3200 zaměstnanců
- n Více než 1 milion uživatelů v 175+ zemích



*Topografie Země v
cylindrické projekci,
vytvořeno s použitím
programu MATLAB a
Mapping Toolboxu.*

- **Sídlo:**
Natick, Massachusetts U.S.
- **Další kanceláře v USA:**
California; Michigan;
Texas; Washington, D.C.
- **Euvropa:**
Francie, Německo, Itálie,
Holandsko, Španělsko, Švédsko,
Švýcarsko, Velká Británie
- **Asie / Pacifik:**
Austrálie, Čína, Indie,
Japonsko, Korea
- Distributoři v 20 zemích

MATLAB & Simulink

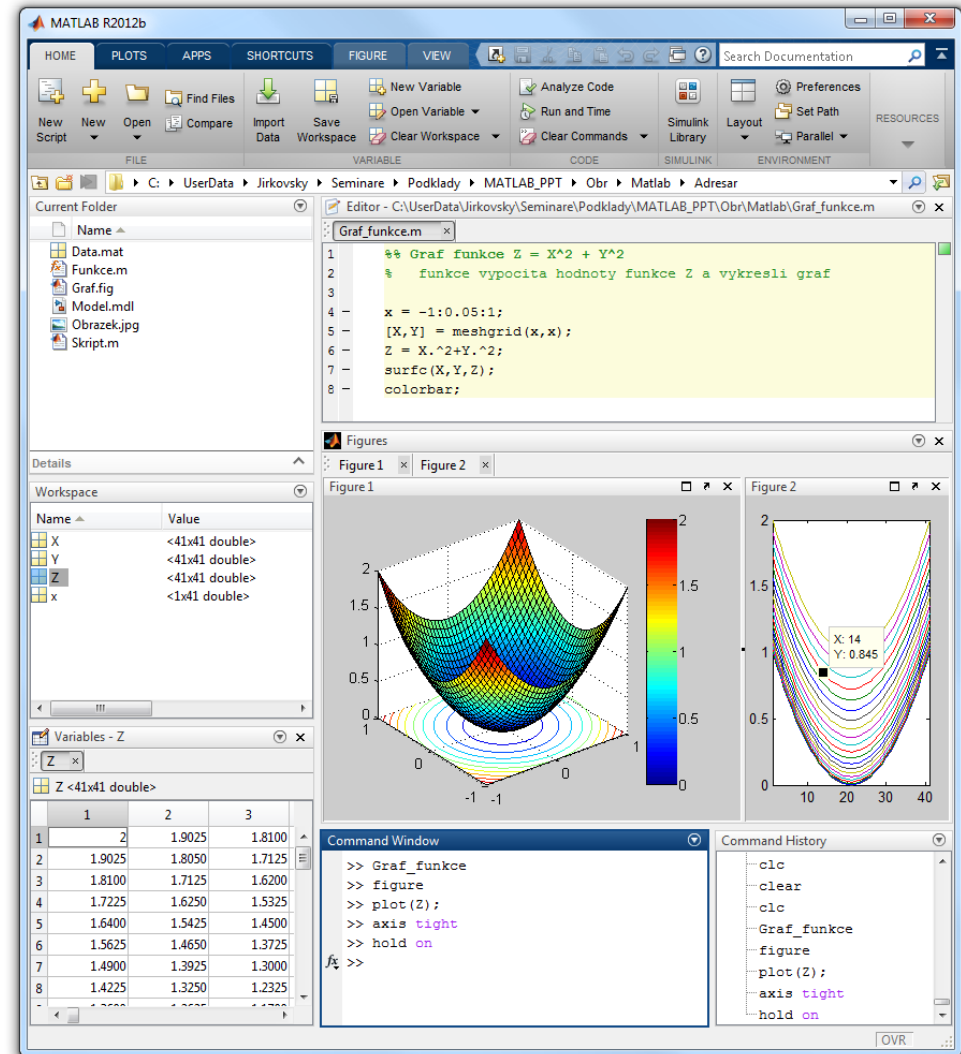
- **Vývoj programu MATLAB**

– od numerických výpočtů po komplexní výpočetní a vývojové prostředí

Testování, Verifikace, Validace				• Testování a měření	• Kontrola integrity modelů	• Verifikace kódu
Automatické generování kódu			• Rapid prototyping a HIL	• Vestavěné programové vybavení	• Software pro signálové procesory	• HDL Verilog • PLC • MATLAB > C/HDL
Modelování systémů a simulace		▪ Simulink	• Návrhy DSP • Komunikační systémy	• Stavové diagramy	• Fyzikální modelování • Systémy diskrétních událostí • Zpracování videa	• Počítačové vidění • Systémové objekty
Datové analýzy a vývoj algoritmů	• Návrhy řídicích systémů • Zpracování signálu	• Optimalizace • Statistika	• Zpracování obrazu	• Finanční modelování a analýzy	• Výpočetní biologie	
Technické výpočty	▪ MATLAB		• Tvorba aplikací	• Studentská verze • Komunikace s databázemi a instrumenty	• Distribuované a paralelní výpočty	• MATLAB Mobile pro iPhone/iPad/Android
	1985	1990	1995	2000	2005	2010

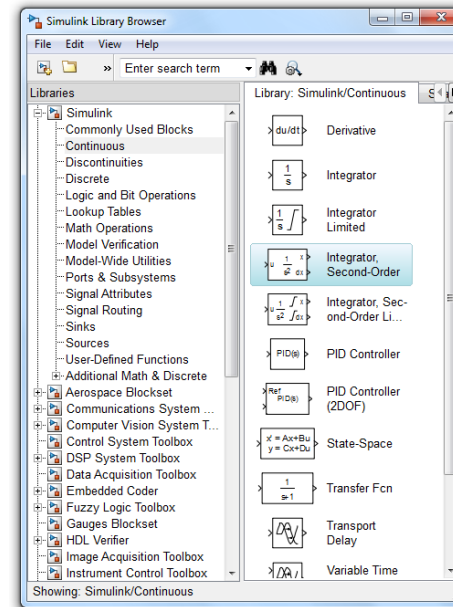
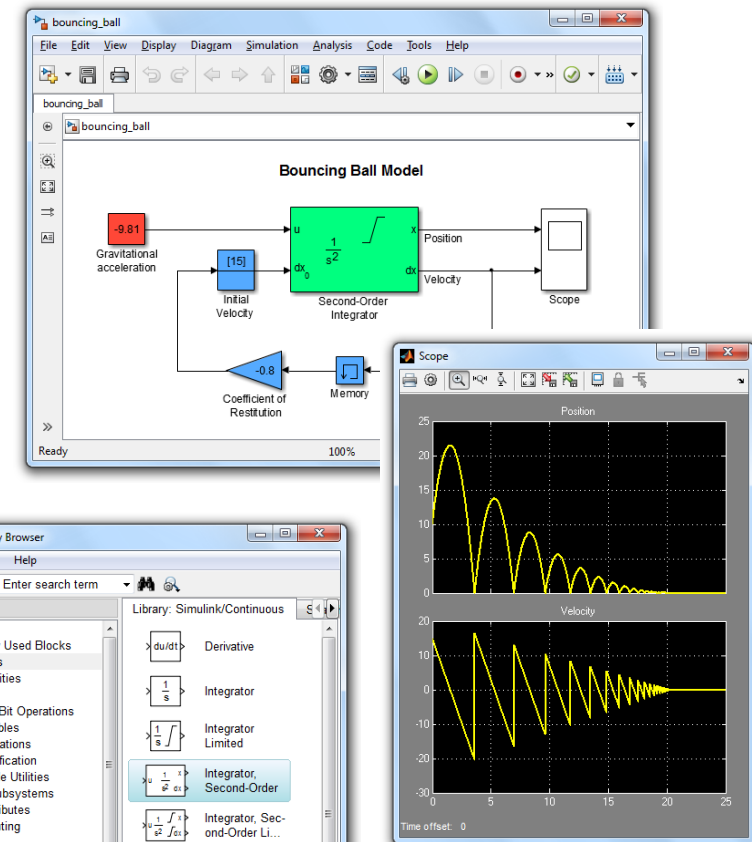
Co je MATLAB

- Integrované prostředí pro vědeckotechnické výpočty
- Grafické a výpočetní nástroje
- Intuitivní uživatelské rozhraní MATLAB Desktop
- Rychlé výpočetní jádro
- Programovací jazyk 4. Generace
 - více než 1 000 funkcí
 - objektově orientované programování
- Grafická uživatelská rozhraní (GUI)
- Rozsáhlá HTML nápověda
- Systém MATLAB je:
 - modulární – toolboxy
 - otevřený – uživatel může zobrazit i upravovat funkce

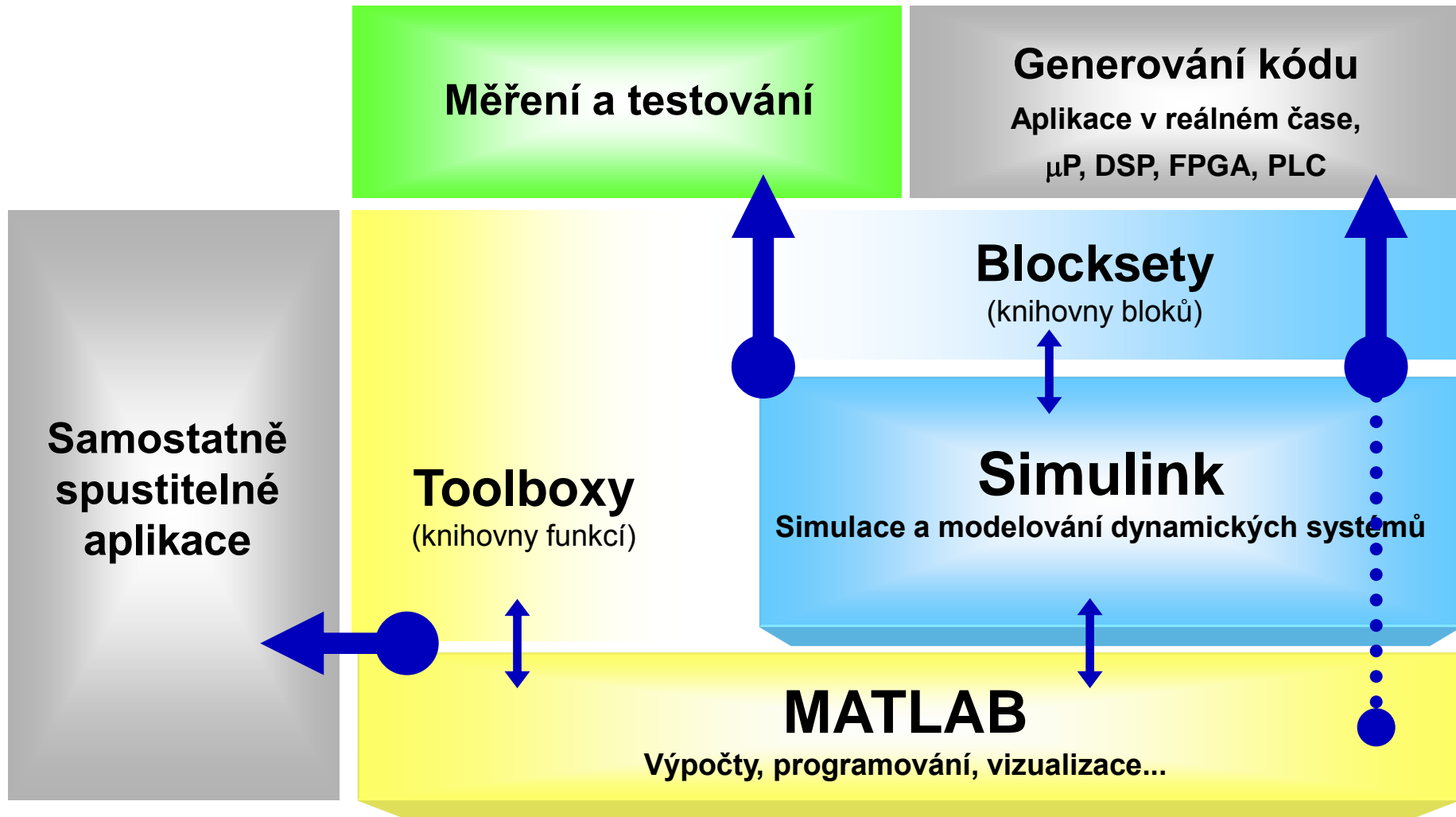


Co je Simulink

- **Nadstavba MATLABu**
- **Modelování, simulace a analýza dynamických systémů**
- **Prostředí blokových schémat**
 - předdefinované knihovny bloků
 - systém práce „drag and drop“
 - tvorba vlastních funkčních bloků
- **Prvky pro tvorbu algebraických a diferenciálních rovnic**
- **Otevřené rozhraní pro tvorbu aplikací**
 - začlenění kódu z programů **MATLAB, C, Fortran**
- **Platforma pro Model Based Design**
 - následně může být automaticky generován kód pro cílovou platformu



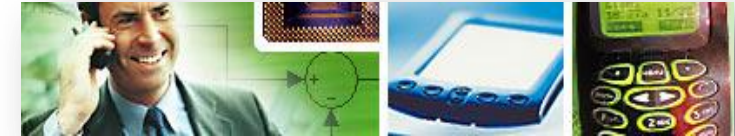
Struktura systému MATLAB



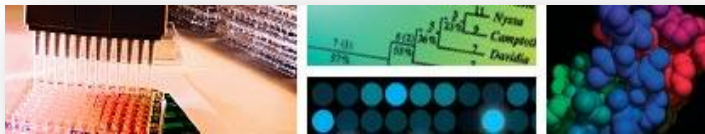
MATLAB – Aplikační oblasti



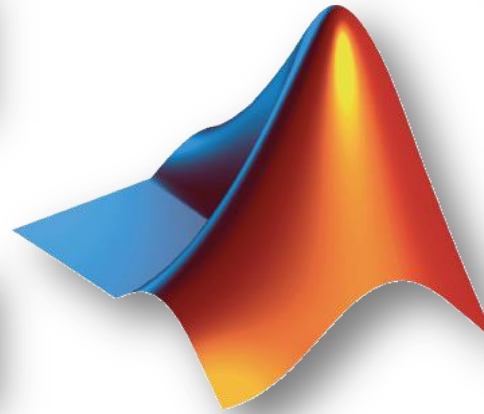
Technické výpočty



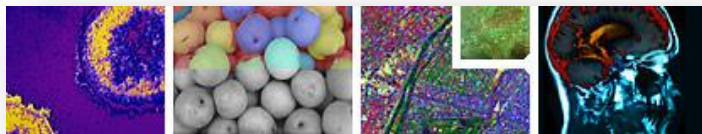
Zpracování signálu a komunikace



Výpočetní biologie



Testování a měření



Zpracování obrazu

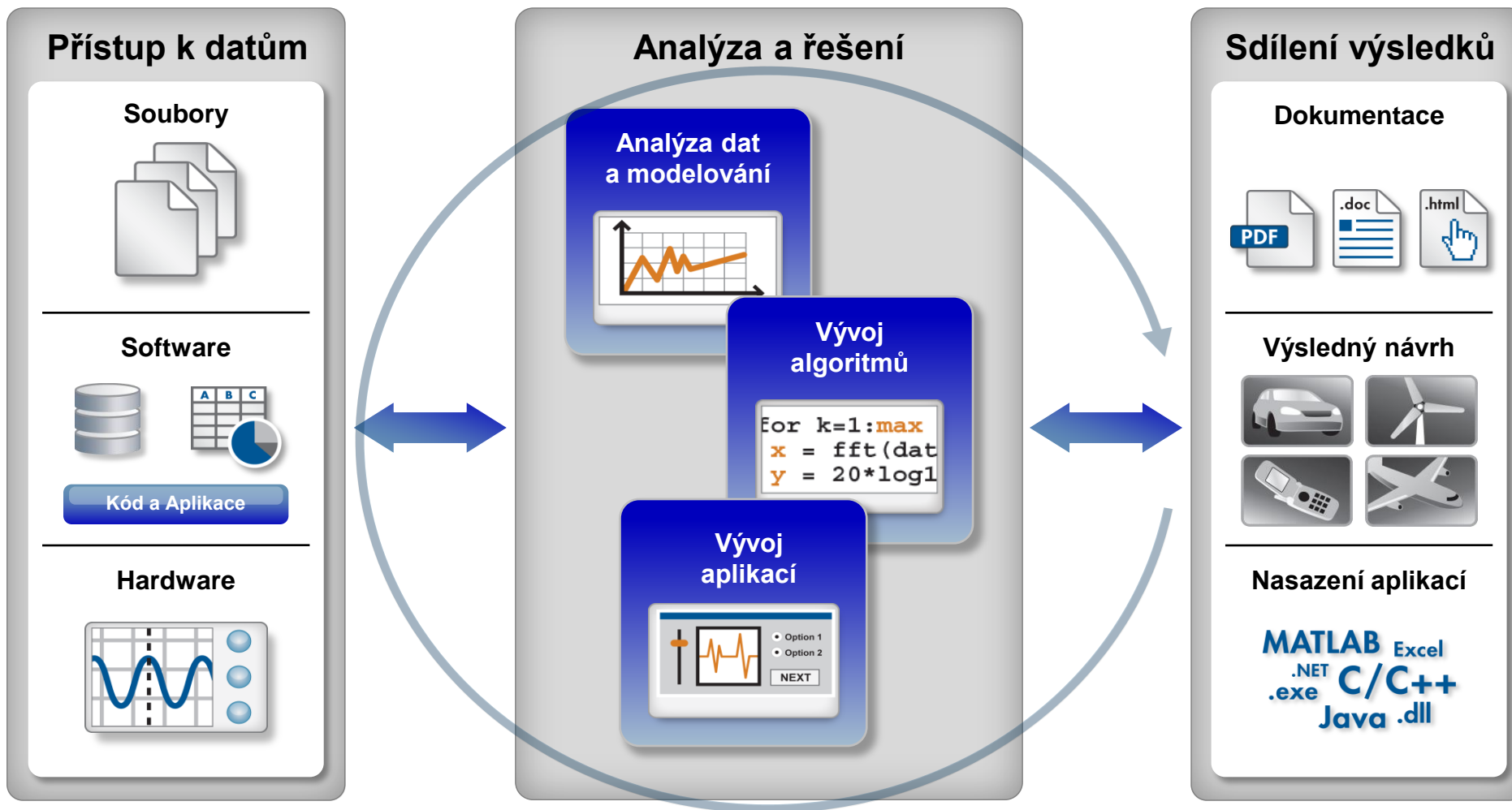


Finanční analýzy a modelování



Návrhy řídicích systémů

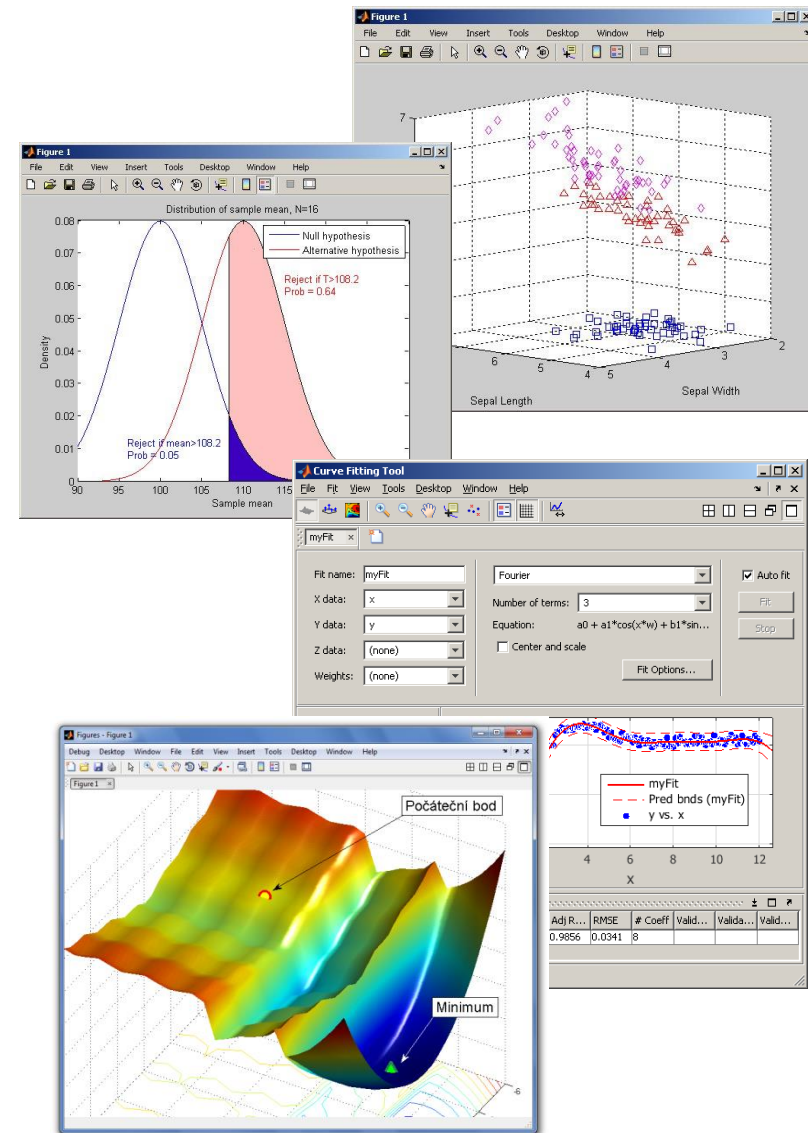
Technické výpočty v MATLABu



Automatizace

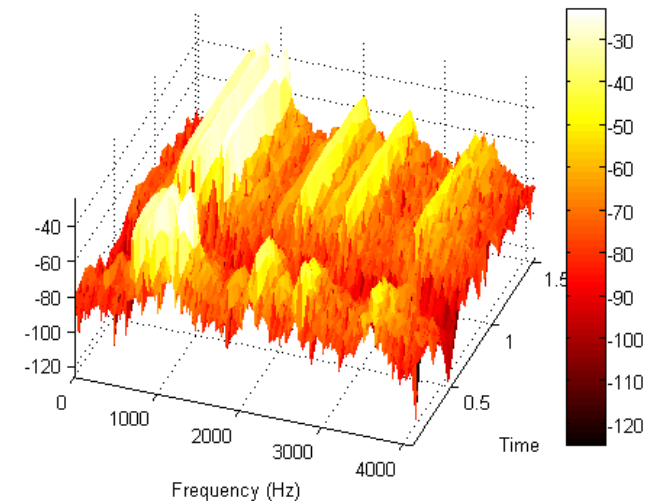
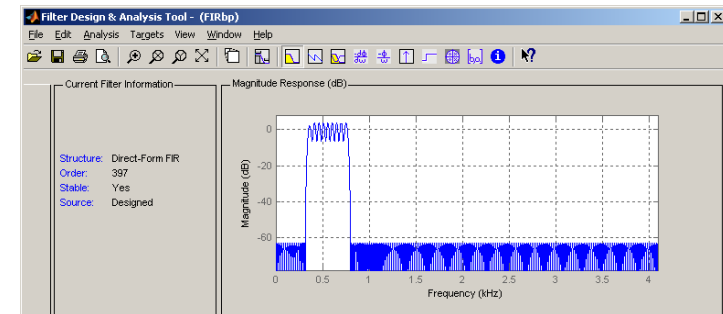
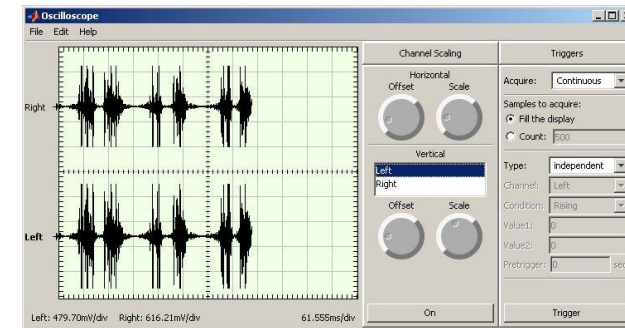
Matematické výpočty a analýza dat

- **Statistické výpočty a pravděpodobnost**
 - deskriptivní statistika, pravděpodobnost
 - analýza rozptylu, testy hypotéz
 - regresní analýza, klasifikace, ...
 - **Statistics Toolbox**
- **Prokládání křivek**
 - prokládání dat křivkami a plochami
 - knihovna připravených modelů, vlastní modely
 - parametrické, neparаметrické, spline
 - **Curve Fitting Toolbox**
- **Optimalizační úlohy**
 - rozsáhlý soubor algoritmů pro optimalizaci
 - lineární, kvadratické i nelineární optimalizace
 - podmíněné i nepodmíněné úlohy
 - globální řešiče
 - pattern search, genetické algoritmy
 - **Optimization Toolbox, Global Optimization Tbx.**



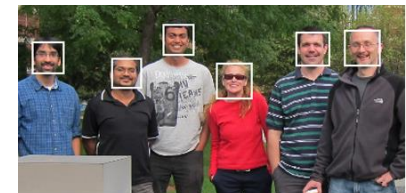
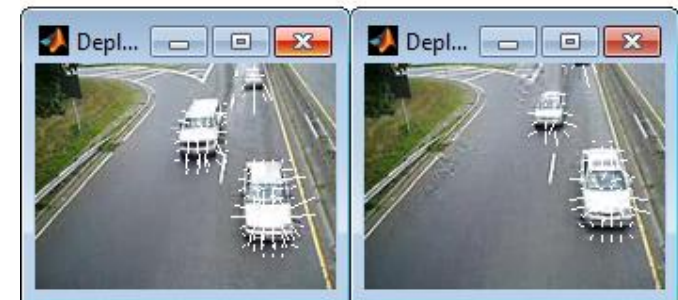
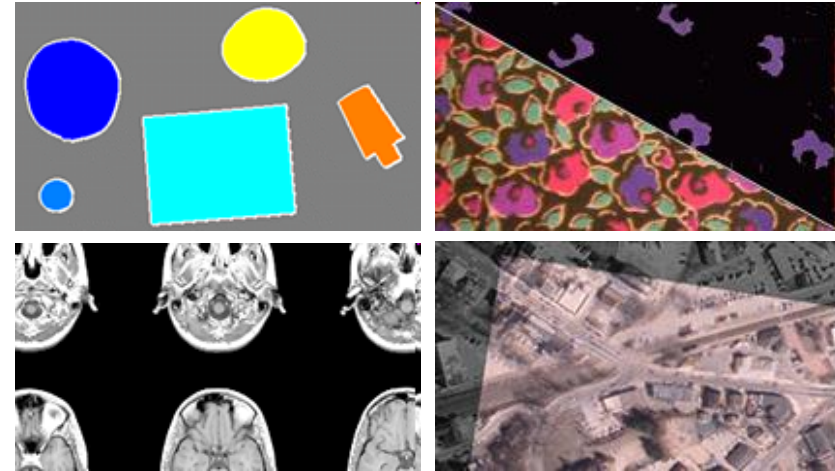
Zpracování signálu

- **Měření a výstup reálných signálů**
 - **Data Acquisition Toolbox**
- **Zpracování signálu a návrh filtrů**
 - návrh filtrů a filtrace signálu
 - digitální i analogové, filtry typu FIR a IIR
 - statistické zpracování signálu
 - spektrální analýza signálu, korelace, ...
 - **Signal Processing Toolbox**
- **Pokročilé zpracování signálu**
 - návrh pokročilých digitálních filtrů
 - adaptivní filtry, multirate a multistage filtry
 - stream-based zpracování signálu v MATLABu
 - algoritmy ve formě System objektů
 - návrh fixed-point filtrů
 - **DSP system Toolbox, Fixed Point Toolbox, Filter Design HDL Coder**



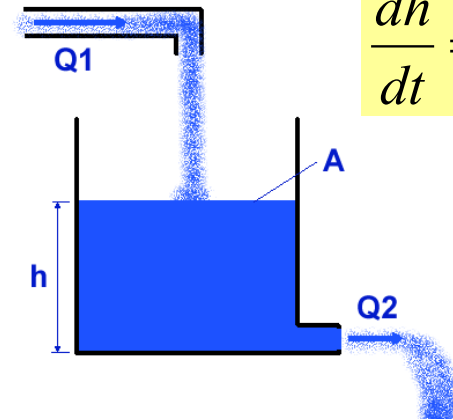
Zpracování obrazu a videa

- Snímání reálného obrazu
 - **Image Acquisition Toolbox**
- Zpracování obrazu a videa
 - geometrické transformace
 - návrh 2-D filtrů
 - transformace (fft, dct, radon, fanbeam)
 - morfologické operace
 - analýza snímků
 - práce s barevnými prostory
 - **Image Processing Toolbox**
- Algoritmy z oblasti počítačového vidění
 - detekce příznaků (rohly, SURF, MSER)
 - registrace snímků
 - detekce a sledování objektů, detekce obličeje
 - Stereo vision, OCR
 - **Computer Vision System Toolbox**

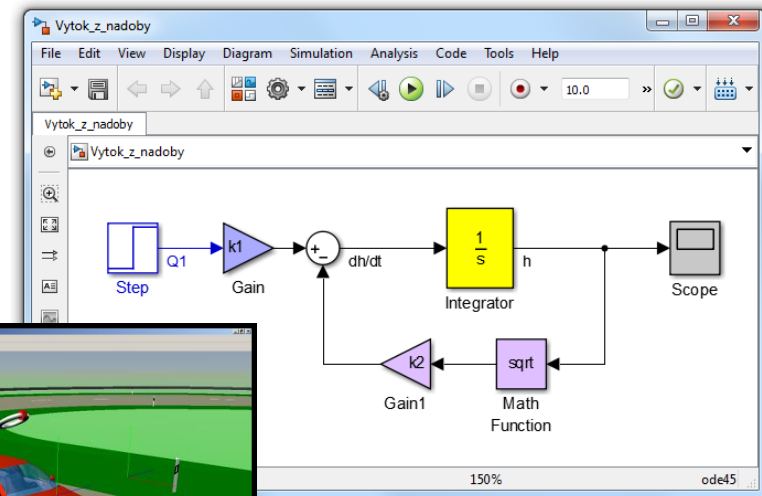


Matematické modelování soustav

- Popis soustav pomocí algebraických a diferenciálních rovnic
- Modelování v grafickém prostředí
 - prvky pro spojité i diskrétní systémy
 - knihovna matematických operací
 - knihovna nelineárních prvků
 - knihovna vstupů a výstupů
- Snadné propojení modelů soustav s algoritmy pro řízení a zpracování signálů
- Model-Based Design
- **Simulink**
- Vizualizace modelů soustav ve 3-D
 - **Simulink 3D Animation**
- Experimentální identifikace soustav
 - **System Identification Toolbox, Simulink Design Optimization**



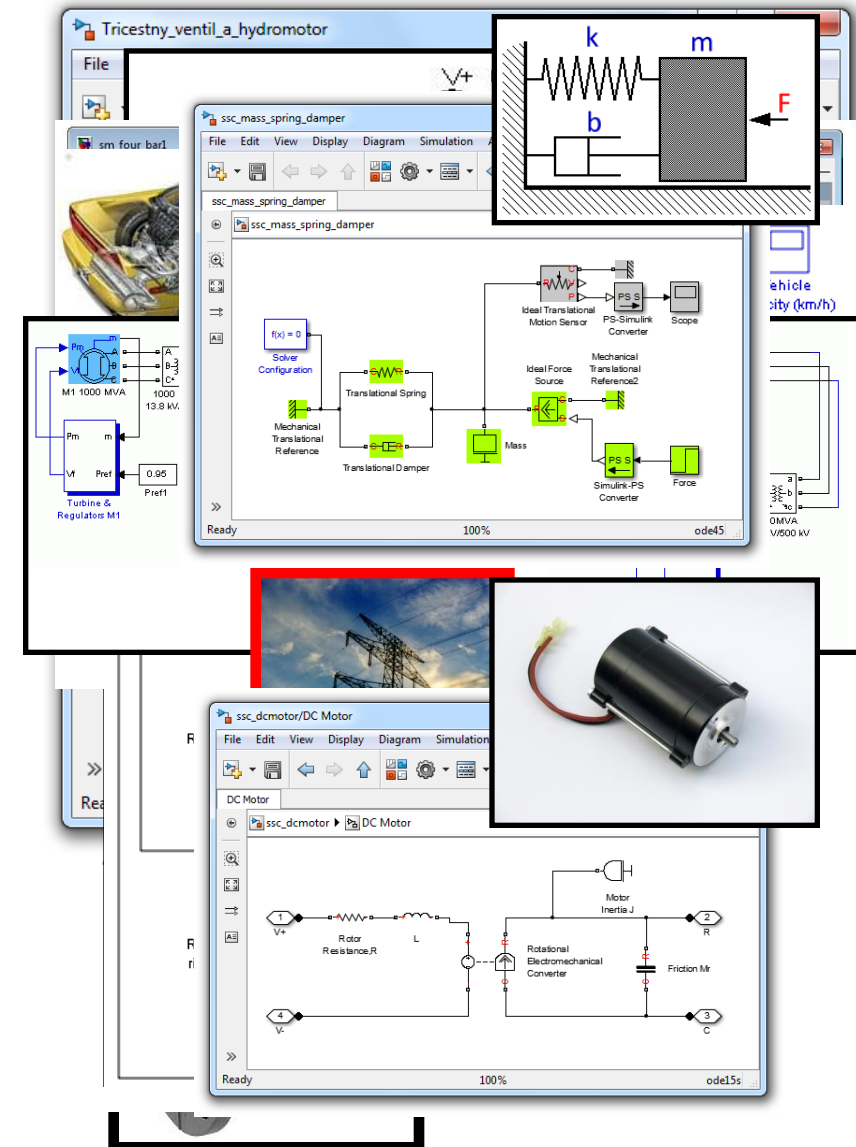
$$\frac{dh}{dt} = k_1 Q_1 - k_2 \sqrt{h}$$



Fyzikální modelování

- Modelování soustav skládáním bloků, které reprezentují prvky reálného světa
 - Modelování na základě fyzické struktury
 - Oproštění od zápisu ve formě diferenciálních rovnic

SimScape	modelování základních soustav: <i>mechanických, elektrických, hydraulických...</i>
SimHydraulics	modelování hydraulických soustav
SimElectronics	modelování elektronických obvodů
SimMechanics	modelování trojrozměrných mechanických soustav
SimDriveline	modelování převodových soustav automobilů
SimPowerSystems	modelování energetických soustav, pohonů a výkonové elektroniky

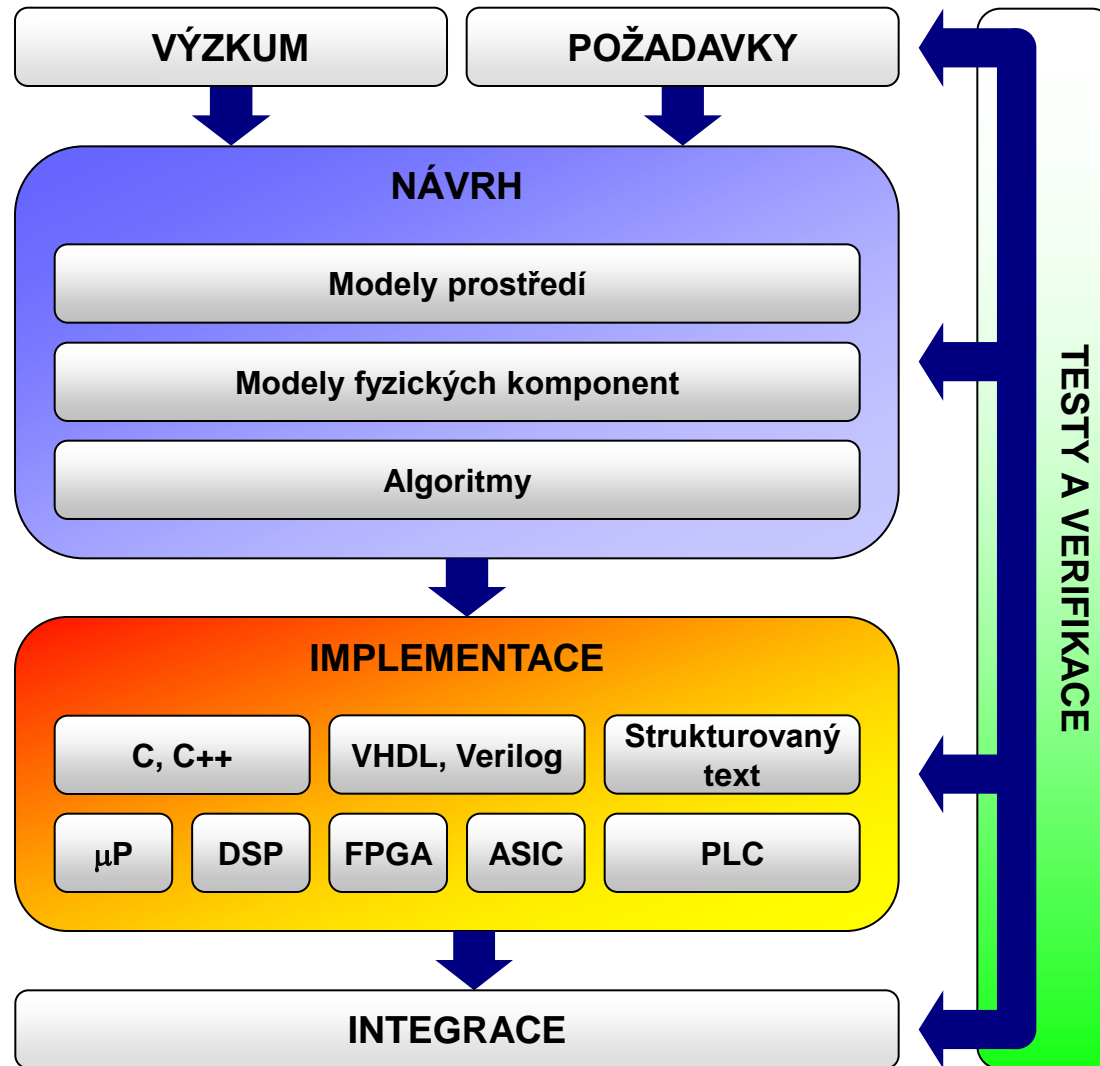


Trend: „Software ve všem“

Technologická exploze - uvnitř každého zařízení jsou složité algoritmy pro řízení a zpracování signálů

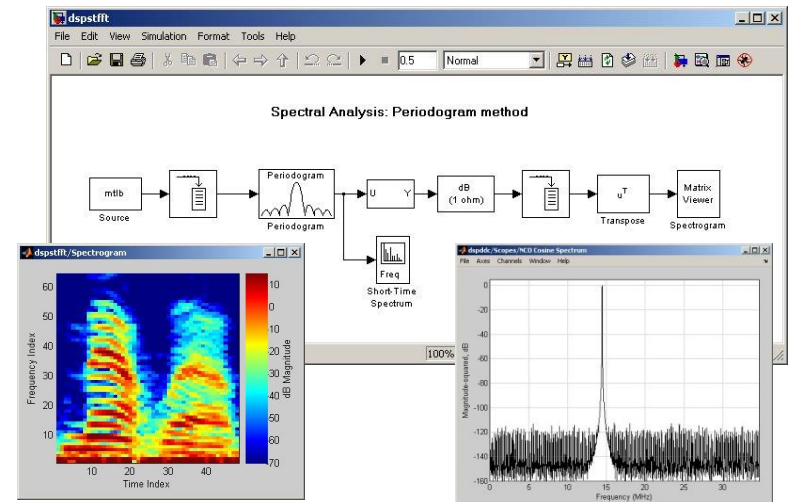
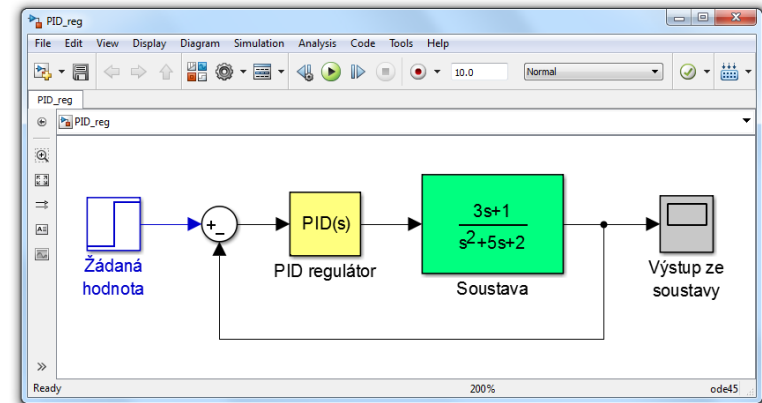


Vývoj metodou Model-Based Design



Model-Based Design

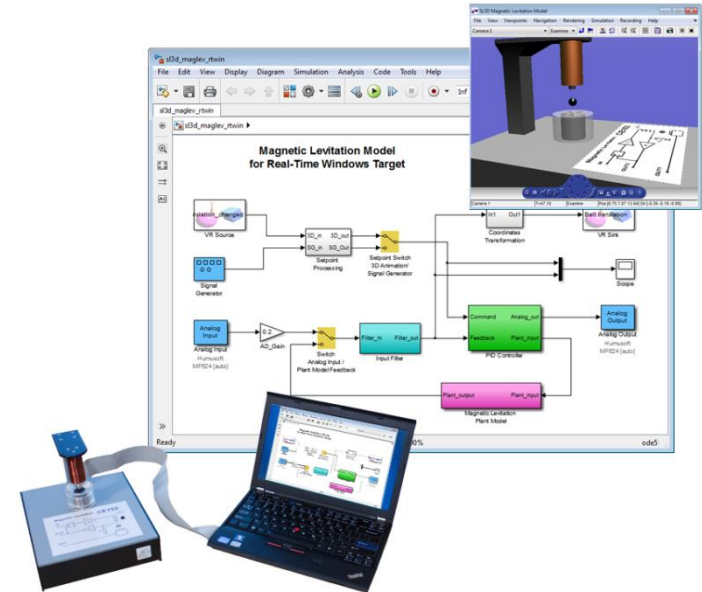
- Základem je model systému v Simulinku
- Návrh řídicích systémů
 - propojením modelů soustav s regulátory lze modelovat libovolné regulační smyčky
 - regulace
 - spojitá, diskrétní
 - SISO, MIMO
 - nastavení regulace pomocí linearizace
 - Simulink Control Design
 - nastavení regulace pomocí optimalizace
 - Simulink Design Optimization
- Algoritmy pro zpracování signálu
 - DSP System Toolbox
- Algoritmy pro zpracování obrazu
 - Computer Vision System Toolbox



Aplikace v reálném čase

- **Simulace v reálném čase**

- propojení MATLABu a Simulinku s reálným světem
- návrh metodou Rapid Control Prototyping
 - simulovaný algoritmus + reálná soustava
- hardware-in-the-loop simulace
 - simulovaná soustava + algoritmus na reálném zařízení
- spuštění Real-Time Aplikací
 - na PC s měřicí kartou, na jiné RT platformě
- **Real-Time Windows Target, Simulink Real-Time, dSPACE**

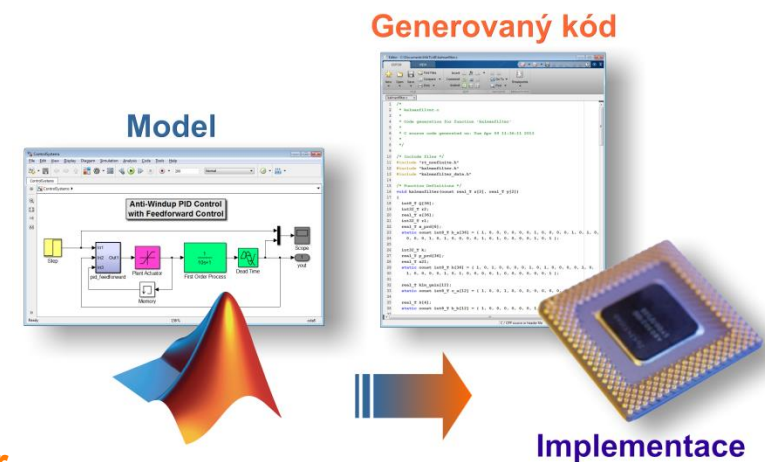


- **Spouštění modelů na výukovém hardware**

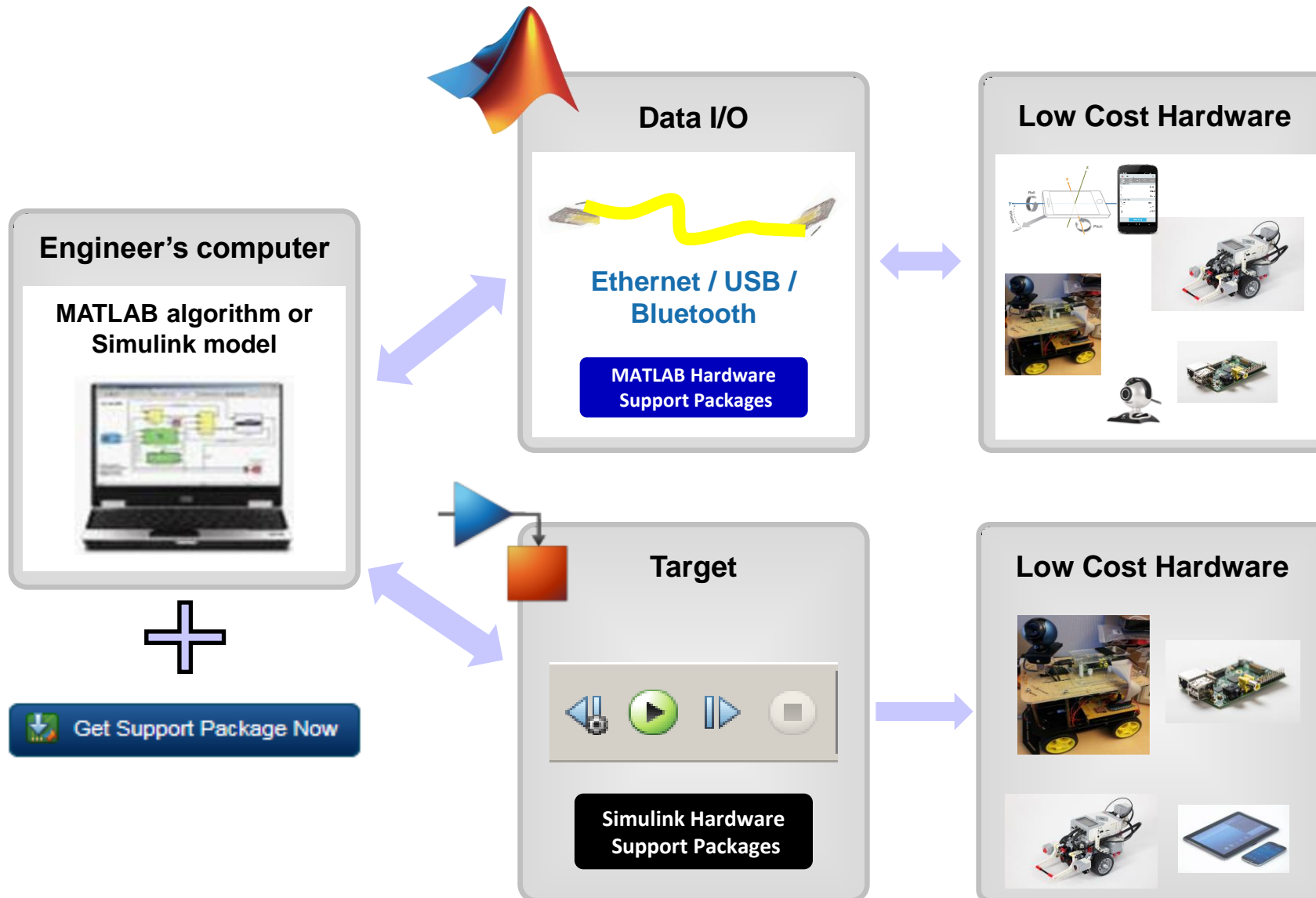
- Arduino, LEGO Mindstorms NXT, Raspberry Pi, ...
- **Simulink**

- **Generování kódu pro cílové platformy**

- generování kódu je plně automatické
 - podpora výpočtů v pevné řádové čárce
- cílové platformy: μ P, DSP, FPGA, PLC
- jazyky: C/C++, HDL kód, strukturovaný text
- **MATLAB Coder, Simulink Coder, Embedded Coder**
- **HDL Coder, Simulink PLC Coder**



Spolupráce s jednoduchými vývojovými platformami



Swiss Re Calculates Potential Loss from Natural Disasters with MathWorks Tools

Challenge

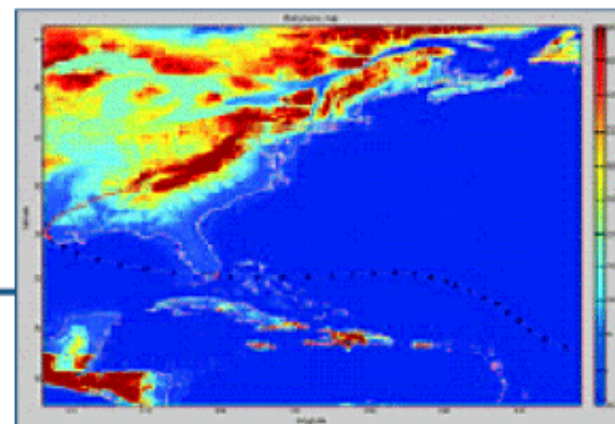
Create a prototype that accurately estimates loss using historical and simulated data

Solution

Use MathWorks tools to import the data, perform the analysis, and deliver the prototype

Results

- Complex analysis tasks addressed
- Development time reduced by 50%
- Function speed increased



Module for calculating tropical storm risk.

“MATLAB is like a treasure chest full of functions. I can honestly say that without MATLAB and all of these functions it would have taken us twice as long to complete this project, and at a much higher price.”

Gerry Lemcke
Swiss Re

Woods Hole Oceanographic Institution Improves Underwater Imaging with MathWorks Tools

Challenge

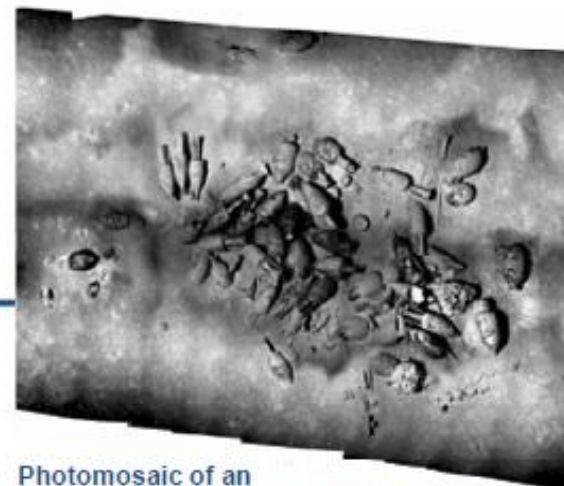
Survey extended areas of the ocean floor

Solution

Use MathWorks tools to process multiple, overlapping images and combine them into a single photomosaic

Results

- Accurate underwater photomosaics
- High-performance, compact MATLAB scripts and functions
- Functionality that's easy to share



Photomosaic of an
80–60 B.C. Roman trading ship.

“MathWorks tools enabled us to push the limits on the next piece of the technology that we were developing.”

Hanumant Singh
Woods Hole Oceanographic Institution

Institute for Biagnostics, Canada Develops an Imaging Tool for Assessing Burn Injuries

Challenge

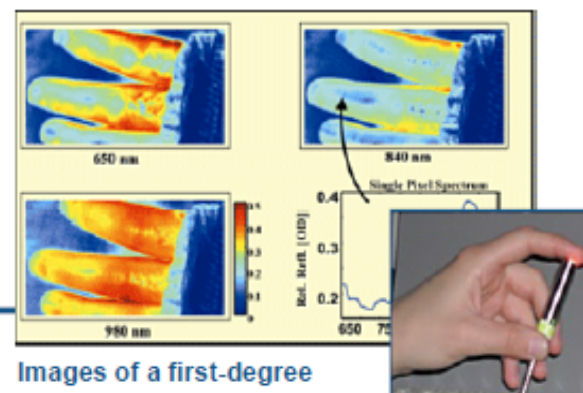
Determine the severity of burn injuries more quickly and accurately

Solution

Use MathWorks products to develop a tool to monitor variations in skin hemodynamics at the site of the wound

Results

- Effective, noninvasive tool for accessing burns
- Flexible test environment
- Accelerated algorithm development process



Images of a first-degree burn, generated in three wavelengths from a spectroscopic camera.

Infrared point spectroscopy probe on the tip of a finger.

“MathWorks tools allowed us to thoroughly explore our data, understand it, and put together an optimal data analysis approach.”

Dr. Lorenzo Leonardi
Institute for Biagnostics, Canada

Developing a Motion-Stereo Parking Assistant at BMW

Challenge

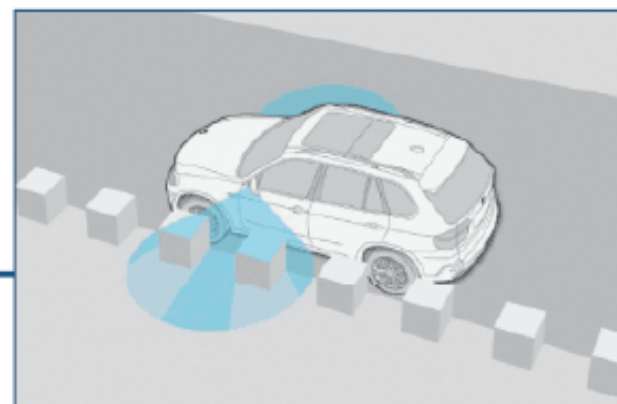
Deliver a cost-effective driver-assistance system for parking in tight spaces

Solution

Develop a motion-stereo system that constructs a 3-D model of the area around the car from 2-D images generated by a single side-view camera

Results

- Image processing algorithms developed 3 – 4 times faster than in C or C++
- Innovative features added without increasing manufacturing costs
- Algorithm debugging time reduced



Vehicle equipped with side-view camera. As the vehicle moves, the side-view camera acquires images that are used to measure depth.

“Developing image processing applications typically requires many matrix calculations and filtering steps. We have found that coding these applications in C or C++ takes three to four times longer than coding them in MATLAB.”

Dr. Eric Wahl
BMW Group;
Dr. Rolf-Dieter Therburg
THECON

Calibration of Engine Performance at Mercedes-AMG

Challenge

Optimize engine calibration for high-performing and environmentally-friendly powertrains

Solution

Use MathWorks tools to develop a calibration tool that enables simultaneous testing of multiple variables

Results

- Calibration process streamlined
- Euro 6 compliance goals achieved
- Faster and more fuel-efficient cars developed



AMG calibration tool main menu.

“We developed a custom engine calibration tool using MathWorks tools that enables engineers at all levels of expertise to extract the highest possible performance from AMG powertrains. The tool supports the entire calibration process, from Design of Experiments to optimization.”

Hasan Uzun
Mercedes-AMG GmbH

JPL Tests, Tunes, and Implements Onboard Descent Systems for Spirit and Opportunity Mars Rovers



Artist's rendition of Mars rover.
Graphics courtesy of NASA/JPL/Cornell.

Challenge

Design an entry, descent, and landing (EDL) system for a Mars rover

Solution

Use MATLAB and Simulink for numerous phases of the mission, including navigation, data analysis, and EDL hardware and software design

Results

- Onboard descent systems tested under authentic atmospheric conditions
- Viable Mars landing sites easily identified
- Spacecraft landing flawlessly executed

Using MATLAB, engineers tested, tuned, and implemented the onboard descent systems that told the rover which rocket systems to fire and when. The landing of the rover happened precisely as the EDL team had predicted.

Research Engineers Advance Design of the International Linear Collider with MathWorks Tools

Challenge

Design a control system for ensuring the precise alignment of particle beams in the International Linear Collider

Solution

Use MATLAB, Simulink, Parallel Computing Toolbox, and Instrument Control Toolbox software to design, model, and simulate the accelerator and alignment control system

Results

- Simulation time reduced by an order of magnitude
- Development integrated
- Existing work leveraged



Queen Mary high-throughput cluster.

“Using Parallel Computing Toolbox, we simply deployed our simulation on a large group cluster. We saw a linear improvement in speed, and we could run 100 simulations at once. MathWorks tools have enabled us to accomplish work that was once impossible.”

Dr. Glen White
Queen Mary, University of London

Ukázky práce v MATLABu

Řešení rozsáhlých úloh

Problém

Můžete ...

Řešení

Dlouhý běh

Výpočetní
náročnost

Počkat



Spustit podobné úlohy
(*tasky*) na nezávislých
procesorech *paralelně*

Rozsáhlá data

Zmenšit velikost
úlohy

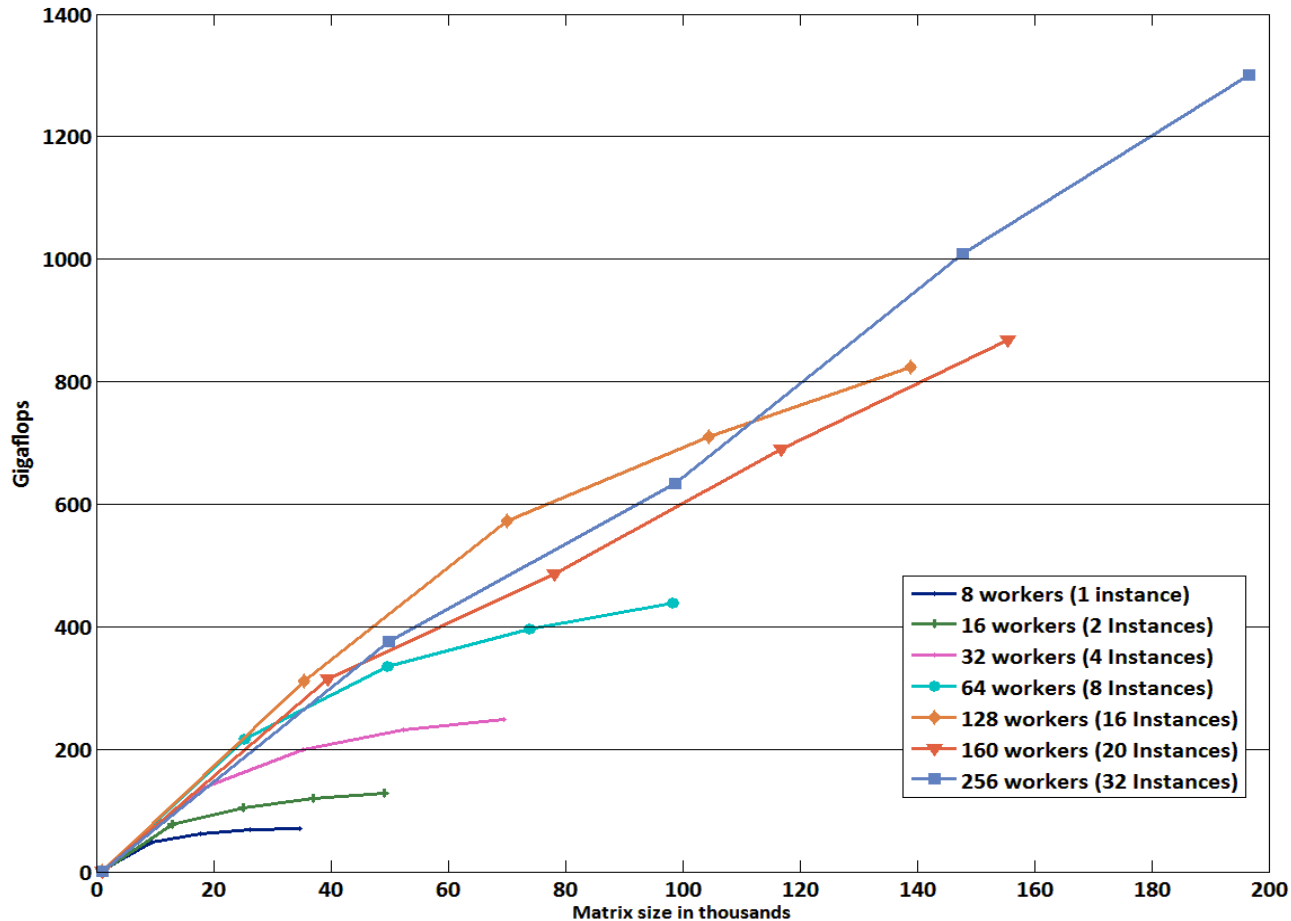


Nahrát *data* na
několik počítačů
které ve skupině
pracují *paralelně*

Řešení rozsáhlé soustavy lineárních rovnic

$Ax=b$

Solving very large systems of linear equations ($Ax=b$) using parallel "\" MATLAB operator on Amazon EC2 Compute Cluster Instances



- Velikost A až 290 GB
- Výkon jednoho stroje
 - ~12 GB of RAM
 - ~55 Gigaflops
- 1.3 Teraflops ~ 20X

MATLAB a Big Data

Platformy

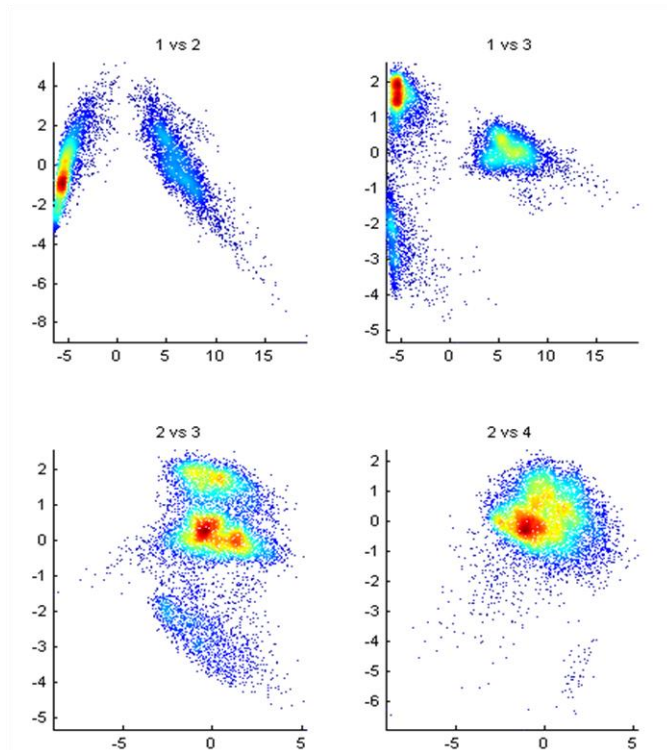
- Desktop (Multicore, GPU)
- Clustery
- Cloud Computing
- Hadoop

Práce s daty a paměť

- 64-bitové procesory
- Memory-Mapped proměnné
- Diskové proměnné
- Databáze
- Datastore

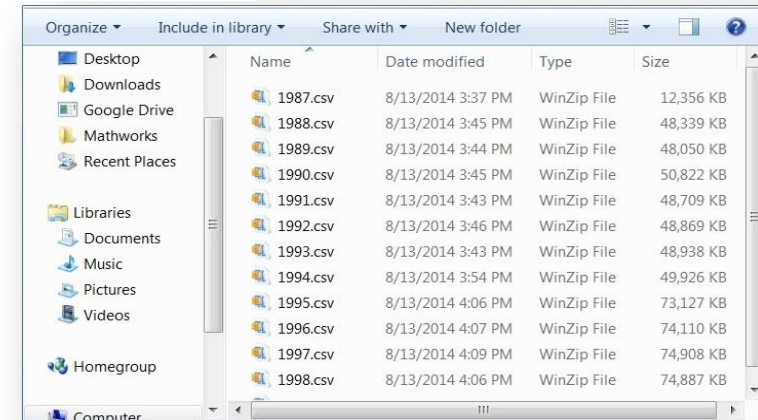
Programování

- Streaming
- Zpracování po blocích
- Paralelní for cykly
- GPU pole
- Single Program, Multiple Data
- Distribuovaná pole
- MapReduce



Big Data – Přístup datastore

- Snadná specifikace pracovních dat
 - Textový soubor (nebo sada textových souborů)
- Možnost náhledu struktury a formátu dat
- Výběr dat k importu na základě názvů sloupců
- Inkrementální čtení částí dat



```
>> preview(ds)
ans =
   Year   Month   DayOfMonth   DayOfWeek
   _____   _____   _____   _____
   1987     10         21             3
   1987     10         26             1
   1987     10         23             5
   1987     10         23             5
```

```
airdata = datastore('*.csv');
airdata.SelectedVariables = {'Distance', 'ArrDelay'};

data = read(airdata);
```

Big Data - Analýza

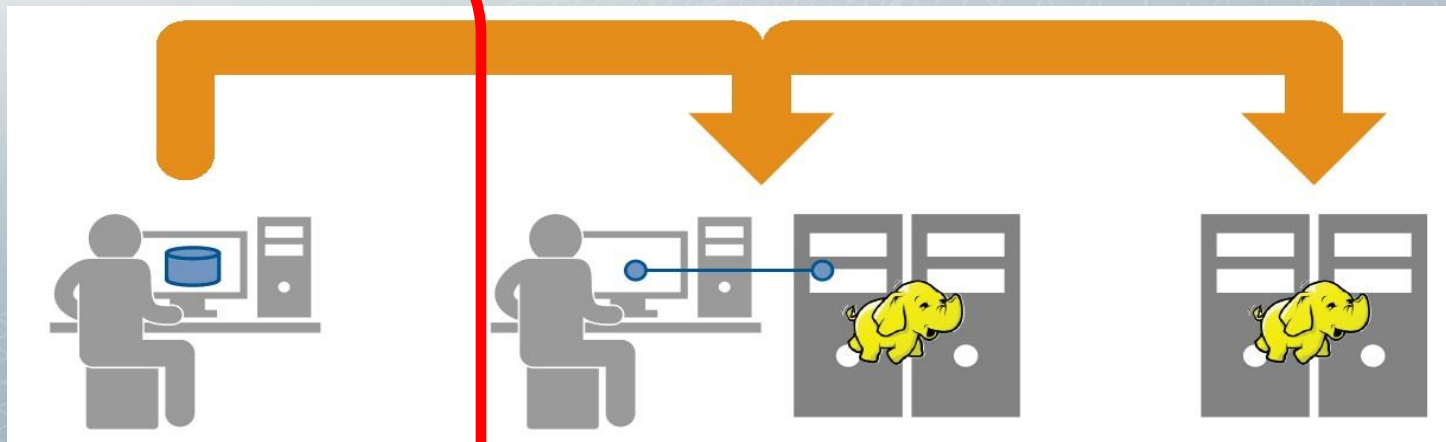
mapreduce

- **MapReduce - výkonná programovací technika pro analýzu rozsáhlých dat**
 - **mapreduce využívá objekty typu datastore ke zpracování dat po malých částech, které se vejdou do paměti**
 - **užitečné pro úlohy se složitými vztahy, popřípadě tehdy, kdy by se mezivýsledky nevešly do paměti**
- **mapreduce na pracovní stanici**
 - **Zvýšení výpočetního výkonu (Parallel Computing Toolbox)**
 - **Analýza rozsáhlých databázových tabulek (Database Toolbox)**
 - **Přístup k datům na HDFS za účelem vývoje algoritmů pro Hadoop**
- **mapreduce na systému Hadoop**
 - **Spouštění algoritmů na systému Hadoop s použitím nástroje MATLAB Distributed Computing Server**
 - **Nasazení aplikací a knihoven pro Hadoop s použitím nástroje MATLAB Compiler**

```
*****
*          MAPREDUCE PROGRESS          *
*****
Map 0%          Reduce 0%
Map 20%         Reduce 0%
Map 40%         Reduce 0%
Map 60%         Reduce 0%
Map 80%         Reduce 0%
Map 100%        Reduce 25%
Map 100%        Reduce 50%
Map 100%        Reduce 75%
Map 100%        Reduce 100%
```

MATLAB a Big Data

1. MATLAB na Desktopu



Osobní pracovní stanice

- Analýza dat
- Tvorba algoritmů využívajících techniku MapReduce
- Přístup k souborům dat v HDFS

Připojení k Hadoop

- Spouštění algoritmů pro systém Hadoop na datech v HDFS

**MATLAB Distributed
Computing Server**

Produkční Hadoop

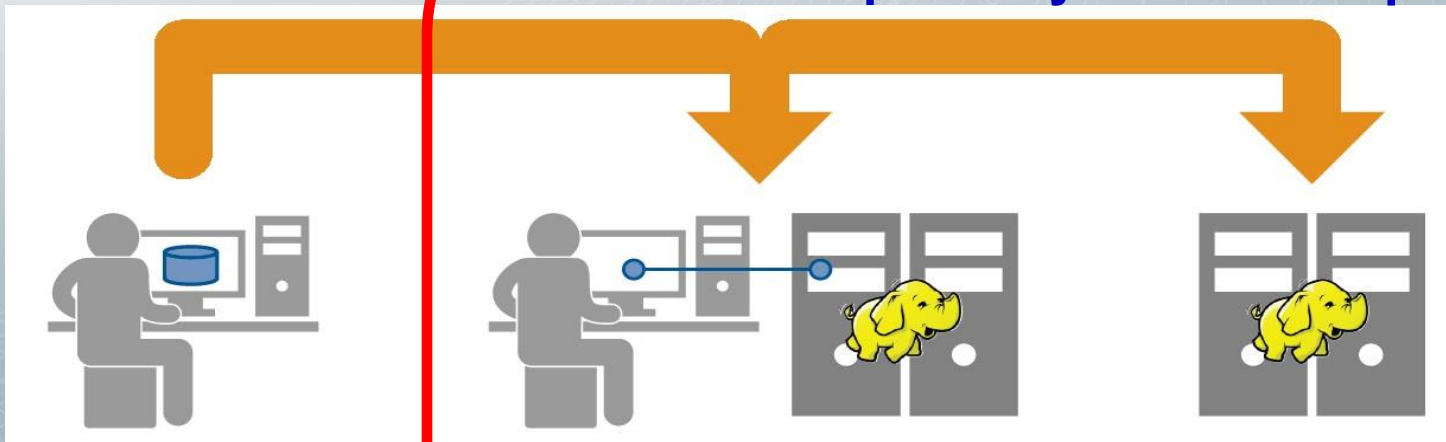
- Tvorba samostatných aplikací a komponent, které pracují na systému Hadoop

MATLAB Compiler

MATLAB a Big Data

2. Analýza dat napsaná v MATLABu na systému Hadoop

Snadná migrace programů z
desktopu na systém Hadoop



Osobní pracovní stanice

- Analýza dat
- Tvorba algoritmů využívajících techniku MapReduce
- Přístup k souborům dat v HDFS

Připojení k Hadoop

- Spouštění algoritmů pro systém Hadoop na datech v HDFS

MATLAB Distributed
Computing Server

Produkční Hadoop

- Tvorba samostatných aplikací a komponent, které pracují na systému Hadoop

MATLAB Compiler

Příklad: Analýza registru vozidel s použitím technik Datastore a MapReduce

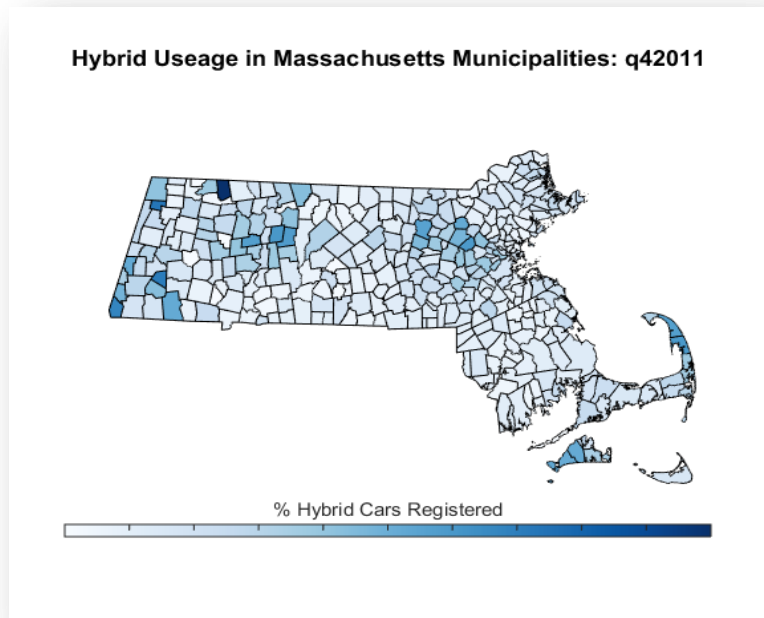
- **Data**

- Registrace vozidel ve státě Massachusetts v letech 2008-2011
- 16M záznamů, 45 polí

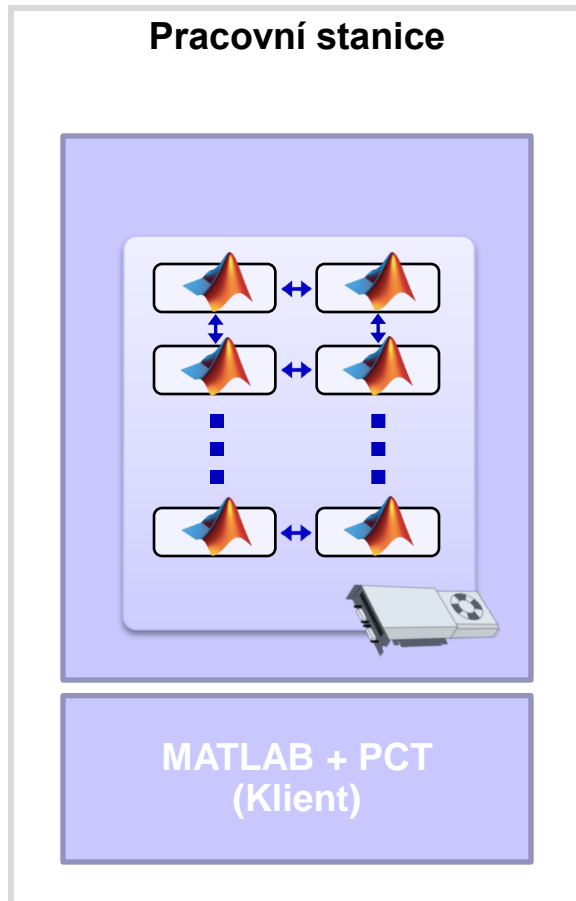
muni_id	veh_zip	insp_year	model_year	make
325	1089	2011	2008	'Hyundai'
325	1089	2009	2008	'Hyundai'
288	1776	2011	2008	'Acura'
288	1776	2008	2008	'Acura'
145	2364	2011	2005	'Chevrolet'
325	1089	2010	2008	'Hyundai'
325	1089	2011	2008	'Hyundai'
288	1776	2009	2008	'Acura'

- **Analýza**

- Exploratorní analýza adopce hybridních vozidel
- Výpočet % registrovaných hybridů
 - po čtvrtletí
 - po regionech
- Tvorba map s výsledky



Paralelní výpočty na pracovní stanici

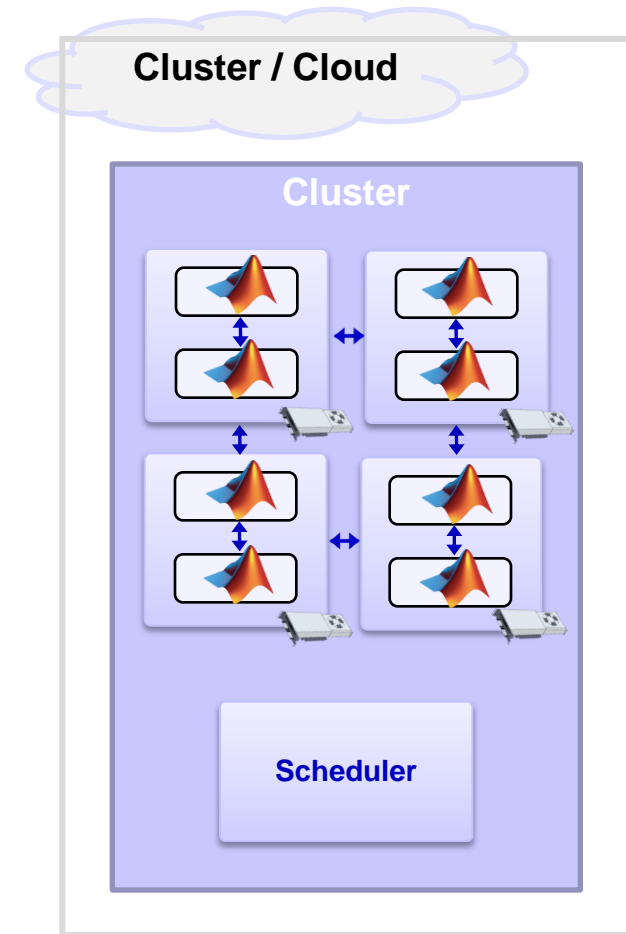
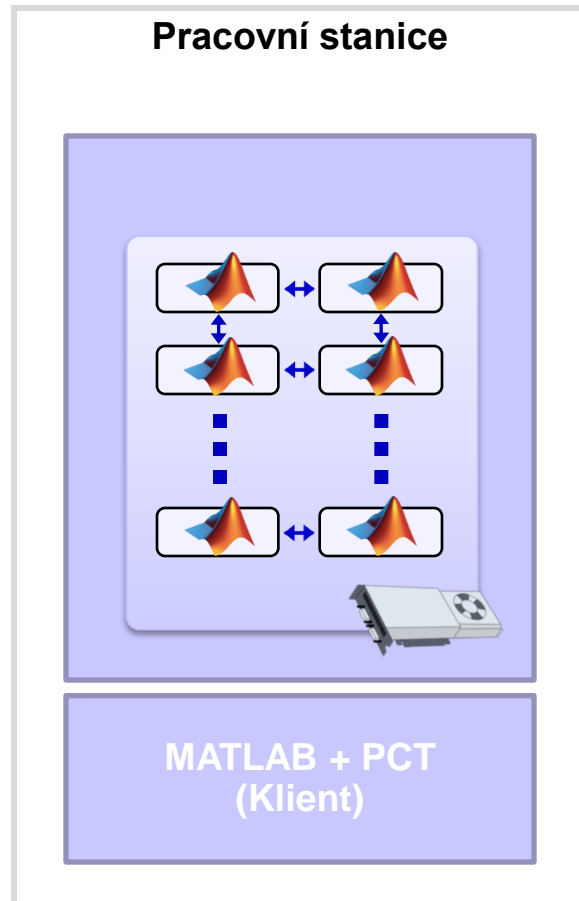


- Urychlení aplikací
- Využití akcelerace pomocí GPU
- Vývoj kódu určeného pro cluster

* „Dobrý sériově pracující kód je základním předpokladem dobrého paralelního kódu“

Parallel Computing Toolbox (PCT)

Škálování na Cluster / Cloud



**MATLAB Distributed Computing Server
(MDCS)**

Programování paralelních aplikací (CPU)



Snadnost využití

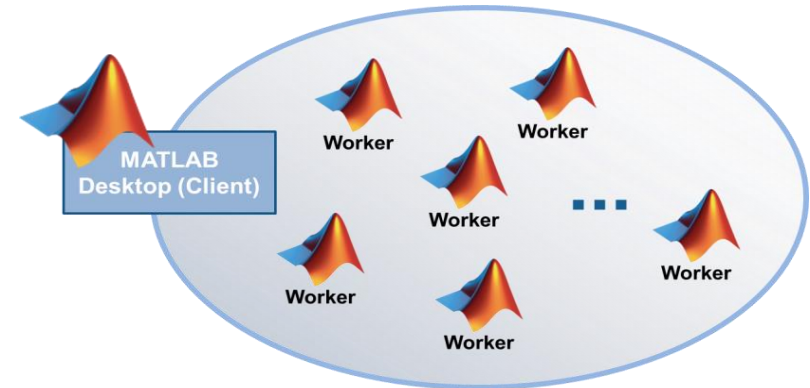
- Vestavěná podpora v Toolboxech
- Jednoduché konstrukce:
`parfor`, `batch`, `distributed`
- Pokročilé konstrukce:
`createJob`, `labSend`, `spmd`



Stupeň kontroly

Vestavěná podpora PCT v Toolboxech

- **Matematika, statistika, optimalizace**
 - Optimization Toolbox, Global Optimization Toolbox
 - Statistics Toolbox
 - Neural Network Toolbox
- **Zpracování signálů a obrazu**
 - Signal Processing Toolbox
 - Image Processing Toolbox
 - Communications System Toolbox, Phased Array System Toolbox
- **Výpočetní biologie**
 - Bioinformatics Toolbox
- **Analýza a návrh řídicích systémů**
 - Robust Control Toolbox, Simulink Control Design, Simulink Design Optimization
- ...



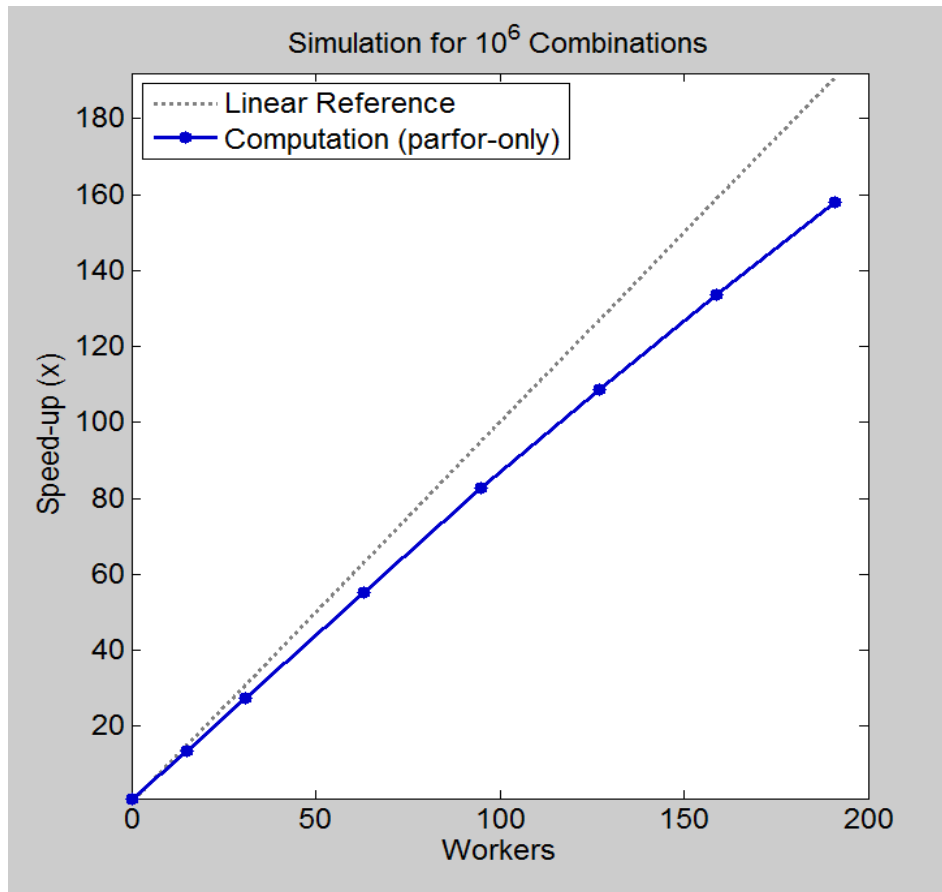
* využití bez nutnosti psát paralelní kód

Paralelní for cyklus

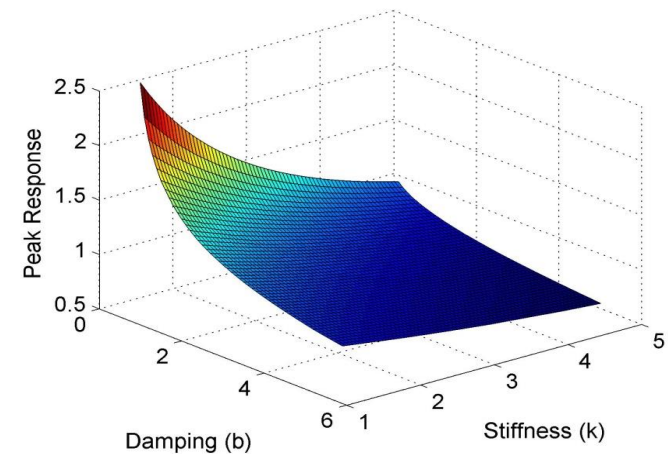
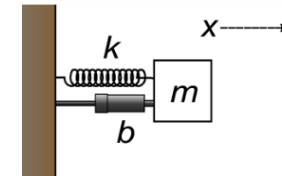
```
parfor i = 1 : n
    % proved' něco s i
end
```

- Rozešle „% proved' něco s i“ na skupinu MATLAB workerů (parpool)
- Monte Carlo simulace, Parametrické sweepy
- Využitelné i pro simulace v Simulinku
 - parfor + sim ()

Příklad: Parametrický Sweep ODE



$$\underbrace{5}_{\substack{1,2,\dots \\ 1,2,\dots}} m \ddot{x} + \underbrace{b}_{\substack{1,2,\dots \\ 1,2,\dots}} \dot{x} + \underbrace{k}_{\substack{1,2,\dots \\ 1,2,\dots}} x = 0$$



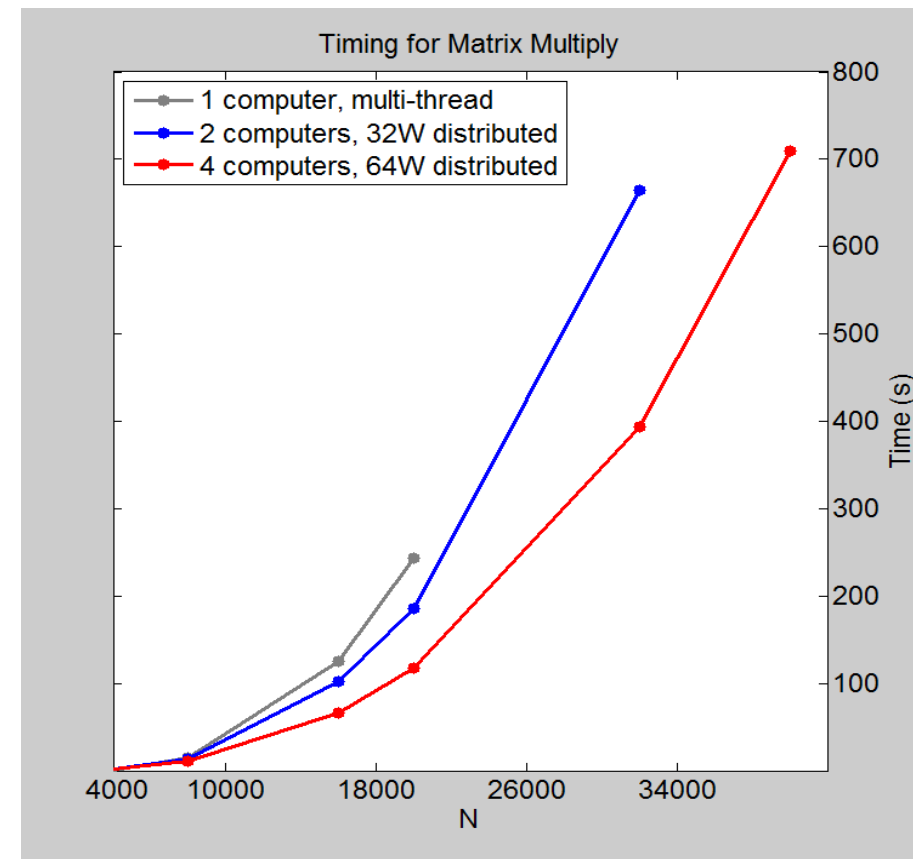
Distribuované výpočty

Závislost času výpočtu na počtu výpočetních uzlů

- Násobení náhodných matic o velikosti $N \times N$
- Více uzlů umožňuje rychlejší výpočet a řešení rozsáhlejších úloh

N	Time (s)		
	1 node, multi- threaded	Distributed	
		2 nodes, 32W	4 nodes, 64W
4000	2	3	3
8000	16	14	12
16000	126	102	67
20000	244	187	118
32000	-	664	394
40000	-	-	710

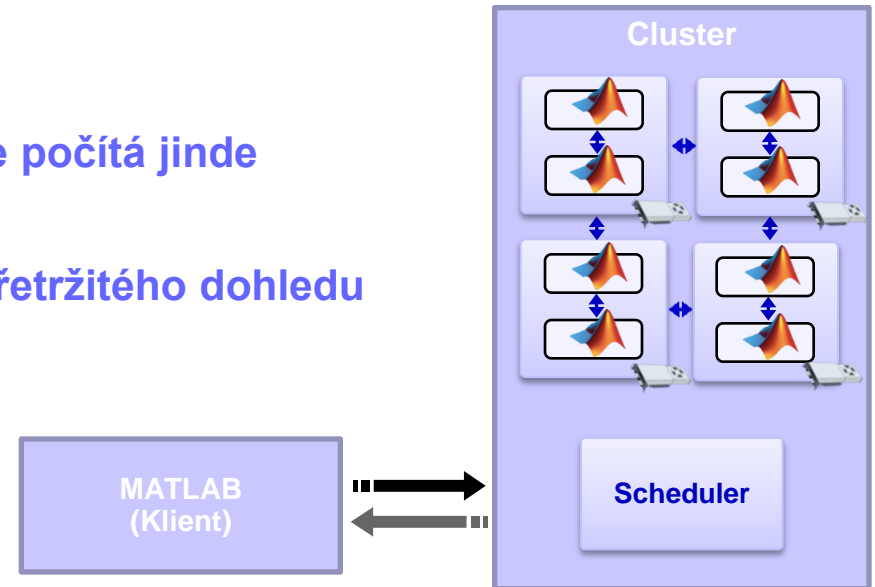
Processor: Intel Xeon E5-2670
16 jader, 60 GB RAM / uzel
10 Gigabit Ethernet



Výpočty v rámci výpočetního clusteru

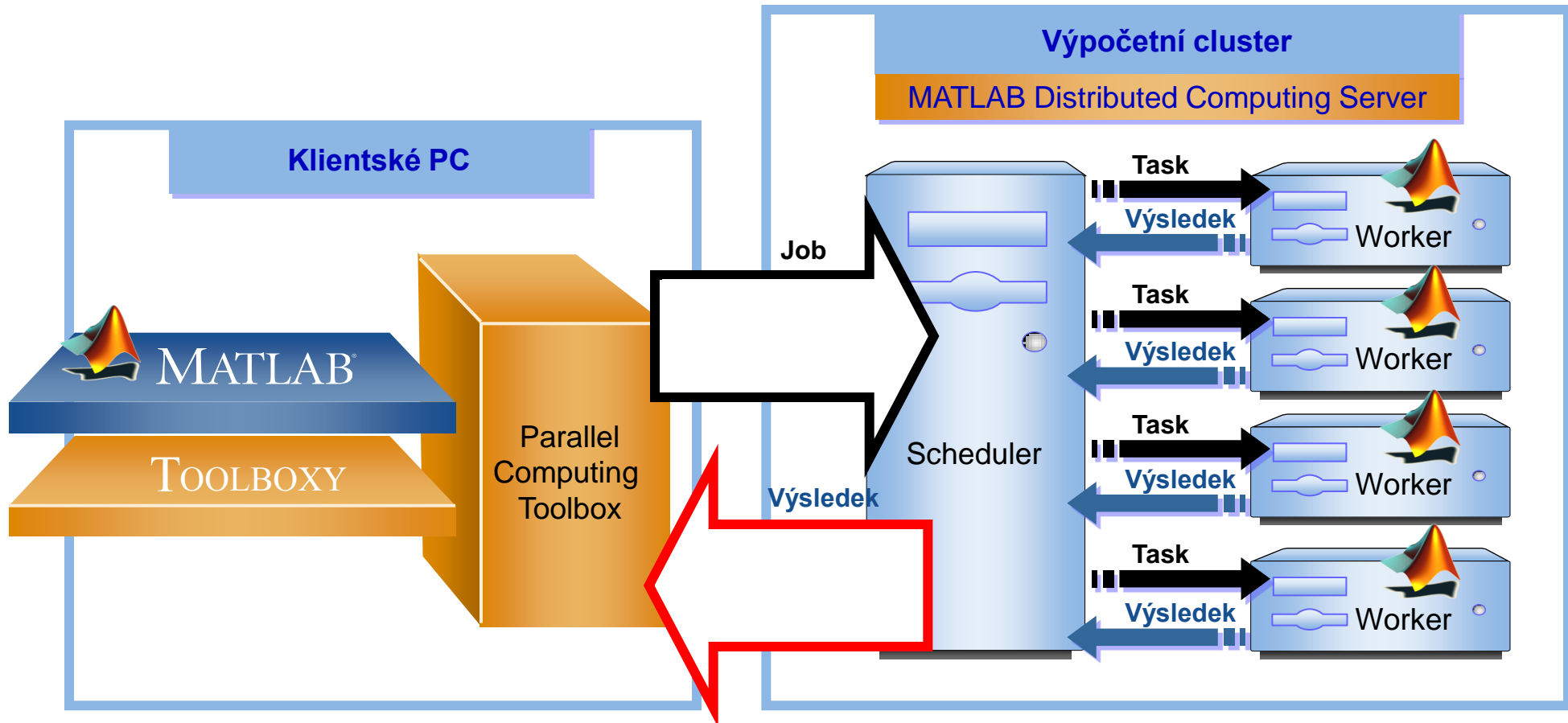
Motivace:

- **Uvolnit si vlastní počítač**
 - Vyvíjet algoritmy, zatímco se aktuální verze počítá jinde
 - Přístup k výkonnějším počítačům
 - Dávkové zpracování úloh bez nutnosti nepřetržitého dohledu
- **Urychlení výpočtu**
 - Využití více výpočetních jader
 - Je možné provádět výpočty, které byly dosud nemyslitelné
 - Pravidelné finanční analýzy, složité modely vývoje počasí apod.
- **Zpracování velkého objemu dat**
 - Využití distribuovaných polí
 - Řešení rozsáhlých úloh bez nutnosti přepisování algoritmů



Výpočty v rámci výpočetního clusteru

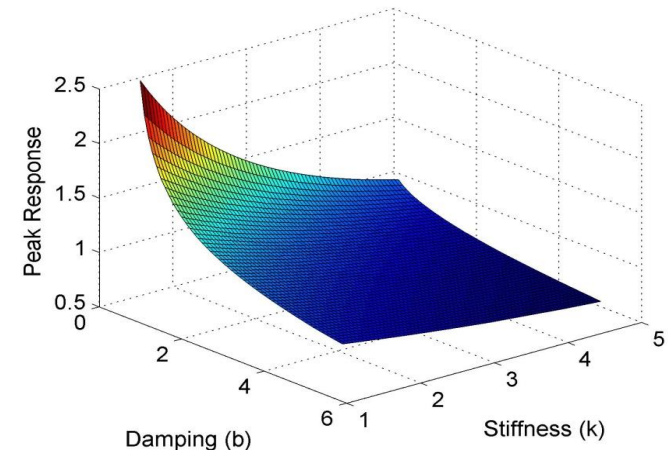
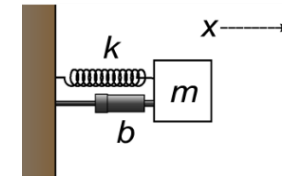
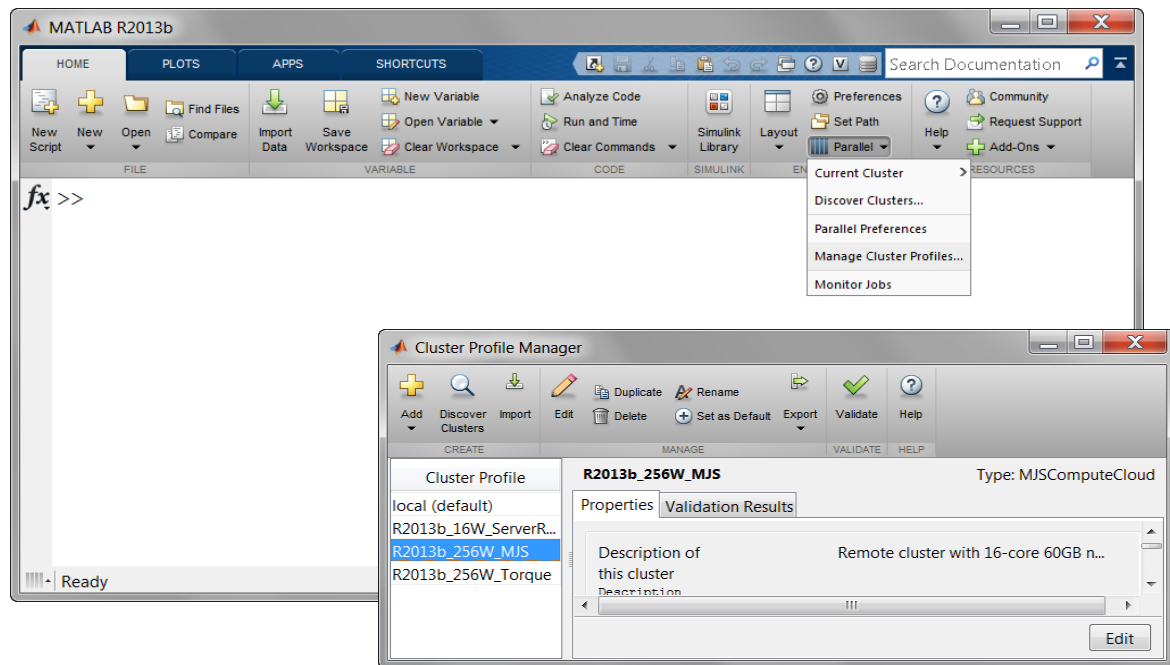
- Je možné zpracovávat rozsáhlé výpočetní úlohy
- Lze využít vlastní nebo externí plánovač (Scheduler, Job Manager)



Snadná migrace z pracovní stanice na cluster

- Změna hardware, na kterém se úloha počítá, se děje vybráním příslušného profilu, typicky bez nutnosti změny vlastního kódu

$$\overset{5}{m}\ddot{x} + \underset{1,2,\dots}{b}\dot{x} + \underset{1,2,\dots}{k}x = 0$$



Podpora Schedulerů

- MATLAB Job Scheduler
- Přímá podpora některých schedulerů
(Platform LSF, Microsoft HPCS, PBS)



Platform™

TORQUE



- Otevřené API pro další schedulery



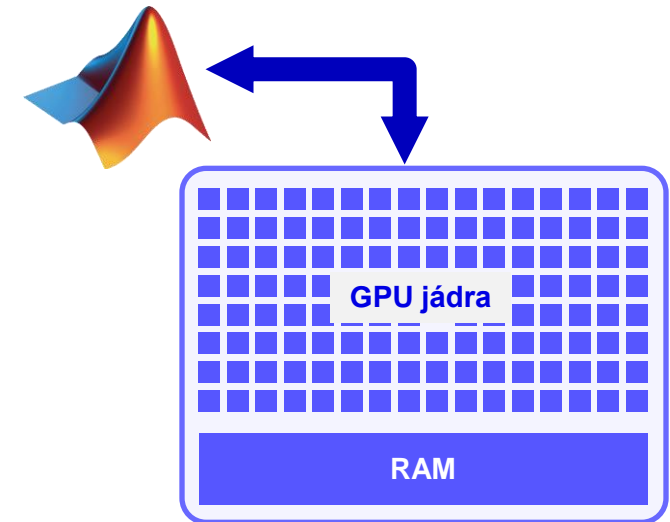
UNIVA UD

Snadnost využití

Stupeň kontroly

Využití grafických karet (GPU)

- Původně určeny pro akceleraci grafiky, nyní lze využít i pro určitou třídu vědeckotechnických výpočtů
- Masivně paralelní pole procesorů pracujících v pevné i plovoucí řádové čáře
 - Typicky stovky procesorů na jedné kartě
 - Jádra GPU doplňují CPU
- Vyhrazená paměť s rychlým přístupem



* Ne všechny úlohy jsou vhodné k řešení na GPU!

Programování paralelních aplikací (GPU)



Snadnost využití

- Vestavěná podpora v Toolboxech
- Jednoduché konstrukce:
`gpuArray`, `gather`
- Pokročilé konstrukce:
`arrayfun`, `spmd`
- Rozhraní pro experty:
`CUDAKernel`, `MEX support`



Stupeň kontroly

www.mathworks.com/help/distcomp/run-cuda-or-ptx-code-on-gpu

www.mathworks.com/help/distcomp/run-mex-functions-containing-cuda-code

Příklad: Řešení vlnové rovnice ve 2D

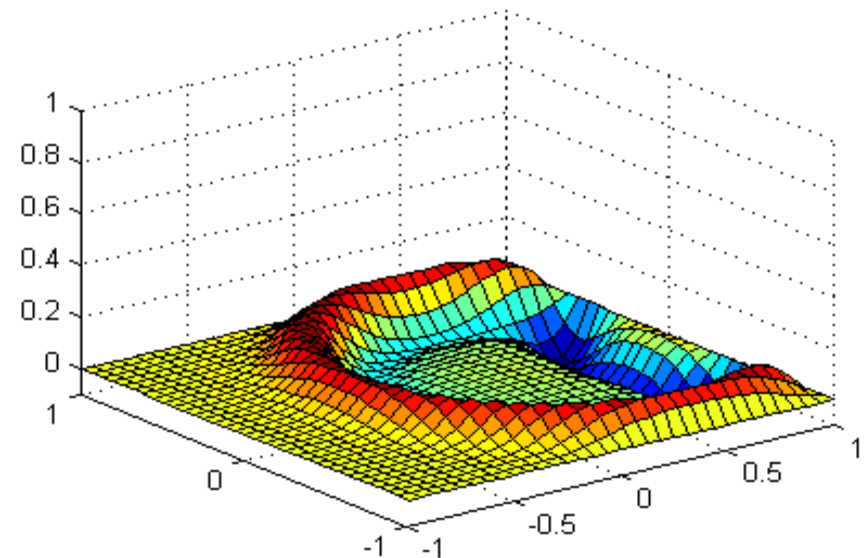
CPU vs. GPU

- Řešení vlnové rovnice 2. řádu:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$$

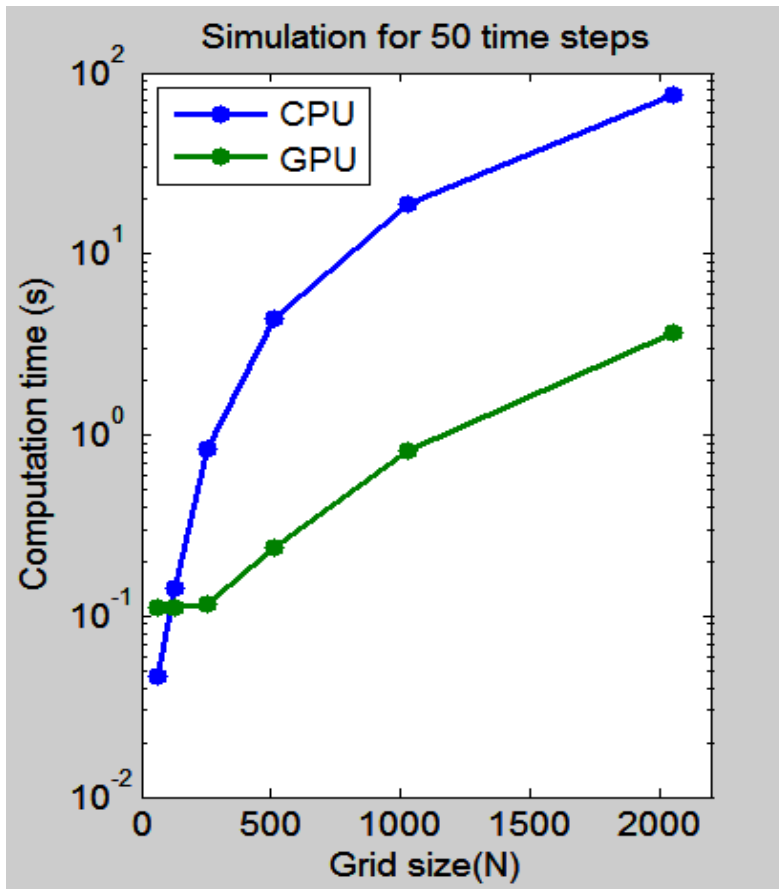
- Výpočet na CPU i GPU
- S využitím funkce `gpuArray` a overloadovaných funkcí

Solution of 2nd Order Wave Equation



Příklad: Řešení vlnové rovnice ve 2D

CPU vs. GPU

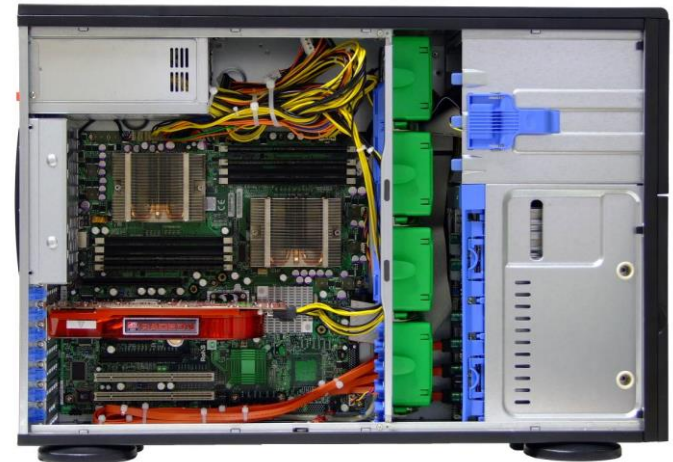


Grid Size	CPU (s)	GPU (s)	Speedup
64 x 64	0.05	0.11	0.4
128 x 128	0.14	0.11	1.3
256 x 256	0.83	0.12	7.2
512 x 512	4.40	0.24	18
1024 x 1024	18.79	0.82	23
2048 x 2048	75.03	3.67	20

Intel Xeon Processor W3550 (3.07GHz) – 4 fyzická jádra
 NVIDIA Tesla K20c GPU

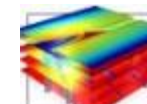
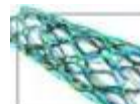
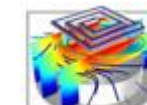
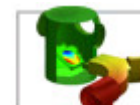
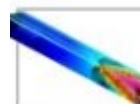
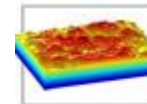
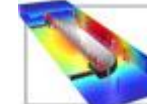
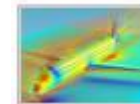
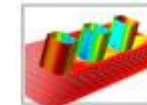
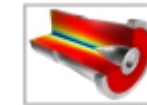
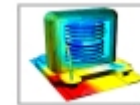
Humusoft HeavyHorse

- **Procesory AMD FX/Opteron**
 - jeden, dva nebo čtyři procesory
 - 8 až 64 výpočetních jader
 - frekvence CPU až 4.7 GHz
- **RAM až 256 GB DDR3**
- **Grafická karta AMD řady Radeon R7 nebo R9**
- **Na přání grafická karta NVidia TESLA**
 - pro GPU výpočty
- **Operační systém podle přání**
 - Microsoft Windows 64-bit
 - Linux 64-bit
- **Možnost předinstalace aplikací**
 - **MATLAB**
 - Parallel Computing Toolbox
 - **MATLAB Distributed Computing Server**
 - **COMSOL Multiphysics**



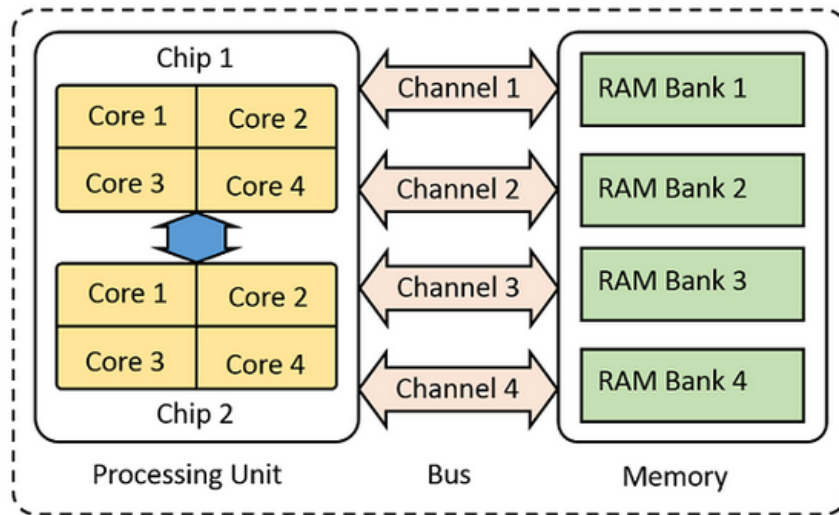
COMSOL Multiphysics

- Řešení parciálních diferenciálních rovnic (PDE)
 - metodou konečných prvků, řešení ve 2D a 3D
- Rozsáhlý modulární systém
 - AC/DC Module
 - Acoustics Module
 - Batteries & Fuel Cells Module
 - CFD Module
 - Electrodeposition Module
 - Geomechanics Module
 - Heat Transfer Module
 - Chemical Reaction Engineering Module
 - MEMS Module
 - Microfluidics Module
 - Plasma Module
 - RF Module
 - Structural Mechanics Module
 - Subsurface Flow Module



COMSOL Multiphysics

Paralelní výpočty

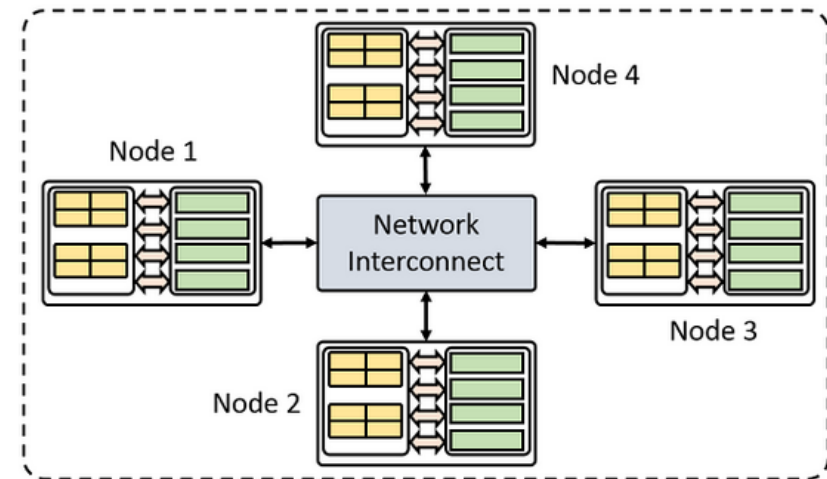


Schematic of the key parts of a computer.

Paralelně probíhají následující činnosti:

- generování sítě
- proces assembly
- řešení (všechny řešiče jsou paralelní)
- paralelní výpočty probíhají automaticky
- Počet využitých jader na PC lze nastavit
- Paralelně pracují všechny typy licencí

Distribuované výpočty - clustery



A simple model of a cluster with four compute nodes.

Distribuované výpočty:

1 klíč - neomezený počet uzlů bez navýšení ceny
kombinace paralelních a distribuovaných výpočtů
(Hybrid Computing)

Typy výpočtů na clusteru:

- Parameter Sweep (každý uzel řeší 1 variantu modelu)
- Jedna úloha se rozdělí na daný počet uzlů
- Tento režim umožňuje jen síťová licence (FNL)

Ukázky využití paralelizace v MATLABu

MATLAB

– využití během celého studia ... i poté

Střední školy

Výuka

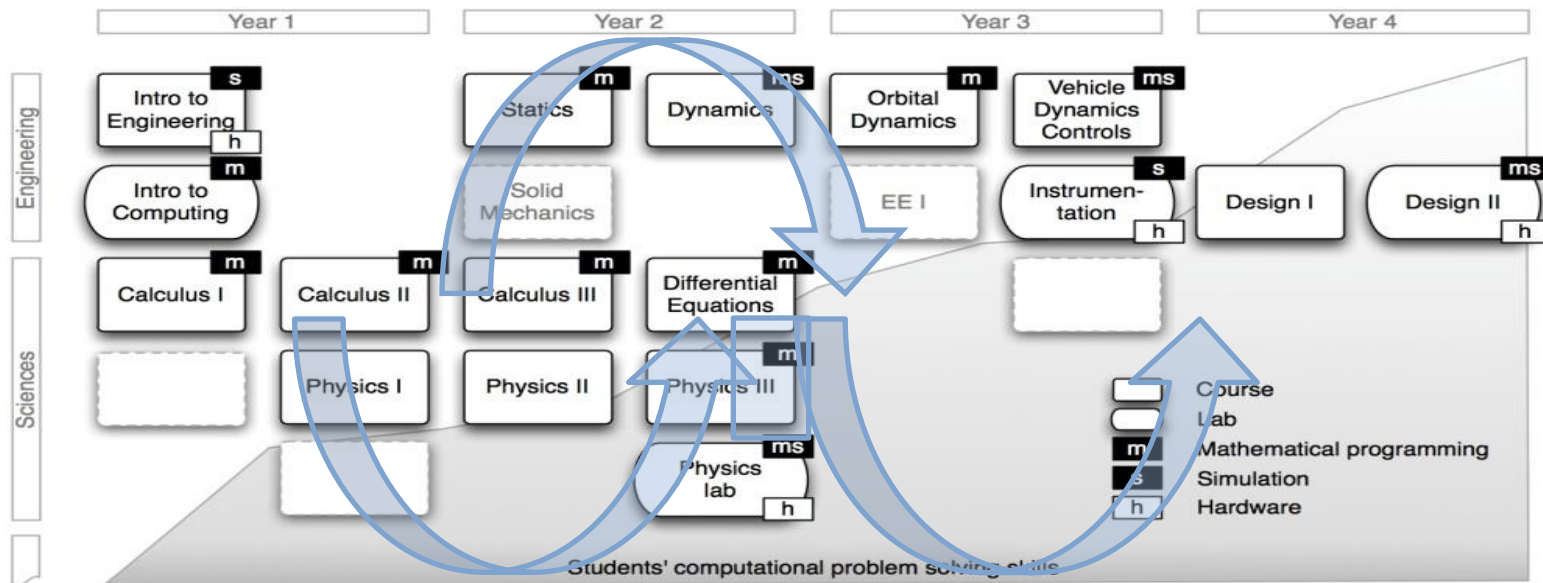
Výzkum

Praxe



MATLAB – využití během celého studia

- MATLAB není jen “Matematický software”, je to univerzální inženýrský nástroj pro technické výpočty a simulace
- Velký potenciál využití během celého studia v řadě oborů a předmětů
- Jeden nástroj – odstranění duplicit při výuce různých nástrojů
- Možnost snadného propojení s jinými aplikacemi a formáty. Orientace na MATLAB jako základní výpočetní nástroj neznamená nemožnost využití dalších, doplňkových nástrojů a aplikací



Podpora výuky - Informace

- **Book Program**
 - Více než 1500 knih pro výuku i profesionální využití v mnoha oblastech vědy a techniky ve 28 jazycích
- **MATLAB Courseware**
 - Syllaby předmětů a podpůrné materiály poskytnuté univerzitami komunitě uživatelů
 - Přehledně uspořádáno podle ročníků a oborů
- **Classroom Resources**
 - Elektronické knihy a materiály pro výuku s vyhledáváním
- **<http://www.mathworks.com/academia>**

Classroom Resources

Educator Home Classroom Resources Hardware Support MATLAB Student Evaluation License Opti

Filter Criteria

Topic: All Topics Language: All Languages

Department: All Departments Custom: Enter search terms

Resource Type: Course materials

[Get link to results](#)

Results

Title	Summary
Differential Equations for Scientists and Engineers (MATH 246) at University of Maryland	Course materials: syllabus, lecture notes, assignments, quizzes and exams, and MATLAB tutorials.
Numerical Computing with MATLAB, by Cleve Moler	Online textbook on numerical methods, with downloadable chapters and supporting MATLAB files

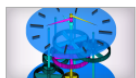
First-Year Courseware



Discovery-Based Learning
 Professor Steve McKnight
 Professor Gilead Tadmor
 Northeastern University



Engineering Models I
 Professor Kathleen Ossman
 Professor Gregory Bucks
 University of Cincinnati



Engineering Models II
 Professor Kathleen Ossman
 Professor Gregory Bucks
 University of Cincinnati

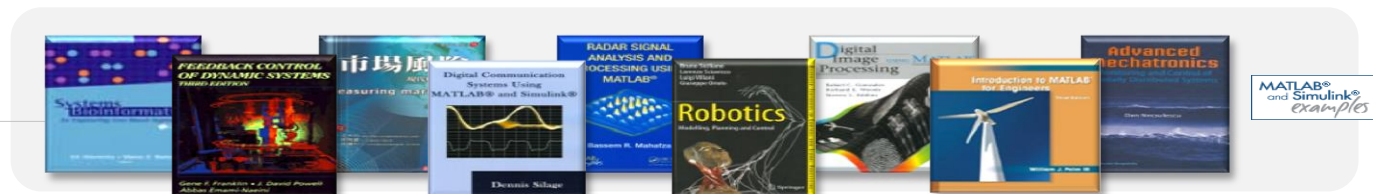


Engineering Problem Solving
 Professor Stanley Hsu
 Professor Rajeevan Amitharaja,
 Professor Andre Knoesen
 University of California, Davis



Introduction to MATLAB
 Professor William J. Palm, III
 University of Rhode Island

Second-Year Courseware



MATLAB®
and Simulink®
examples

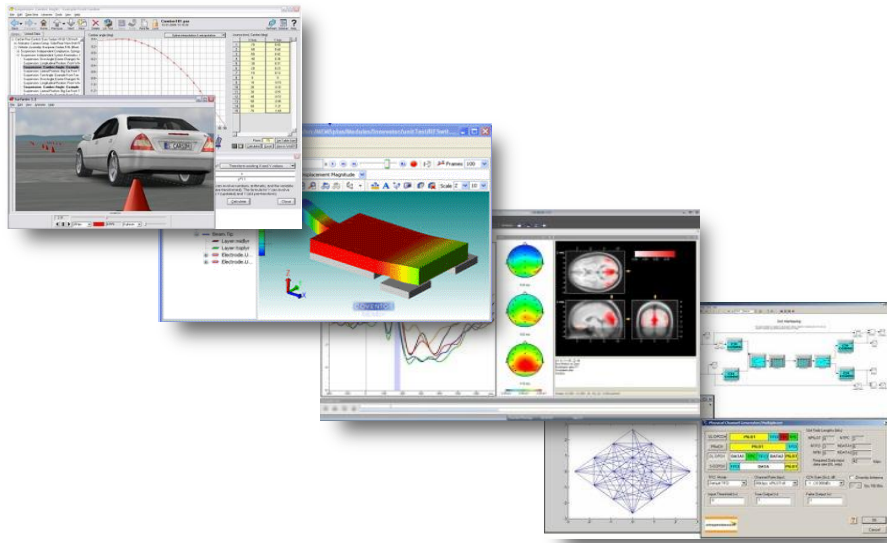
Podpora transferu znalostí a technologií

- Program „Connections“ – více než 400 produktů a služeb, které rozšiřují možnosti MATLABu a Simulinku:

Third-Party Products & Services

- Toolboxy a knihovny pro MATLAB a Simulink
- Rozhraní pro spolupráci s programovým a technickým vybavením jiných výrobců
- Specializované kurzy a konzultační služby
- Systémoví integrátoři, kteří MATLAB a Simulink integrují do svých produktů

- Zvláštní nabídka pro „Startup“ firmy



MATLAB - žádaná kvalifikace absolventů



SW Developer for Aerospace with Matlab (244375) - Brno-Slatina

Honeywell Technology Solutions (HTS) dynamically expands its activities in research and development (R&D) centre in Brno, Czech Republic. Established in 2003, this is the largest R&D centre in Europe for Honeywell. Our engineers and scientists develop products and technologies that are linked to our business units: Aerospace, Automation and Controls Solutions and Transportation Systems.

This position is a part of Aerospace group, the world's leading supplier of avionics systems, products and services for commercial and business aircraft as well as for defense and space applications.

Job description:

- ▶ Participate on SW development of Honeywell Aerospace tools – for example: Honeywell Autocode Manager (HAM) tool
- ▶ Define and document user and project requirements
- ▶ Assist in data gathering and cost savings estimates
- ▶ Communicate project plan, schedule, cost, and progress
- ▶ Identify potential risks and issues
- ▶ Utilize process improvement techniques to improve current business processes
- ▶ Conduct formal internal customer reviews at project completion to confirm project acceptance and satisfaction

Requirements:

- ▶ Bachelor's Degree in Engineering or Computer Science or equivalent experience
- ▶ Knowledge of Matlab / Simulink or Mathworks or Stateflow
- ▶ Strong communication (also in English) and planning skills
- ▶ Communication skills relating to technical and programmatic discussions
- ▶ focus on processes
- ▶ Capability and willingness to travel to USA
- ▶ Experience with various UML / SysML tools and environments

Výzkumný a vývojový pracovník - aerodynamické návrhy

Popis volné pozice

Aerodynamický návrh průtočných částí nových typů turbín v rámci vývojových a zakázek. Vývoj nových profilů a lopatek dle specifických aerodynamických požadavků. Spolupráce se skupinami a odděleními DŠPW (dynamika, pevnost, výzkum, CFD výpočty, atd.) podílejících se na vývoji a návrhu nových průtočných i specializovaných softwarových nástrojích.

Požadujeme

- ▶ VŠ vzdělání
- ▶ Znalost teorie proudění a termomechaniky, nejlépe v lopatkových strojích
- ▶ Výhodou znalost práce v SW MATLAB, CATIA, AutoCAD a CFD nástrojích
- ▶ Vhodné pro absolventy VŠ

Nabízíme

- ▶ zázemí významné a stabilní strojírenské společnosti působící na českém trhu
- ▶ osobní a profesní rozvoj
- ▶ upotřebení a zdokonalení Vašich jazykových znalostí
- ▶ systém firemního vzdělávání a odborných školení
- ▶ měsíční příspěvek na penzijní připojištění

Analytik energetické účinnosti plavidel (Matlab/Simulink)

Operační centrum ABB v Ostravě (CZOPC) je globálním inženýrským centrem ABB pro divizi Procesní automatizace ABB. Zaměstnáváme více než 200 zaměstnanců, kteří provádějí inženýring pro jednotky po celé Evropě. Zabýváme se projektováním elektročásti nízkého a vysokého napětí, návrhem a oživováním pohonů, vývojem SW aplikací pro průmysl, programováním PLC automatů včetně návrhu hardware, informačními technologiemi (IT) a jejich zabezpečením, konstrukcí strojních zařízení a jejich komponentů, a také řízením dodavatelského řetězce.

Náplní Vaší práce bude:

- modelování, analýza a optimalizace energetických toků námořních plavidel
- práce v programu Matlab/Simulink
- jedná se o koncepčně zcela nový projekt vyvíjený ABB

Kandidáti na tuto pozici musí prokázat:

- VŠ, zaměření strojní nebo elektro
- dobrá znalost fyzik
- vhodné i pro schopné absolventy
- znalost Matlab/Simulink
- dobrá znalost angličtiny
- ochota cestovat

Junior/Senior Inženýr pro embed SW(C, Matlab, AUTOSAR)

Náplň práce:

- vývoj funkcí řídicí jednotky motoru
- generování zdrojových kódů
- ověřování správnosti implementovaných funkcí
- optimalizace parametrů s ohledem na zajištění kvality
- práce zejména s programy Matlab-Simulink, Targetlink (V případě vašeho zaměření do oblasti Model-Based)
- práce zejména s programem Visual Studio (V případě vašeho zaměření do oblasti řádkových editorů)
- spolupráce s testováním a s týmem HW vývoje

Mechatronika/vývoj modelů v Matlab - Simulink

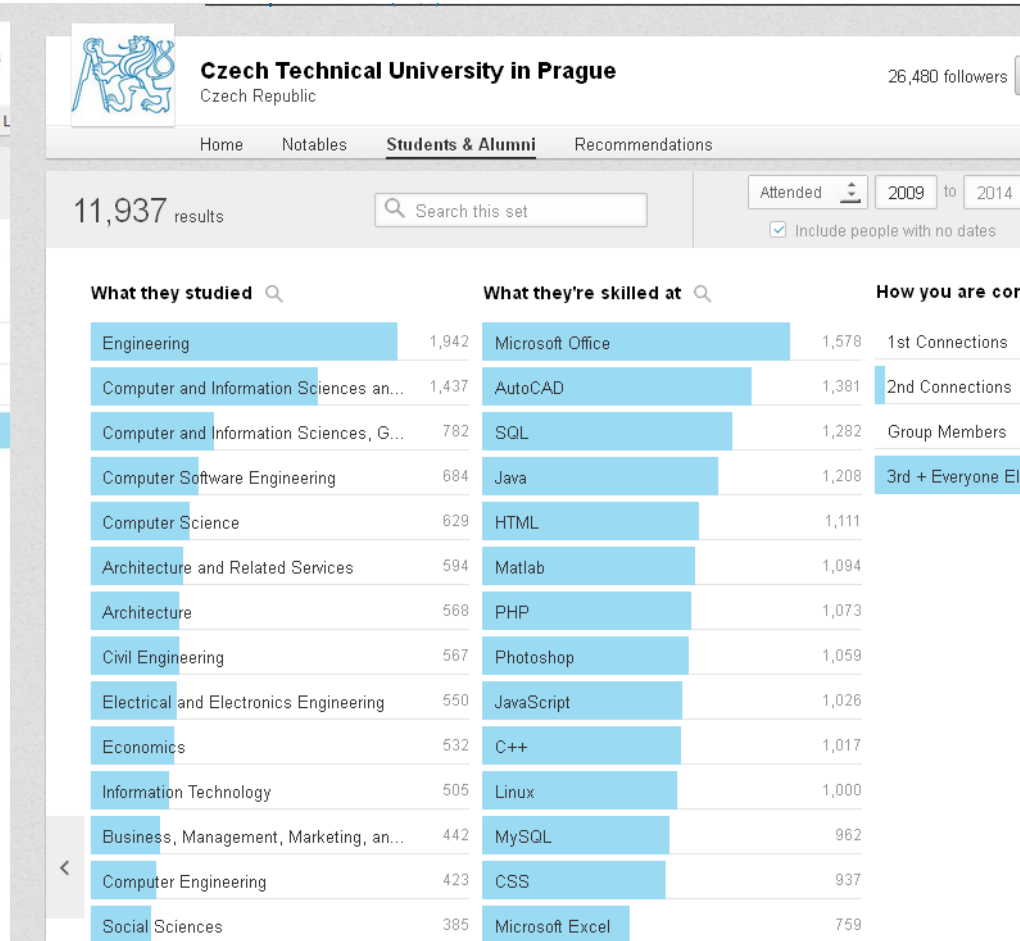
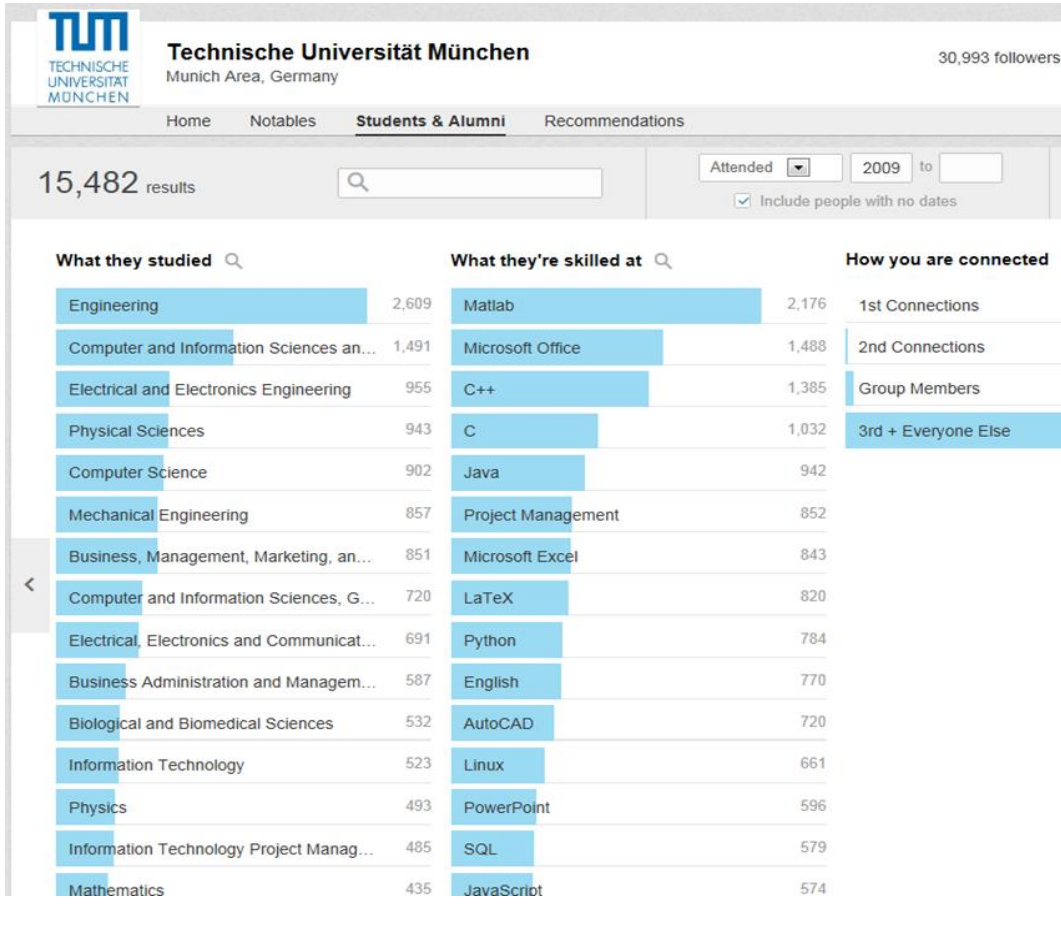
Vystudovali jste mechatroniku nebo robotiku? Máte znalosti v oblasti matematického modelování, simulací a řídicí techniky? Ovládáte program Matlab - Simulink / Stateflow/RealTime Workshop, Targetlink, Control Desk, atd.? Orientujete se v oblasti automobilových komunikačních protokolů jako CAN, LIN, atd. a chcete se uplatnit na pozici vývojového inženýra? Pak jste přesně ti správní kandidáti na tuto pozici.

Náplň práce:

- vývoj matematicko-fyzikálních modelů mechatronických systémů pro provádění HIL (Hardware in the Loop) testů
- práce zejména s programy Matlab/Simulink/Stateflow, Targetlink, CAN nástroji
- spolupráce s technikou HIL testování
- podílení se na projektech v oblasti spolehlivosti vozu

Jak svou kvalifikaci hodnotí sami absolventi?

TU München vs. ČVUT



Jak svou kvalifikaci hodnotí sami absolventi?

ČVUT – studenti elektro a strojních inženýrských oborů vs. absolventi, kteří našli uplatnění ve výzkumu

Engineering x
Electrical and Electronics Engineering x
Mechanical Engineering x

Electrical, Electronics and Communications Engineering x
Clear all

What they studied 🔍

Engineering	1,942
Computer and Information Sciences and Engineering	1,437
Computer and Information Sciences, General	782
Computer Software Engineering	684
Computer Science	629
Architecture and Related Services	594
Architecture	568
Civil Engineering	567
Electrical and Electronics Engineering	550
Economics	532
Information Technology	505
Business, Management, Marketing, and Operations	442
Computer Engineering	423
Social Sciences	385
Mechanical Engineering	348
Informatics	336
Electrical, Electronics and Communications Engineering	308

What they're skilled at 🔍

AutoCAD	437
Matlab	434
Microsoft Office	428
SQL	279
Java	278
C++	243
Linux	231
HTML	228
Microsoft Excel	208
Project Management	196
PHP	196
JavaScript	194
Engineering	189
MySQL	182
CSS	167
Photoshop	165
UML	144

Research x
Clear all

What they studied 🔍

Engineering	202
Computer and Information Sciences and Engineering	166
Computer and Information Sciences, General	98
Computer Science	75
Electrical and Electronics Engineering	64
Physical Sciences	60
Computer Software Engineering	58
Artificial Intelligence	45
Informatics	45
Physics	43
Civil Engineering	42
Bioengineering and Biomedical Engineering	41
Economics	41
Electrical, Electronics and Communications Engineering	39
Computer Engineering	36
Mechanical Engineering	33
Social Sciences	32
Mathematics	27

What they're skilled at 🔍

Matlab	272
LaTeX	169
C++	124
Java	106
Microsoft Office	94
Linux	92
AutoCAD	83
Python	82
Computer Science	79
SQL	77
Algorithms	74
C	73
Simulations	65
HTML	65
Machine Learning	59
Artificial Intelligence	58
Programming	58
PHP	49

Národní licence programu MATLAB

**Přehled licencí typu TAH
(Total Academic Headcount)**

Vysoké školy v ČR – současný stav

- CESNET - počet zapsaných studentů na školách:

	Engineering	Science	Business & Economics
Students	41,984	20,197	60,022

- Aktivní licence:

- 274 udržovaných licencí
- Počty uživatelských klíčů :

	Academic	Classroom	Student
MATLAB	1,200	2,023	0
Simulink	335	1,128	0
68 Add-on's	2,673	10,347	0

- Licence 84911: Akademická síťová licence sdílená 3 univerzitami

- 450 x MATLAB
- 150 x Simulink
- 46 nadstaveb

Masarykova univerzita ZČU Plzeň ČVUT Praha
--

- Velmi omezené možnosti práce mimo síť
- Žádné řešení pro studenty
- Náročné na administraci

MATLAB ve školství - licenční model

Střední školy

Výuka

Výzkum

Praxe

MATLAB PASS

- Primary and Secondary School
- School, Teacher and Pupils computers
- Includes MATLAB, Simulink and 32 add-on's

Classroom

- Classroom instruction only
- Group or concurrent
- At least 10 of all products purchased
- Perpetual

Student Suite

MATLAB Student

- Student owned computers only
- Includes MATLAB, Simulink, MathWorks and other products
- Perpetual

MATLAB and Simulink Support for Low-Cost Hardware
Free support for Arduino, Raspberry Pi, and Lego MINDSTORMS EV3.

MATLAB Online

Academic Individual

- Stand-alone installation
- Operated by a single named user
- User can have multiple installations
- Perpetual

Academic Group

- Multiple individual licenses
- At least 2 MATLAB
- Designated computer only
- Perpetual

Academic Concurrent

- Installed on a network
- Staff/students with access can use the software
- Central administration
- Perpetual

Concurrent

Group

- Installed on a network
- Staff/students with access can use the software
- Central administration
- Perpetual

Individual

- Stand-alone installation
- Operated by a single named user
- User can have multiple installations
- Perpetual

MATLAB ve školství - licenční model TAH

Střední školy

Výuka

Výzkum

Praxe

MATLAB PASS

- Primary and Secondary School
- School, Teacher and Pupils computers
- Includes MATLAB, Simulink and 32 add-on's

TAH

- Degree granting
- Unlimited access
- On & Off Campus
- School, Staff and Student computers

Concurrent

Group

Individual

- Stand-alone installation
- Operated by a single named user
- User can have multiple installations
- Perpetual

Total Academic Headcount - TAH



Total Academic Headcount (TAH)

- ▶ Všechny počítače na škole
- ▶ Všechny počítače pedagogů
- ▶ Všechny počítače studentů

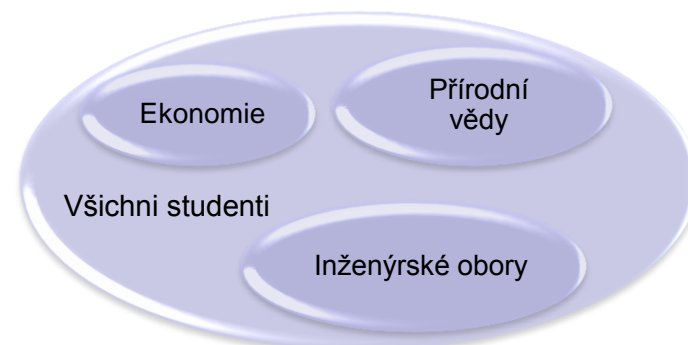
- ▶ **Výuka**
- ▶ **Výzkum (kromě komerčního)**
- ▶ **Publikace**
- ▶ **Studentské soutěže, hobby**

- ▶ Flexibilní konfigurace produktů
- ▶ Časově omezená licence
- ▶ Pevná roční cena
- ▶ Jednoduchá centrální administrace

- ▶ Instalace pomocí License Manageru nebo Lokální
- ▶ Stávající udržované licence lze „uložit do úschovny“

Cena licence odvozena:

- **od počtu studentů v oborech:**
 - Inženýrské obory (ISCED 52)
 - Přírodní vědy (ISCED 42, 44, 46)
 - Ekonomie (ISCED 34)
- **od počtu licencovaných produktů**



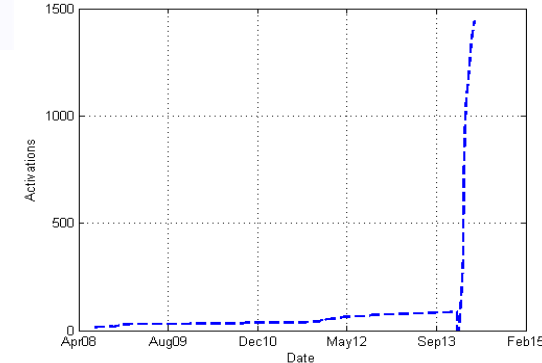
Total Academic Headcount - TAH

- Uvedena v r. 2004, v ČR k dispozici od roku 2014
- 700 aktivních licencí pokrývajících školy s více než 3 miliony studentů v relevantních oborech
- Využívá ji 85% z přehledu „Top 100 Universities for Engineering and Technology“ organizovaného agenturou Thomson Reuters



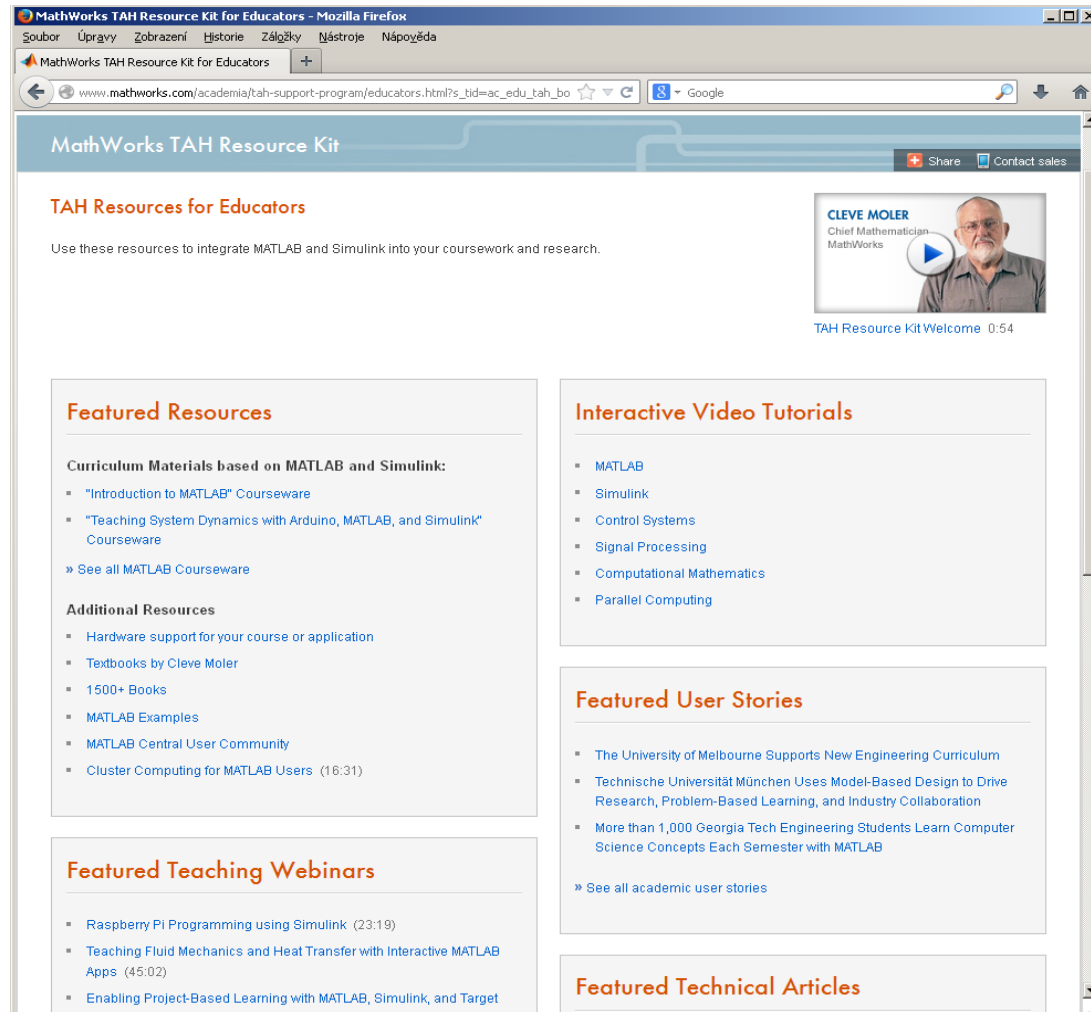
Výhody

- **IT**
 - Vysoká úroveň služeb, nízká administrativní náročnost
 - Efektivní využití univerzitních výpočetních prostředků
 - Plná uživatelská podpora při minimálních nárocích na vaše interní zdroje
 - Minimalizace výskytu nelegálního software
- **Učitelé**
 - Úplný přístup k potřebným Toolboxům
 - Podpora kreativity a multidisciplinárního vzdělávání a výzkumu - přístup i ke knihovnám, které byste si normálně nekoupili
 - Využití doma i na cestách, není potřebné být na síti
 - Je možné vytvářet kurzy, které využívají funkce mnoha Toolboxů, můžete se spolehnout, že studenti je mají k dispozici
 - Nižší nároky na plánování alokace učeben pro kurzy
- **Studenti**
 - Úplný přístup ke všem Toolboxům na univerzitě
 - Při práci nejste vázáni na přítomnost ve školních laboratořích
 - Snadná implementace teoretických poznatků s použitím „levných“ vývojových platforem (Arduino, Raspberry Pi, LegoMindstorm, robotické hračky, atd.)
 - To vše bez pokušení používat nelegální software
- **CESNET**
 - Díky výjimce, která umožní TAH licenci sdružení 27 subjektů, je tato licence finančně velmi výhodná



TAH – Zdroje informací

- <http://www.mathworks.com/academia/tah-support-program/index.html>
- **Administrátoři**
- **Učitelé**
- **Výzkumní pracovníci**
- **Studenti**



The screenshot shows the MathWorks TAH Resource Kit for Educators website. The browser window title is "MathWorks TAH Resource Kit for Educators - Mozilla Firefox". The address bar shows the URL: www.mathworks.com/academia/tah-support-program/educators.html?tid=ac_edu_tah_bo. The page content includes:

- MathWorks TAH Resource Kit** header with "Share" and "Contact sales" buttons.
- TAH Resources for Educators** section with the text: "Use these resources to integrate MATLAB and Simulink into your coursework and research." A video player for "CLEVE MOLER, Chief Mathematician MathWorks" is shown with a play button and a duration of 0:54.
- Featured Resources** section:
 - Curriculum Materials based on MATLAB and Simulink:**
 - "Introduction to MATLAB" Courseware
 - "Teaching System Dynamics with Arduino, MATLAB, and Simulink" Courseware
 - » See all MATLAB Courseware
 - Additional Resources**
 - Hardware support for your course or application
 - Textbooks by Cleve Moler
 - 1500+ Books
 - MATLAB Examples
 - MATLAB Central User Community
 - Cluster Computing for MATLAB Users (16:31)
- Interactive Video Tutorials** section:
 - MATLAB
 - Simulink
 - Control Systems
 - Signal Processing
 - Computational Mathematics
 - Parallel Computing
- Featured User Stories** section:
 - The University of Melbourne Supports New Engineering Curriculum
 - Technische Universität München Uses Model-Based Design to Drive Research, Problem-Based Learning, and Industry Collaboration
 - More than 1,000 Georgia Tech Engineering Students Learn Computer Science Concepts Each Semester with MATLAB
 - » See all academic user stories
- Featured Teaching Webinars** section:
 - Raspberry Pi Programming using Simulink (23:19)
 - Teaching Fluid Mechanics and Heat Transfer with Interactive MATLAB Apps (45:02)
 - Enabling Project-Based Learning with MATLAB, Simulink, and Target (45:02)
- Featured Technical Articles** section (partially visible).

Zdroje informací

- Internetové stránky

- www.humusoft.cz

- domovská stránka firmy Humusoft s.r.o.

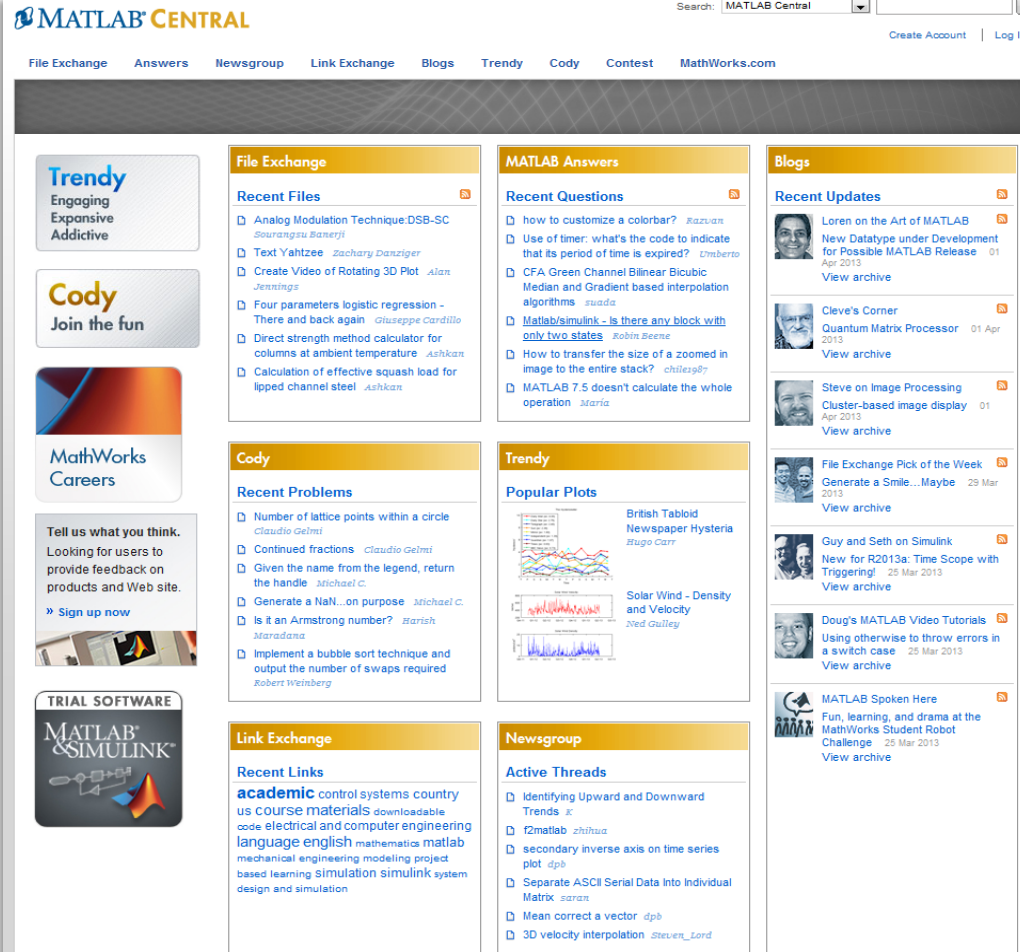
- www.mathworks.com

- domovská stránka firmy MathWorks

- MATLAB Central

- prostor pro vzájemnou komunikaci mezi uživateli a příznivci systému MATLAB/Simulink (otevřená platforma pro prezentaci vlastních aplikací, výměnu souborů, názorů i zkušeností)

www.mathworks.com/matlabcentral/



The screenshot displays the MATLAB Central website interface. At the top, there is a search bar with the text "MATLAB Central" and a "Create Account | Log In" link. Below the search bar is a navigation menu with links for "File Exchange", "Answers", "Newsgroup", "Link Exchange", "Blogs", "Trendy", "Cody", "Contest", and "MathWorks.com". The main content area is divided into several sections:

- Trendy**: Engaging, Expensive, Addictive.
- Cody**: Join the fun.
- MathWorks Careers**: Tell us what you think. Looking for users to provide feedback on products and Web site. Sign up now.
- TRIAL SOFTWARE**: MATLAB & SIMULINK.
- File Exchange**: Recent Files.
 - Analog Modulation Technique:DSB-SC (Sourangsu Bhowry)
 - Text Yahtzee (Zachary Danziger)
 - Create Video of Rotating 3D Plot (Alan Jennings)
 - Four parameters logistic regression - There and back again (Giuseppe Cardillo)
 - Direct strength method calculator for columns at ambient temperature (Ashkan)
 - Calculation of effective squash load for lipped channel steel (Ashkan)
- MATLAB Answers**: Recent Questions.
 - how to customize a colorbar? (Razvan)
 - Use of timer: what's the code to indicate that its period of time is expired? (Umberto)
 - CFA Green Channel Bilinear Bicubic Median and Gradient based interpolation algorithms (suada)
 - Matlab/simulink - is there any block with only two states (Robin Beene)
 - How to transfer the size of a zoomed in image to the entire stack? (chilep87)
 - MATLAB 7.5 doesn't calculate the whole operation (Maria)
- Blogs**: Recent Updates.
 - Loren on the Art of MATLAB (New Datatype under Development for Possible MATLAB Release 01 Apr 2013) View archive
 - Cleve's Corner: Quantum Matrix Processor (01 Apr 2013) View archive
 - Steve on Image Processing: Cluster-based image display (Apr 2013) View archive
 - File Exchange Pick of the Week: Generate a Smile...Maybe (29 Mar 2013) View archive
 - Guy and Seth on Simulink: New for R2013a: Time Scope with Triggering! (25 Mar 2013) View archive
 - Doug's MATLAB Video Tutorials: Using otherwise to throw errors in a switch case (25 Mar 2013) View archive
 - MATLAB Spoken Here: Fun, learning, and drama at the MathWorks Student Robot Challenge (25 Mar 2013) View archive
- Cody**: Recent Problems.
 - Number of lattice points within a circle (Claudio Gelmi)
 - Continued fractions (Claudio Gelmi)
 - Given the name from the legend, return the handle (Michael C.)
 - Generate a NaN...on purpose (Michael C.)
 - Is it an Armstrong number? (Harish Maradana)
 - Implement a bubble sort technique and output the number of swaps required (Robert Weisberg)
- Trendy**: Popular Plots.
 - British Tabloid Newspaper Hysteria (Rugo Carr)
 - Solar Wind - Density and Velocity (Ned Gulley)
- Link Exchange**: Recent Links.
 - academic control systems country us course materials downloadable oocse electrical and computer engineering language english mathematics matlab mechanical engineering modeling project based learning simulation simulink system design and simulation
- Newsgroup**: Active Threads.
 - Identifying Upward and Downward Trends (x)
 - r2matlab (zhifua)
 - secondary inverse axis on time series plot (djb)
 - Separate ASCII Serial Data Into Individual Matrix (saran)
 - Mean correct a vector (djb)
 - 3D velocity interpolation (Steven_Lord)

Děkujeme za pozornost