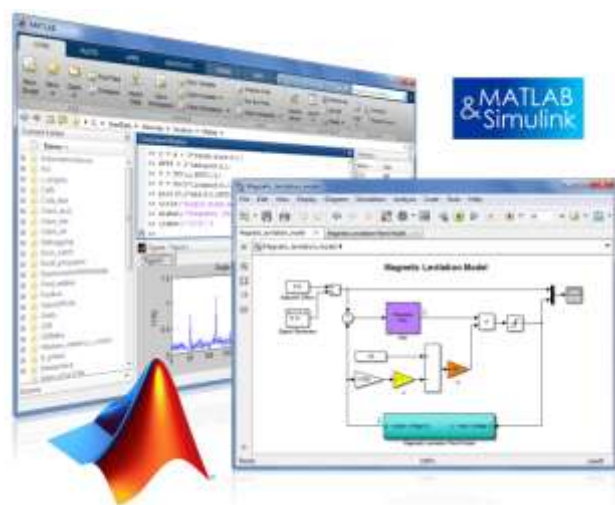


6.9.2018 Brno

TCC 2018

Programování hardware (nejen) v oblasti řídicích systémů



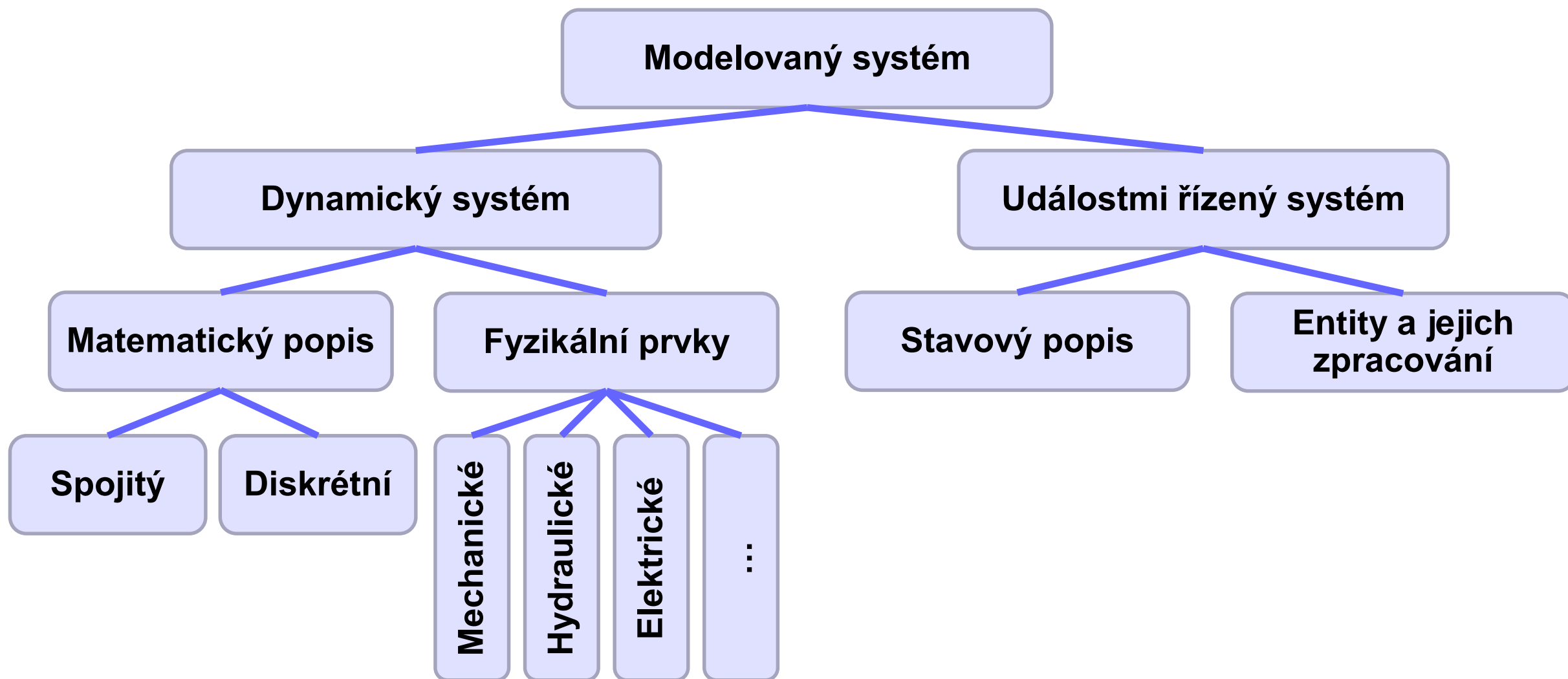
Jaroslav Jirkovský
jirkovsky@humusoft.cz

Michal Blaho
blaho@humusoft.sk

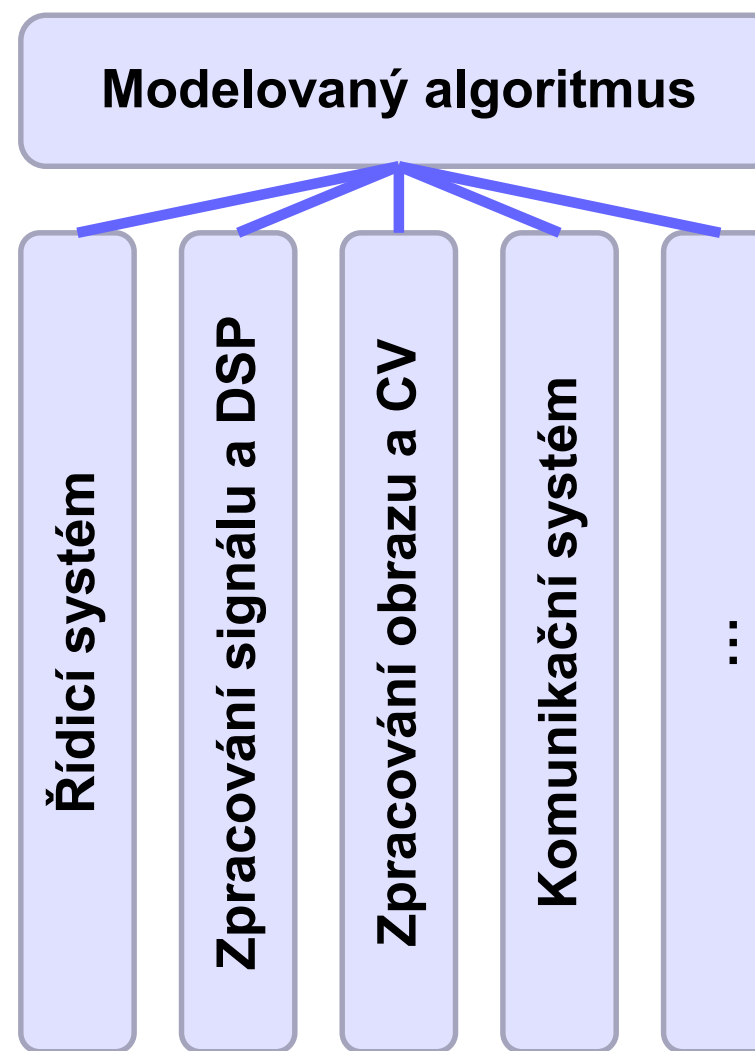
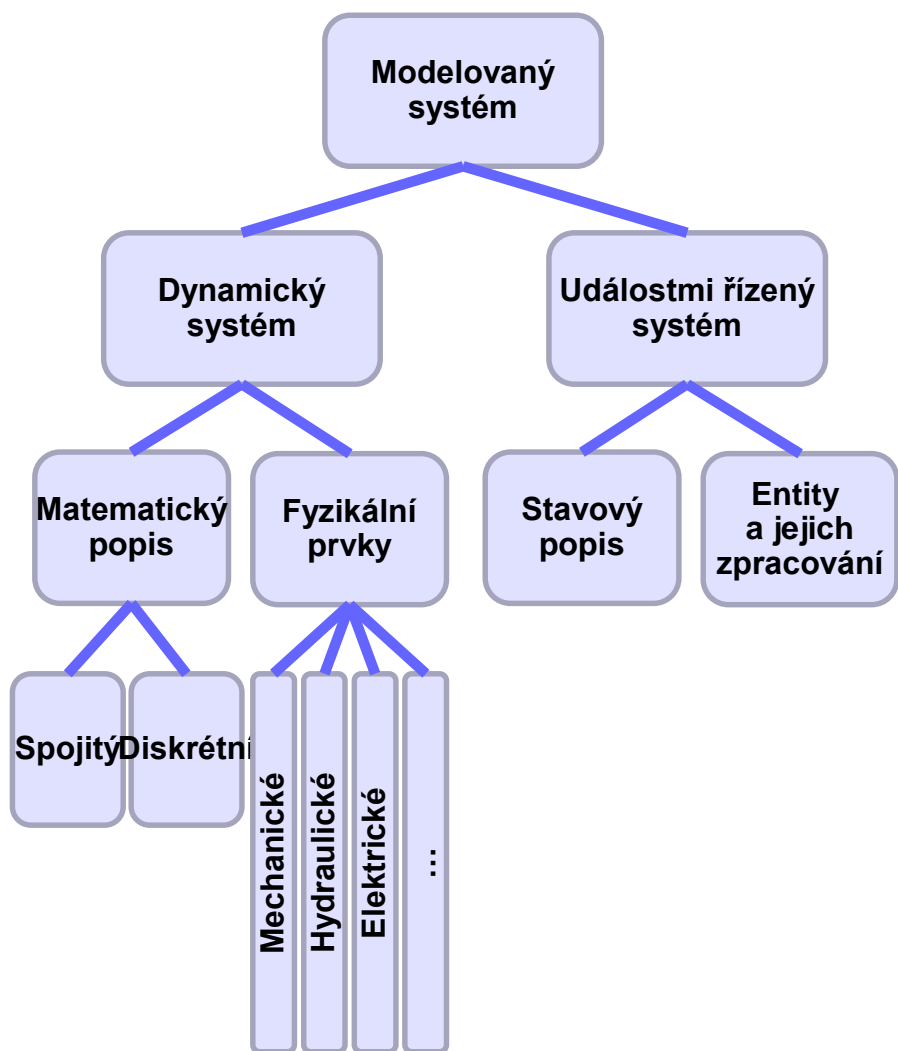
www.humusoft.cz
info@humusoft.cz

www.mathworks.com

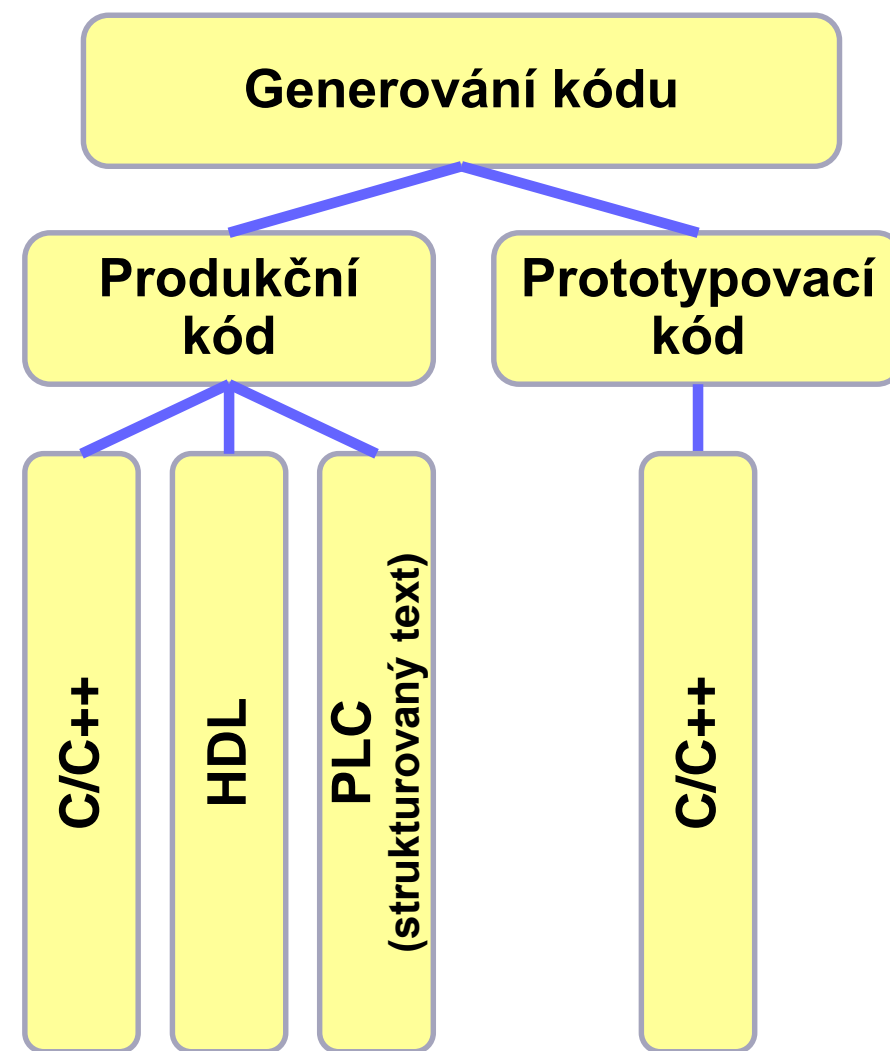
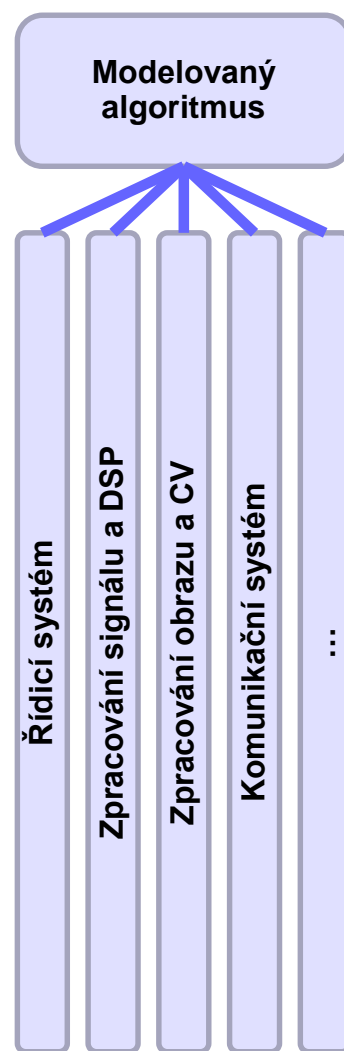
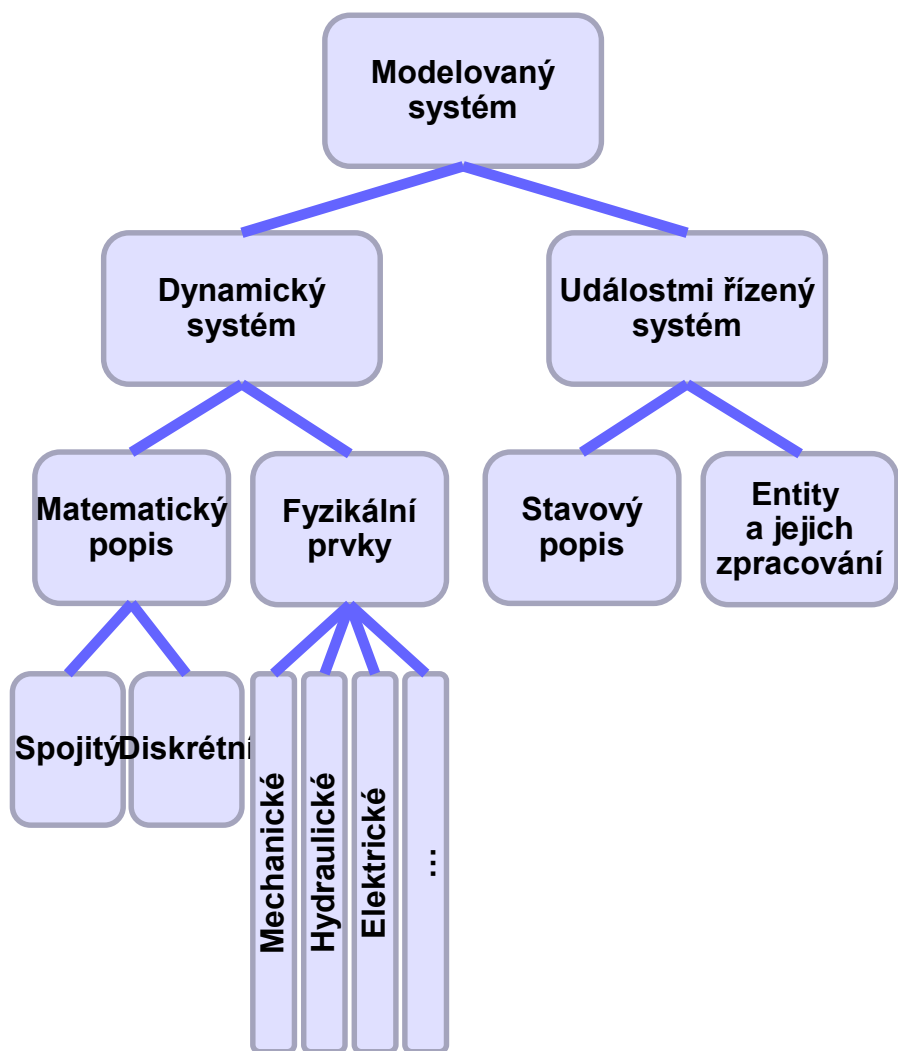
Chtěl bych modelovat a simulovat chování systému ...



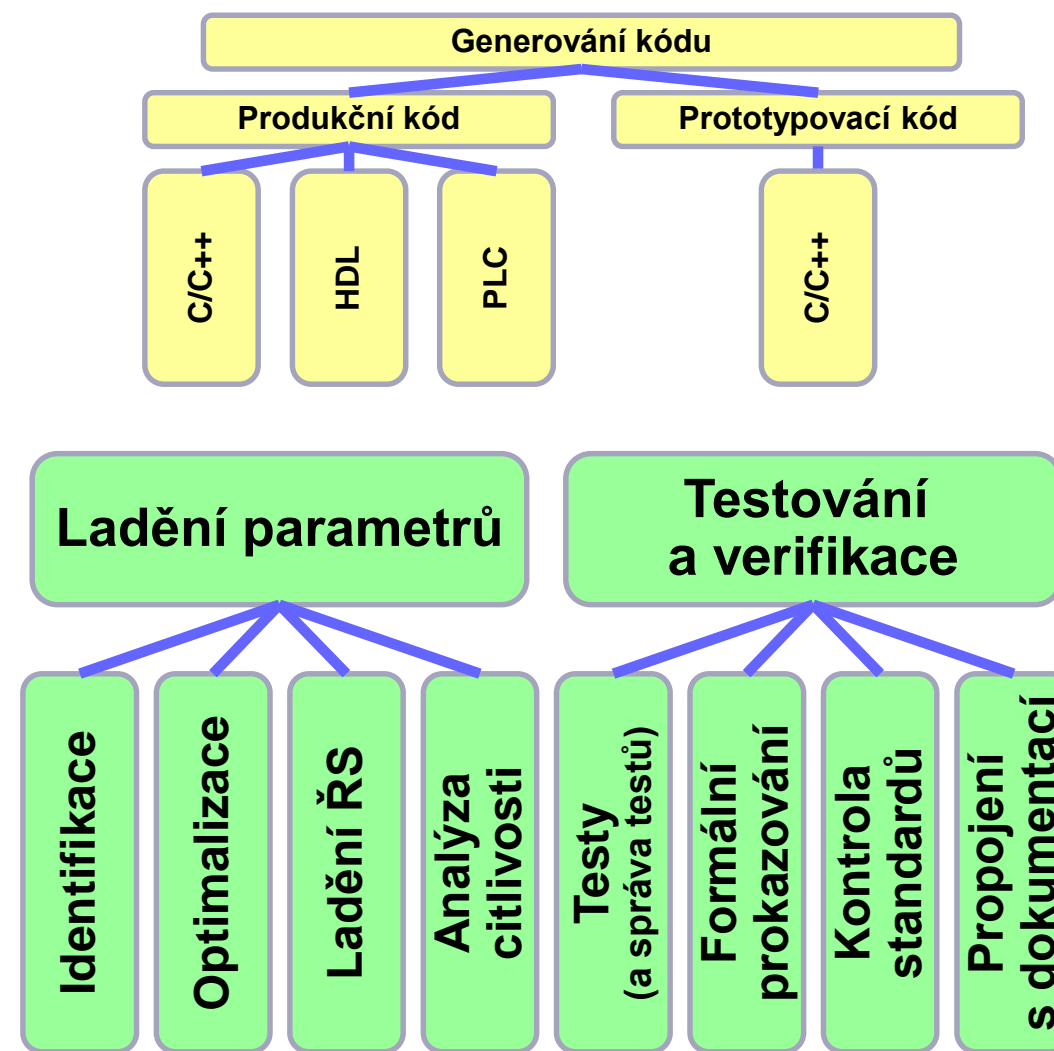
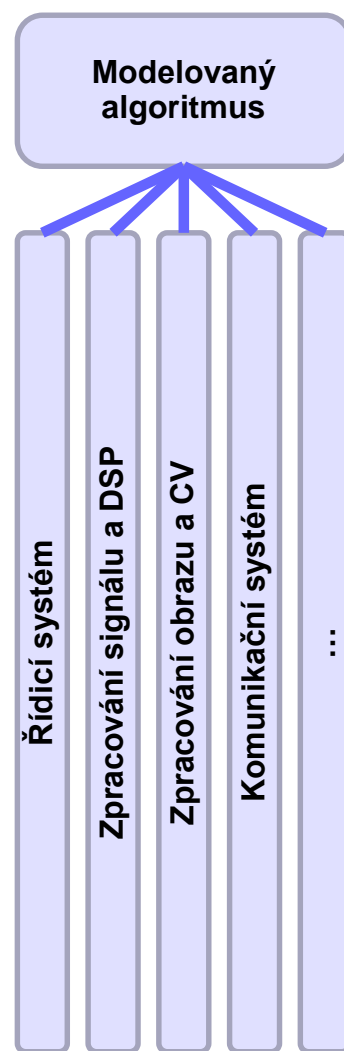
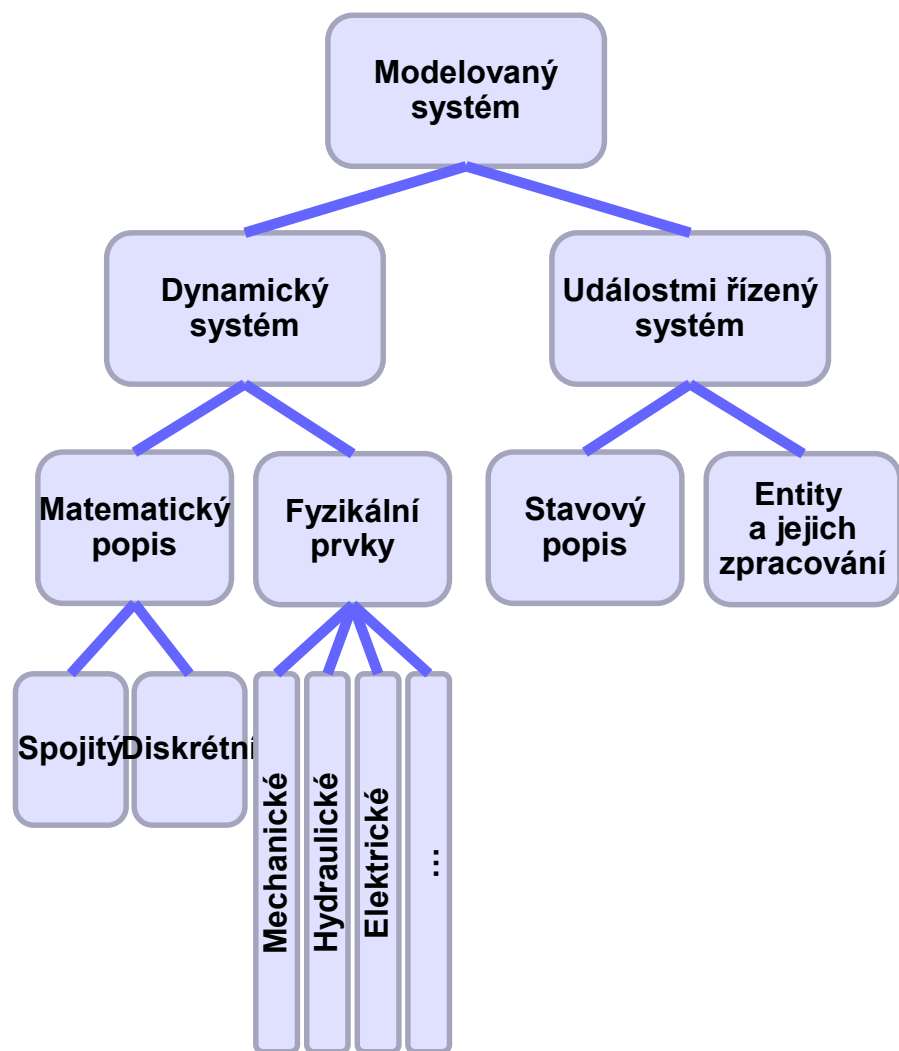
Chtěl bych modelovat a simulovat chování algoritmu ...



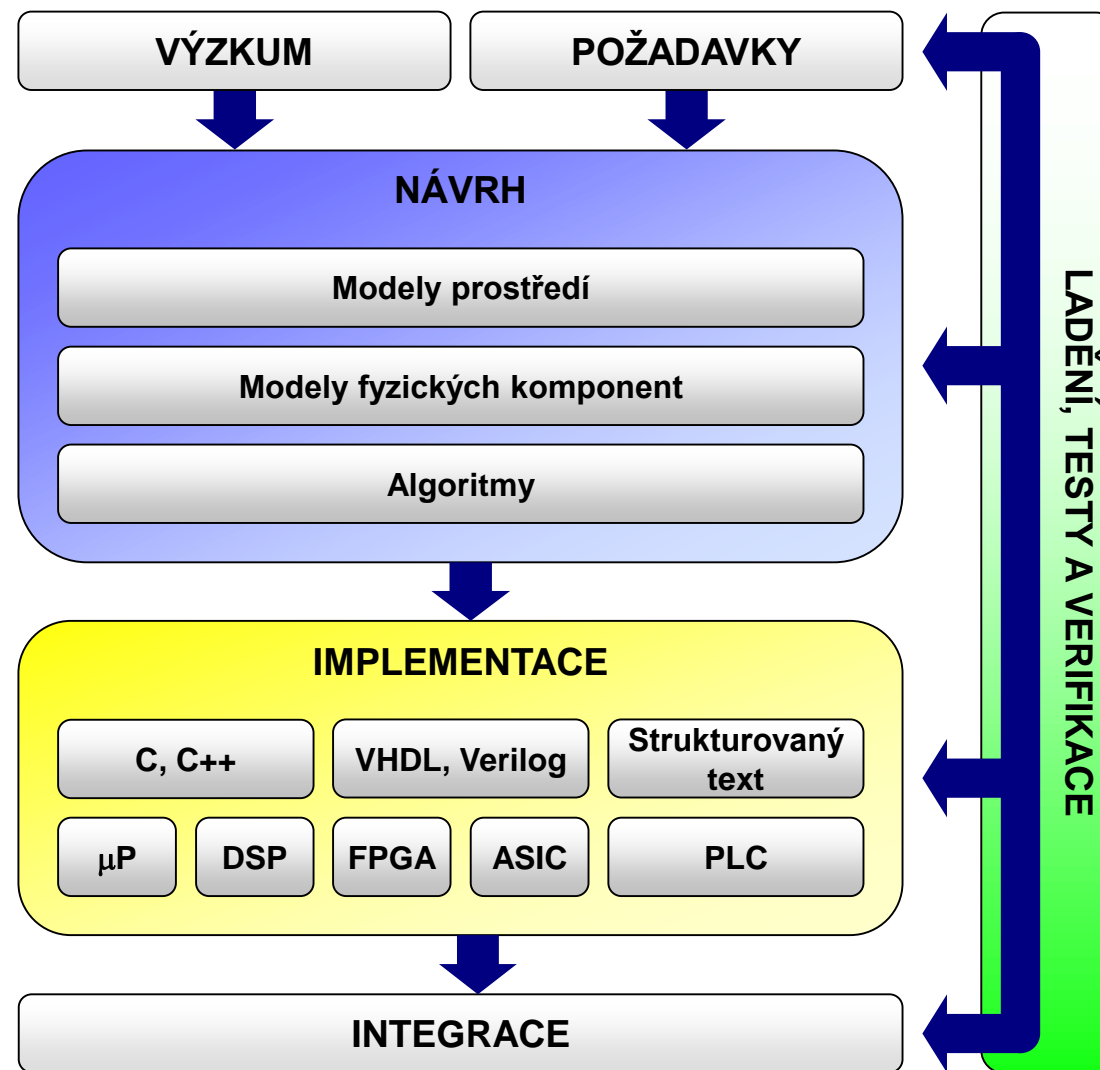
Chtěl bych algoritmy implementovat ...



Chtěl bych modely a kód ladit a testovat ...



Vývoj metodou Model-Based Design



Model-Based Design v priemysle

Eurocopter: Helicopters

Eaton: Hybrid Delivery Truck

Caterpillar: Construction Machine

IAV: CNG/LPG EMS

GM: HVAC

Delphi: Common Rail Diesel

Dongfeng: BMS

Honeywell: Flight Controls

GM: Hybrid Powertrain

Daimler: Vehicle Controller

Lear: BCM

Vodafone: Telematics



Model-Based Design – výhody

- **Náklady**
 - Minimalizácia prototypov
 - Znovupoužitie návrhu
- **Čas**
 - Kratší čas na trh
 - Tímová spolupráca
- **Výkon**
 - Podporuje inovácie
 - Zlepšenie kvality

Arduino Engineering Kit

- Spoločný projekt Arduina a MathWorks
- Stavebnica pre podporu výučby
 - Modelovanie, riadenie
 - Image processing, robotika, ...
- Programovanie v prostredí MATLAB/Simulink
 - Podporné balíčky
 - Výučbové materiály
- Obsah stavebnice
 - Arduino MKR1000 (podpora WiFi)
 - Doplny (shieldy, motory a pod.)
- Interaktívne projekty



Interaktívne projekty



Kresliaci robot



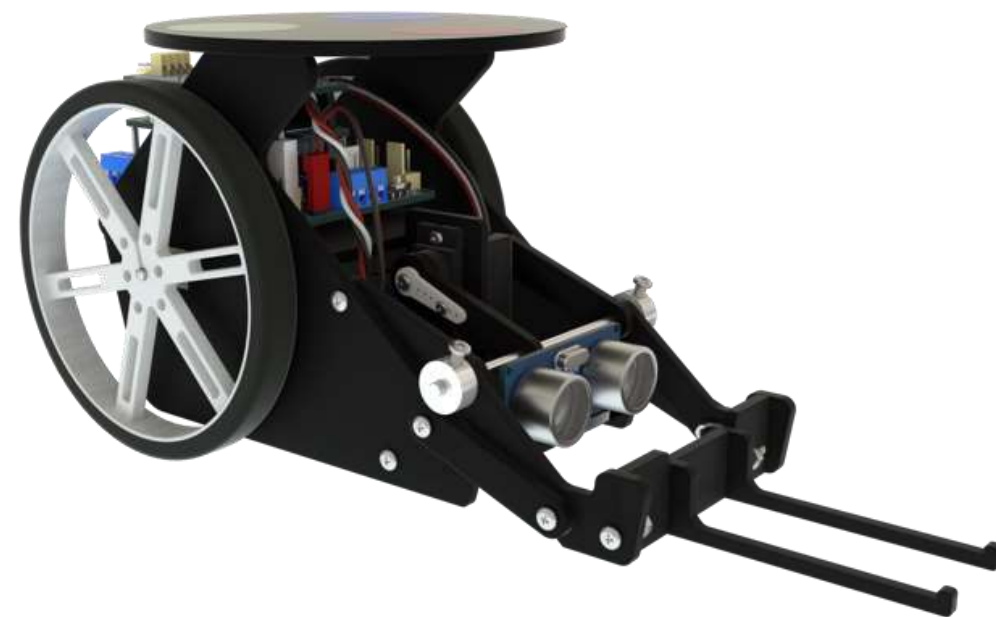
Mobilný robot



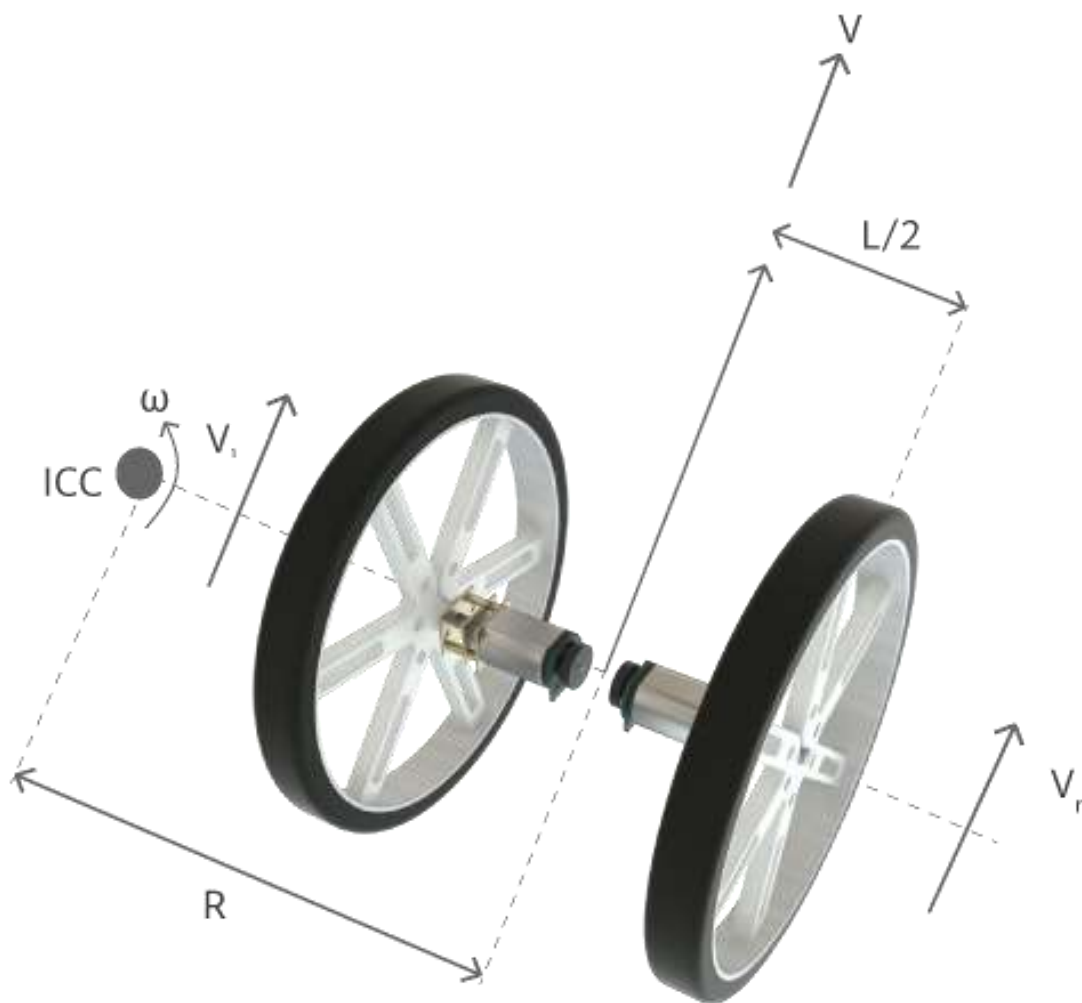
**Samobalancujúci
motocykel**

Mobilný robot

- Arduino na riadenie periférií
- USB alebo WiFi na komunikáciu
- 2 DC motory + encodery , 1 servo motor
- Farebná nálepka na lokalizáciu
- Úlohy
 - Ovládanie motorov
 - Popis rovnicami
 - Riadenie robota
 - Spracovanie obrazu
 - Lokalizácia
 - Pohyb v súradnicovom systéme



Mobilný robot – pohybové rovnice



$$\omega = \frac{v_r - v_l}{L}$$

$$v = \frac{v_r + v_l}{2}$$

$$v_l = \omega_l * r$$

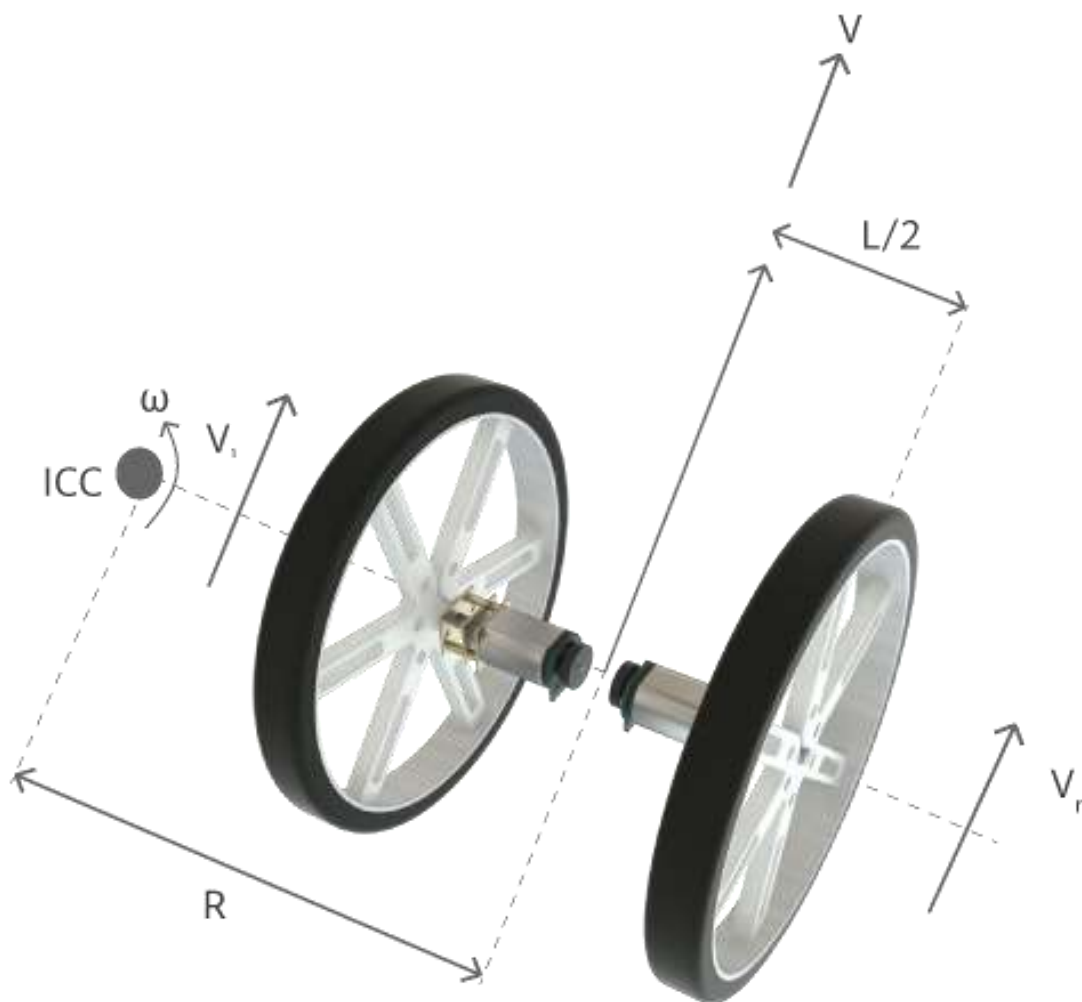
$$v_r = \omega_r * r$$

$$\omega_l = \frac{v - \left(\frac{L}{2}\right) \omega}{r}$$

$$\omega_r = \frac{v + \left(\frac{L}{2}\right) \omega}{r}$$

$$\begin{bmatrix} \omega_l \\ \omega_r \end{bmatrix} = \frac{1}{r} * \begin{bmatrix} 1 & -\frac{L}{2} \\ 1 & +\frac{L}{2} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} v \\ \omega \end{bmatrix}$$

Mobilný robot – pohybové rovnice



$$\theta(t) = \int_0^t \omega(t) dt$$

$$x(t) = \int_0^t v(t) \cdot \cos \theta(t) \cdot dt$$

$$y(t) = \int_0^t v(t) \cdot \sin \theta(t) \cdot dt$$

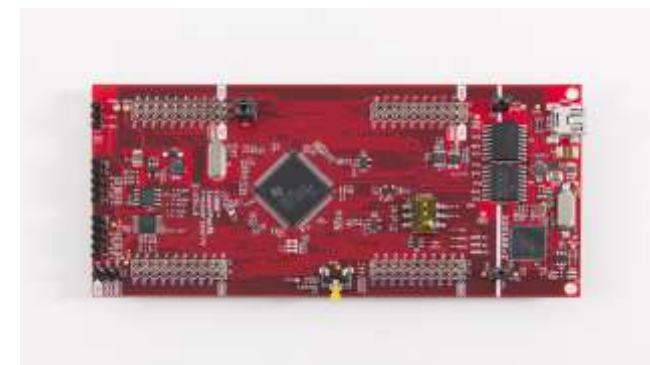
Low cost hardvér

- **Testovanie “nenáročných algoritmov“**
 - Limitovaný počet I/O, výkon
- **Zariadenia**
 - Arduino, Raspberry Pi, LEGO MINDSTORMS
 - BeagleBoard, BeagleBone Black
- **MATLAB**
 - Meranie signálov, interakcia so zariadením
- **Simulink**
 - Nasadenie algoritmov, externý režim
- **Podporné HW balíčky - ZADARMO**



Embedded zariadenia

- Aplikácie bežiacie v reálnom čase
 - floating- alebo fixed-point
- Spracovanie signálov
 - audio, video, komunikácie
- Optimalizovaný kód – špecifické procesory
- Zariadenia
 - ARM, STM, TI, NXP, ...
- Podpora certifikačných štandardov
- **MATLAB Coder, Simulink Coder, Embedded Coder**
- **Fixed-Point Designer, ...**



FPGA, ASIC, SoC

- **Generovanie HDL kódu**
 - Verilog, VHDL
- **Viaceré oblasti nasadenia**
 - Výpočty, riadenie, spracovanie obrazu
 - DSP, bezdrôtové komunikácie
- **Verifikácia algoritmov**
 - HDL cosimulation, FPGA-in-the-loop
- **Zariadenia**
 - Altera, Xilinx
- **HDL Coder, HDL Verifier**
- **LTE HDL Toolbox, Vision HDL Toolbox, Filter Design HDL Coder**



Logické automaty (PLC)

- PLC - Programmable logic controller
- Hárđverovo nezávislý kód
 - IEC 61131-3 štrukturovaný text
 - Rebríkové diagramy
- Podpora viacerých IDE
 - Siemens TIA Portal
 - Rockwell Automation Studio 5000
 - 3S-Smart Software Solutions CODESYS
- 180 blokov a optimalizácia kódu
- **Simulink PLC Coder**



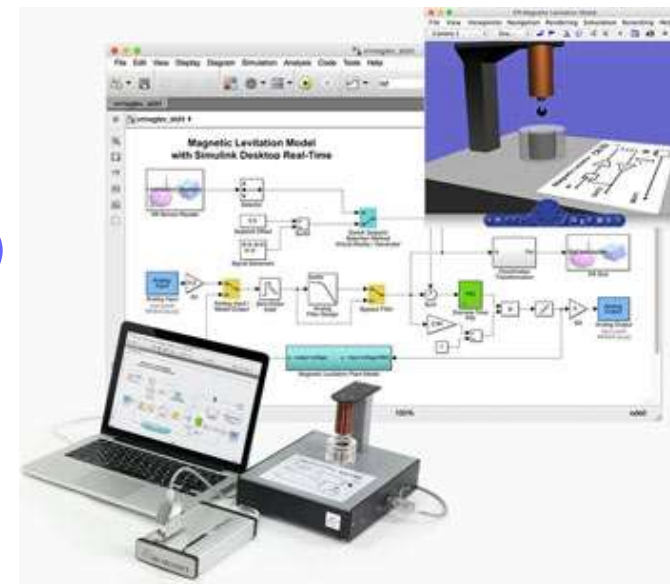
Verifikácia

- Porovnanie generovaného kódu
- **Software-in-the-loop (SIL)**
 - Zdrojový kód na počítači
- **Processor-in-the-loop**
 - Kód beží na procesore
 - Simulačnom prostredí
- Možnosti testovania, pokrytia
- **Embedded Coder, Simulink Test, Simulink Coverage**
- Kontrola chýb behu programu – **Polyspace**

Simulácia a testovanie v reálnom čase

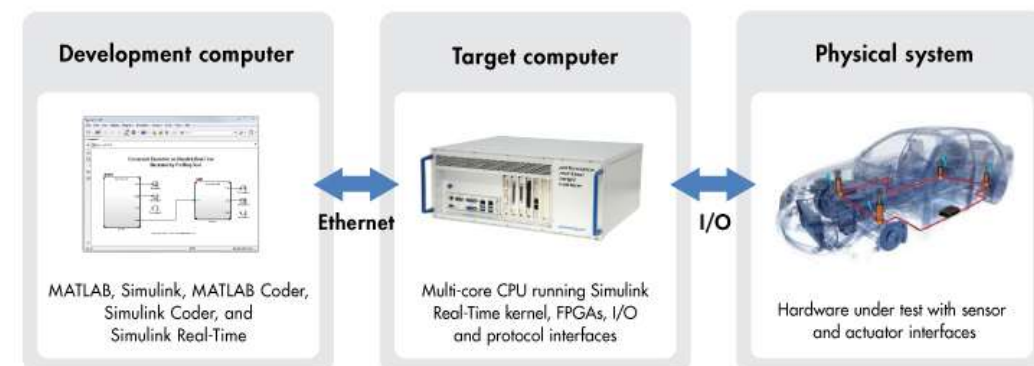
- **Počítač – Simulink Desktop Real-Time**

- spúšťanie modelov na počítači v RT (Windows, MAC OS X)
- pripojenie na reálne systémy – podporovaný HW
- hardware-in-the-loop
- online zmena parametrov a vizualizácia
- 1 kHz **Simulink**, do 20 kHz **Simulink Coder**



- **Real-time aplikácie – Simulink Real-Time**

- aplikácie na RT platforme
- dSPACE, Speedgoat
- RT platforma priamo prepojené so systémom
- bloky pre IO, protokoly a zbernice



Ďakujeme za pozornost'