

# Výzkum a vzdělávání v rámci Národní iniciativy Průmysl 4.0

**Vladimír MAŘÍK**

<http://cyber.felk.cvut.cz/>  
[www.ciirc.cvut.cz](http://www.ciirc.cvut.cz)

**České vysoké učení technické v Praze**

PRŮMYSL  
4.0





- ✓ První explicitně vyjádřenou vládní iniciativou **na podporu nové průmyslové revoluce je německá Industrie 4.0**
- ✓ **Vize poprvé prezentována na Hannover Fair 2011:**  
*Komputerizace průmyslové výroby*
- ✓ **Výrazně technologicky upravený dokument představen na Hannover Fair 2013:**  
Kageman, Wahlster, Lukas – ved. prac. skupiny  
**Vládní dotace: 750 mil. EUR na 3 roky**  
*„Evoluce od vestavěných systémů ke kyberneticko-fyzikálním systémům“*  
automatizační technologie jsou ve vizi zaměřeny na distribuované systémy a počítají s metodami samooptimalizace, automatizované rekonfigurace, autodiagnostiky, strojového vnímání a inteligentní podpory dělníka





### Hlavní myšlenka:

#### Počítačovým propojením

- ✓ výrobních strojů,
- ✓ opracovávaných produktů a polotovarů
- ✓ všech osob zapojených do procesů (prostřednictvím rozhraní)
- ✓ všech dalších systémů a subsystémů průmyslového podniku

vytvořit **inteligentní distribuovanou síť různorodých entit** podél celého řetězce vytvářejícího hodnotu, přičemž subsystémy pracují relativně autonomně a paralelně, navzájem dle potřeby komunikují

#### Propojení internetu věcí a internetu služeb =

Vytvoření **kyberneticko – fyzického prostoru**, v němž jsou už jen nejasné hranice mezi reálnem a virtuálním, které se dle potřeby posouvají

Postupně se objevuje **třetí dimenze**, kterou nelze ignorovat: vedle dvou technologicky orientovaných světů, **fyzického světa výrobního a virtuálního světa služeb** je třeba počítat i se **světem sociálním**, který začíná s oběma technologickými silně interagovat





**Integrovaný výrobní systém** chápáný jako kyberneticko-fyzický systém je **systémem velmi složitým**, který lze řídit pouze na základě principů důsledné **decentralizace, asynchronní adresné komunikace a koordinace**.

**Dnes hovoříme o trojí průmyslové integraci:**

- **Integraci horizontální (hodnotového řetězce)** – tedy plnou počítačovou integraci zabezpečující vše od podání objednávky, přes zásobovací řetězec, vývoj, výrobu až k expedici a distribuční síti
- **Integraci vertikální (vnitropodnikové)** – tedy o integraci od úrovně řízení v reálném čase, přes plánování a rozvrhování výroby a ERP systémy až k rozhodování na nejvyšší úrovni
- **Integraci inženýrské podpory (životního cyklu)** napříč celým inženýrským řetězcem – od výzkumu, vývoje, prototypování, rozvrhování výroby až po ošetření celého životního cyklu výrobku





- ✓ At' chceme nebo nechceme, at' ji pojmenováváme, jak chceme – **nová průmyslová revoluce, revoluce podporovaná digitalizací a opírající se o principy kybernetiky viditelně nastupuje**
- ✓ Pojmy **4. (2.) průmyslová revoluce, Industrie 4.0, Průmysl 4.0** se objevují stále častěji – a stále častěji jsou **zneužívány jako líbivé heslo, samotný obsah často uniká**
- ✓ **Průmysl 4.0 je českou národní iniciativou, která má podpořit průběh 4. průmyslové revoluce v ČR s cílem zabezpečit dlouhodobou konkurenceschopnost země**
- ✓ **ČR má svoje specifika odpovídající naší situaci i naší roli** – ta je třeba respektovat při zcela nezbytném napojení se na celosvětové celospolečenské dění





- ✓ **V ČR: nejvyšší podíl průmyslové výroby na HPH v Evropě (25%)** – ten chceme nejen udržet, ale i zvýšit (v Evropě v průměru 15%, cíl EU: dosáhnout 20% v roce 2020)
- ✓ Přímý **export do SRN činí 29%**, připočteme-li vazby na německé firmy uvnitř ČR, jsme **nejméně polovinou průmyslové výroby závislí na SRN**
- ✓ Chceme-li tuto ekonomickou pozici udržet či posílit, musíme být **kompatibilní s řešeními Industrie 4.0** - konkurence bude velická
- ✓ Současně musíme respektovat svoji **specifickou situaci a specifické potřeby**
- ✓ Průmysl 4.0 musí být **v centru pozornosti všech**, kdo zodpovídají za ekonomiku, ale i za vědu a výzkum, vzdělávání, za pracovní trh, atd. – musí být chápán **jako celonárodní fenomén**, determinující naše budoucí postavení ve světovém společenství





- ✓ **Národní iniciativa** vznikla jako reakce na potřeby a požadavky českého průmyslu za osobní podpory min. MPO J. Mládka a je MPO koordinována
- ✓ Práce zahájeny v červenci 2015, **15.9.2015 – iniciativa vyhlášena na MSVB**
- ✓ Vytvořen řídicí tým o 11 členech, na expertním dokumentu o 190 stranách pak pracovalo **87 expertů v 11 odborných skupinách**
- ✓ **Dokument je komplexní**: v každé z 11 tématických kapitol analyzuje výchozí stav, naznačuje trendy vývoje, přináší SWOT analýzu a důležitou **součástí jsou návrhy konkrétních opatření** (celkem 47 klíčových a dalších 140 podrobnějších)
- ✓ **Dokument dokončen 3.2.2016**
- ✓ **V březnu 2016 má projednávat vláda včetně akčních plánů**

PRŮMYSL  
4.0



# Řídící tým



**Martin Buněk**, místopředseda, TA ČR

**Věra Czesaná**, Národní vzdělávací fond

**Jiří Holoubek**, prezident, Elektrotechnická asociace ČR, SPD

**Miroslava Kopicová**, ředitelka, Národní vzdělávací fond

**Jiří Krechl**, CzechInvest

**Eduard Palíšek**, generální ředitel, Siemens ČR

**Jan Prokš**, ředitel, Elektrotechnická asociace ČR

**Tereza Šamanová**, Svaz průmyslu a dopravy ČR

**Roman Šiser**, nezávislý konzultant

**Michael Valášek**, děkan, fakulta strojní ČVUT

PRŮMYSL  
4.0







- 1. Úvod**
- 2. Specifická situace průmyslu v ČR**
- 3. Technologické předpoklady a vize**
- 4. Nové požadavky na aplikovaný výzkum v ČR**
- 5. Bezpečnost systémů**
- 6. Standardizace**
- 7. Právní a regulatorní aspekty**
- 8. Dopady na trh práce, kvalifikaci pracovní síly a sociální dopady**
- 9. Vzdělávání**
- 10. Průmysl 4.0 a efektivita využívání zdrojů**
- 11. Investice podporující Průmysl 4.0**

PRŮMYSL  
4.0





Nemůžeme zůstat stranou, ale **nejsme rozhodující a určující**

K udržení konkurenceschopnosti se musíme připravit **na roli kooperujícího partnera**, schopného absorbovat nové technologie, integrovat je a inovacemi adekvátně přispívat do celosvětového úsilí

Na úrovni státu nutno **připravit infrastrukturu** – vysokorychlostní širokopásmový internet, ale i **legislativu** a **lidské zdroje**

### **Dlouhodobým cílem je:**

- ✓ Pomoci českým podnikům a organizacím **při zapojování do celosvětových řetězců tvorby hodnot**
- ✓ Pomoci českému průmyslu **k zefektivnění a zlevnění výroby a služeb** (první role – efektivní výrobce a poskytovatel služeb)
- ✓ Podpořit konkurenceschopnost českého výzkumu i průmyslu s možností **některá řešení Průmyslu 4.0 vyvážet** (druhá role – exportér)
- ✓ Procesy hodnotit taktéž z pohledu **optimalizace zdrojů, rychlosti flexibilní reakce na změny, ale i z hlediska ochrany prostředí**





- ✓ Průmysl 4.0 požaduje postupně **opravdu integrovat veškeré výrobní, obchodní a ekonomické procesy a služby** na principu distribuovaných znalostních systémů s vysokou mírou autonomie a bez viditelného centrálního elementu
- ✓ Nejde o „jako“ technologie, nejde jen o digitalizaci – technologie musí být **reálná, kyberneticko-fyzického charakteru**
- ✓ Především: nejedná se o počítačové zpracování tabulek a výkazů, ale o **skutečně kybernetickou revoluci- digitalizace jen podmínkou**
- ✓ Na druhé straně: **v ČR nepůjde tolik o vývoj „celosvětových“ technologií**, ale spíše o využití a integraci technologií dostupných
- ✓ **Rozhodujícím faktorem budou lidé**, jejich postoje a myšlení – ty je nutno připravit, vychovat – revoluce bude mít i **sociální dopady**
- ✓ Průmysl 4.0 bude vyžaduje **velké investice s trvalými průběžnými inovacemi** ve výrobě a službách, reflektujícími technologický pokrok





- ✓ **Věda, výzkum a inovace již nebudou moci být otázkou jednoho podniku!!**
- ✓ Výzkum bude nutno provádět na sdílených, investičně velmi **náročných testbedech**
- ✓ **Testbedy** jsou vlastně **výrobní poloprovozy**, umístěné obvykle ve výzkumné organizaci a otevřené mnoha firmám, které se podílejí na financování (např. úvodním vkladem, pravidelným poplatkem, či zakázkami)
- ✓ Malé a střední podniky mohou **testovat nové technologie a ocenit potenciál inovativních obchodních scénářů**
- ✓ Výrobní podniky generují data, IT firmy je analyzují, dodavatelé strojů vyvíjejí inovace společně se svými zákazníky – taková spolupráce napříč sektory generuje skvělé **synergie pro všechny**
- ✓ **V SRN testbedy podporovány federální vládou a silnými výzkumnými a průmyslovými partnery** (cílem 20 testbedů)



# První testbedy směrem k 4. průmyslové revoluci



CDAC University of Cambridge,  
UK

Prof. Duncan McFarlane  
kolem roku 2004



Odo Strugger Laboratory  
Vienna University of Technology  
Prof. G. Zeichen  
2005





# Smart Factory Testbed v Kaiserslautern 2015





- ✓ **Každý jednotlivý projekt** může v rámci testbedu generovat požadavky na specifikace, legislativu a standardy **pro celý sektor – zúčastněné firmy se účastní pionýrské práce a získávají prioritní výhody**
- ✓ Dnešní **rozdobený způsob financování aplikovaného výzkumu** (relativně malé a krátkodobé projekty) neodpovídá potřebám Průmyslu 4.0
- ✓ Čeká nás **proces sdružování, integrace, propojování týmů** – nutno dát důvěru (a prostředky) organizacím a jejich **vůdčím osobnostem**, které se osvědčily
- ✓ Je třeba nastavit **nová objektivnější kritéria hodnocení výzkumu**, zejména aplikovaného (místo počtu článků nutno měřit **kvalitu a potenciál pracoviště z pohledu konkurenceschopnosti ČR**)
- ✓ Testbedy musí **prolomit bariéru spolupráce** průmyslu a akademické sféry, zvýšit investice průmyslu do spolupráce s výzkumnými organizacemi – **bez zintenzivnění spolupráce to nepůjde**





- ✓ **Rekonstrukce prostoru aplikovaného výzkumu** směrem od jednotlivých, nahodile vybraných projektů směrem k cílenému a řízenému budování dlouhodoběji fungující infrastruktury aplikovaného výzkumu s dostatečným prostorem pro flexibilní menší doplňkové projekty **je v případě Průmyslu 4.0 nezbytností**
- ✓ Výzkum přednostně zaměřovat na **integraci stávajících dílčích řešení a na nová, inovativní řešení** tam, kde
  - ✓ firmy potřebují technologicky pomoci, tzn., že je potřeba trvale získávat informace o jejich potřebách (úloha např. pro SPD)
  - ✓ český výzkum má dlouhodobou úspěšnou tradici, např. *v oblasti technik automatického řízení, kyberneticko-fyzických systémů, robotiky, simulace, vizualizace a SW pro počítačovou bezpečnost*
- ✓ Důležitý i aplikovaný výzkum **ve společenskovědních disciplínách**
- ✓ Veřejná podpora aplikovaného výzkumu musí být koncentrována a **koordinována na národní úrovni.**







- ✓ Aplikovaný výzkum se nemůže opírat jen o malé, kapacitně slabé projekty, nutno systémově budovat **centra aplikovaného výzkumu, dostatečně investičně vybavena a s nadkritickou výzkumnou kapacitou, financovaná účelově, ale i institucionálně** – jedině taková mohou obhospodařovat testbedy
- ✓ **Není třeba vytvářet instituce nové**, naopak nutno zapojit dnes již existující infrastruktury výzkumných center a dlouhodobě je profilovat za **podpory státu – OP PIK a programy TA ČR vhodným nástrojem**
- ✓ Nutno tedy vybudovat **systém center/ústavů aplikovaného výzkumu na národní úrovni**, se zodpovědností za technologickou podporu naplňování cílů Průmyslu 4.0 – **páteř celé implementace**
- ✓ Možno se poučit z role a fungování **Fraunhoferovy společnosti a vybudovat český ekvivalent**
- ✓ Nutno respektovat **dostupné zdroje – jde především o jejich lepší využití koncentrací a zacílením, než o jejich navýšení**





- ✓ Již dnes si stěžujeme **na nedostatek inženýrů**
- ✓ Budeme jich potřebovat **ještě více, ale zejména s úplně jiným profilem** (schopné interdisciplinárního myšlení a se systémovým pohledem na složité distribuované systémy)
- ✓ Musí se **změnit obsah a styl výuky**, nelze dokoněčna minimalizovat výuku matematiky a fyziky
- ✓ Nutno **podporovat interdisciplinaritu** jako doplněk do hloubky zaměřeného odborného vzdělávání a **systémový pohled**
- ✓ Průmysl 4.0 se musí **promítnout do všech učebních plánů** všech oborů na vysokých i středních školách
- ✓ Jedná o celospolečenský fenomén s dopady sociálními a kulturními: výuka se musí **dotknout i humanitních a společenskovědních oborů**





- Zlepšovat dlouhodobé navýšení **financování učitelů** s diferencovaným odměňováním
- Podporovat **popularizaci techniky**, vědy a Průmyslu 4.0
- Podporovat vyhledávání a **individuální práci s talenty**
- **Podporovat výzkum** ze všech dostupných zdrojů (národní a evropské) **jako základ technologické kompetence**, ale i podkladů výuky
  - podpora tvorby učebnic
  - podpora v oblasti celoživotního vzdělávání a rekvalifikace
- Znovu zavést **povinnou maturitu z matematiky**
- Rozvinout kvalitní a široce dostupný **systém celoživotního vzdělávání**





- Zavedení **výuky** (základní, střední školství, vysoké školství) o **nových aspektech internetu** ve vazbě na Průmysl 4.0 (e-skills, Internet of Things, Internet of Services, cloudové služby, robotika)
- Intenzivní **využívání moderních technologií ve výuce** na všech stupních
- zavedení **nových studijních programů/oborů zaměřených na Průmysl 4.0** na pomezí oborů strojírenských, elektrotechnických a informatických:
  - Systémový přístup
  - Interdisciplinarita
- Zavést alespoň 2-3 předměty orientované na Průmysl 4.0 **do každého oboru technických vysokých škol**
- zavedení výuky s vazbou na Průmysl 4.0 **v oborech sociálních, právních, ekonomických**, které by pokrývaly společenské důsledky a předpoklady Průmyslu 4.0





### ✓ **Výzva sociální: dopad na trh práce**

člověk nebude nahrazen, nýbrž dostane nové nástroje  
některé profese vymizí, jiné se vytvoří  
pracovní trh nutno připravovat na změny s předstihem  
nutno jednat s odbory, vysvětlovat

### ✓ **Výzvy v oblasti bezpečnosti a dostupnosti infrastruktury**

jedná se o komplexní systémovou bezpečnost, nikoliv jen počítačovou

### ✓ **Výzvy v oblasti standardizace**

povede především ke kompatibilitě řešení, specializované  
standards zatím neexistují

**Každá z výzev - pokud bude ignorována - může se stát hrozbou  
pro konkurenceschopnost české ekonomiky**



## 4. průmyslová revoluce ovlivní celou společnost



4. průmyslová revoluce přináší myšlenky a technologie, které **zasáhnou další oblasti**, např.

- ✓ **Energetiku** při řízení a koordinaci decentralizovaných zdrojů: na úspěšnosti myšlenek bude záviset, kolik centrálních zdrojů budeme muset vybudovat (Energetika 4.0?)
- ✓ **Smart Cities**: jde též o distribuované procesy s možností permanentní optimalizace a nutností flexibilní reakce na změny
- ✓ **Zdravotní péči**: zde se jedná především o optimalizaci distribuovaných služeb (Zdravotnictví 4.0??)

4. průmyslová revoluce **není o digitalizaci** nebo informatizaci, je to **revoluce KYBERNETICKÁ**

Bez větší nadsázky lze konstatovat, že kybernetická průmyslová revoluce je **více revolucí v myšlení lidí než v konkrétních technologiích.**

**Technologie už máme (nebo můžeme koupit), změnit myšlení lidí bude mnohem obtížnější!**

