

Regionální inovační centrum elektrotechniky
Fakulta elektrotechnická
Západočeská univerzita v Plzni

Mikroprocesorové řízení pohonů 2 – KEV/MRP2 a KEV/MR2

Katedra výkonové elektroniky a strojů
Univerzitní 8, 306 14 Plzeň, Czech Republic
Tel. +420 377634432, Email: talic@fel.zcu.cz

Ing. Jakub Talla, Ph.D.

1. Úvod do modelově orientovaného návrhu řídicích systémů
2. Základy prototypování aplikací v prostředí Matlab-Simulink
3. Základy návrhu SW v prostředí Matlab a Simulink, funkce a časové smyčky
4. Vývoj řídicího SW - podmínky, cykly, stavové automaty, logické rozhodování
5. Stateflow
6. Datové typy a pevná řádová čárka
7. Embedded Matlab language
8. Implementace vlastních C funkcí, tvorba vlastních knihoven
9. Generování kódu pro mikroprocesory
10. V diagram a In the Loop testing, MIL, SIL, PIL, HIL testování
11. Podpora cílových HW platforem
12. Multitasking
13. Optimalizace generovaného kódu

Regionální inovační centrum elektrotechniky
Fakulta elektrotechnická
Západočeská univerzita v Plzni

Úvod do modelově orientovaného návrhu řídicích systémů

Mikroprocesorové řízení pohonů 2

Jakub Talla

1) Jaké metody se používají pro vývoj embedded systémů?

- ▶ Základní úvahy o návrhu embedded systémů, spolehlivost a komplexnost
- ▶ Metodika návrhu embedded systémů

2) Co je modelově orientovaný návrh řídicích (embedded) systémů?

- ▶ V- diagram modelově orientovaného návrhu
- ▶ Porovnání modelově orientovaného návrhu s tradičním návrhem.

Hlavní požadavky na vývoj embedded systémů

- ▶ Rychle a levně (Time is money)

X

- ▶ Spolehlivost systému, splnění norem, požadavků



- ▶ Rapid prototyping, digital prototyping, rapid application development...

Rapid prototyping

- ▶ Rychlý vývoj prototypu je postup vývoje od návrhu (ideje) po vytvoření fyzického modelu
- ▶ Mezi základní technické nástroje patří obecně: 3D tisk, CAD systémy, modelově orientovaný návrh apod.

Rapid prototyping v embedded systémech

- ▶ Modelově orientovaný návrh, automatické generování kódů, automatizace testů

Motivace – spolehlivost řídicích (embedded) systémů a SW

Boeing 737 MAX

Chyba SW (Maneuvering Characteristics Augmentation System)-> 2 nehody, 346 mrtvých+obrovské ekonomické dopady

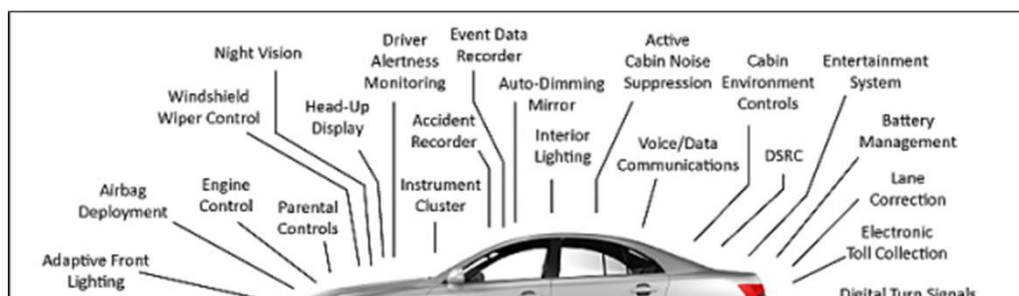


Ariane 5

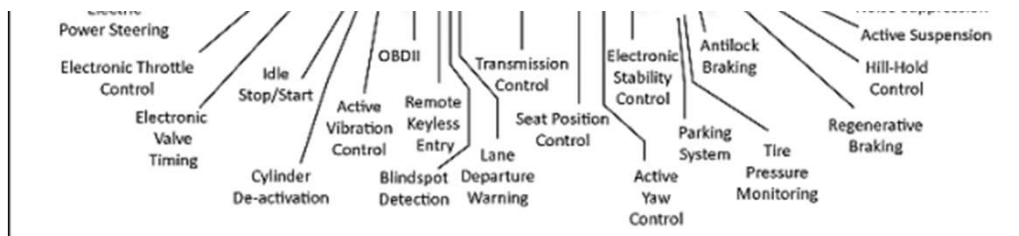
•Chyba SW

Ariane 5 dosahovala při startu 5x vyššího zrychlení než Ariane 4 (částečně převzatý SW a HW)
Hodnoty zrychlení se dostaly mimo očekávaný rozsah a při konverzi 64-bitového desetinného čísla na 16-bitové celé došlo k aritmetickému přetečení
Došlo ke sebezničení škoda 500 milionů dolarů.

V čem je problém spolehlivosti elektronických embedded systémů?



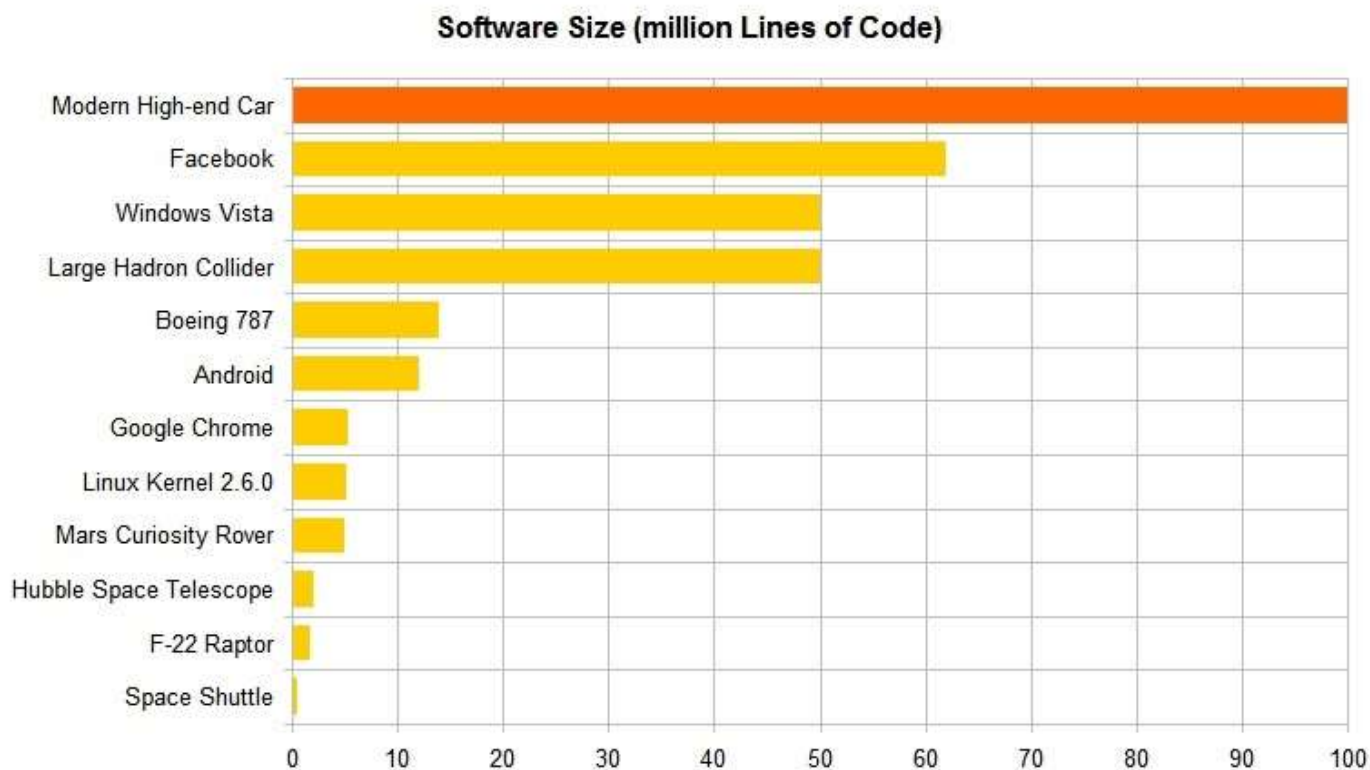
Nárůst komplexity embedded systémů: SW i HW



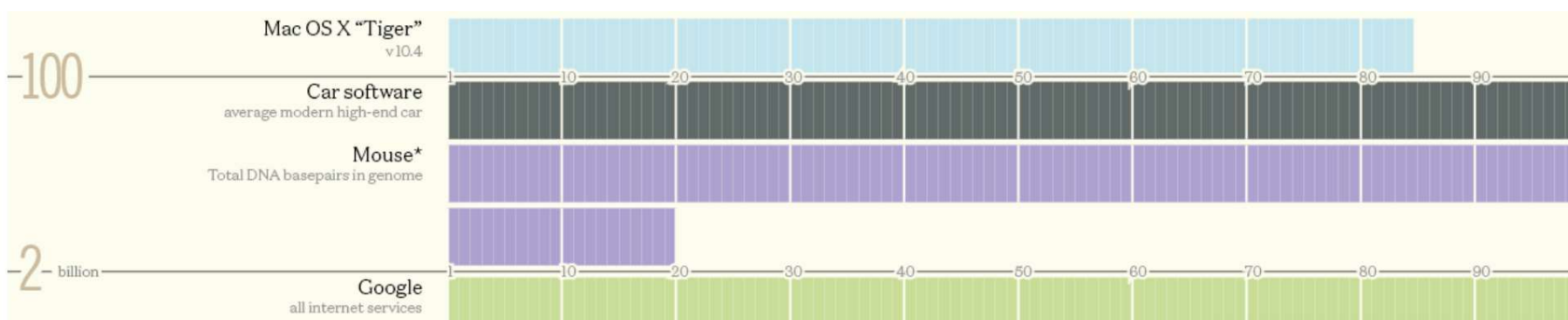
Typický automobil (2018) obsahuje:

- 100 – 300 mikrokontrolérů nebo procesorů
- > 50 komplexních řídicích elektronických jednotek
- 5 – 20 milionů řádků kódu
- > 1 míle (1.6 km) kabelů

V čem je problém spolehlivosti SW?



V čem je problém spolehlivosti SW?



Samořízená auta >> 100M řádků kódu, problém testování hlubokých neuronových sítí

Komplexnost SW High-end aut se aktuálně blíží komplexnosti DNA myši + nové oblasti – autonomní řízení, kyberbezpečnost -> další velký nárůst komplexnosti SW (počtu řádků kódu)

Trendy....

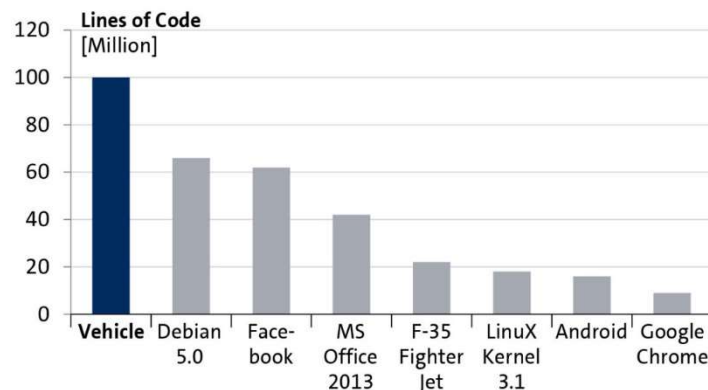


VOLKSWAGEN
AKTIENGESELLSCHAFT

In the future, software will be a main differentiator in the automotive industry...

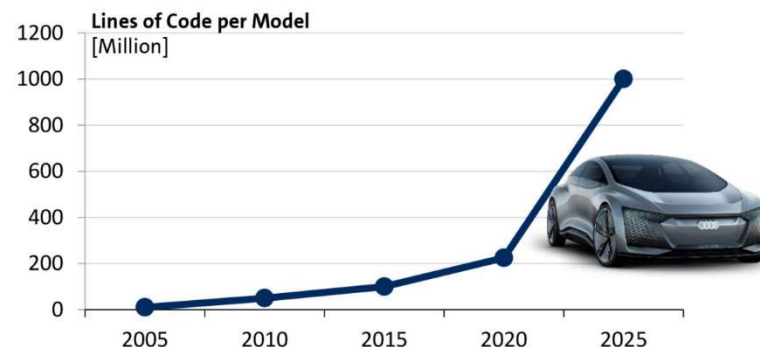
Today

- 100 million lines of code per vehicle
- Approximately \$ 10 per line of code
- Example: Navi system 20 million lines of code



Tomorrow

- > 200 - 300 million lines of code are expected
- Level 5 autonomous driving will take up to 1 billion lines of code

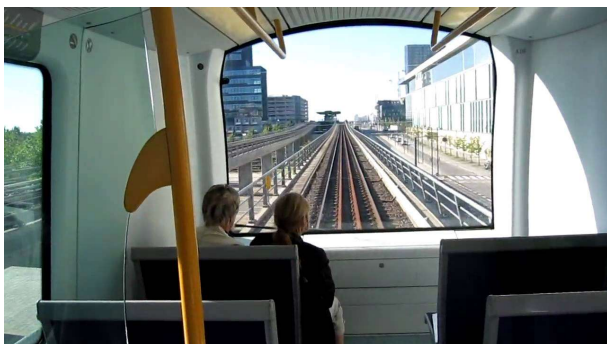


Sources: <https://spectrum.ieee.org/transportation/systems/this-car-runs-on-code> | <http://frost.com/prod/servlet//press-release.pag?docid=284456381> | <https://www.visualcapitalist.com/millions-lines-of-code/>

14

Podobné trendy i v oblasti elektrické trakce (metro, tramvaje, trolejbusy)

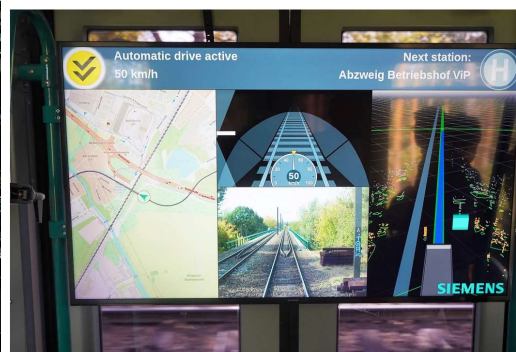
Automatizované (autonomní) metro v Kodani



První automatizovaná linka bez „řidiče“ v Kobe 1981



Autonomní tramvaj - Siemens

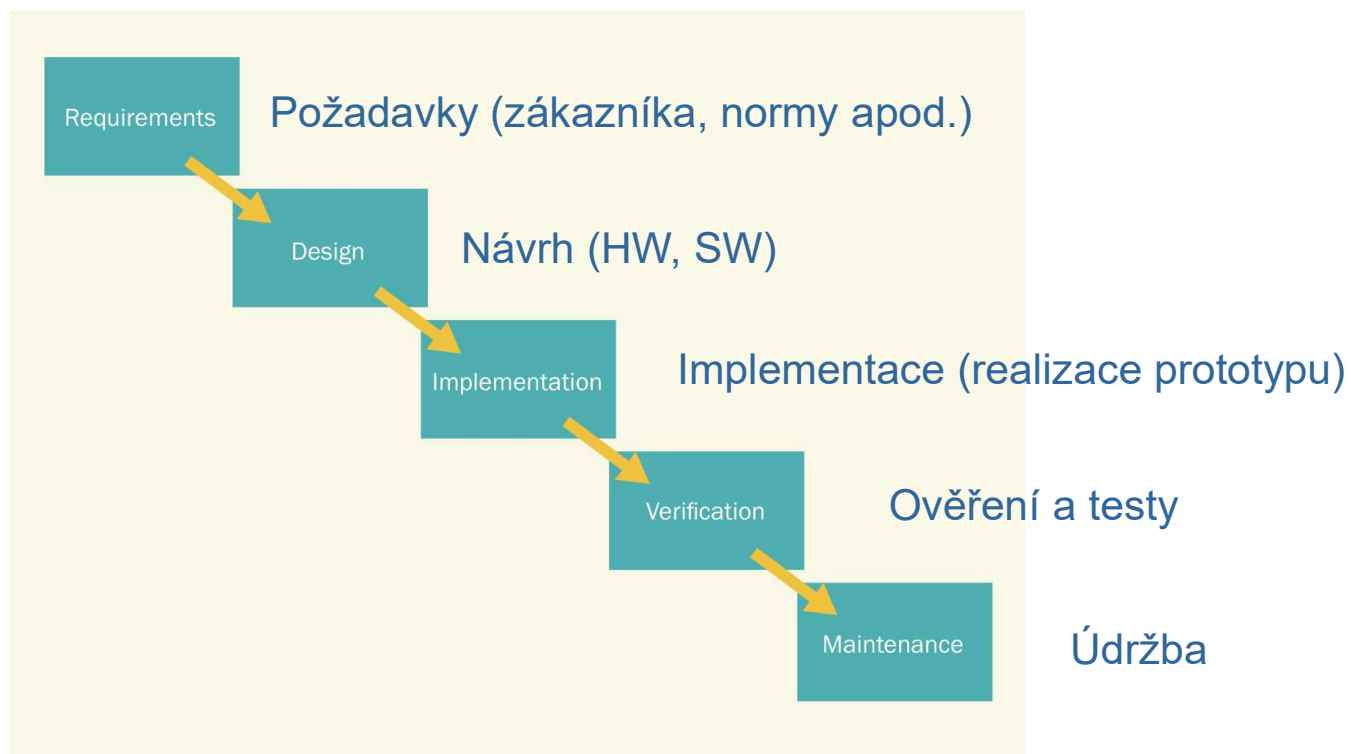


Metodika návrhu řídicích embedded systémů

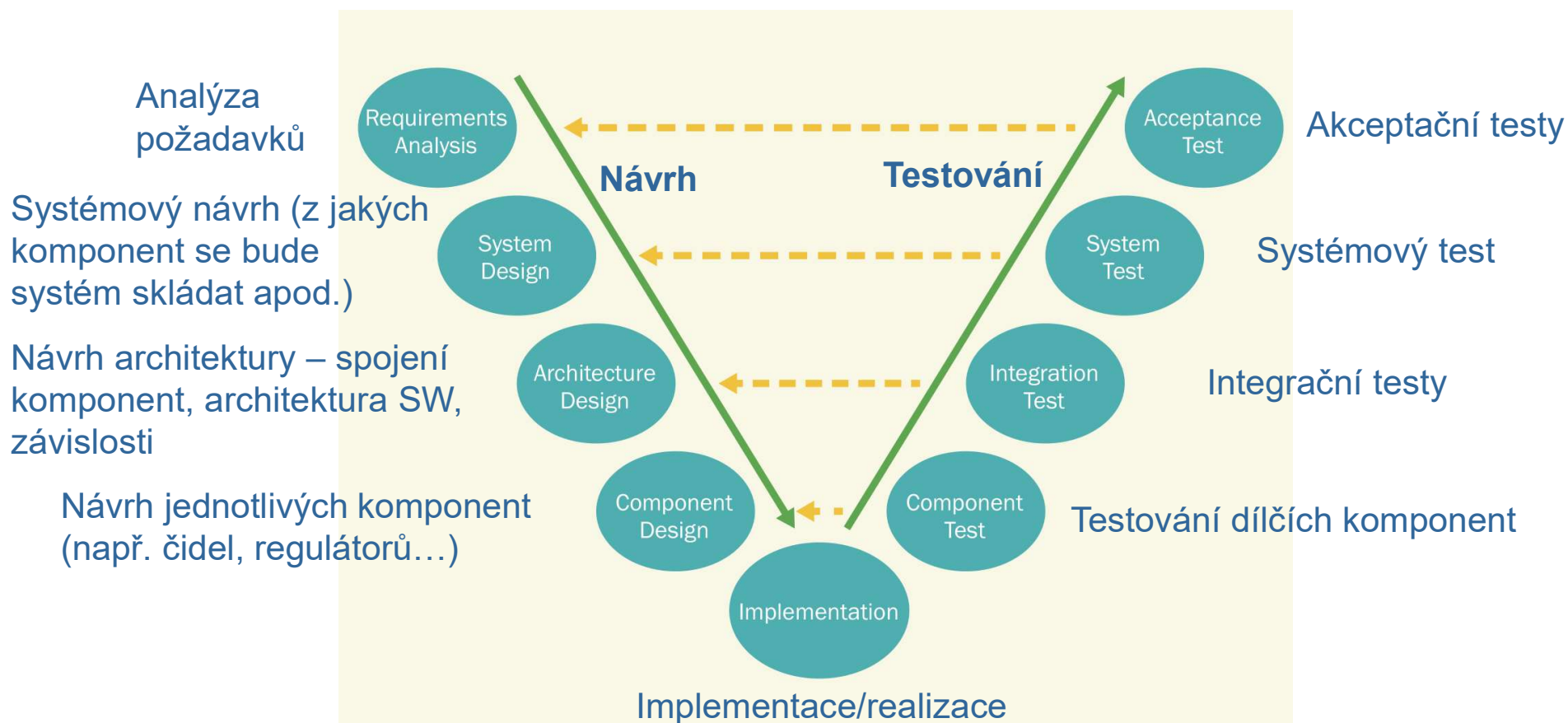
Metodika vývoje embedded systémů:

- ▶ Vodopád (Waterfall)
- ▶ V-model
- ▶ Iterativní a inkrementální vývoj (Iterative and incremental development IID)
- ▶ Spirální vývoj (Spiral)
- ▶ Extrémní programování (Extreme programming XP)
- ▶ A další

Vodopád (Waterfall) – hodí se spíše pro jednodušší systémy

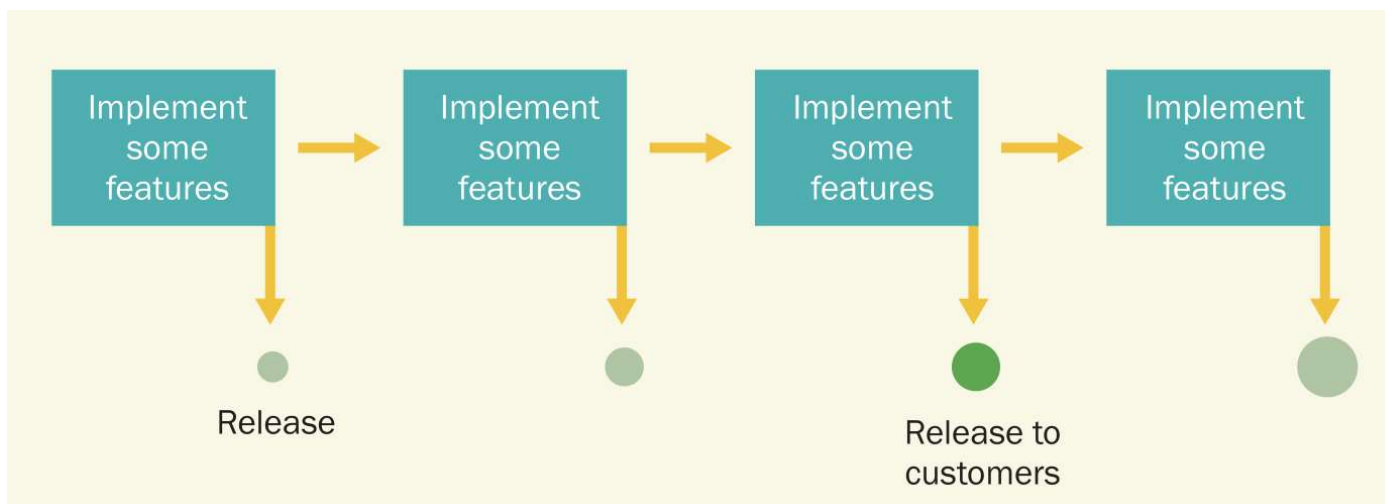


V-model – umožňuje efektivní návrh složitých a komplexních systémů (automotive)

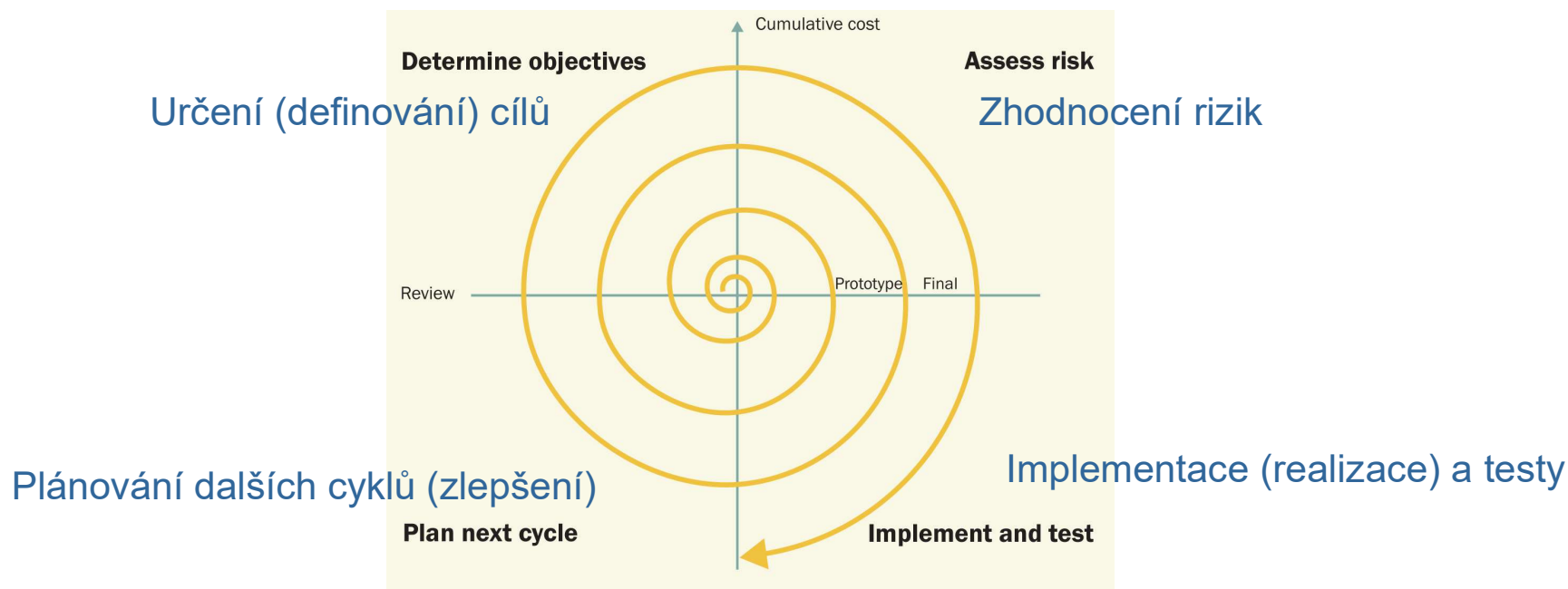


Iterativní a inkrementální vývoj (Iterative and incremental development IID)

Průběžné zlepšování navrhovaného systému, mnoho prototypů

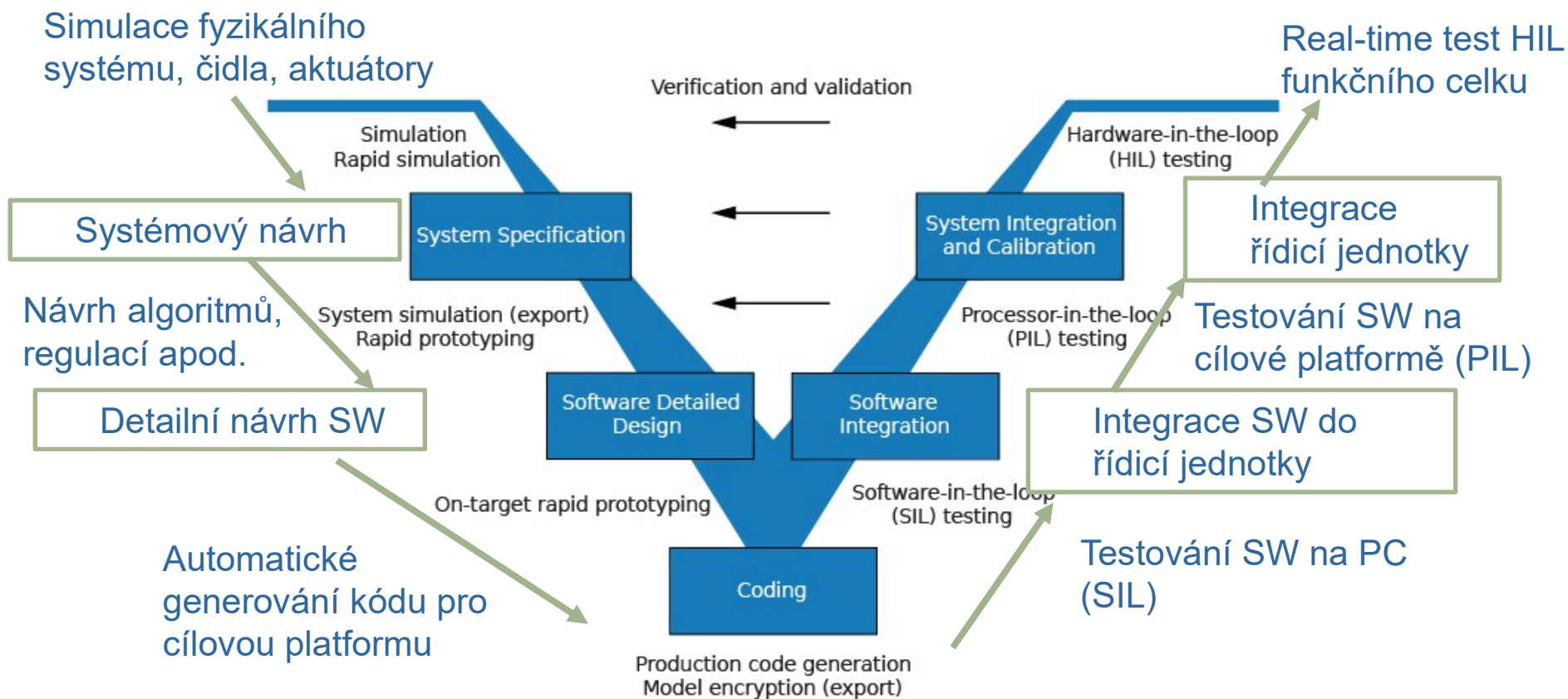


Spirální vývoj (Spiral) může vypadat podobně jako vodopád, průběžně se opakuje v cyklech vedoucí k průběžnému zlepšování systému a inovacím



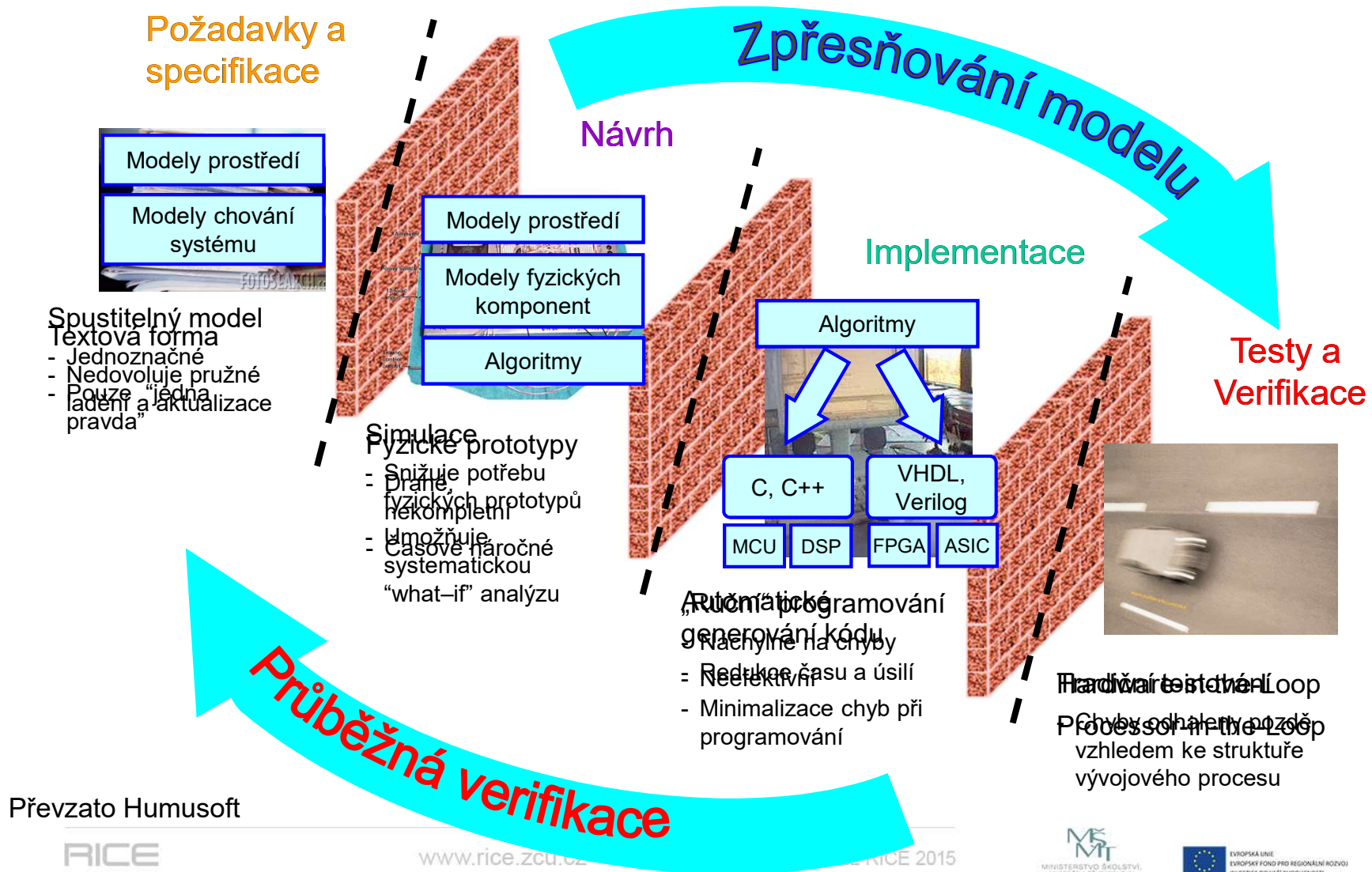
Modelově orientovaný návrh řídicích embedded systémů

V-model pro modelově orientovaný návrh SW



Modelově orientovaný návrh embedded systémů

Vývojový cyklus - Model Based Design



Modelově orientovaný návrh embedded systémů

Matematické modely, CAD, simulace

Hlavní platforma Matlab+Simulink

(Stavové automaty: Stateflow,

MKP: Integrace Comsol, Ansys

Návrh PCB: Integrace Orcad,
Cadence)

Automatické generování kódů

Generování Ansi C/C++, Podpora architektury SW Autosar, Podpora cílových platforem (podpora HW periférií)

Generování VHDL/Verilog, podpora od výrobců FPGA Altera DSP builder, Xilinx System generator

Automatizované testování

IN THE LOOP testování MIL, SIL, PIL, HIL, FPGA in the Loop

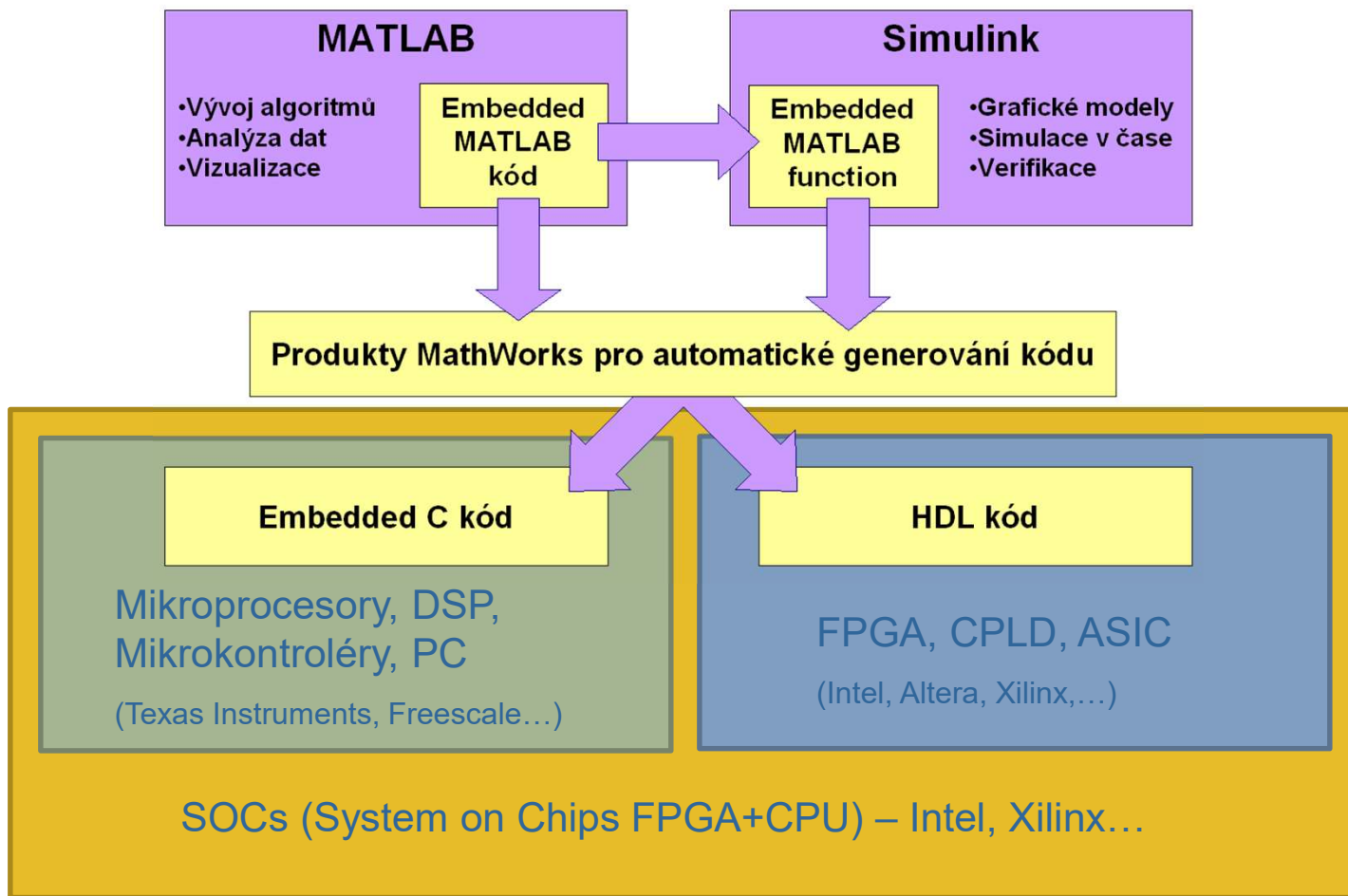
Generování reportů, testy coverage, overflow/underflow, dělení nulou apod.

Statická analýza kódu Polyspace

FPGA – Mentor graphics
ModelSim

Modelově orientovaný návrh embedded systémů

Automatické generování kódů z prostředí Matlab

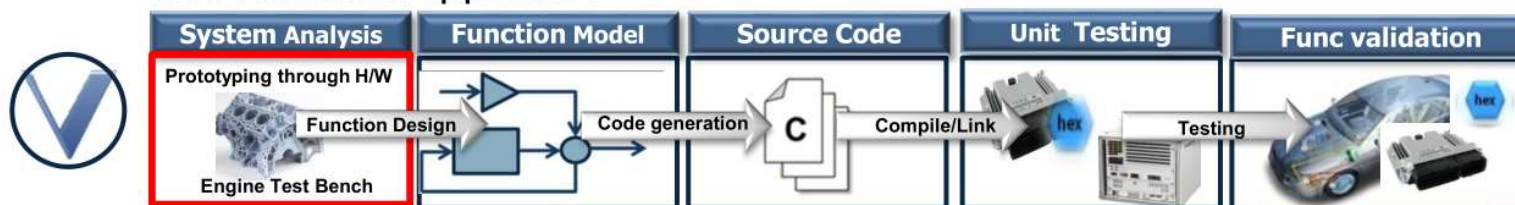


Modelově orientovaný návrh embedded systémů

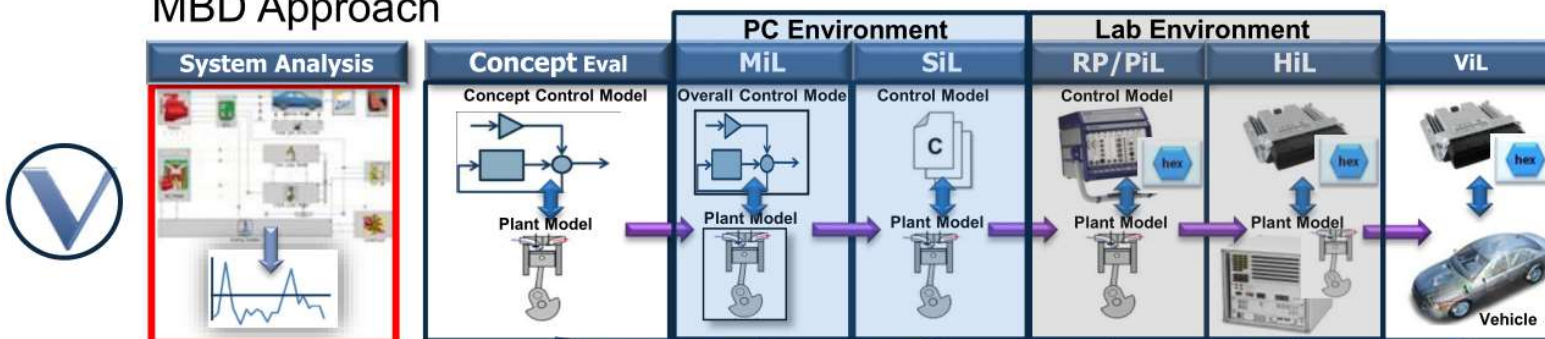
Model Based Design approach for Automotive applications

MBD versus Conventional Development

Conventional Approach



MBD Approach



Front-loading of V&V with simulation, more validations on PC and HiL
Different kind of errors detected at each stage – MiL to ViL

MIL – Model in Loop SIL – Software in Loop PIL – Processor in Loop
RP – Rapid prototyping HiL – Hardware in Loop ViL – Vehicle in Loop

RBEI/NE1 | 10/07/2014 | © Robert Bosch Engineering and Business Solutions Limited 2014. All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for industrial property rights.



BOSCH

Modelově orientovaný návrh embedded systémů

**Firmy z automobilového, leteckého průmyslu,
vojenského průmyslu, lékařství apod:**

ZF, Mb-tech, Škoda, Siemens, VW, Bosch, Airbus, Rockwell....

Regionální inovační centrum elektrotechniky
Fakulta elektrotechnická
Západočeská univerzita v Plzni

Příští přednáška

Základy prototypování aplikací v Matlab Simulink

Jakub Talla

Regionální inovační centrum elektrotechniky
Fakulta elektrotechnická
Západočeská univerzita v Plzni

Děkuji za pozornost!

Adresa: Univerzitní 26
306 14 Plzeň
Česká republika

Tel: +420 377 634 443
Fax: +420 377 634 402

Email: talic@kev.zcu.cz

www.rice.zcu.cz