

# Průmysl 4.0 – Kde se vzal a co to je

Jiří Krechl  
CzechInvest, Vedoucí oddělení VVI



# Historie

## Technologické pokroky

- 1. průmyslová revoluce: pára
  - zdroj síly nezávisí na svalech, vodě nebo větru, 18. století
- 2. průmyslová revoluce: elektřina
  - masová pásová výroba, začátek 20. století
- 3. průmyslová revoluce: počítače a roboti
  - automatizace opakovaných a předvídatelných procesů, asi 1970
- 4. průmyslová revoluce: Kyberneticko-fyzické systémy
  - úplná decentralizace všech procesů, koncept FoF (Factories of the Future), umělá inteligence, nyní
- průmyslové revoluce s sebou přináší širší společenské změny a hluboké dopady nejen na výrobní procesy – nutnost připravit se na změny, multidisciplinární přístup



# Vznik konceptu Průmysl 4.0

- Vznik v Německu – Industrie 4.0
- Vize poprvé prezentována na Hannover Fair 2011
- Ucelený dokument představen na Hannover Fair 2013
- V USA - Smart Manufacturing Leadership Coalition (SMLC)
  - neziskové konsorcium zaměřené hlavně na standardy
- V Japonsku Industrial Value Chain Initiative
  - iniciativa 30 firem představená v červnu 2015





# Základní rysy P4.0

- Kyberneticko-fyzické systémy
- Autonomní roboty
- Multiagentní systémy
- Aditivní výroba
- Digitalizace
- Rozšířená realita
- Simulace a Virtualizace
- Internet of Things
- Big Data, atd.



# Integrace

Jedná se o integrovaný systém, složitý a decentralizovaný

- **Integrace horizontální** (hodnotového řetězce) – plná počítačová integrace od podání objednávky až k expedici a distribuční síti
- **Integrace vertikální** (vnitropodnikové) – od úrovně řízení v reálném čase, přes plánování a rozvrhování výroby a ERP systémy až k rozhodování na nejvyšší úrovni
- **Integrace inženýrské podpory** (životního cyklu) - napříč celým inženýrským řetězcem – od výzkumu, vývoje, prototypování, rozvrhování výroby až po ošetření celého životního cyklu výrobku



# Digitalizace



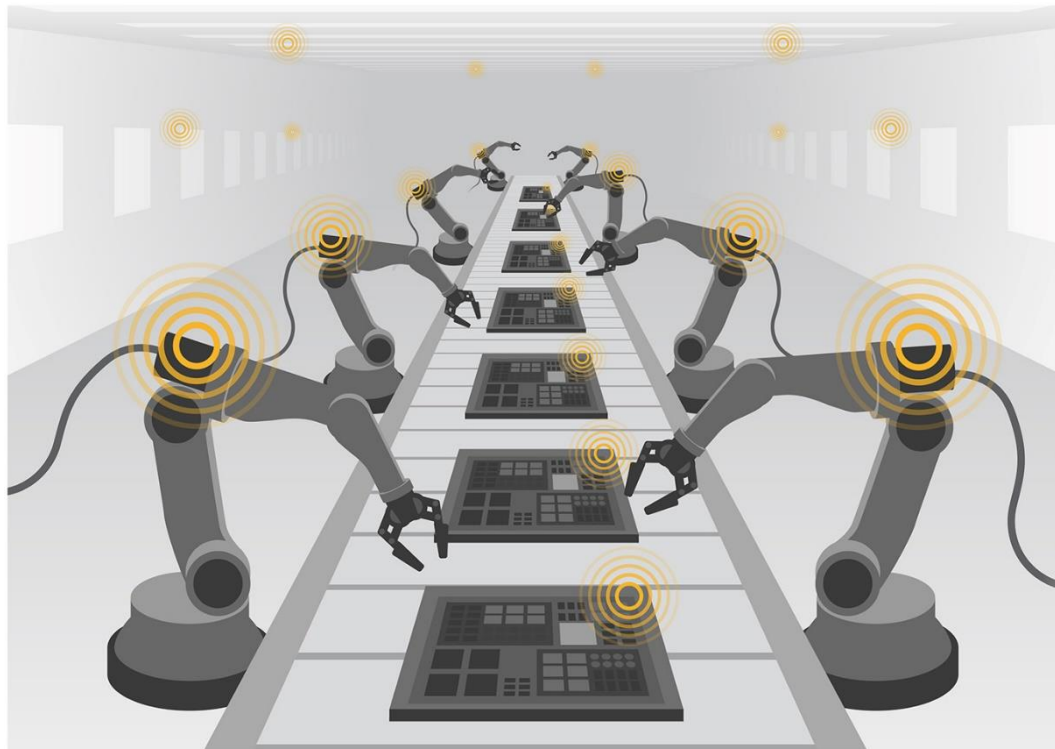
- Podmínka pro zavedení změn P4.0
- Vysokorychlostní internet je jen nezbytným předpokladem – vysoká rychlost a kvalita přenosu i velkých objemů dat coby základní předpoklad pro analýzu velkých dat, cloud computing nebo efektivní M2M komunikaci
- Rozhodující je dodaná inteligence řešení pro všechny procesy a služby na všech úrovních systému





# Kyberneticko-fyzické systémy

- **Organizace a optimalizace** výroby prostřednictvím těchto systémů
- Komunikace mezi neživými objekty (**Internet of Things**)
- Produkt má data ke své výrobě, propojená výrobní zařízení, flexibilní výrobní proces, rozvinutá sémantika komunikace mezi stroji



# Kyberneticko-fyzické systémy - Klíčové aspekty

**SIEMENS**



Produkt, který má být vyroben, má k dispozici **veškerá nezbytná data** ke své výrobě

**Vzájemně propojená výrobní zařízení** beroucí v potaz celý proces tvorby přidané hodnoty

**Výrobní pořadí je stanovováno flexibilně** s ohledem na aktuální situaci

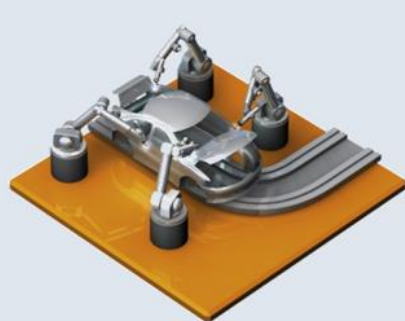
**Člověk zastává i nadále rozhodující roli v oblasti kreativního plánování, dohledu a rozhodování**



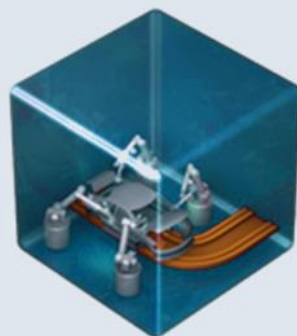
# Kyberneticko-fyzické systémy

SIEMENS

## Kyberneticko- fyzický systém (CPS)



+



Fyzický výrobní závod

Digitální model

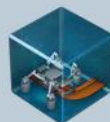
## Obsahuje veškeré informace o....

- Tvaru, rozměrech
- SW-Verzi
- Mechan. vlastnostech
- Elektrotechnice, Elektronice
- Automatizaci, HMI
- Bezpečnosti
- Stavu servisních zásahů
- Poloze, původu,
- Aktuálním stavu
- Rozhraní
- ...

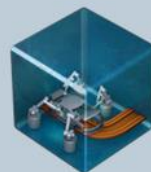
Digitální model je vždy aktuální a doplňuje se po celý životní cyklus výrobku



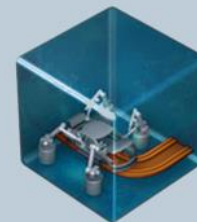
Návrh  
výrobku



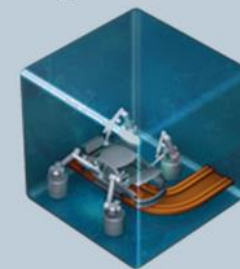
Plánování  
výroby



Přirava  
výroby



Realizace  
výroby



Služby

# Kyberneticko-fyzické systémy

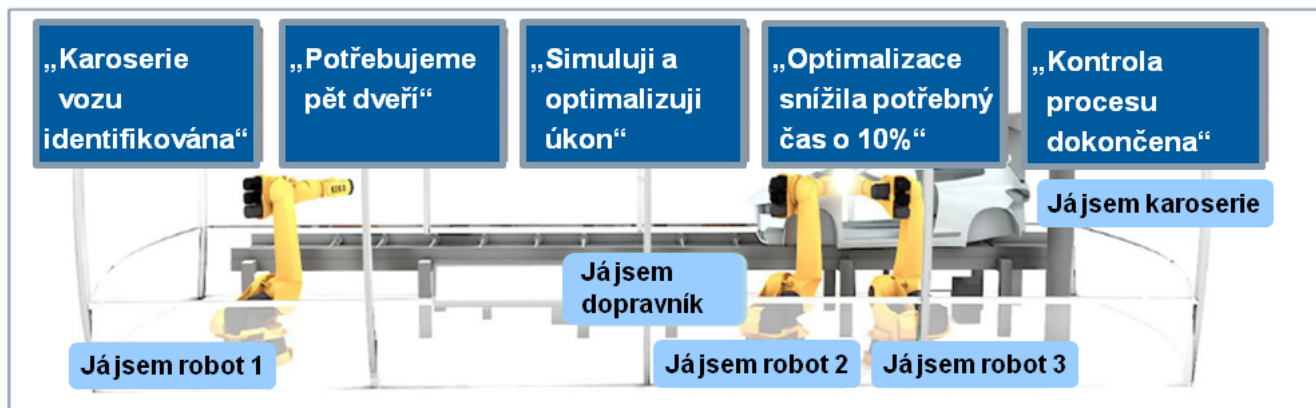
SIEMENS



Dnes:  
Průmysl 3.X



- Výrazně rozvinutá sémantika komunikace mezi stroji
- Základní rámec a architektura pro dynamickou topologii
- Integrovaná simulace procesů



Budoucnost:  
Průmysl 4.0

# Intelligentní továrna – aplikace Průmyslu 4.0

- Vertikálně i horizontálně **integrované IT systémy**, propojení dodavatelsko-odběratelského řetězce
- **Virtuální návrhy** výrobků, výrobních prostředků a výrobních procesů
- **Automatizované výrobní linky, propojené s inteligentními roboty**
- Výrobní zařízení činí autonomní rozhodnutí – výrobní zařízení schopné **sebe-optimalizace** a **sebe-rekonfigurace** ve vazbě na změny výrobního programu, vytížení a prediktivní údržbu
- Továrna Siemens v Ambergu, Fraunhofer Institute for Machine Tools and Forming Technology (Demonstrační jednotka), Bosch Rexroth - Smart Factory Demonstrator, Smart Factory Testbed v Kaiserslauternu





# Inteligentní továrna

Závod Siemens na výrobu elektroniky v Ambergu

**SIEMENS**

- Továrna již dnes využívá **technologie Průmyslu 4.0**
- Stroje a počítače obstarávají **75% veškerých procesů**
- Továrna produkuje **12 milionů produktů** Simatic ročně
- **Kvalita** výroby dosahuje **99,9989 %**
- Výrobní systém je úzce **propojen** s oddělením **R&D**
- Objem výroby se od roku 1989 zvýšil **sedmkrát**



# Očekávané změny v průmyslu

- Zkracování **doby dodání** na trh, zvyšování **flexibility**, zvyšování **účinnosti** (energetická, materiálová atd.)
- **Individualizovaná hromadná výroba**, personalizace výrobků, vyšší produktivita
- **Testbedy** – sdílené, synergická spolupráce napříč sektory. Jedná se o výrobní poloprovozy, umístěné obvykle ve výzkumné organizaci a otevřené mnoha firmám, které se podílejí na financování
- Testbed v ČR připravován např. CIIRC a Siemens
- Propojené VaV týmy



# Širší dopady

- **Smart Cities** – inteligentní infrastruktura, optimalizace a flexibilní koordinace – veřejná i soukromá doprava, odpadní a vodní systémy, svoz odpadků, veřejné osvětlení atd.
- **Smart Grid** – koordinace decentralizovaných zdrojů energie, optimalizace využití energie
- **Smart Building**
- **Zdravotní péče**  
optimalizace služeb,  
personalizace





# Související společenské změny

- Průmysl 4.0 povede k **zániku některých profesí** a naopak ke **vzniku nových**
- Vytlačeny budou jednoduché a opakující se činnosti
- Ohrožena je asi polovina pracovních míst ve zpracovatelském průmyslu a řada činností v administrativě (střední management, zpracování a vyhodnocování dat)
- Pracovní pozice, vyžadující kreativitu jsou ohroženy minimálně, zatím nelze automatizovat
- **Nové příležitosti a profese na vzestupu** – systémový architekt (technický background, kreativita a softwarová excelence)
- Obecně budou jakékoli dovednosti velmi rychle zastarávat
- Otázka **základního nepodmíněného příjmu** (Švýcarsko, Kanada, Finsko...)



# Výzvy - standardizace

Všichni agenti procesu spolu neustále komunikují, nezbytná je tedy

- Definice **komunikačních platforem a rozhraní**
- Nelze definovat jen pro ČR, přicházejí od velkých globálních hráčů
- Nezbytné je sledovat co nejrychleji uvádět do praxe a národních norem
- Lze použít k definici preferenční veřejné podpory (projekty s prokazatelnou připraveností pro Průmysl 4.0)

Požadavek standardizace je zásadní, ale nelze ho definovat od stolu



# Další výzvy

- **Pracovní trh** – nutno připravovat předem, jednání s odbory atd.
- **Vzdělávání** – interdisciplinární inženýři, systémový pohled, zahrnout i společenskovední obory, celoživotní vzdělávání
  - V ČR otevřen první obor Průmysl 4.0 na Fakultě strojní ČVUT pro akademický rok 2016/2017
- **Legislativa** – problematika legální odpovědnosti za autonomní systémy (podobně u autonomních vozidel), regulační opatření a právní předpisy v oblasti normalizace, zkušebnictví a akreditace
- **Bezpečnost** – kybernetická bezpečnost, ochrana dat, komplexní systémová bezpečnost
- ...a celková změna v myšlení lidí





# P4.0 v České republice

- Velká příležitost – zvýšení **konkurenceschopnosti**
- Nahrává mj. **průmyslovost** české ekonomiky (55% exportu automobily, strojírenství, elektrotechnika, elektronika) a napojení na největší ekonomiky
- Nebudeme vůdčím průkopníkem, ale (snad) kooperujícím partnerem - propojenost s **Německem**
- Nepůjde tolik o vývoj „celosvětových“ technologií, ale spíše o **využití a integraci technologií dostupných**
- Nutnost připravit infrastrukturu, obyvatelstvo a legislativu



# Výzvy pro P4.0 v ČR

## Připravenost obyvatel – nízká

- Převládají absolventi humanitních oborů
- Nutnost změny nastavení vzdělávacího systému, učebních plánů

## Výzkum a vývoj

- Propojení VaV a průmyslu – závislá ekonomika, avšak inovativní společnost, ve VaV velká role nadnárodních společností, bariéry mj. v lidech a kapacitě firem (INKA, TA ČR)
- Projekty řešící konkrétní implementaci nově vyvinutých technologií, otevřené platformy
- Koncepční zaměření VaV, efektivnější financování a hodnocení VaV
- Národní centra s podporou investičně náročné infrastruktury
- Propojit týmy, aplikovaný výzkum i ve společenských vědách



# Způsoby podpory P4.0

- Zaměřit se na **konkrétní oblasti** (automatizace a robotika, kyberneticko-fyzické systémy, vývoj specializovaného SW, vývoj prostředků systémové integrace, monitorování (SCADA), úzce specializované meziobory, mechatronika, logistické systémy)
- Nutnost dlouhodobé podpory existující infrastruktury výzkumných center ze strany státu
- Vybudovat **systém center a ústavů** – naplňování cílů P4.0 – ekvivalent Fraunhoferovy společnosti?
- Podpora **propojení VaV a průmyslu** (programy např. TA ČR – Epsilon; TRIO, OP PIK)
- Problém s definicí P4.0 – **kritéria**



# Národní iniciativa P4.0

- Koordinována **MPO**
- **Core team** o 11 členech, na expertním dokumentu o 190 stranách pak pracovalo 87 expertů v 11 odborných skupinách
- **15. 9. 2015** – iniciativa vyhlášena na Mezinárodním strojírenském veletrhu v Brně
- **11 tematických kapitol** analyzuje výchozí stav, naznačuje trendy vývoje, přináší **SWOT analýzu** a důležitou součástí jsou **návrhy konkrétních opatření**
- Dokument **dokončen 3. 2. 2016**, v květnu vydán knižně
- Iniciativa byla **schválena vládou dne 24.8.2016**
  
- Nezbytní aktéři: Úřad vlády ČR, ministerstvo průmyslu, ministerstvo školství, ministerstvo práce a sociálních věcí, ministerstvo financí, ministerstvo dopravy, ministerstvo pro místní rozvoj, CzechInvest, Technologická agentura ČR, Národní bezpečnostní úřad, Úřad pro normalizaci a měření, Svaz průmyslu a dopravy, Hospodářská komora a další





# Spolupráce s Německem

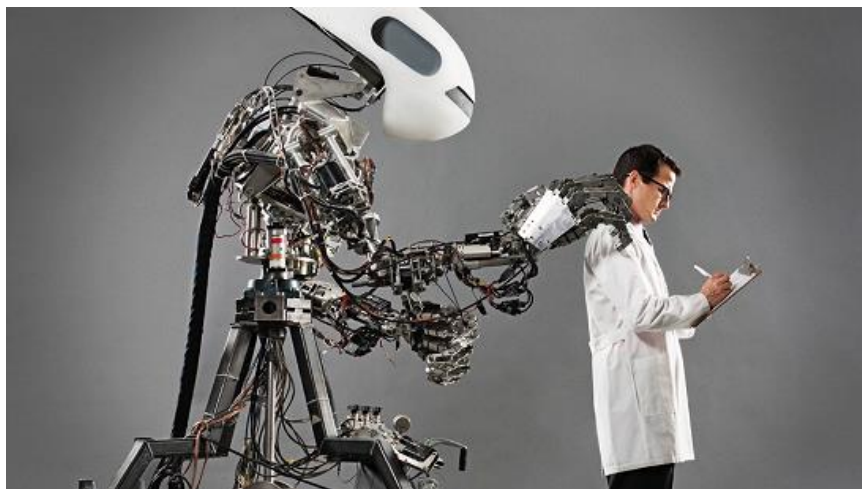
- Návštěva Angely Merkel se týkala také spolupráce v rámci P4.0
- Byla podepsána dohoda mezi CIIRC a Německým výzkumným centrem pro umělou inteligenci (DFKI)
- Ohlášena plánovaná česko-německá výzva v programu DELTA



# Motto

„Kdo chvíli stál, již stojí opodál“

*Jan Neruda*



Oddělení VVI agentury CzechInvest

[www.czech-research.org](http://www.czech-research.org)

# Děkuji za pozornost.

[jiri.krechl@czechinvest.org](mailto:jiri.krechl@czechinvest.org)

[www.czechinvest.org](http://www.czechinvest.org)



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU