

ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA, O.P.S.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA, O.P.S.

Studijní program: N6208 Ekonomika a management

Studijní obor: 6208T088 Podniková ekonomika a management provozu

SOUČASNÉ MOŽNOSTI UPLATNĚNÍ KONCEPCE INDUSTRY 4.0

Bc. Gabriela KODEROVÁ

Vedoucí práce: Ing. Pavel Wicher, Ph.D.



ŠKODA AUTO Vysoká škola

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Bc. Gabriela Koderová**

Studijní program: Ekonomika a management

Obor: Podniková ekonomika a management provozu

Název tématu: **Současné možnosti uplatnění koncepce Industry 4.0**
Current Possibilities of Applying the Concept of Industry 4.0

Cíl: Cílem diplomové práce je na základě rešerše a analýzy aktuálních odborných článků a studií charakterizovat, analyzovat a zhodnotit nový koncept Industry 4.0, současně budou zkoumány konkrétní příklady a návrhy uplatnění v současné průmyslové praxi.

Rámcový obsah:

1. Definujte a blíže charakterizujte koncept německého projektu pro rozvoj průmyslu – Industry 4.0.
2. Vymezte, klasifikujte a detailně popište pojmy spojené s konceptem Industrie 4.0.
3. Vytvořte vyhodnocení přínosů, omezení a rizika konceptu Industry 4.0.
4. Analyzujte a kriticky vyhodnoťte příklady aplikací z průmyslové praxe.
5. Navrhněte možnosti při zavádění konceptu Industry 4.0. na vybraný problém z průmyslové praxe.

Rozsah práce: 55 – 65 stran

Seznam odborné literatury:

1. SENDLER, U. *Industrie 4.0: Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM*. Berlin: Springer Vieweg, 2013. ISBN 978-3-642-36916-2.
2. SPATH, D. *Studie Produktionsarbeit der zukunft – Industrie 4.0*. Stuttgart: Fraunhofer IAO, 2013. ISBN 978-3-8396-0570-7.
3. HELBIG, J. – WAHLSTER, W. – KAGGERMAN, H. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group. [online]. 2013. URL: http://www.plattform-i40.de/sites/default/files/Report_Industrie%204.0_engl_1.pdf.
4. DELOITTE, D. Industry 4.0. – challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. [online]. 2014. URL: <http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>.

Datum zadání diplomové práce: červen 2015

Termín odevzdání diplomové práce: květen 2016

L. S.


Ing. Pavel Wicher, Ph.D.
Vedoucí práce


prof. Ing. Radim Lenort, Ph.D.
Vedoucí ústavu


Mgr. Petr Šulc
Prorektor ŠAVŠ


Bc. Gabriela Koderová
Autorka práce

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury pod odborným vedením vedoucího práce.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a v práci jsem neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Mladé Boleslavi dne 30. března 2016

Děkuji Ing. Pavlu Wicherovi, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce, poskytování rad a informačních podkladů. Dále bych ráda poděkovala pracovníkům ŠKODA AUTO a.s., zvláště Zdeňce Půlpánové, Ing. Jiřímu Štočkovi, Ph.D., Ing. Janu Vlačihovi a Michalu Štefanovi za ochotnou spolupráci.

Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů.....	7
Úvod.....	9
1. Role průmyslu v hospodářství.....	11
1.1. Definice průmyslu.....	11
1.2. Průmyslové revoluce.....	12
2. Koncept Industry 4.0.....	15
2.1. Vznik Industry 4.0.....	15
2.2. Popis funkce Industry 4.0.....	16
2.3. Kategorizace a strukturalizace pojmů.....	19
2.3.1. Smart factory.....	21
2.3.2. Cyber physical systems.....	25
2.3.3. RFID technologie.....	26
2.3.4. Internet of Things, Services a People.....	28
2.3.5. Big Data.....	30
2.3.6. Cloud computing.....	31
2.3.7. Smart product.....	32
2.3.8. Smart sensors.....	33
2.4. Iniciativa konceptu Industry 4.0 v ČR.....	34
3. Přínosy a rizika konceptu Industry 4.0.....	35
3.1. Přínosy konceptu Industry 4.0.....	35
3.2. Rizika, hrozby a omezení konceptu Industry 4.0.....	39
4. Příklady aplikací v průmyslové praxi.....	43
4.1. Smart factory – Siemens EWA.....	43
4.2. Cyber physical system – Synapticon DYNARC.....	46
4.3. RFID technologie – Siemens SIMATIC Ident.....	46
4.4. Internet of Things – SIGFOX.....	48
4.5. Big Data – SAP HANA.....	50
4.6. Cloud computing – IBM Cloud.....	50
4.7. Smart product – Tesla automobily.....	52
4.8. Smart sensor – Weiss SMI24.....	53

5. Uplatnění Industry 4.0 ve společnosti ŠKODA AUTO a.s.	54
5.1. Smart maintenance	54
5.2. Transparentní továrna	57
5.3. Digitální továrna	58
6. Kritické zhodnocení	60
Závěr	65
Seznam literatury	69
Seznam obrázků a tabulek	75
Seznam příloh	76

Seznam použitých zkratk a symbolů

AMU	Aplikace Mobilní Údržby
B2B	Business to Business
CAD	Computer Aided Design (Počítačem podporované programování)
CAM	Computer Aided Manufacturing (Počítačem podporovaná výroba)
CPS	Cyber physical system (Kyber-fyzikální systém)
CPU	Central Processing Unit (Centrální procesorová jednotka)
EU	European Union (Evropská Unie)
GB	Gigabyte
GTAI	German Trade and Invest
HDP	Hrubý domácí produkt
IaaS	Infrastructure as a Service
IIoT	Industrial Internet of Things (Průmyslový Internet věcí)
IoE	Internet of Everything (Internet všeho)
IoP	Internet of People (Internet lidí)
IoS	Internet of Services (Internet služeb)
IoT	Internet of Things (Internet věcí)
IP	Internet protocol (Internetový Protokol)
IT	Information Technology (Informační technologie)
JIT	Just in Time
M2M	Machine to Machine
M2P	Machine to Person
MFA	Multi Funktions Ausweis (Multifunkční průkaz)
MHz	Mega Hertz
PaaS	Platform as a Service
PC	Personal Computer (Osobní počítač)

PDA	Personal Digital Assistant (Osobní digitální pomocník)
PKT	Technický servis
PLC	Programmable Logic Controller (Programovatelný logický automat)
PLM	Product Lifecycle Management (Řízení životního cyklu výrobku)
RFID	Radio Frequency Identification (Identifikace na radiové frekvenci)
SaaS	Software as a Service
SAP PM	SAP Predictive Maintenance
T2M	Thing to Machine
Wifi	Bezdrátová internetová síť

Úvod

V současné době jsou lidé na celém světě stále více ovlivňováni rozvojem a rozšířením Internetu, který nás obklopuje na každém kroku a vytváří nové životní prostředí globalizovaného světa. Internet je klíčový prvek rozvoje jednotlivců i společností v celosvětovém měřítku. Pro vývoj lidského společenství je obdobně důležitý rozmach dalších nových technologií, který se stále zrychluje a velice často nás již v současnosti obklopují věci s označením „Smart“. Smart obvykle označuje inteligentní propracované zařízení, které poskytuje vysokou míru funkčnosti. Tato éra započala Smart telefony a nyní již známe Smart budovy, Smart města a Smart továrny. To, co bylo dříve pouze předpovědí do budoucnosti, se pomalu stává skutečností. Nacházíme se ve čtvrté průmyslové revoluci, klasické obchodní modely a výroba se mění. Pro podniky a jejich stabilní pozici na trhu je důležité sledovat veškeré změny a neustále se rozvíjet. Požadavky zákazníků jsou stále náročnější a za účelem dosažení nové konkurenční výhody založené na změnách v oblasti průmyslu byl představen koncept Industry 4.0.

Tato diplomová práce se věnuje konceptu Industry 4.0, jež umožňuje výrobu nové generace ve všech oblastech průmyslu. Tento koncept vznikl na základě zadání německé vlády a je nadále hojně diskutován a rozvíjen. Základním principem je digitalizace výroby s využitím nejmodernějších technologií a Internetu. Toto nové pojetí výroby přinese řadu výhod, ale v současné situaci má i řadu omezení a rizik.

V první kapitole je definován pojem průmysl a vysvětlena důležitost průmyslu pro ekonomiku vyspělých i rozvojových zemí, přičemž hlavní pozornost je věnována strojírenství respektive automobilovému průmyslu, který má podstatný vliv na HDP České republiky (dále ČR). Navazuje výčet a podrobný popis jednotlivých průmyslových revolucí.

V druhé kapitole je podrobný popis konceptu Industry 4.0, který se věnuje postupně vzniku, funkcím, principům a zejména klíčovými pojmy daného konceptu. Dále jsou všechny pojmy podrobně charakterizovány včetně ilustrací a později, ve čtvrté kapitole, jsou vysvětleny na příkladech známých celosvětových firem. Obsahem třetí kapitoly je výčet přínosů a rizik konceptu v současných tržních podmínkách. Aby byl ilustrován celkový přínos konceptu Industry 4.0 pro průmysl. Jelikož je koncept nový je důležité vyzdvihnout i hrozby a omezení

pro současnou situaci kvůli jejich včasnému odstranění. V páté kapitole je uveden příklad prvků Smart factory v automobilové společnosti ŠKODA AUTO a.s., která aktivně sleduje vývoj tohoto konceptu. V závěrečné kapitole se nachází kritické zhodnocení konceptu Industry 4.0.

Cílem diplomové práce je na základě studie odborných článků popsat nový výrobní koncept Industry 4.0, vytvořit výčet pojmů souvisejících s tímto konceptem, které jsou důležité pro funkcionalitu, rozebrat výhody a nevýhody plynoucí z implementace tedy ohodnotit přínos pro průmysl. Současně ukázat zavádění a fungování konceptu na konkrétních příkladech z průmyslové praxe.

1. Role průmyslu v hospodářství

Průmysl je nedílnou součástí ekonomiky vyspělých i rozvojových zemí. Obsahem této kapitoly je definování pojmu průmysl, role tohoto oboru v ekonomice státu a situace v ČR. V další části jsou popsány jednotlivé průmyslové revoluce dle časové posloupnosti.

1.1. Definice průmyslu

Definice průmyslu dle Cambridge slovníku – „Průmysl, též nazýván produkce, je souborem firem a aktivit zahrnutých v procesu výroby produktů určených k následnému prodeji“ (Cambridge Dictionary, 2015). Oxford slovník jej definuje jako ekonomickou aktivitu spojenou s výrobou surovin a produkcí výrobků v továrnách (Oxford Dictionaries, 2015). Financial Times Lexicon definuje průmysl jako výrobu základních materiálů (pro další výrobu) a zboží. Byznys, který vyrábí určitý druh věci nebo nabízí určitou službu (Financial Times Lexicon, 2015). Pro předchozí definice jsou společné pojmy výroba produktů či surovin, prodej nebo další zpracování a továrny. Celou definici lze zapsat takto: Průmysl je proces výroby produktů určených k prodeji nebo surovin pro další zpracování vyprodukovaných v továrnách při výrobním procesu za účelem zisku.

Průmysl se dělí na (Bělaška, 2014):

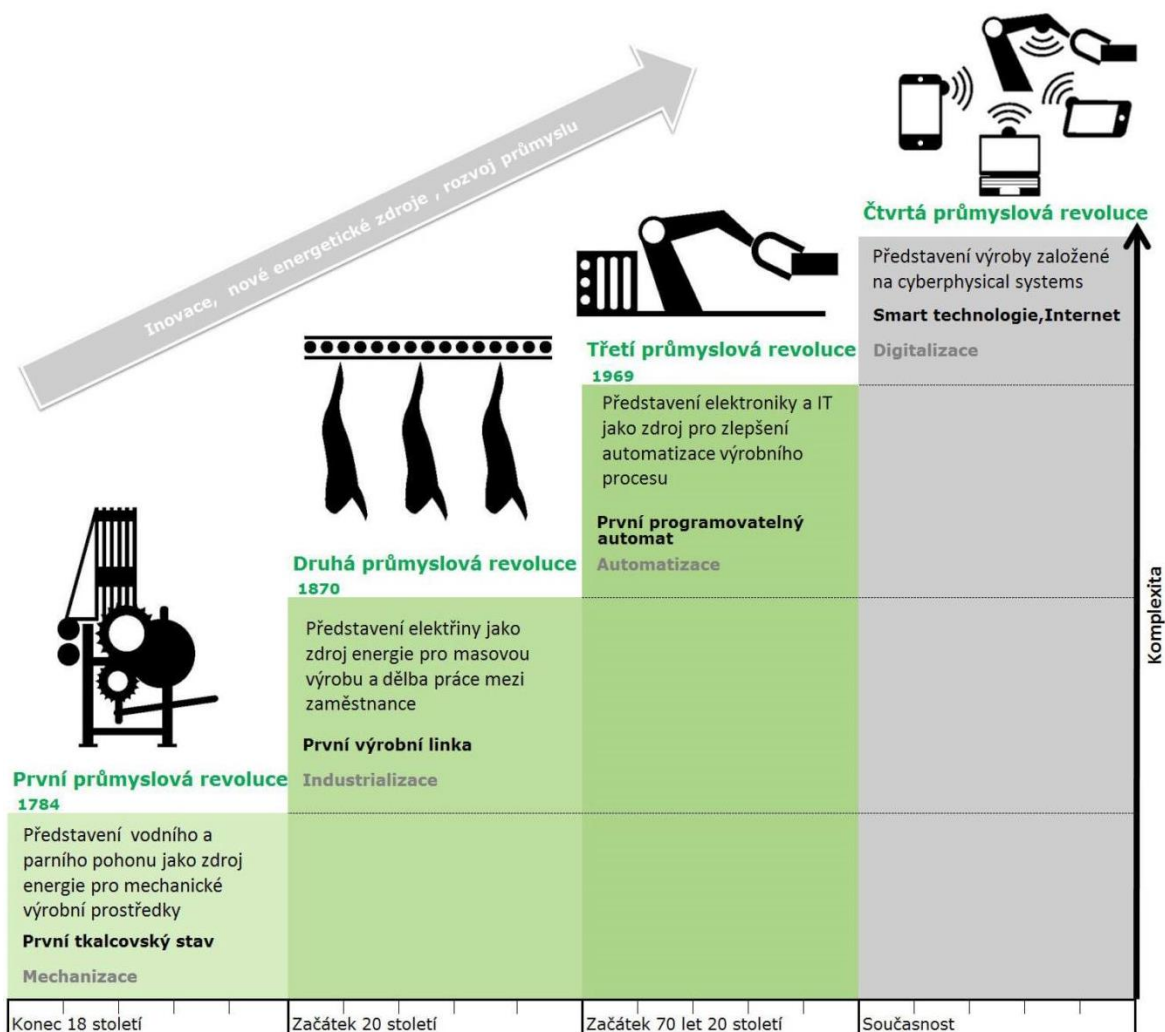
- těžební průmysl – těžba paliv, rudných a nerudných surovin,
- zpracovatelský průmysl – zpracovává materiál a díly na konečné výrobky,
- těžký průmysl – hutnictví, strojírenství, chemický průmysl, stavebnictví,
- spotřební průmysl – automobilový, textilní, oděvní, výroba skla, keramiky a porcelánu,
- energetiku – výroba elektrické energie, rozvod plynu a tepla.

Průmyslová výroba je i přes stále sílící sektor služeb ve světové ekonomice důležitým zdrojem bohatství a pracovních příležitostí. Ve vyspělých zemích je hlavním zdrojem národního hospodářství, především v zemích jako je Německo, Japonsko a Čína, které jsou vůdci v inovacích a výzkumech. Klíčovou úlohu hraje automobilový průmysl.

V ČR představoval v historii ale i dnes významné odvětví. I přes stále sílící sektor služeb hraje hlavní roli ve struktuře HDP. Představuje 31,8 % národního hospodářství (služby tvoří 59,9 %, stavebnictví 5,9 % zemědělství 2,4 %), zároveň je zdrojem práce pro 37,5 % ekonomicky aktivních obyvatel ČR (ČSÚ, 2013). Hlavním pilířem českého průmyslu je strojírenství, dalšími významnými jsou hutnictví a chemický průmysl. Vedlejšími odvětvími průmyslu jsou sklenářský, energetický, potravinářský a stavební průmysl. Pilířem českého odvětví je průmysl strojírenský, zejména automobilový průmysl, který se významně podílí na exportu ČR, navíc má na našem území velmi dlouhou tradici (Jenerálová, 2011). Za nejvýznamnějšího českého automobilového výrobce je považována společnost ŠKODA AUTO a.s. sídlící v Mladé Boleslavi. Osobní automobily též vyrábí továrny Toyota Peugeot Citroen Automobile Czech s.r.o. (TPCA Kolín) a Hyundai Motor Manufacturing Czech s.r.o. v Nošovicích. Na území ČR jsou též vyráběny nákladní automobily, autobusy, tramvaje, trolejbusy, metro, trolejbusy, letadla a lodě.

1.2. Průmyslové revoluce

Průmysl není mladý obor, historie první průmyslové revoluce se píše již od 18. Století. Svůj počátek měla v Anglii. Průmysl prošel několika vývojovými etapami, pro které jsou klíčové nové objevy, zdroje energie stejně jako snaha lidstva jít dál za hranice svých možností. To bylo akcelerátorem řady inovací, bez kterých si dnes nedokážeme představit běžný život. Průmysl se transformoval během čtyř revolucí do dnešní podoby (viz Obr. 1). Současně se nachází již několik let v jedné velké revoluci, která je dnes v Německu označována pojmem Industrie 4.0, která je založena na komplexnosti, využití informačních technologií (dále IT) a integraci (Sendler, 2013).



Zdroj: Report Industrie ACATECH, 2013, str. 13

Obr. 1 Vývojové etapy průmyslové revoluce

Počátek první průmyslové revoluce byl koncem 18. století. Svým vynálezem prvního mechanického tkacího stavu Edmund Cartwright v roce 1784 započal vývoj průmyslové výroby. Předcházel tomu vynález parního stroje, který jako nový zdroj energie našel mnohé využití, především v textilním průmyslu. Parní stroj byl symbolem pro tuto etapu a podnětem k přechodu z ruční výroby k mechanické velkovýrobě pomocí prvních strojů v 19. století. Proto klíčovým pojmem první průmyslové revoluce je mechanizace (Cejnarová, 2015). Důsledkem tohoto vývoje došlo ke změně a revoluci ve všech hospodářských odvětvích.

Druhá průmyslová revoluce je především spojována s představením elektřiny jako nového zdroje energie. Proto je za počátek druhé průmyslové revoluce považován rok 1879, kdy Thomas Edison vynalezl žárovku. Klíčem k této revoluci bylo představení první montážní linky firmou Cincinnati ve svém jatečním závodě v roce 1870 (Cejnarová, 2015). Aplikace montážní linky spolu s dělbou práce a následně elektrifikací vedla k razantnímu rozvoji masové produkce.

Klíčovými pojmy třetí průmyslové revoluce jsou automatizace, elektronika a rozvoj informační technologie. Došlo k přechodu od mechanizace výroby k její automatizaci (Cejnarová, 2015). Jako počátek této revoluce se udává rok 1969, v němž byl představen první programovatelný logický automat Modicon 084 také označován jako PLC. Pod PLC si lze představit malý průmyslový počítač, obsahující řídicí jednotku, používaný především pro automatizaci procesů v reálném čase a program se prováděl v cyklech.

Nyní svět nestojí na prahu čtvrté průmyslové revoluce, ta už započala. Klíčem k této revoluci je rozmach chytrých technologií, masové rozšíření Internetu, následně jeho proniknutí do dalších oblastí. Nejdříve vstoupil do historie pojem počítač. Roku 1962 započal výzkum webové sítě agenturou ARPA, za účelem vývoje komunikační sítě pro počítače s decentralizovaným řízením. Podařilo se jí to roku 1969, kdy začala testovat experimentální síť ARPANET. Samotné označení Internet přišlo až v roce 1987. K jeho rozšíření do světa došlo až roku 1994. Konec 90 let je charakteristický masovým nárůstem uživatelů Internetu a pronikl do téměř všech kultur. K síti se dnes již nepřipojují jenom lidští uživatelé, ale komunikují pomocí Internetu již i stroje nebo některé věci. Realita se začíná prolínat s virtuálním světem, z toho důvodu do popředí vstupuje pojem Cyber physical systems (dále jen CPS), digitalizace, a chytré technologie (Cejnarová, 2015). Avšak to je již součástí konceptu *Industry 4.0*, kterému se budou podrobně věnovat následující kapitoly.

2. Koncept Industry 4.0

Tato kapitola se zabývá rozбором konceptu *Industry 4.0*, od vzniku, vize funkce až po souhrn nejdůležitějších pojmů, které jasně definují směr budoucnosti výroby včetně stručného popsání české iniciativy Průmysl 4.0.

2.1. Vznik Industry 4.0

Náš svět se neustále mění. Dnes je kladen stále větší důraz na vývoj nových technologií, které usnadní, zároveň optimalizují nejen výrobu ale i každodenní život. Odborníci na průmyslovou výrobu i futurologové se ustavičně ptají, jak bude vypadat výroba v budoucnu. Počátek 21. století je spojen s raketovým rozmachem internetu, chytrých technologií a jejich proniknutí do všech oblastí lidských činností. Neustálé inovace, optimalizace anebo efektivnost jsou klíčem k získání konkurenční výhody na současném trhu. Klasický obchodní model se mění, jelikož současná výroba nedokáže uspokojit požadavky stále náročnějších zákazníků. Zákazník má pořád více požadavků a jejich náročnost stoupá, navíc chtějí mít vše v co nejkratším čase. Klasický obchodní model založený na masové produkci již nedostačuje. Vše zmíněné bylo podkladem pro vytvoření německého konceptu *Industry 4.0*.

Koncept *Industrie 4.0* (originální název) vznikl na základě zadání německé vlády, která v roce 2006 spustila projekt „High Tech strategy“, jež reprezentuje první národní koncept a měl spojit klíčové odborníky za účelem posunu ve vývoji nových špičkových technologií. Tento projekt je podporován prostředky všech vládních ministerstev, byly vyčleněny miliony eur ročně na podporu vývoje nových technologií. Cíle „High Tech strategy“ byly dále přeměněny a rozšířeny do struktury nového projektu „High Tech strategy 2020“ v roce 2010, která byla následně schválena roku 2012. Podle této strategie by Německo v roce 2020 mělo být největším poskytovatelem a rozhodujícím trhem s *CPS*. Dosáhnout tohoto cíle má pomocí investic do výzkumu, prohlubováním spolupráce mezi vědou a průmyslem, včetně neustálého zlepšování podmínek pro další vývoj. V akčním plánu, jak dosáhnout nastavených předsevzetí je deset klíčových projektů, mezi které patří i koncept *Industrie 4.0*. Iniciátorem bylo Ministerstvo Vzdělávání a výzkumu, které shromáždilo odborný tým. Za vznikem této nadějně koncepce stojí 21 významných vědeckovýzkumných institucí včetně špičkových firem,

konkrétně 661 dotázaných expertů z průmyslové praxe (například ACATECH, Fraunhofer, Bosch, SAP a Festo), úzce spolupracující na vizi, kam by se měl průmysl ubírat (Spath a kol., 2013). Po rozsáhlém výzkumu představili v lednu 2011 první představu, nazvanou *Industrie 4.0.*, kterou dále rozvíjeli. Samotný název *Industrie 4.0* odkazuje na čtvrtou průmyslovou revoluci. Konečná vize byla sepsána ve finální zprávě vývojového týmu, jako nástroj pro zabezpečení budoucnosti německého průmyslu publikovanou v dubnu 2013 (McDougall, 2014). Oficiálně byl představen koncept *Industrie 4.0* veřejnosti na veletrhu Hannover Messe téhož roku.

2.2. Popis funkce Industry 4.0

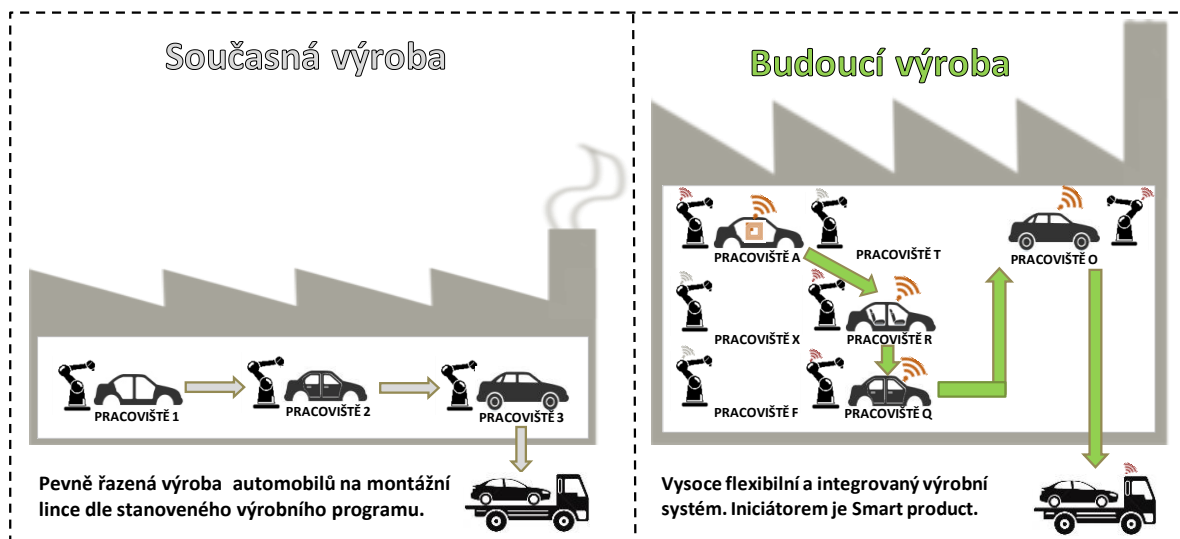
Díky nové německé koncepci budou průmysloví výrobci v budoucnu budovat flexibilní výrobní provozy, jež budou způsobilé k produkci i malých dávek výrobků, které jsou konfigurovány na základě požadavků zákazníků, tudíž v různých modifikacích ve velmi krátkém výrobním a dodacím čase (Egger, 2015).

Industry 4.0 je postavena na základních čtyřech bodech, které ji nejen charakterizují, ale i odlišují od současné tradiční výroby (Deloitte, 2014):

- vertikální propojení výrobního systému,
- horizontální integrace pomocí nové generace globálních sítí hodnotového řetězce,
- toková výroba skrz celý hodnotový řetězec,
- urychlení pomocí *Smart technology*.

Industry 4.0 je tedy zaměřena na *Smart process*. Což je velká změna oproti současné konvenční výrobě (viz Obr. 2). Základním kamenem koncepce je vytvoření *Smart factory*. Tyto továrny budou schopny zvládnout výkyvy poptávky, budou více odolné vůči poruchám, zároveň dokážou vyrábět maximálně efektivně. Stroje, lidé a prostředky spolu dokáží nejen komunikovat, ale i spolupracovat. Stroje se sami ohlásí údržbářům, navíc přesně definují problém. Výrobek za pomoci čipu s radiofrekvenční identifikací (dále RFID) je schopen řídit svůj tok výrobou, zná, z kterých dílů se skládá a kam má být později doručen. Sám výrobek se tedy aktivně podílí na procesu výroby. V infrastruktuře takového podniku je propojena *Smart logistic*, *Smart grid*, *Smart buildings* a *Smart distribution*. Jinými slovy

transformace z tradičního hodnotového řetězce ke zcela novému (Helbig, Wahlster a Kaggerman, 2013). Koncept *Industry 4.0* nevidí řetězec jako jednotlivé články hodnotového řetězce pracující izolovaně, ale vše je propojeno a efektivně spolupracuje. Charakteristické budou velmi úzké vazby mezi dodavateli, výrobcí i zákazníky.



Zdroj: Report Industrie ACATECH, 2013, str. 64

Obr. 2 Současná a budoucí výroba ve Smart factory

Automatizace i firemní systémy jsou horizontálně propojeny s vertikálními výrobními procesy, tak budou způsobilé v reálném čase flexibilně reagovat na změny a kolísavou poptávku. Taková výroba bude maximálně efektivní a trvale optimalizována (Mařík a kol., 2015). Horizontální integrace odkazuje na propojení rozličných firemních informačních systémů a oddělení využívaných v odlišných etapách výroby, plánovacího procesu včetně zabezpečení materiálů, energií i informací do továrny, a dokonce i mezi jednotlivými továrnami (viz Příloha 1). Vertikální integrace odkazuje na provázání informačního systému i do hierarchie společnosti, to znamená do všech oddělení plánováním výroby počínaje až po distribuci (viz Příloha 1). Cílem propojení všech oblastí a procesů je zajistit *end-to-end* řešení (Helbig, Wahlster a Kaggerman, 2013).

Klíčem k dosažení výše zmíněné *Smart factory* je využití *CPS*. Díky této technologii mohou stroje i zařízení sami řídit výrobní proces, aby bylo dosaženo vysoké efektivity, optimálního využití materiálu, vyladění výrobního taktu dle poptávky zákazníků, zajištění malých dávek výrobků v různých modifikacích

a to vše v reálném čase. Všechny stroje, dopravníky, nakladače, vozíky i sami produkty jsou autonomní a decentralizované. Dochází k propojení reálného světa s virtuálním (Helbig, Wahlster a Kaggerman, 2013). Stroje komunikují mezi sebou ale i s lidmi. Dokáží reagovat na případné poruchy. Současně dokáží velice promptně upravit výrobu, aby nedošlo k zastavení linky. To povede k minimalizaci plýtvání, chyb, velice krátkému výrobnímu času v řádu hodin, maximálně několik dnů (záleží na složitosti výroby) a v konečné fázi k úspoře dělnického personálu. Fyzicky náročnou rutinní práci obstarají pouze stroje a lidé se soustředí na kreativnější úkoly. Důraz bude kladen na vytvoření schopných pracovníků, kteří budou požadavky zákazníků transformovat do jazyka strojů. Bude tedy potřeba kvalitních programátorů, kteří pomocí tohoto konceptu dosáhnou optimálního poměru mezi časem stráveným v práci a volným časem, též nazýváno *work-life-balance* - vyvážení mezi pracovním a soukromým životem.

Internet za pomoci *CPS* propojuje lidi, stroje a software. Virtuální svět se začne sbližovat s reálným. V konceptu *Industry 4.0* jsou pro výrobu řízenou počítači zahrnuty trendy *Internet of Things* (dále *IoT*), *Big data*, *Cloud computing*, *M2M*, *M2P* a *T2M* komunikace. Všechny tyto zmíněné technologie umožňují, aby *CPS* pracoval maximálně efektivně (Blau, 2014). Právě za pomoci *IoT* jsou výrobky schopny komunikovat se stroji, současně řídit tak výrobu. Informační tok, řízení a kontrola je na digitální bázi skrz Internetový protokol. Nejen výroba bude požadovat prostor pro mnoho rozličných dat – historická data, data ze senzorů, výrobní časy, atd. Tyto velké objemy dat nazýváme *Big data*, která se ukládají do *Cloudu*. Jsou velice důležité pro analýzy, diagnostiku výroby a podkladem pro rozhodování včetně optimalizace.

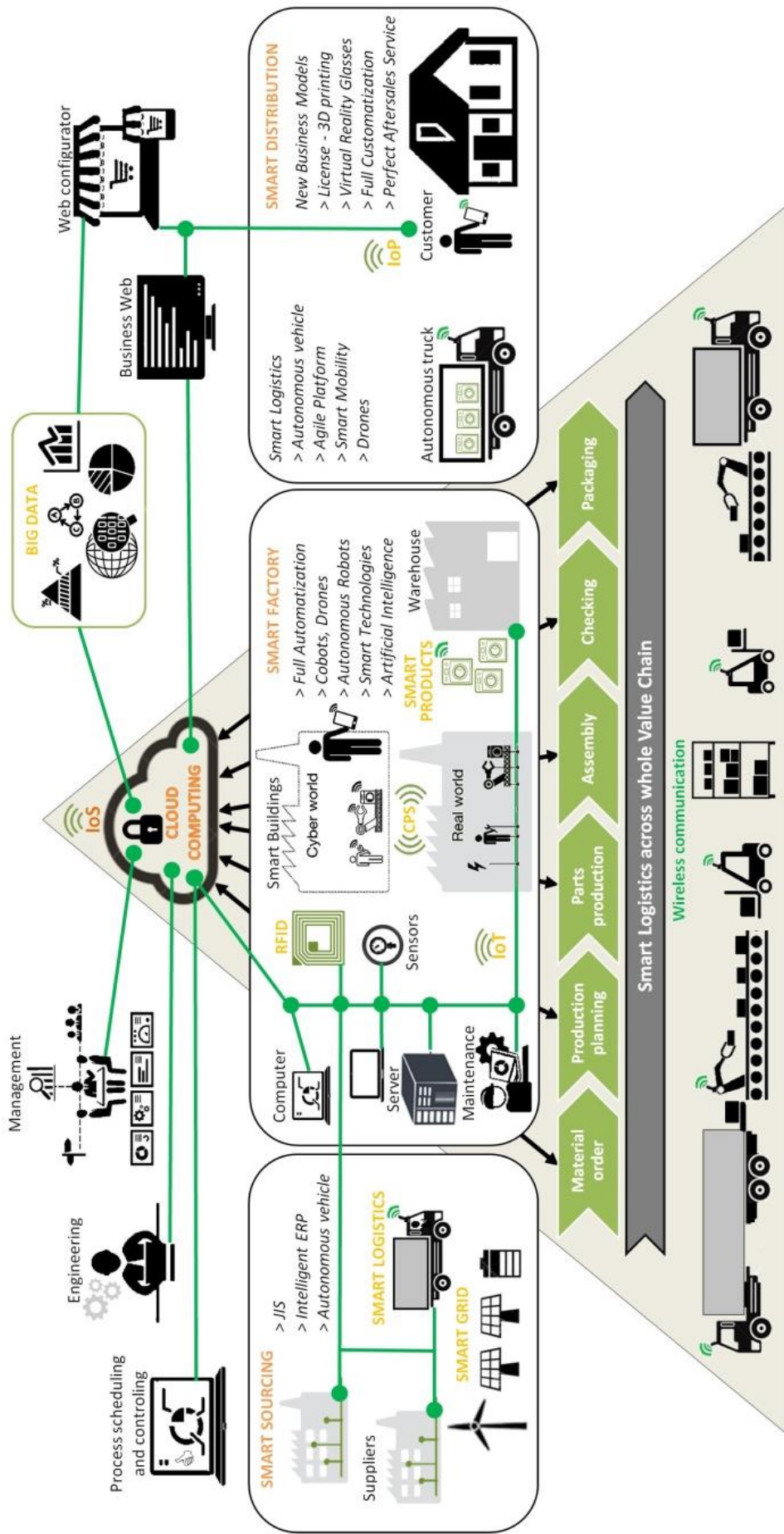
V reálné situaci bude tento koncept fungovat například následujícím způsobem: Požadavky individuálních zákazníků poplují online pomocí internetu a webového konfiguratoru rovnou na výrobní linku, díky tomu mohou zákazníci dostat výrobek za velkosériovou cenu. Celý výrobní proces je propojen od vývoje až po servis. Požadavek zákazníka je zpracován automaticky počítačem za dohledu programátorů. Ze skladu se automaticky uvolní materiál. V polotovaru výrobku je zabudován *RFID* mikročip, který bude řídit výrobní program včetně odvolávek na příslušné díly. Za asistence senzorů, kamer, čteček, vysílačů, *CPS* a Internetu se továrna řídí autonomně. Hotový výrobek společně s počítačovým

programem naplánují optimální trasu. Doručení proběhne pomocí dronů až ke dveřím zákazníka. Díky digitalizaci a robotizaci dostává zákazník svůj nakonfigurovaný výrobek již několik hodin po zadání objednávky (Korbel, 2015).

Stručně řečeno koncept *Industry 4.0* je novým výrobním modelem, který sblížuje a urychluje celý hodnotový řetězec. Vertikální i horizontální integrace IT a zároveň automatizovaná výroba povedou k end-to-end řešení. Pomocí IT, *IoT*, *Internet of Services* (dále *IoS*) a v neposlední řadě *CPS*, spolupracují stroje, výrobky s lidmi. Pomocí *RFID* čipu je iniciátorem výrobního procesu sám výrobek. Tím lze dosáhnout flexibilní výroby, malosériové výroby v různých modifikacích podle individuálních požadavků zákazníka v co nejkratším čase. Je eliminována fyzicky náročná práce, která je nahrazována programátorskými místy, kontrolory a údržbáři, kteří aktivně spolupracují se stroji, navíc se dokáží vzájemně od sebe učit. Tím bude zajištěna *work-life-balance*. Zásadní bude vývoj dalších technologií, především jejich včlenění do výroby jako například 3D tisk, využití dronů, umělá inteligence, coboti a nanotechnologie vedoucí k zrychlení a větší efektivitě výrobních procesů. Chytrá řešení jako *Smart mobility*, *Smart grid* nebo samotná *Smart factory* jsou základními kameny budoucího hodnotového řetězce. Díky tomuto konceptu dokáže firma vybojovat výsadní postavení v průmyslovém odvětví 21. století.

2.3. Kategorizace a strukturalizace pojmů

Obsahem této subkapitoly je podrobně rozebrat pojmy spojené s konceptem *Industry 4.0*. Pojmy budou vysvětleny na obrázku níže (viz Obr. 3), aby si čtenář mohl představit, jakou pozici zaujímají v hodnotovém řetězci a proč je na ně kladen takový důraz. Z hlediska funkcionality jsou tyto pojmy klíčové.



Zdroj: Vlastní zpracování

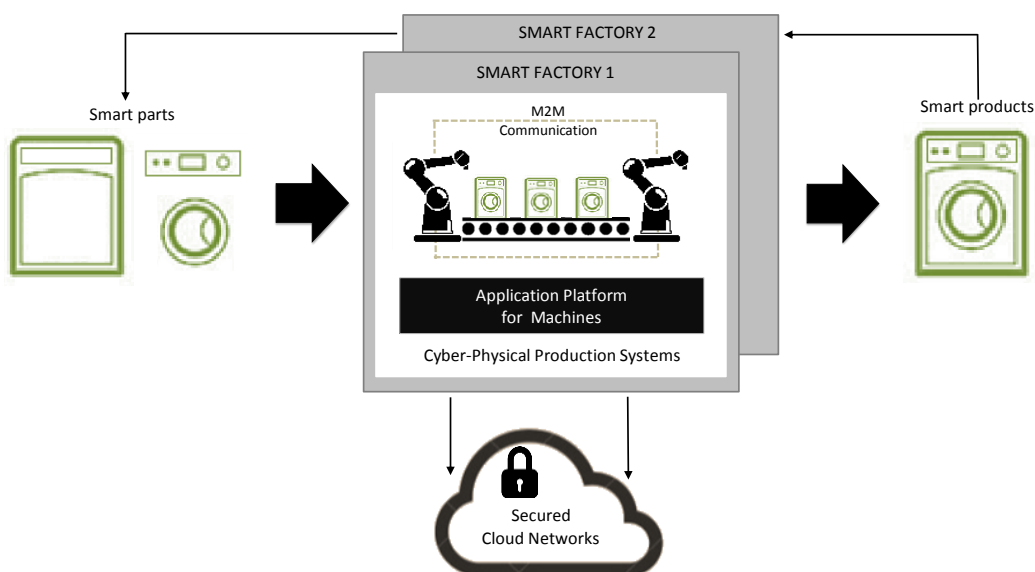
Obr. 3 Pojmy spojené s Industry 4.0

2.3.1. Smart factory

Tento termín má velké množství definic, které se vzájemně nepatrně liší. Co mají ale všechny společné, je digitalizace výroby, propojení pomocí Internetu za pomoci *CPS* a využití *Smart technologií*, které jsou hlavním motorem nové průmyslové revoluce. Níže je výčet některých definic a v závěru této podkapitoly je stručný popis funkce na základě vyznačených definic.

German Trade and Invest (dále GTAI) definuje tento pojem takto „Propojování virtuálního světa s reálným skrz *CPS* plynoucí z fúze technickým procesů a obchodních procesů vedoucí k nové průmyslové výrobě nazvané *Industry 4.0.*“ (GTAI, 2014, str. 6).

Podle GTAI je srdcem *Smart factory* zavedení *CPS*, které propojuje *Smart products*, zdroje a procesy (viz Obr. 4). Toto propojení poskytuje sledování procesu v reálném čase, optimální distribuci zdrojů, zkrácení časů, vyšší produktivitu, a především nižší náklady v porovnání s klasickou výrobou. Taková továrna je vytvořena za účelem trvale dosažitelných servisně orientovaných obchodních praktik. Výrobek je vysoce individualizován a výroba probíhá na základě objednávky produktu. Samotná výroba je vysoce automatizovaná. Pomocí vysoce flexibilních výrobních systémů, které jsou schopny reagovat v reálném čase, dochází k maximální možné optimalizaci výrobního procesu.



Zdroj: Germany Trade and Invest – Industrie 4.0 Smart manufacturing for the future, 2014, str. 11

Obr. 4 Koncept *Smart factory*

Podle studie uveřejněné na Mezinárodním symposiu Inteligentní výroby a automatizace, na kterém spolupracovaly dvě významné dánské university, je definice následující - „*Smart factory* je průmyslové řešení, které nabízí tak flexibilní a adaptivní výrobní procesy, že dokáží řešit problémy z výroby v dynamicky se měnících podmínkách ve světě vysoké komplexnosti. Na jednu stranu je to řešení podpořené vysokou automatizací, která je charakteristická sloučením hardware software s mechanizací. To povede k redukci nepotřebného personálu, plýtvání zdroji a v konečném důsledku k optimalizaci. Na druhou stranu lze pohlížet na tuto perspektivu jako na spolupráci mezi odlišnými průmyslovými i neprůmyslovými partnery a díky chytrým řešením dosáhnout dynamické organizace.“ (Radziwon a kol., 2014, str. 1187).

Dr. Heiner Lasi uvedl *Smart factory* jako jednu z klíčových dílčích implementací konceptu *Industry 4.0* a popisuje ji následovně „Výroba bude kompletně vybavená senzory, kamerami a autonomními systémy. Za využití *Smart technology* související s holistickými digitálními modely továrny (*Digital factory*), výrobku využívající *CPS* a simulace dosáhneme plně autonomní továrny“. Hlavními přínosy takové továrny jsou kratší procesy, individualizace produktu pro zákazníka, flexibilita, decentralizace a hospodárnost (Lasi a kol., 2014).

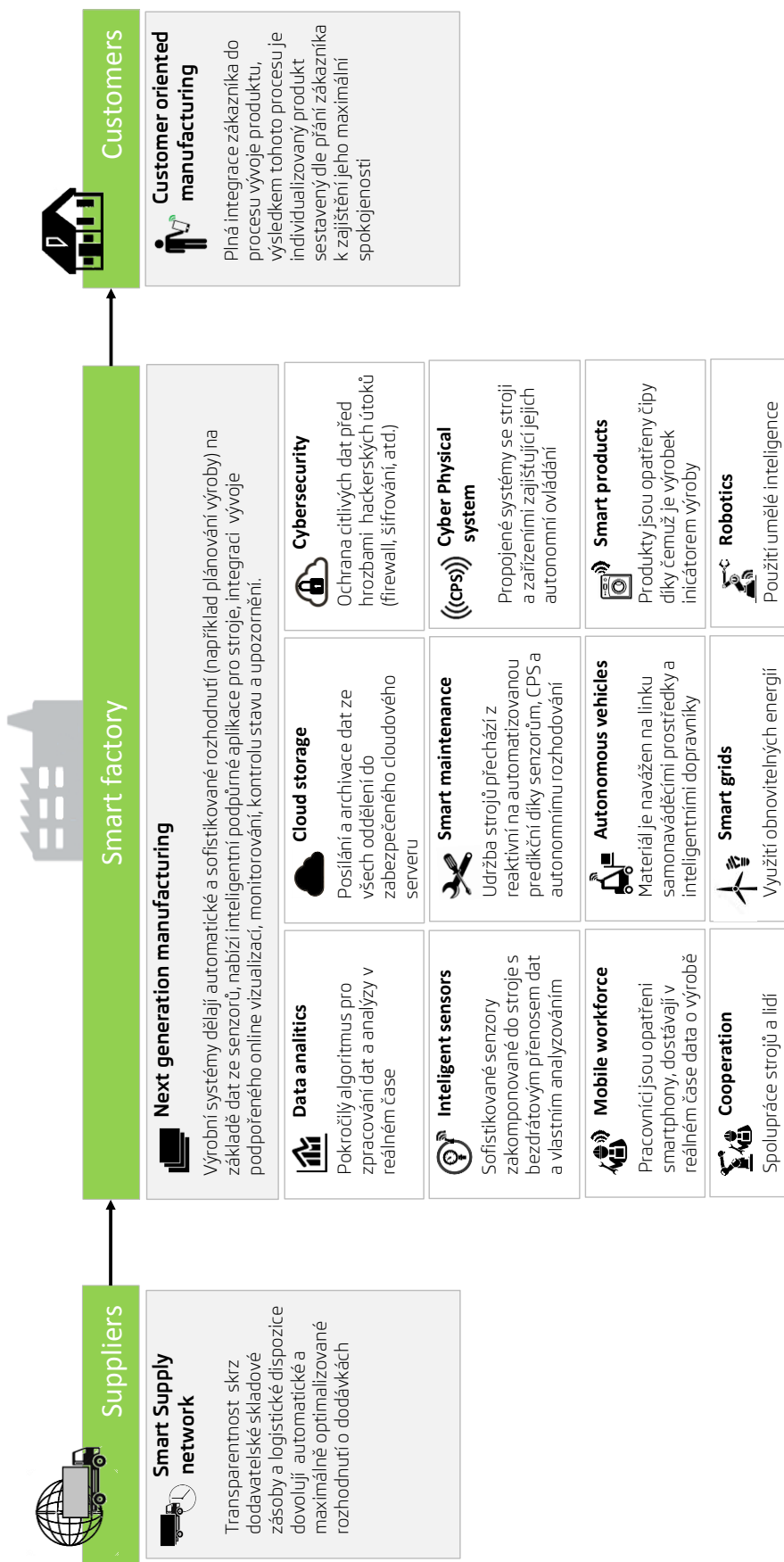
Claus Hilger, ředitel společnosti HARTING, tvrdí, že *Smart factory* je výroba řízená komponenty a především produkty. Řízení je decentralizované a autonomní. Výrobní procesy jsou podpořeny různými technologiemi. Pomocí senzorů detekují objekty prostředí i svůj stav, což vytváří podmínky pro *Smart maintenance*. Díky mikročipům a propojení pomocí Internetu jsou objekty ve *Smart factory* snadno dohledatelné, zároveň je možné do paměti ukládat informace. Z takto propojených objektů, se po přidání *Embedded systems* stávají *CPS* (Hilger, 2014). Tento koncept vznikl, jelikož tradiční systémy již nedokáží splnit proměnlivé požadavky zákazníků. Proto je výsledkem této koncepce maximální flexibilita, výroba malých sérií výrobků upravených dle přání zákazníka, při zachování příznivého zisku.

Pohledem z druhé strany *Smart factory* nebude liduprázdná budova přeplněná stroji, mechanizací a kabely. Stále budou potřeba lidské pracovní síly. Rozdíl bude v tom, že bude eliminována těžká rutinní práce. Pracovní síla bude kontrolovat a podporovat výrobu od počítačů. Expertní software lidem usnadní práci, proto budou efektivněji a snadněji pracovat. Decentralizace v tomto případě neznamena

naprosto autonomní řízení továrny stroji a systémy. Stále bude nutný dozor, včetně řízení společnosti člověkem v některých případech. Pouze se urychlí plánování pomocí systémů a počítačů. Trendem *Smart factory* bude komunikace mezi stroji, zařízeními, produkty a lidmi (Spath a kol., 2013). Díky senzorům a *CPS* dokonce jejich spolupráce. Výroba bude probíhat ve vysoce automatizované hale s roboty, dopravníky a obráběcími stroji.

Z definic výše je patrné, že *Smart factory* přináší řadu výhod – snížení výrobních nákladů, hospodárnost zdrojů, individualizované produkty v jednodusové výrobní dávce, flexibilní, autonomní a adaptivní výroba, vyšší produktivita, orientace na zákazníka, poskytování lepšího servisu, zkrácení procesů i průběžných časů.

Smart factory lze vnímat jako továrnu, která dokáže dynamicky reagovat na změny na trhu. Nabízí zákazníkovi možnost upravit si výrobek dle vlastních potřeb, rychlou dodávku a perfektní poprodejní servis za využití PULL principu. *Smart factory* obsahuje mnoho prvků (viz Obr. 5). Srdcem továrny je *CPS*, neboli propojení strojů, pracovníků, chytrých systémů a především výrobků do sítě, díky níž dokáží komunikovat a vzájemně efektivně spolupracovat. Komunikace probíhá bezdrátově pomocí Internetu. Iniciátorem je výrobek, který řídí tok výrobou. Výroba je vysoce automatizovaná a robotizovaná. Díky senzorům a kamerám dochází k digitalizaci výroby, jejíž pomocí lze porovnat reálný stav s virtuálním a odchylky řešit v reálném čase. *Smart Maintenance* je důležitá pro plynulý chod výroby. Sensory, kontrolery a kamery společně přinesou autonomní údržbu strojů, kdy stroj dokáže predikovat poruchu, výměnu nástroje či potřebu na údržbu. Přepravu zajistí *Smart logistics*, kdy materiál, díly a hotové výrobky budou přepravovány pomocí autonomních přepravních prostředků. *Supply chain management* bude založen na holistickém přístupu a využití *LEAN* principů, které přinesou optimalizace a zkrácení časů. Jinými slovy IT, technologie, automatizace a Internet přinesou zcela nový obchodní model, který otřese stávajícím trhem a je v zájmu firem se na novou průmyslovou revoluci připravit. *Smart factory* bude přínosem jak pro výrobce, tak konečného zákazníka.



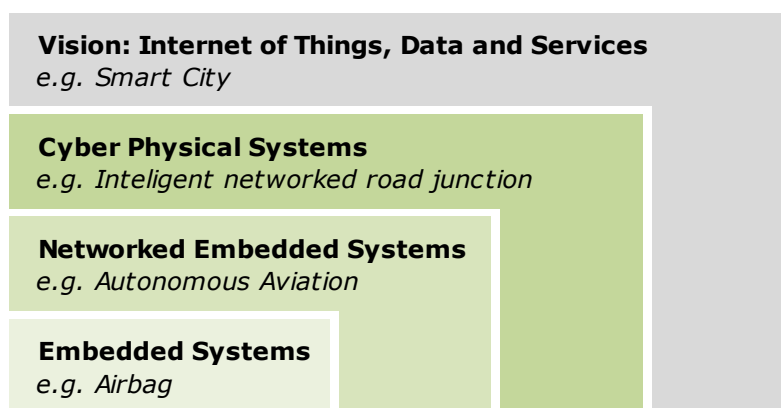
Zdroj: IoT analytics - Will the Industrial Internet disrupt the Smart factory of the future? 2015

Obr. 5 Patnáct prvků pro Smart factory

2.3.2. Cyber physical systems

Cyber physical system je vysoce komplexní systém, s vlastní decentralizovanou řídicí jednotkou a jsou v ní zapojeny inteligentní objekty, které jsou propojeny do společné komunikační sítě pomocí Internetu, konkrétně *Internet of Things and Services*, a tyto objekty fungují nezávisle na sobě (Spath a kol., 2013). Pouze díky CPS je koncept *Industry 4.0* reálný. V budoucnu bude CPS propojovat chytré stroje, sklady, strojní zařízení schopné autonomní výměny informací, spouštěcích podnětů a vzájemné kontroly. Komunikovat budou stroje, zařízení i lidé. To pomůže vylepšit průmyslové procesy související s výrobou, inženýringem, spotřebou materiálů a celým dodavatelským řetězcem. Výrobní systémy jsou propojeny jak vertikálně tak horizontálně skrz celý řetězec i za hranice individuální firmy.

CPS je podporován *Embedded systems* (vestavěné systémy), jsou to elektrotechnické celky s určitou funkcí, které jsou pomocí mikrokontroleru podmíněné k správné činnosti (GTAI, 2014). Pracují autonomně, tedy jsou nezávislé na uživateli, protože dokáží rychleji reagovat než člověk, pracovat na několika úkolech najednou, navíc v reálném čase a bez chyb. Je to neoddělitelné spojení hardware a software. *Embedded systems* budou propojovány do sítě a vytvoří vyšší celek inteligentního řízení, které aktivně přispívá ke správné funkci CPS (viz Obr. 6).



Zdroj: Germany Trade and Invest – Industrie 4.0 Smart manufacturing for the future, 2014, str. 8

Obr. 6 Zapojení Embedded systems v IoT, IoS a Big Data

CPS sblíží reálný svět s virtuálním (kyberprostorem), což se označuje jako digitalizace výroby. Vznikne *Digital factory* jako odraz reálné *Smart factory*, kde lze


virtuálně sledovat, simulovat a následně zlepšovat výroba. Díky digitálnímu obrazu výroby lze sledovat odchylky reálné výroby, ty okamžitě analyzovat a odstraňovat. V *Digital factory* je celý životní cyklus výrobku popsán digitálně (Schmidt a kol., 2015). Dosáhne se tím inteligentní výrobní linky, kde stroj může provádět mnoho pracovních procesů pomocí komunikace s ostatními objekty. Samotný *Smart product* je díky *CPS* způsobilý řídit výrobní program a aktivně se podílet na vytváření logistické cesty. Pomocí senzorů dokáží systémy sledovat, současně shromažďovat data z fyzických procesů například spotřeba energie (Helbig, Wahlster a Kaggerman, 2013). Tato data jsou nahrávána pomocí Internetu do vzdáleného uložení, jsou globálně přístupné a proto je *CPS* základním stavebním prvkem *Smart factory*.

Propojení všech objektů do jedné globální sítě přinese řadu výhod. Přispějí nejen k bezpečnosti, protože rutinní práci obstarají stroje, ale budou schopny i samostatně řešit problémy v reálném čase, rozhodovat a dle potřeby upravovat spotřebu energie či materiálů. Stroje dokáží rychle reagovat na změny poptávky díky webovému konfigurátoru a flexibilní automatizaci přetvářet vysoce specifické požadavky zákazníků do hotového výrobku při využití nákladů masové produkce. *Smart* výrobky budou doručeny v nejlepší kvalitě, za cenu masové výroby a prodlouží se i trvanlivost takového výrobku. Klíčová je i rychlost, jelikož díky rychlým rozhodnutím, přesným navážením materiálu je možné vyrobit produkt a doručit jej v řádu hodin. Efektivita bude promítnuta do celého dodavatelského řetězce od dodavatelů až po zákazníky (Majstorovic, 2015). S nákupem je spojen i *After sales servis*, který pomocí *Internet of Service* bude zákazníka informovat o nových aktualizacích, inovovaných typech výrobků a radách, jak nejlépe udržovat výrobek. Protože výroba zítřka bude řízena především stroji, lidé dosáhnou optimální balance mezi volným časem a časem stráveným v zaměstnání, jelikož stroje se přizpůsobí lidským potřebám a pracovní době.

2.3.3. RFID technologie

RFID se používá již od roku 1999. Jde o moderní technologii, která využívá radiofrekvenční systém identifikace objektů s využitím radiofrekvenčních vln. Tato technologie se používá u zpracování dat v mnoha odvětvích a nahradila klasické čárové kódy, protože je rychlejší, tedy přenos probíhá okamžitě, přesnější a obousměrná (viz Obr. 7). Informace jsou elektronicky přenášeny a uloženy

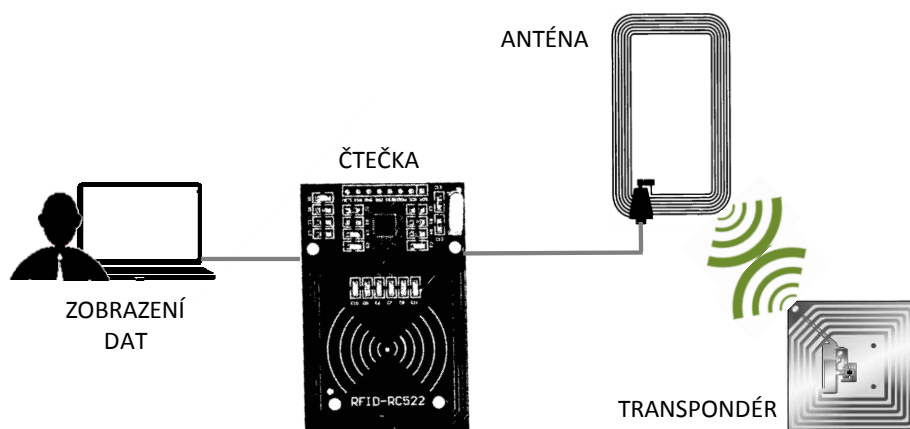
do malých čipů, takto uchované informace lze zpětně načítat i opakovaně přepisovat. Mezi hlavní výhodu patří hromadné čtení, tedy čtecí zařízení dokážou načíst najednou stovky tagů (identifikátorů) za minutu (Sommerova, 2009).

	 Čárové kódy (hlavně QR)	 Rozpoznávání obrazu	 RFID čipy
Jedinečný ID kód	✓	(✓)	✓
Bez tisku		✓	
Vyměnitelný			✓
Paměť			✓
Oboustranná komunikace			✓
Senzory			✓

Zdroj: HILGER, TecNews - Technický bulletin společnosti HARTING, 2015, str. 14

Obr. 7 Porovnání technologií pro elektronický přenos informací

RFID technologie obsahuje tři základní prvky – anténu, čtečku a transpondér (například karta, náramek, klíčenka). Modul čtecího zařízení je připojený k anténě. Ta má obvykle tvar cívky a nepřetržitě do okolí vysílá elektromagnetické vlnění (Sommerová, 2009). Pokud se k ní přiblíží nějaký *RFID tag* (identifikátor) automaticky se napojí a začne napájet elektronický čip pomocí elektromagnetické indukce. Elektronický čip pošle zpět přes anténu čtecího modulu informace o sobě a modul tyto data dále zpracuje (viz Obr. 8). Výměna informací probíhá v přiděleném frekvenčním pásmu 865 - 869 MHz.



Zdroj: SOMMEROVÁ, Základy RFID technologií, 2009, str. 6

Obr. 8 Schéma RFID technologie

Ve *Smart factory* bude *RFID* čip implementován do polotovaru výrobku. V tomto čipu jsou zahrnuty informace o výrobku i jeho vlastnosti, konkrétní status a historie. V kombinaci s *CPS* dokáže výrobek komunikovat, shromažďovat data, řídit vlastní tok výrobou na online bázi (Zhang a kol., 2013). Využívat bude Auto-ID a *Internet of Things*. Nejen výrobky ale i stroje, přepravní prostředky, zařízení či roboti budou využívat *RFID* technologii ke komunikaci. Každému zařízení připojenému do *IoT* je udělena vlastní IP adresa, a tím dojde k transparentnosti v celém řetězci.

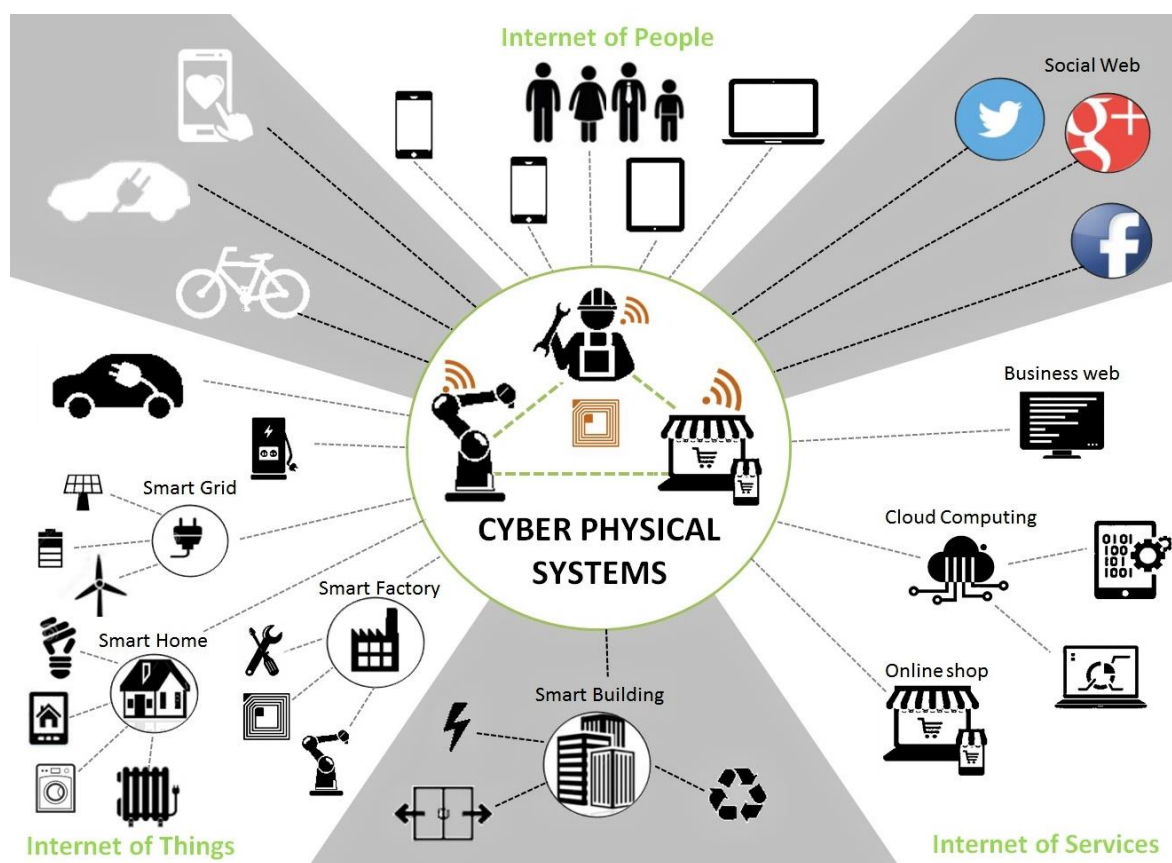
2.3.4. Internet of Things, Services a People

Termín *IoT* vytvořil Kevin Ashton už v roce 1999 ve spojení s dodavatelským řetězcem. Hlavní myšlenkou je vytvořit chytré objekty, opatřit je senzory a propojit je všechny pomocí Wifi do Internetu. Účelem této myšlenky je postupně zapojit počítač do běžného každodenního života. Prvním příkladem bylo propojení automobilu s Internetem umožňující větší bezpečnost, navigační systém s upozorněním na nehody či zácpy a nouzovou hlášku, kterou auto vyšele v případě nehody (Noor, 2015). V ČR plánuje spuštění *IoT* společnost T-mobile, kdy první testy jsou naplánovány koncem roku 2016 (Novinky, 2015).

Internet of People (dále *IoP*) sblíží lidi. Díky Internetu mohou komunikovat a hledat informace. Do roku 2020 se předpokládá propojení 50 miliard lidí, což je polovina lidí na celé planetě. Velký rozmach sociálních sítí, internetových obchodů a komunikačních kanálů (jako je například email) zajišťuje neuvěřitelné množství dat (Dutton, 2014). Nejen pracovníci budou využívat chytrých telefonů, kde se zabudovaných GPS bude umožněné sledování pozice člověka, což přinese řadu výhod. Oblíbenost Internetu stoupá, a proto je rychlost a pokrytí Internetu na vysoké úrovni ve většině zemí.

Vzhledem k rostoucímu využití služeb z oblasti IT, zajistí *IoS* využití těchto služeb online. Tyto služby mohou být jakékoliv, od internetových obchodů a jejich webových stránek, online školení a kurzů, až po poskytování *Cloud computingu* (Oriwoh a Conrad, 2015). Zatím není *IoS* nikde plně integrován a stále je ještě ve fázi výzkumu. S *IoS* je řada otázek ohledně bezpečnosti, spolehlivosti a jiných bariér.

Díky konceptu *Industry 4.0* má *IoT* své uplatnění i ve výrobě. Ve Spojených státech amerických to nazývají *Industrial Internet*. Ve *Smart factory* budou právě díky *Industrial Internet of Things* (dále *IIoT*) bezdrátově propojeny veškeré stroje a zařízení včetně produktu pomocí senzorů a *RFID* technologie (Helbig, Wahlster a Kaggerman, 2013). Na druhé straně budou webové konfigurátory, které pomocí sociálních sítí umožní zákazníkům si přesně nakonfigurovat výrobek dle svých přání pomocí *IoP*. Patří sem i *IoS*. Propojením všech tří prvků (viz Obr. 9) dosáhneme vzájemné komunikace mezi stroji, podniky a lidmi – *M2M*, *M2P*, *T2M*, *B2B*. Protože *Industry 4.0* je především o komunikaci. Kolektivní propojení v jeden celek se nazývá *Internet of Everything* (dále *IoE*). Díky internetovému protokolu si dokáží vzájemně vyměňovat informace, konfigurovat se, analyzovat data, predikovat chyby a přizpůsobit se změnám.



Zdroj: Report Industrie ACATECH, 2013, str. 24

Obr. 9 *IoT*, *IoP* a *IoS* – propojení lidí, objektů a systémů – *Internet of Everything*

2.3.5. Big Data

Slovo *Big Data* je označováno jako buzzword v oblasti IT, neboli módní slovo či označení, které je celosvětově hojně diskutováno a zkoumáno již od roku 2010. Společně s *Cloud computing* se diskutují jejich vzájemné aplikace a propojení. Dohromady budou tyto prvky sloužit k získávání dat, jejich archivaci a analyzování v *Data management systems* využívaných v moderní výrobě (Bi a Cochran, 2014). Cílem shromažďování *Big Data* a jejich následné analýzy je získat podklady pro budoucí prediktivní systémy a prozkoumat potenciál zavedení těchto prvků.

Díky propojení *IoT*, *IoS* a *IoP* bude probíhat vzájemná komunikace spojená s obrovským objemem dat, ze kterých se později budou generovat informace. *Big Data* společně s *Cloudy* umožní sběr dat, analýzu a zpracování rozsáhlých datových souborů a pomocí filtrů jejich snadné hledání. Do *Big Data*, následně do *Cloudu*, budou nahrávána data z webového konfigurátoru a sociálních sítí, tedy budou zaznamenávána přání a požadavky zákazníků, z toho lze odvodit vývoj poptávky. Dále shromažďování dat ze senzorů, Internetu, *RFID* čipů, výzkumů, sdílených disků a jejich *Data management* tedy archivace, infrastruktura, zdroje dat pro databáze (Wang a Alexander, 2015). Tato data se následně využijí k plánování zdrojů, předvídání prodejů, virtuální výrobě, *Supply chain managementu*, projektovému managementu, údržbě. Využijí je všechny články hodnotového řetězce, kteří mají přístup do centrálního *Cloudu*. To znamená, že data budou získávána nejen z továrny, ale i externě od zákazníků, dodavatelů, přepravců atd. Půjde však jen o jednosměrné toky informací. Dostupnost těchto dat je klíčová pro informační systémy, jelikož data budou sloužit jako zdroj informací pro databáze. Velikost dat exponenciálně poroste, v důsledku zapojení senzorů, Internetu a ostatních technologií. Proto je potřeba zajistit online archivaci.

Big Data nebudou jen na úrovni *Smart factory*, ale proniknou i do každodenního života (Chan, 2009). Díky připojení objektů a příslušenství domácnosti do *IoT* budou *Smart homes* vyhodnocovat každodenní zvyky svých majitelů. Například termostat zaznamená požadovanou teplotu. S využitím *smartphone* si může uživatel zapnout topení na dálku. Nebo už ve vyšším případě díky propojení a lokačnímu čipu v každém *smartphonu* dokáže *Smart home* určit, zda je již majitel v blízkosti domova a zapnout topení ještě než vkročí do domu. Těsně

před domem rozsvítí světla a zapne některé spotřebiče. To je však prozatím jen vývojová vize.

Překážkou je bezpečnost a ochrana dat, protože se jedná o citlivá data továrny. Jistě bude *Cloud* terčem hackerů. Navíc studie *Big Data* je stále v počátcích, z toho důvodu je nutné vytvořit vhodné prostředí pro jeho zavedení. Zvolit či vyvinout správné systémy, které se postarají o integraci a vyhodnocení dat. Důležité je jejich propojení se senzory a jinými prvky mapující data. Oporou budou vyhodnocovací systémy a nástroje. To vše je potřeba studovat a ověřit. Svou vizi již mají některé velké IT společnosti jako například SAP. Implementace bude u velkých firem v řádu několika let, jelikož vše se musí účinně propojit, aby celý systém dosahoval maximální efektivity (SAP, 2015a).

2.3.6. Cloud computing

Myšlenka *Cloud computing* byla poprvé představena McCarthym a rozvedena Lickliderem v roce 1963. Jedná se o výpočetní služby realizované pomocí Internetu (veřejné IP sítě), představováno pomyslným síťovým oblakem, s využitím virtuálních serverů (Rittinghouse a Ransome, 2009). Nabízeny jsou výpočetní prostředky placené od hodiny práce *CPU* či za uložený GB. Neomezený přístup po síti a to na vyžádání uživatele, který má přístup k výpočetním zdrojům sestaveným na požádání – servery, sítě, aplikace a úložiště. Charakteristická je rychlost přístupu, sdílení zdrojů a vysoká elasticita. V *Cloudu* musí být všechny prostředky virtualizované, to znamená přístup od software po hardware skrz webovou aplikaci. Nasazení *Cloud* modelů se dělí na veřejné, soukromé, komunitní a hybridní dle míry nasazení.

Cloud computing je přístupný ve třech modelech služby (Rittinghouse a Ransome, 2009):

- SaaS – Software as a Service – umožňuje uživateli provozovat mnoho softwarových aplikací přes internet bez nutnosti jejich vlastnictví (Gmail, Microsoft Online).
- PaaS – Platform as a Service – opatřuje uživateli výpočetní platformu pro podporu webových aplikací přes Internet (Google Apps).

- IaaS – Infrastructure as a Service – umožňuje použití počítačového hardware a systémového software, včetně operačních a komunikačních systémů. O instalaci až po údržbu se stará poskytovatel služby (Amazon EC2).

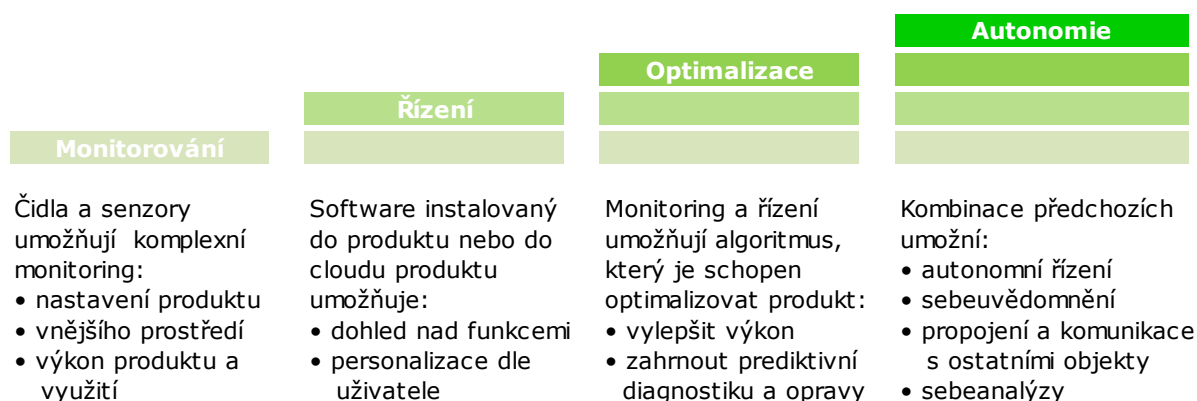
Mezi výhody *Cloudu* patří: vzdálené datové uložení, výkon hardware, velká variantnost možností, cena, nezávislost na lokaci, spolehlivost *Cloudové* sítě a údržba, která je spolu se správou v rukou poskytovatele této služby (Alali a Yeh, 2012). Naopak většina firem zvažujících využití *Cloud computingu* se obává bezpečnosti, jelikož vše funguje přes Internet a firmy mají svá citlivá data ve vzdálených uloženích.

V prostředí *Smart factory* budou služby *Cloud computing* hodně využívány. Ať už sdílené vzdálené uložení pro velký objem dat z komunikace na Internetu. Nebo poskytování výpočetní techniky a IT podpory. Díky výhodám plynoucím z *Cloud Computingu* budou tyto služby nabízeny malými a středními podniky, které se budou specializovat na IT služby, které dokáží zabezpečit ochranu virtuálního toku informací tzv. *Cyber security*. Mnoho firem již uvažuje o využití této služby, avšak mají obavy z ceny a bezpečnosti.

2.3.7. Smart product

Každý takový výrobek či polotovár bude schopen výpočtů, uchování dat, komunikace a ovlivňování okolí. *Smart product* obsahuje senzory, *RFID* čip, vysílač, paměť, rozhodovací modul s prvky umělé inteligence. Takový výrobek ve *Smart factory* komunikuje se stroji a zařízeními, aby jeho tok výrobou byl co nejefektivnější. Všechny předchozí kroky nahrává do historie a již zná kroky budoucí. Sám si uvědomuje svoji pozici, sám vytváří odvolávky na materiál, rozhoduje jakou cestou zvolit a skrz jaká pracoviště bude procházet, aby bylo splněno zadání od zákazníka z konfigurátoru (Schmidt a kol., 2015). Každý výrobek bude mít již svého zákazníka, jedná se o výrobu na zakázku. Společně s výrobkem každý zákazník získá vynikající poprodejní servis. Komunikace výrobku s továrnou nekončí opuštěním továrny. Naopak výrobek dle informací z centrály získává aktualizace, sám se dokáže do jisté míry konfigurovat a sám zavolá servisního technika, když nastane porucha.

Smart product je napojený na *IoT* a tvoří systém objektů, které lze na dálku ovládat a získávat z nich informace (Porter a Heppelmann, 2014). Takové produkty společně s poprodejním servisem a službami přinesou nové obchodní modely a příležitosti. *Smart product* je postaven na těchto schopnostech monitorování, řízení, optimalizace a autonomie (viz Obr. 10), kdy každý navazuje na předchozí.



Zdroj: PORTER a HEPPELMANN, How Smart, connected products are transforming competition, 2014, str. 67

Obr. 10 Smart propojený produkt a jeho schopnosti

2.3.8. Smart sensors

Smart sensors budou podpůrným prostředkem pro vyšší stupeň robotizace, automatizace a docílení autonomní továrny. Celá linka včetně strojů bude opatřena senzory, ovladači, kamerami a čidly. Takto upravené stroje budou přesně znát své parametry a prostředí, navíc s mírou inteligence propůjčené od *CPS*, dokáží sami generovat rozhodnutí a efektivně pracovat. Navíc spolupracovat s lidmi a ostatními objekty *Smart factory*. Data ze senzorů budou ukládána na centrální uložení, zároveň budou zdrojem pro analýzy, statistiky a řídicí rozhodnutí (Spath, 2013). Výrobní linku opatřenou všemi druhy *Smart sensors* dokáží pracovníci ve speciálním počítačovém programu přetvořit do digitálního obrazu a v této digitalizované verzi sledovat odchylky v reálném čase. Pokud se skutečná výroba odchýlí od digitální simulace procesu, *CPS* okamžitě hledá nápravná řešení. Například *Smart maintenance* díky *Smart sensors* dosáhne přechodu z reaktivní na prediktivní údržbu (SAP, 2015b).

2.4. Iniciativa konceptu Industry 4.0 v ČR

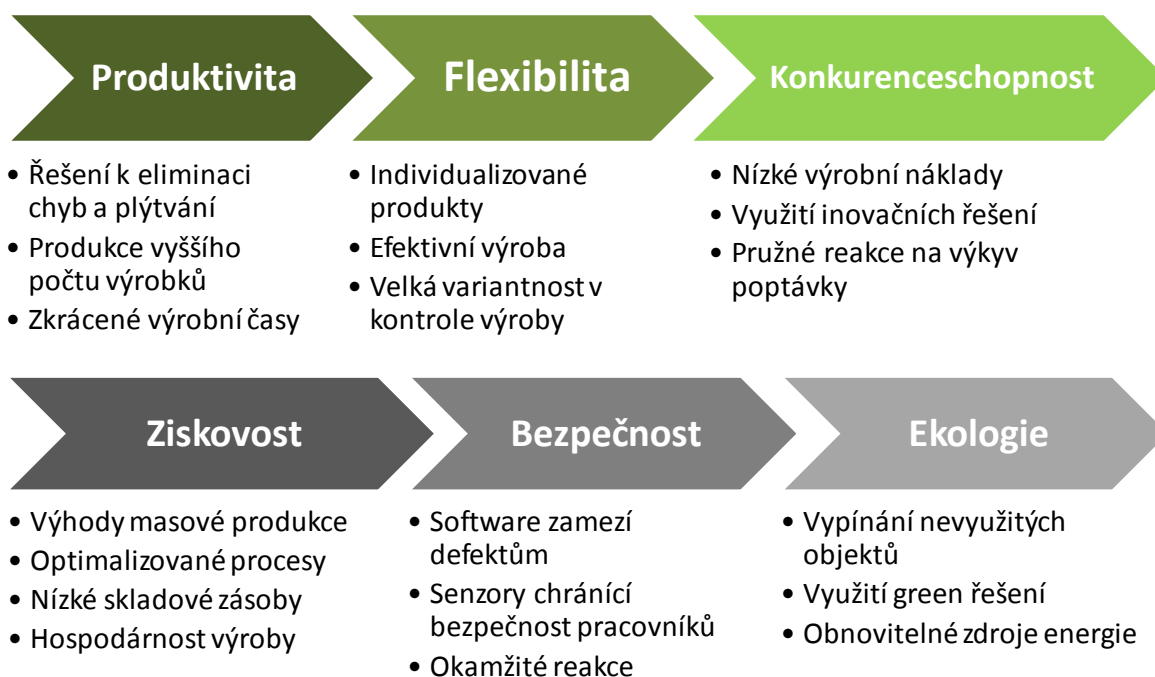
V současné době vidí vláda ČR v příchodu další průmyslové revoluce velký potenciál. Jelikož je ČR průmyslovou zemí s dlouhou tradicí v oblasti průmyslové výroby a skvělou úrovní technické vzdělanosti, má ty nejlepší předpoklady pro vývoj vlastního konceptu. Ten se nazývá Národní iniciativa Průmysl 4.0 a vznikla na základě studia německého konceptu *Industrie 4.0* (Mařík a kol., 2015). Vytvořen byl výzkumný tým, který pod vedením profesora Maříka aktivně pracuje na rozvoji české iniciativy Průmysl 4.0. Tým se skládá z odborníků ze Svazu průmyslu a dopravy ČR, Katedry strojní a informatiky ČVUT, Národní vzdělávací fond spolu s Technologickou agenturou, Českomoravskou elektrotechnickou asociací, vedoucími společnosti Siemens ČR a dalšími experty. Aktivně spolupracují a vytvářejí vlastní vizi i další české přední společnosti.

3. Přínosy a rizika konceptu Industry 4.0

Každý nový koncept, vynález či metoda mají své výhody a na straně druhé nevýhody. Je důležité shrnout jak výhody, tak nevýhody, aby se koncept mohl dále rozvíjet a jeho potenciální rizika odstranit nebo minimalizovat. Z tohoto důvodu tato kapitola popisuje přínosy nového konceptu *Industry 4.0* a straně druhé hrozby, rizika a omezení v současném prostředí.

3.1. Přínosy konceptu Industry 4.0

Níže jsou vyzdvihnuty výhody, které plynou z implementace *Industry 4.0*. Hlavním přínosem je nárůst produktivity, zvýšení bezpečnosti práce, vyšší efektivnost, flexibilita a konkurenceschopnost (viz Obr. 11).



Zdroj: SCHMUECKLE, Bosch Rexroth, Význam a přínos pro průmysl, 2014, str. 5

Obr. 11 Přínosy konceptu *Industry 4.0*

Tento nový koncept je zdrojem **vyšší konkurenceschopnosti**. Změní se koncept výrobní továrny, kde se upouští od zaměření pouze na minimalizaci nákladů, která bude z velké části plně automatizovaná pomocí chytrých IT. Ty zajistí i maximální optimalizaci procesů v celém řetězci (Schmueckle, 2014). Díky flexibilitě výroby lze vyrábět malé výrobní dávky individualizovaných výrobků s výhodami

velkovýroby. Lze tvrdit, že podnik využívající koncept *Smart factory* dosáhne výsadního postavení na trhu.

Firma bude schopna v rámci tohoto konceptu dosahovat mnohem **vyšší produktivity**. Důvodem je digitalizace a robotizace výroby, která umožní produkci více výrobků v kratším výrobním čase, chytrá výroba dokáže eliminovat plýtvání, poruchy a neshodné díly ještě než nastanou – prediktivní metody (Korbel, 2015). Předpokládán je obecný nárůst produktivity o 5 až 8 %. V případě automobilového průmyslu nárůst až o 30 %.

Dosahováno bude i **vyšší efektivity** díky *CPS*, který umožní dynamické nastavení nejrůznějších procesů, souběžně kontrolovat kvalitu, čas, rizika, cenu či strukturu výrobku (Schmueckle, 2014). Těž povede k úsporám vstupních materiálů i zkrácení dodavatelského řetězce. Logistika a výroba bude využívat *LEAN* (štíhlé) principy – odstranění plýtvání, rychlá reakce na změny, neustálé zlepšování a urychlení dodávkových časů.

Charakteristická je vysoká míra horizontální integrace v dodavatelském řetězci, která sahá až za hranice podniku a efektivně propojuje komplex účastníků procesu od dodavatelů až po distributory. Všichni zainteresovaní účastníci si aktivně vyměňují informace. Spoluprací zajišťují optimální materiálové toky. Tímto způsobem výrobci mohou nabídnout vynikající zákaznický servis, efektivně řídit zásoby v celé dodavatelské síti a jsou schopni zkrátit podpůrné procesy. Stručně řečeno horizontální integrace přinese díky kooperaci podniků sdružených v síti **zvýšení tvorby přidané hodnoty** (Lelek, 2015a).

Nová průmyslová revoluce přinese i **nové obchodní modely**. Kupříkladu v blízké budoucnosti zákazníci nebudou muset do obchodu, či *showroomu*, aby si prohlédli výrobek. Z pohodlí domova si výrobek prohlédnou virtuálně pomocí *Virtual reality glasses*. Pomocí těchto brýlí pro virtuální realitu si vůz prohlédnou z venku i zevnitř. Navíc si mohou prohlédnout všechny varianty. Dalším příkladem je 3D tisk. Zákazník si koupí licenci na vybraný produkt a na základě smlouvy nebo platby si výrobek vytiskne doma na 3D tiskárně (Choi a Chan, 2014). Přínos těchto nových prostředků je nezměrný, nejen pro zákazníka ale i výrobce.

Pomocí komunikace strojů, výrobků a dopravníků dokáže výrobní linka **okamžitě reagovat na případné poruchy** a v reálném čase modifikovat výrobní program,

upravit trasu a zvolit alternativní stroje (Helbig, Wahlster a Kaggerman, 2013). To povede k eliminaci zastavení výroby. Případné prostroje stroje neohrozí plynulost výroby. Výrobek bude dodán co nejrychleji s ohledem na složitost výroby.

Významná je i **hospodárnost**. Jelikož *Smart factory* dokáže vyrábět malé série v řádech i jednoho kusu s výhodami masové výroby, tímto způsobem lze dosahovat **nízkých výrobních nákladů**, řídit hodnotový proces díky průhlednosti dat efektivně odvolávat materiál a minimalizovat skladovou zásobu. Takto dokáže firma pracovat maximálně hospodárně (Schmueckle, 2014).

K přínosům se řadí i **flexibilita a rychlost** tohoto řešení. Vysoká orientace na zákazníka, který si nakonfiguruje výrobek dle svých přání, tak vznikne individuální produkt (Schmueckle, 2014). Spolu s *Smart product* se i rapidně zkrátí vývojový proces a dokumentace je tvořena automaticky z webového konfigurátoru a obohacena o informace z výroby. Zásadou propojení výroby a faktu, že sám výrobek je iniciátorem výroby, lze dosáhnout vysokého množství variant ve velice krátkém výrobním čase.

Optimální rozhodování znamená, že pokud bude nutné udělat zásadní rozhodnutí, díky mnoha datům a informacím bude počítačem vybráno nejlepší řešení s ohledem na situaci (Helbig, Wahlster a Kaggerman, 2013). Díky zpřehlednění celého hodnotového řetězce, dokáže *CPS* dělat složitá rozhodnutí v reálném čase a zahrnout do výpočtu mnoho faktorů.

Díky tomu, že veškerá data jsou nahrávána do *Cloudu*, jsou **odkudkoliv přístupná** a neustále archivovaná pro pozdější vyhodnocení (Bi a Cochran, 2014). Pokud je *Cloud* dobře zabezpečen, lze takto archivovaná data brát jako podklad pro prediktivní systémy, jako je například *Smart maintenance*.

V oblasti pracovních podmínek koncept zajistí **bezpečnost** nejen v pracovním prostředí ale i ve výrobě. Jelikož těžkou a rutinní práci budou vykonávat stroje, nebudou pracovníci namáháni náročnou fyzickou prací. Stroje budou s člověkem komunikovat, spolupracovat a pomocí senzorů i umělé inteligence nebude ohroženo zdraví pracovníků (Helbig, Wahlster a Kaggerman, 2013). To samé lze uplatnit i na stroje. Díky sofistikovanému čipu stroj dokáže řídit svoji údržbu a predikovat poruchy, tím se zajistí plynulý tok výroby. Díky senzorům nebude

docházet ke kolizím s ostatními stroji a zařízeními. Jediní, kteří mohou ohrozit stroje, jsou hackeři.

Flexibilní výroba zajistí optimální poměr mezi časem stráveným v práci a volným časem. Též nazýváno **work-life-balance** neboli vyvážení mezi pracovním a soukromým životem (Helbig, Wahlster a Kaggerman, 2013). Stroje se přizpůsobí pracovní době lidských pracovníků a ti budou schopni využít volný čas efektivně. Chytré asistenční systémy pomohou pracovníkovi zorganizovat úkoly, aby bylo dosaženo vytyčených cílů s ohledem na základní lidské potřeby. Pracovníci budou mít prostor k rozvoji a zdokonalování. Při nabírání nových zaměstnanců bude zapojen CPS, který nalezne nejlepšího kandidáta na základě požadavků. Takto se vyberou ti nejlepší zaměstnanci.

Vedle ekonomických výhod lze zmínit i **ekologické dopady** Industry 4.0. *Smart factory* za pomoci CPS dokáže optimálně využívat energie bez zbytečného plýtvání. Využívány budou obnovitelné zdroje jako solární, větrná energie a jiné kombinace obnovitelné energie. Na jednu stranu roboti a počítače budou produkovat velké množství tepla, ale i s touto problematikou nový koncept počítá. CPS bude řídit optimální chladicí systém, který se spustí jen ve špičce a nutných případech. I pro tuto oblast existuje již řada studií.

Na konceptu by měly **profitovat i malé a střední podniky**. V rámci digitalizace výroby by tyto podniky mohli dosáhnout na vzdálené trhy, což v současném obchodním modelu jsou schopny jen obtížně (Helbig, Wahlster a Kaggerman, 2013). Bude pro ně reálné obchodovat a komunikovat s trhem na druhé polokouli například v Číně či Indonésii (Holanová, 2015a). Dalším přínosem pro tyto podniky je, že jim *Industry 4.0* zajistí nové příležitosti, jelikož bude zapotřebí nových služeb například poskytovatelů Cloud computing, kde se budou uchovány *Big Data*. Nastane rozvoj v *B2B* službách.

Podle německých studií přinese implementace *Industry 4.0* do průmyslu podstatný **nárůst DPH**. Podle studie společnosti Roland Berger Strategy Consultants by mohla transformace na digitální výrobu přinést v Německu nárůst přidané hodnoty v oblasti průmyslu 425 mld. EUR do roku 2025. V rámci EU by mohlo dojít k růstu HDP dokonce 1025 bilionů EUR v oblasti průmyslu. To je však podmíněno přijetím příslušných politických a ekonomických opatření (BusinessInfo, 2015).

Tento koncept je **přínosem i pro koncového zákazníka**, který dostane výrobek v nejlepší kvalitě, přesně dle svých představ a ve velmi krátkém čase. To vše za poměrně nízkou cenu. Výrobky vyrobené v *Smart factory* budou více spolehlivé a hlídají si sami svůj provozní stav, v případě nutnosti upozorní na potřebu výměny dat. Výsledkem je spokojený zákazník.

3.2. Rizika, hrozby a omezení konceptu Industry 4.0

Níže je shrnuta kritika tohoto nového konceptu. Hlavní nevýhody jsou spojeny především s terorismem, hackerskými útoky a náklady. Současná omezení se nachází ve vzdělání, právu a malém povědomí o tomto konceptu.

Klíčové bude **zabezpečení dat**. Průmyslová data udávají výrobní proces a jsou velice důležité pro plánování výroby. Obsahují přesné a jedinečné informace o výrobcích, a proto je důležité tyto data zabezpečit jak v procesu výroby, tak i ve vzdáleném centrálním uložení. Pro funkční ochranu bude nutné šifrování, ochrana serverů pomocí *firewall*, automatické skenování bezpečnostních slabin i jiných zabezpečujících systémů, aby mohl podnik uchránit své citlivé informace a obchodní tajemství (Fraunhofer, 2014). Důkladná ochrana před viry a včasné odhalení průniku do systému jsou klíčové atributy pro *Cybersecurity*. Lze předpokládat, že systémy budou napadány velkým počtem hackerských útoků. Ve *Smart factory* je vše propojeno pomocí veřejného Internetu (*IoT*) a lze předpokládat, že se hackeři budou snažit ohrozit systémy a získat neveřejná data ať už za komerčním účelem, tak za účelem poškození společnosti. Nejvíce budou zabezpečena *Big Data* na vzdáleném serveru, proto se budou útoky soustředit na maličkosti, jako jsou senzory, z kterých se data získávají (Carter, 2015). Z tohoto důvodu bude potřeba pečlivě zabezpečit nejen servery, ale všechny další objekty *Smart factory*.

V současné situaci ve světě sílí nárůst **teroristických útoků**. Pokud budou *Smart factory* pracovat pouze na digitální bázi, bude provoz ohrožen výpadky proudu. Koncept *Industry 4.0* se netýká jen automobilového průmyslu, ale i letecké dopravy, farmacie a jiných odvětví. Pokud by země byla zasažena elektromagnetickou zbraní, která pomocí vlnění vysokých radiových frekvencí vyřadí veškerou elektroniku, mohlo by to ohrozit ekonomiku a infrastrukturu celé

země. Proto je důležité myslet i na tuto skutečnost a ochránit důležité komponenty stíněním a jinými způsoby ochrany.

Mohlo by se zdát, že manuální výroba bude plně nahrazena stroji a lidští pracovníci budou přítěží. Proto budou masově **propouštěni**. Avšak většina zaměstnanců bude sedět u počítačů a programovat nebo kontrolovat výrobu. Fyzická výroba bude převedena do digitální podoby, lze ji tedy sledovat plně online v reálném čase. Data ze senzorů jsou okamžitě k dispozici a též nahrávána, zálohována a vyhodnocována na vzdáleném serveru. Stále bude zapotřebí údržbářů, které si bude volat sám stroj, když sám na sobě detekuje odchylku či závadu. Analytiků, kteří prezentují zpracovaná data vedení a budou sledovat efektivitu výroby. Přesto všechno panují jisté obavy. Například Josef Středula varuje, že v horizontu několika desetiletí, by v případě ČR mohlo dojít k poklesu pracovních příležitostí až o 40%. Vládní výzkumy ukázaly počáteční pokles pracovních pozic, který po několika letech školení a vývoje povede k růstu. Na této problematice již dnes aktivně spolupracují odbory, podnikové svazy a zástupci z vlády. Na druhou stranu studie Boston Consulting group ukázala, že díky vyššímu stupni automatizace, by měla celkově míra zaměstnanosti stoupnout. Německo předpokládá růst zaměstnanosti o 6% do deseti let (Holanová, 2015b). Koncept již plně převzal Siemens v továrně v Amberku (Holanová, 2015a). Po plné automatizaci výroby si zanechal stejný počet zaměstnanců jako před implementací, pouze se upravily pracovní pozice.

Pokud zůstaneme u tématu pracovní síly, nabízí se nám jisté omezení. Většina současných pracovních pozic je dělnického charakteru. Jde především o montážní dělníky, kteří neumí pracovat s počítačem vůbec anebo jen na základní úrovni. Současný trh práce není na koncept *Industry 4.0* připraven. Aby byl tento koncept uskutečnitelný je třeba všechny dělníky **dovzdělat** v IT a již v školním systému zahrnout komplexní výuku práce s IT do všech oborů (Holanová, 2015b). Díky týmu profesora Maříka se již pracuje na návrhu reformy školství, jelikož si je vědom, že s příchozí průmyslovou revolucí bude potřeba změn všech technických oborů a někdy i mimo technickou sféru (Nováková, 2015).

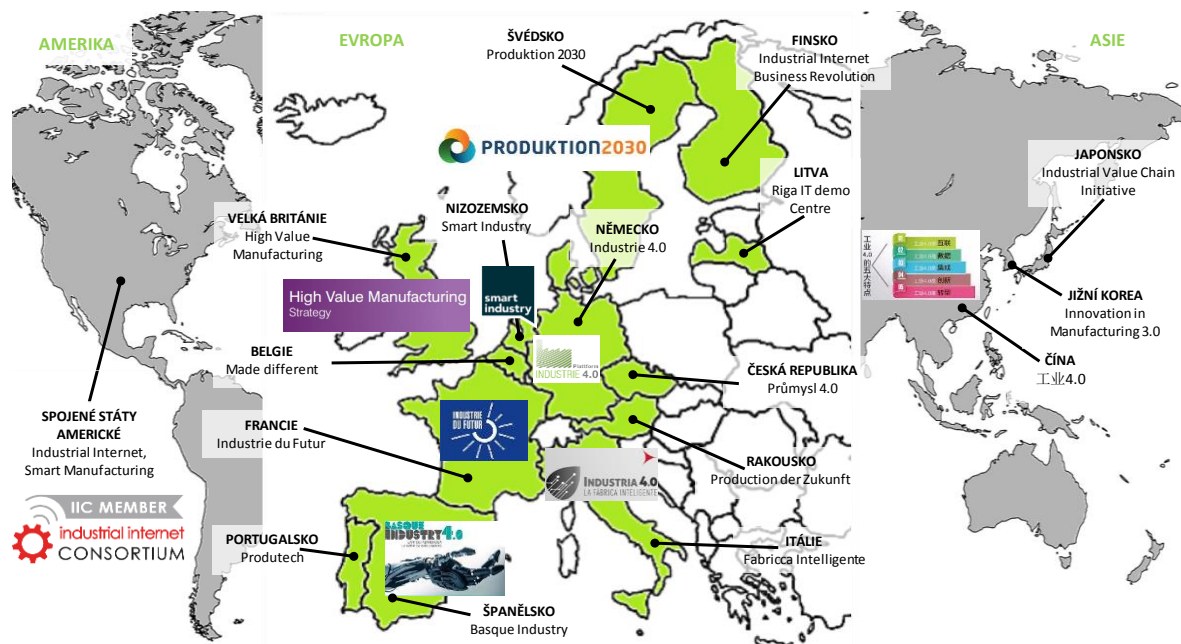
Pro malé a střední podniky bude tento koncept velice **nákladný**, protože plná automatizace výroby včetně mnoha podpůrných systémů, čipů a senzorů bude velká počáteční investice. Pokud podniky nebudou dostatečně připraveny, jejich

přechod na tento koncept může být komplikovaný a časově náročný. Proto je důležité z pohledu podniků sledovat tento trend a rozmyslet si, jak akční, tak finanční plán. Avšak díky růstu produktivity, snížení výrobních nákladů, snížení plýtvání a optimalizaci výroby se investice může vrátit v řádu několika let (Mařík, 2015). Nutností v případě malých firem bude investiční podpora ze strany státu nebo úvěrové zatížení podnikového financování. V ideálním případě revolvingové financování, kombinace dotací a úvěrů.

Smart factory by měla fungovat nezávisle na člověku a měl by se řídit autonomně, to však z **právního hlediska** není možné. Mnoho zemí má v zákonech zakotvenu podmínku, že k řízení strojů je zapotřebí člověk (Hötitzsch, 2014). Proto v řadě zemí nelze jezdit autonomními auty, bohužel řidič věnující se řízení je nařízen ze zákona. Proto je pro firmy klíčové objevit právní nástrahy ještě před samotnou implementací tohoto konceptu. Z tohoto pohledu v současné době se *Smart factory* uplatní jen těžce, je potřeba mnoho nejen systémových, ale též právních změn. Jistě bude důležité ošetřit odpovědnost za škodu, jelikož výroba bude zcela v režii robotů, bude těžké nalézt konkrétního viníka pochybení. Trestní odpovědnost je v některých jurisdikcích uložena pouze na fyzickou osobu. Dalším problematickým bodem bude pojistitelnost systémů *Industry 4.0*, která bude potřeba přehodnotit a vytvořit nová pravidla. Spolu s tímto konceptem je potřeba upravit a rozšířit i ochranu obchodního tajemství. Stručně řečeno, je mnoho procesů, které budou muset být z právního hlediska přehodnoceny, nebo vytvořeny zcela nové normy.

V globálním kontextu mnoho zemí převzalo iniciativu a začalo pracovat na vlastní vizi průmyslové výroby zítřka. To znamená, že z německé konkurenční výhody se stala výhoda globální a nyní **jde o hru o čas**. Ve spojených státech jde o *Smart manufacturing* ve spojení s *Industrial Internet*, v Itálii vytvořili technologický klastr *Fabrica Intelligente*, Francie zavedla *Industrie du Futur* a svoji vizi má již i Jižní Korea, Japonsko a Čína (viz Obr. 12). Největší světovou hrozbou je Čína, jako jedna z nejrychleji se rozvíjejících zemí může převzít vůdcovskou roli na poli průmyslové výroby. Německo s Čínou stále upevňuje vztahy především v oblasti průmyslových inovací. Vlády těchto zemí se dohodli, že budou úzce spolupracovat v rámci koncepce *Industry 4.0* a sdílet moderní technologie. V současné době

je toto vyjednávání pro Německo výhodné, ale v delším horizontu vlastně Německo pomáhá Číně ovládnout světový trh a tedy i svůj vlastní (Lelek, 2015b).



Zdroj: European Commission, Overview of Digitising Industry across Europe, 2015

Obr. 12 Přehled iniciativ ve světě v oblasti digitalizace výroby

Dalším omezením je, že v současných podmínkách, kdy každá země rozvíjí svoji vlastní iniciativu, bude potřeba jejich **sjednocení**, aby mohla probíhat komunikace globálně. Na tuto skutečnost již zareagovala EU, kdy komise po rozsáhlém jednání představila strategii, která sjednotí digitální trh (Nováková, 2015). Koncem roku 2016 chce představit legislativní nároky. Komisař Günther Oettinger zdůraznil, že digitalizace má potenciál nejen v průmyslu a že bude potřeba velkých změn. Nutné bude upravit podmínky bezpečnosti dat, upravit odpovědnosti za bezpilotní technologie a i v dalších oblastech definovat jasné standardy.

Jisté omezení je i v **nedostatečném povědomí** o konceptu *Industry 4.0*. Vývoj tohoto konceptu a inovací v oblasti průmyslu sleduje pouze určitá skupina lidí. Ostatní ani nedokáží vysvětlit, co se za tímto pojmem skrývá. V Německu dle výzkumu v roce 2013 neznalo tento koncept 51 % respondentů a ze 49 % respondentů, kteří uvedli, že jsou obeznámeni s tímto konceptem, pouze třetina dokázala popsat blíže tento koncept, neboli aktivně sbírá informace a pročítá studie (Helbig, Wahlster a Kaggerman, 2013). V ČR a jiných zemích to bude obdobné.

4. Příklady aplikací v průmyslové praxi

V této kapitole jsou blíže vysvětleny příklady aplikací jednotlivých komponentů *Industry 4.0* v průmyslové praxi. Jednotlivé pojmy jsou ukázány na příkladech moderních úspěšných společností jako Siemens, Sigfox, Synapticon, IBM či Weiss.

4.1. Smart factory – Siemens EWA

Společnost Siemens AG má výrobní závod Siemens Electronic Works Amberk (dále Siemens EWA), který je nejmodernějším závodem na výrobu elektroniky ve světě. Po akvizici s přední firmou DEK vyrábějící tiskárny pro výrobu desek plošných spojů byla představena vize moderní výroby. Tato továrna již funguje dle konceptu *Smart factory* a jde o nejmodernější, vysoce flexibilní, automatickou výrobu elektronických prvků (Bartašík, 2014). Výrobky z tohoto závodu jsou dodávány do celého světa, ať už jde o automatizační techniku pro průmyslovou výrobu až po techniku pro infrastrukturu měst. Ročně se vyrobí více jak dvě miliardy výrobků.

Výrobní linky v Amberku jsou opatřeny řídicími systémy SINEMATIC a mnoho PLC, které pomáhají k efektivní výrobě. Tři čtvrtiny výroby se provádí automaticky. Výroba spočívá v důsledné a transparentní integraci, jak konstrukční fáze, tak výrobní včetně neustálé kontroly (Nováková, 2015b). Díky tomu lze objednané komponenty dodat zákazníkům včas, s vysokou kvalitou a s požadovanou specifikací. Klíčová je spolupráce oddělení vývoje, výroby a technické kontroly včetně úzkého partnerství s dodavateli a budování vztahu se zákazníky.

Tato moderní továrna dokáže pružně reagovat na změny poptávky a konkurovat průmyslové výrobě v globálním měřítku díky vysoké míře integrace, která v důsledku dokáže zvyšovat přidanou hodnotu pro zákazníka. Továrna je podpořena těmito prvky (Siemens, 2012):

- Precizní Data management – podkladem pro precizní a plynulou výrobu jsou data. Pomocí senzorů a snímačů jsou data ukládána na server, monitorována, analyzována i vyhodnocována. Zpracovaná data jsou podkladem pro plánování výroby, optimalizaci výrobních procesů. Vše je

ošetřeno vnitřní podnikovou směrnicí, aby se pro rozhodování a plánování používaly pouze správná a vhodná data.

- Inteligentní plánování výroby – tvorba pracovních postupů se vytváří v týmech ve výrobě. Technické informace jsou naprogramovány do programu automatizačních systémů. Tím eliminují nutnost dalších konfigurací systému v provozu. Důsledkem je úspora času a eliminace chyb v průběhu výroby.
- Perfektní kontrola výroby – celá výroba je protkána velkým množstvím kamer, senzorů a kontrolních bodů za účelem monitoringu kvality. Od vstupu materiálu do výroby až po konečnou výstupní kontrolu. Jelikož má každý výrobek čárový kód, lze přesně sledovat jeho průběh výrobou. Podle těchto kontrolních dat lze provádět okamžité korekce parametrů strojů, aby nedocházelo k neshodným dílům. Drobné odchylky jsou okamžitě odhaleny a opraveny. Důsledkem je nižší počet neshodných dílů, eliminace zastavení linky a především snížení nákladů, zároveň nárůstu kvality produktu.
- Integrace výrobků a výrobních životních cyklů – klíčem ke konkurenční výhodě je systematická spolupráce výroby s oddělením vývoje a výzkumu. Inovace jsou rychle začleněny do výrobního procesu, a tím je výrobní proces neustále optimalizován. Dále jsou využívány simulace a digitální prototypy k dosažení efektivnosti ve výrobě.

Siemens EWA zaměstnávala pět tisíc zaměstnanců. Po zavedení *Smart factory* je zaměstnává stále. Stroje nenahradily plně lidské pracovníky (Nováková, 2015b). K personálním změnám počtů nedošlo, ale byl zaznamenán nárůst produkce. Zaměstnanci se jen přemístili na jinou pracovní pozici. Nejvíce jich zaměřilo do výzkumu a vývoje. Další v modrých pláštích sedí u počítačů, kdy po celou směnu hlídají průběh výroby nebo kontrolují drobné závady. Jediná pracovní pozice, která odvádí manuální práci, je balení. Kdy se výrobek zkontroluje, naskenuje a je uložen do krabice.

Tradiční výrobní koncepce založená na linkách osazených hardware byla v tomto závodě nahrazena vysoce modulárním a flexibilním řídicím software, který dokáže reagovat na změny v růstu variantnosti výrobků a na snižující počet objednávek.

Dosaženo je vysoce flexibilní výroby s neustálou výměnou informací a spoluprací všech článků, která by nebyla možná bez digitalizace (Bartašík, 2014).

V prostředí Siemens EWA se dováží materiál pouze od nejlepších dodavatelů, kteří dokáží zabezpečit kvalitní materiály a dodržují vysoké standardy. Dodávky jsou uskutečňovány metodou *JIT*, což umožňuje optimalizovat skladové zásoby. Tok materiálu mezi skladem a výrobní linkou je propojen plně automatizovanými dopravníky. To zaručuje, že se materiál ze skladu dostane na konec budovy k opracování velmi rychle. Vzdálenost 3 km překoná za půl hodiny a průměrná doba dodávky ke stroji je 15 minut. Některé operace jsou plně automatizovány a dosahují vysoké přesnosti i rychlosti. Celý proces je plně zdokumentován pomocí čárového kódu na výrobku (Bartašík, 2014). Denně se uloží na 50 milionů dat. Jednotlivé součástky spolu na výrobní lince komunikují. Každý výrobek projde několika testovacími zařízeními, aby bylo dosaženo nejvyšší kvality. K přechodu na *Smart factory* bylo nutné namontovat mnoho automatů, PLC, montážních strojů a poloautomatů včetně panelů SINEMATIC. Konečná kontrola, balení a hotový výrobek v požadované kvalitě i specifikaci je expedován do 24 hodin po objednávce.

Siemens EWA je podnikem, který se nejvíce blíží konceptu *Smart factory*, pokud jde o výrobní podnik v průmyslové praxi. Neberou-li se v úvahu výzkumné testovací modely linky. Linka je automatizovaná a opatřena stroji, které jsou propojeny v jeden celek. Na lince se nachází senzory, kamery a kontrolní zařízení. Výrobek se podílí na výrobě a automaticky o sobě zaznamenává data, která odesílá na vzdálené uložení. Generuje se velký objem dat, které slouží k analýzám. Výrobek je vytvořen dle individuálních potřeb zákazníka, který jej obdrží velmi rychle. Výroba je sledována pomocí simulací, jinými slovy dochází k digitalizaci výroby. Přeprava výrobku je pomocí plně automatizovaných dopravníků. V celém řetězci je transparentnost informací a úzká spolupráce. Díky tomuto podniku je vidět velký posun k dosahování vyšší produktivity a spokojenosti zákazníka.

4.2. Cyber physical system – Synapticon DYNARC

Německá společnost Synapticon GmbH se specializuje na *Embedded hardware a software* pro senzory, ovladače a síťové systémy. Poskytuje i poradenské a instalační služby v oblasti robotiky, sofistikovaných výrobních automatizovaných linek, elektrických vozidel a *IoT*. Společně s firmou XMOS Ltd. spolupracují na řešení autonomních vozidel, *Smart factory* a autonomní robotiky pro iniciativu *Industry 4.0* (Synapticon, 2015a).

Synapticon vyvinul vlastní platformu pro vytvoření *CPS*, tvořenou modulárními systémy spočívajícími na kompatibilních elektronických modulech, které umožní vytvoření rozličných typů kontrolních jednotek, senzorů a ovladačů. Volně programovatelné procesní jednotky v kontrolerech zabezpečují široký rozsah komunikace, rozhraní zařízení k vybudování komplexního automatizovaného řešení s jistou mírou vlastní inteligence (Synapticon, 2015b). Platforma DYNARC zahrnuje SOMANET moduly pro výzkum a vývoj, sloužící k tvoření virtuálních prototypů výroby, jejich monitorování s reálnou výrobou a to v reálném čase. Dále obsahuje SOMANET čipy pro zakázkovou či masovou výrobu, zajišťující celopodnikovou komunikaci, získávání dat ze senzorů i monitoring pohybu komponentů výrobou – stále ve vývoji. Stejně jako OBLAC Tools webový nástroj vytvářející prostředí ke konfiguraci systému, rozvoj software a údržbu DYNARC hardware. Navíc spojuje *Embedded systems* s *Cloudem*.

DYNARC platforma poskytuje hardware, software a stavební bloky umožňující číst čidla, řídit motory i pohony rozmístěné v celém systému. Senzory a akční členy jsou přístupné prostřednictvím *Cloudu*. Celý systém je podpořen výpočetní technikou a virtuálním prototypováním stejně jako komunikačními prostředky. Jelikož konečně produkty komunikují stejným jazykem, jako komponenty k jejich vytvoření, lze je opakovaně použít a konfigurovat. Tato platforma pomáhá propojit vysoce výkonné řídicí systémy pro roboty, stroje a prostředky standardizovaným způsobem.

4.3. RFID technologie – Siemens SIMATIC Ident

Společnost Siemens AG nabízí své řešení s využitím *RFID*, jelikož tato technologie přináší řadu výhod a zákazníkům toto řešení otevírá zcela nové možnosti. Tato technologie umožňuje transparentnost v celém výrobním

i dodavatelském řetězci. To znamená, že materiálové toky jsou neustále pod dohledem. *RFID* také umožňuje rychlé získávání dat. To zajistí efektivní plánování, odhalení slabých míst a eliminaci zbytečných procesů (Siemens, 2013). Proto společnost Siemens přináší řadu Siemens Ident, která pracuje na vysokofrekvenční koncepci. Široké portfolio produktů SIMATIC RF využívá ultra krátkých vln, vyznačující se velkými rozsahy, rychlým čtením a především hromadným čtením, tedy čtením několika transpondérů najednou.

Využití nalezne v mnoha oblastech výrobního podniku – logistika, výroba, plánování zdrojů, kontrola, automatizace atd. Podle zaměření a velikosti podniku nabízí Siemens různé řady produktů řady SIMATIC RF (Siemens, 2013). Vždy nabízený paket obsahuje čtecí modul včetně antény, transpondéry, paměťové čipy, scannery, přídavné antény, komunikační modul propojitelný s počítačem či *PLC* (viz Příloha 2). Strukturu a jednotlivé komponenty si zákazník nakonfiguruje dle svých potřeb. Po instalaci je celý výrobní proces transparentní. Důležitá data se shromažďují do databáze, kde jsou dále zpracována a kdykoliv přístupná k dalším analýzám. Navíc je SIMATIC RF kompatibilní s ostatními produkty řady SIMATIC.

V průmyslové praxi linka osázená prvky SIMATIC RF umožňuje (Siemens, 2013):

- Identifikaci jednotlivých produktů, které lze upravit přesně dle požadavků zákazníka. Narůstá rozmanitost výrobků v průběhu výrobního procesu. Vznikne univerzální výroba a transparentní materiálový tok. Výroba je spolehlivá, efektivní a hospodárná, protože impulzem výroby je objednávka zákazníka.
- Správu aktiv a prostředků - díky SIMATIC RF je každá paleta, kontejner, díl a součástka opatřena *RFID* transpondérem, díky němuž je snadno dohledatelná. To je nezbytné pro výrobu a logistiku, protože tak lze tyto komponenty efektivně využít. Inventura je provedena v reálném čase a rapidně se zkrátí čas průběhu inventury, protože není nutné vše fyzicky detailně kontrolovat. Plánování kapacit či skladových prostor lze optimalizovat nejefektivnějším způsobem.
- Sledování produktů, protože díky *RFID* identifikaci každý produkt zanechává digitální stopu, kterou lze snadno dohledat a díky ukládání

historických dat lze zdokumentovat celý výrobní proces včetně všech dílů a komponentů. Výsledkem je transparentnost celého životního cyklu výrobku. Monitorováním a kontrolními body lze zajistit nejlepší možnou kvalitu výrobku.

- Supply chain management je také transparentní, předvídatelné a umožňuje optimální plánování. Tím se zamezí prostojům, chybným dodávkám materiálu, optimalizují se skladové zásoby a to přinese zeštíhlení procesů. Takto optimalizovaný dodavatelský řetězec přinese konkurenční výhodu v globálním měřítku díky úspoře času a nákladů.

4.4. Internet of Things – SIGFOX

Sigfox SA je francouzská společnost, která se pohybuje na trhu bezdrátových technologií od roku 2009. Nyní se společnost plně orientuje na nízkoenergetické připojení objektů (například pračky, smartphony, elektroměry) do jedné centrální sítě zvané *Internet of Things*. Sigfox je největší společností poskytující globální mobilní připojení pro *IoT*. Jejich řešení je založeno na anténách a základnových stanicích. Infrastruktura je zcela nezávislá na stávajících sítích, jako je telekomunikační síť. Cílem této společnosti je poskytnutí připojení zařízení k Internetu bez nutnosti baterií a za nízké náklady, předpokládá se předplatné 1 \$ na rok (Sigfox, 2015). Do Sigfox sítě nejsou zapojeny jen smartphony a tablety, ale i různé senzory, zařízení v domácnosti, alarmy, automobily a přístroje (viz Obr. 13). Jde o miliony objektů propojených v *IoT*. Sigfox je již plně implementován ve Francii, Spojených státech, Anglii, Rusku, Španělsku, Nizozemsku a dalších evropských zemích. Zatím nejde o celoplošné připojení, ale jen o připojení tisíců objektů v největších městech. Dánsko oznámilo celoplošné pokrytí do konce května 2016. I v ČR plánuje T-Mobile spuštění *IoT*, a to již koncem roku 2016, do několika let chce Sigfox prorazit i do Jižní Ameriky a Asie (Fitchard, 2015).



Zdroj: Sigfox website, 2015

Obr. 13 Sigfox technologie

První uplatnění *IoT* dosáhl v průmyslových podnicích k zajištění *M2M* komunikace pomocí sítě mobilních operátorů 2G za účelem sledování vozového parku a sledování vzdálených zařízení. Mobilní sítě nikdy nebyly navrženy pro *IoT*, proto toto řešení bylo nákladné a nespolehlivé. Sigfox však nabízí mnohem efektivnější, levnější a propracovanější platformu *IoT* využitelnou nejen v průmyslu. Ve Francii je největším poskytovatelem *M2M* komunikace v oblasti průmyslu (Fitchard, 2015). Vybudování této platformy podpořila francouzská vláda v rámci iniciativy New Industrial France za účelem ekonomického růstu země pomocí průmyslu budoucnosti. Cílem společnosti je propojit výrobu, distribuci a management do *IoT*, za tím účelem musí svoji platformu dále zjednodušovat, aby mohla fungovat v globálním celoplošném měřítku a podstatná je standardizace (Morris, 2015). Proto Sigfox vytvořil specializované standardizační skupiny ve spolupráci s uznávanými normalizačními úřady. Tím chce dát najevo, že konkurence neškodí, ale ostatní firmy například LoRA, musí být kompatibilní s ostatními, aby se jednalo o jednu globální *IoT* síť.

I v ČR bude *IoT* spuštěno velmi brzy. Společnost T-mobile ve spolupráci s německou firmou Blue Cell Networks a Sigfox zkušebně montuje stanice v Praze. Během roku 2016 chce spustit testování vedoucí ke zprovoznění *IoT* Sigfox v ČR za účelem připojení objektů a *M2M* komunikace. Test bude probíhat například na monitoringu volných parkovacích míst, aby se otestoval dosah

a pokrytí *IoT*. Po sérii testů a vyhodnocení výsledků se společnosti rozhodnou o celoplošném pokrytí, to je plánováno na konec léta, zatím se plánuje montáž 350 stanic (Čollák, 2015). Spuštění *IoT* v ČR je reálné do konce roku 2016.

4.5. Big Data – SAP HANA

Společnost SAP SE nabízí podnikům softwarové řešení a ve svém oboru je jedničkou na trhu. Tato německá společnost definuje *Big Data* jako oceán informací, v kterých společnost plave každý den. Oceán je tvořen velkými objemy údajů z osobních počítačů, mobilních zařízení, strojových senzorů a čidel (SAP, 2015a). Aby se průmyslové podniky mohly ponořit do všech dat a získat cenné poznatky z takovýchto dat, musí mít to správné řešení. Tím je *cloudová* platforma SAP HANA, která slouží ke zpracování velkých objemů dat za použití analytických nástrojů (Voigts, 2015).

Platforma SAP HANA má jádro v rychlé *in-memory* databázi. Díky tomu jsou veškerá data uložena v operační paměti, což umožňuje vysoký výkon a rychlé zpracování (Voigts, 2015). Navíc jsou do systému přidány nástroje jako například prediktivní analýzy, které urychlí a usnadní zpracování dat (viz Příloha 3). Hlavní výhodou je, že k analýzám slouží, jak nová data, tak ta stará, která jsou archivována v databázi. Kromě toho získávání a načítání dat je možné z různých zdrojů, nejen ze SAP aplikací.

Pro průmyslové podniky to přinese transparentnost informací v celém řetězci, předvídání vývoje poptávky a potřeb zákazníků, identifikaci skryté vazby, trendy v rámci zákaznických skupin, vývoj nové řady výrobků na základě dat od zákazníků, možnost odhalit největší výskyt reklamací, monitorovat kapacity a skladové zásoby, spotřebu energií. Dále na základě dat provádět experimenty, simulace, analýzy a modelování (SAP, 2014). To vše lze vyhodnotit na základě práce s daty.

4.6. Cloud computing – IBM Cloud

Společnost International Business Machines Corporation (dále IBM) je americká světová společnost působící v oblasti informačních technologií a inovací. Pobočky se nachází po celém světě a v ČR působí tato firma již od roku 1932. K hlavním

činností patří výroba hardware, prodej počítačového software a další služby spojené s IT (IBM, 2015b). Především poskytování služby *Cloud computing*.

Služba IBM Cloud neobsahuje jednu formu *Cloudu* přes druhou, naopak umožňuje zákazníkům vytvořit privátní *Cloud* a do něj přesunout veškeré pracovní úlohy a požadavky (Babcock, 2012). To znamená, že IBM Cloud je založený na hybridním *cloud* modelu, který se zaměřuje na integraci privátního *Cloudu* společnosti s tím veřejným.

Cloudová služba společnosti IBM zahrnuje tyto infrastruktury (IBM, 2015a):

- SaaS business applications – tato platforma nabízí pronájem okolo sta aplikací pro podnik, které podpoří inovace, umožní složité obchodní analýzy a propojí spolupracovníky v celém podniku. Všechny procesy pracují na podnikové úrovni bezpečně a pružně. IBM aplikace vstupují do celého podniku, od marketingu, nákupu, prodeje po lidské zdroje. Využití této platformy snižuje celkové náklady na vlastnictví těchto aplikací.
- IaaS infrastructure services – tato platforma nabízí služby otevřené *cloudové* infrastruktury pro provoz IT. Nabízí flexibilitu, pokud chce zákazník veřejné, soukromé nebo hybridní *Cloudy* v závislosti na jeho potřebách. Například optimalizovaný IBM Cloud Management Service poskytuje plně spravovaný IaaS Cloud přesně nakonfigurovaný dle zákazníka, včetně možnosti využití SAP systémů nebo Oracle aplikací.
- PaaS developer platform – tato platforma umožňuje si sestavit aplikace přesně podle svých potřeb. Lze využít kombinaci nejvyužívanějšího IT podpořeného aplikacemi. O zbytek se postarají externí programátoři, kteří rozšíří funkčnost podnikových aplikací, to bezpečně a rychle. Například Bluemix digitální inovační platforma sestavená z Instant runtimes, IBM Containers a Virtual machines.
- Private/hybrid Cloud – dynamicky propojené soukromé a veřejné *Cloudy* a jejich organizování, řízení a zabezpečení umožní urychlení inovací. Umožňuje si vybrat z řady komponent a sestavit si *Cloud* přesně dle potřeb organizace.

S *Cloudem* je spojena především obava z bezpečnosti. Protože podniková data jsou ukládána a spravována ve vzdáleném uložení. IBM zaručuje *Cloud Security*, která garantuje, že její politika bezpečnosti je na nejvyšší úrovni (Babcock, 2012). Všechny procesy jsou zabezpečeny s využitím různých technik ochrany a časté kontroly neustále odhalují slabá místa, která jsou dodatečně odstraňována. I pro zákazníka platí určitá doporučení, jak předcházet slabým místům a jak zabezpečit oblast IT.

4.7. Smart product – Tesla automobily

Znovuobnovená společnost Tesla Motors působí na trhu od roku 2003 a orientuje se na elektromobily s cílem nahradit tradiční, neekologická, fosilní paliva elektrickou energií (Tesla, 2015). Oproti běžným automobilům mají podobný výkon, ale především nulové emise. Nyní je na silnicích celého světa 50 000 elektromobilů od značky Tesla Motors, která nabízí modely S a X.

Automobil modelu S, představený třemi provedeními P85D, 85D a 70D, je představitelem *Smart product* (Tesla, 2015). Jelikož toto auto je opatřeno senzory, které monitorují jízdní vlastnosti, chytrými asistenčními systémy a software. Automobil je propojený do sítě, kdy odesílá výrobci data o nastavení i užívání jako zpětnou vazbu a podklad pro zlepšení (Porter a Heppelmann, 2014). Elektromobily jsou autonomní díky sofistikovaným asistenčním systémům, jako je Autopilot, tedy automatické řízení včetně adaptivního tempomatu a bezpečnostní systémy zamezující nehodám.

Elektromobil Tesla napojený na Tesla síť může v případě nutnosti opravy autonomně provést korekci, například stažením aktualizací nebo odesláním hlášky majiteli vozu, že je nutné navštívit servis. To se označuje jako *Intelligent Maintenance system*, který pravidelně monitoruje stav vozidla a reaguje ještě předtím, než se vyskytne závada (Porter a Heppelmann, 2014). O závadě neprodleně informuje jak uživatele, tak výrobce. Z pohledu zákazníka jde o perfektní poprodejní servis.

Dalším milníkem je prodej přímo zákazníkům (Porter a Heppelmann, 2014). Tesla změnila tradiční obchodní model tím, že nevyužívá dealerské sítě. Vstupuje přímo do kontaktu se zákazníkem, což umožňuje nabídnout nižší ceny koncovému zákazníkovi. To dovolí těsnější kontakt se zákazníky, kteří spolupracují

na vylepšeních. Ty jsou nabízeny zpět zákazníkům v podobě aktualizací. Důsledkem je větší konkurenceschopnost a spokojenost zákazníků.

4.8. Smart sensor – Weiss SMI24

Příkladem *Smart sensor*, jinými slovy senzoru propojeného s počítačem, který je uvnitř stroje a sleduje stav vřetena je chytrá řídicí jednotka společnosti Weiss Spindeltechnologie GmbH s podporou společnosti Siemens AG. Tento prvek je využíván pro *Smart Maintenance* v průmyslových podnicích, konkrétně údržba vřeten ve strojích. Po zabudování senzorového modulu SMI24 a inteligentních systémů SINAMICS a SINUMERIC do stroje, dojde ke snížení nečekaných prostojů díky analýze dat z vřetene.

Výsledkem této implementace je *Smart Spindle* (chytré vřeteno), které dokáže sledovat otáčky vřetena, teplotu vřetena, stav nástrojů, stav upínání a sledovaná data posílat bezdrátově pomocí Wifi na počítač pracovníka údržby, který jen sleduje průběh výroby a na základě dat pošle údržbáře ke stroji, ještě než nastane porucha (Siemens, 2015). To znamená, že na základě těchto dat lze naplánovat nutnou údržbu v dostatečném předstihu, tím zamezit výskytu poruch a následných prostojů stroje.

Dalším benefitem je nesporně jednoduchost zprovoznění nového vřetena. Dříve bylo nutné před spuštěním nového vřetene zadávat do řídicího systému řadu parametrů, které zabralo elektronikům hodně času, jelikož se zadávání probíhá ručně. Modul SMI24 tento proces dokáže zjednodušit a spolupráce s měničem SINEMATIC probíhá snadno jako připojit USB do počítače (Oujeský, 2015). Následně již motorové vřeteno zasílá veškerá data do řídicího systému SINUMERIC a odtud bezdrátově na počítač pracovníka údržby.

5. Uplatnění Industry 4.0 ve společnosti ŠKODA AUTO a.s.

Náznaky *Smart factory* se začínají objevovat v ČR především v automobilovém průmyslu. Zárodky lze pozorovat už i ve farmaceutickém, sklenářském a potravinovém průmyslu, které také směřují k *Industry 4.0* (Holanová, 2015a).

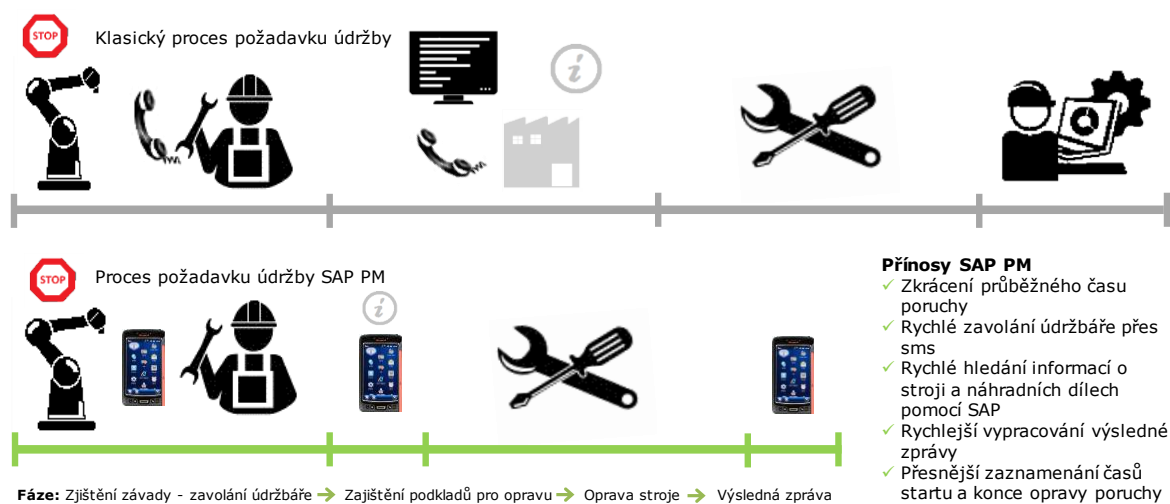
Pozadu rozhodně není ani automobilka ŠKODA AUTO a.s., která tento trend sleduje již delší dobu. Jelikož v tomto konceptu vidí velikou budoucnost a výhodu, započala několik projektů přispívajících k dosažení *Industry 4.0*. Tomáš Posekaný z oddělení Plánování robotizace svařoven oznámil, že projekty jsou nasazeny a zkoumány v oblasti výroby komponentů, logistiky, kvality dodávaných dílů i konečné montáže vozů (Škoda Mobil, 2015). V kapitolách níže jsou popsány některé aktuální projekty týkající se konceptu *Industry 4.0*. vedoucí k budoucímu zavedení *Smart factory* v podmínkách ŠKODA AUTO a.s. Jde o první krůčky k implementaci konceptu *Smart factory*.

Společnost ŠKODA AUTO a.s. je největší český výrobce osobních automobilů se sídlem v Mladé Boleslavi. Na území ČR má dva další výrobní závody v Kvasinách a ve Vrchlabí. Své závody má tato přední česká společnost i ve světě. Od roku 1991 je ŠKODA AUTO a.s. součástí německého koncernu Volkswagen. Dlouhodobě je tato automobilová společnost podle tržeb největší firmou, jeden z největších zaměstnavatelů a exportérů na českém trhu.

5.1. Smart maintenance

Příkladem projektu směřujícího ke konceptu *Smart Factory* je zavedení inovace *Smart Maintenance* v oddělení Centrální údržby PKT/4. Tato inovace se týká údržby strojů a zařízení. V současné době je tento projekt v ostrém provozu v Kvasinách a v Mladé Boleslavi se testuje pilotní provoz. Nutností je software, který umožní zpracování velkého množství dat v reálném čase, což usnadní a urychlí práci zaměstnanců i jejich orientaci v datech. Po zavedení bude připraveno prostředí pro součástky, senzory zabudované do strojů a tyto stroje dokáží nahlásit vlastní poruchu, v některém případě ji i předvídat. Cílem projektu *Smart Maintenance* je snížení odstávek výroby a v důsledku snížení výrobních ztrát (Šidlák, 2015).

Doposud bylo zapotřebí zavolat technika údržby telefonicky při vyskytnutí technické závady. Po příjezdu pracovníka na stanoviště stroje s poruchou, musel údržbář problém nejdříve diagnostikovat. V druhé fázi obstarat dokumentaci a specifikaci dílu. Po opravě byl proces ukončen vytvořením zápisu v dílně údržby. Docházelo k dlouhým prostojům a čas opravy byl zkreslen administrativní činnostmi, proto byly časy poruchy nedostatečně průkazné (viz Obr. 14).



Zdroj: Interní materiály společnosti ŠKODA AUTO a.s.

Obr. 14 Výhody plynoucí ze zavedení SAP PM

Díky projektu Mobilní údržba se tyto zdlouhavé kroky vykonávají prostřednictvím mobilních zařízení (například PDA nebo tabletu) přímo na pracovišti (viz Obr. 12). Podpurným prostředkem nainstalovaným v zařízeních pro mobilní údržbu je software Aplikace Mobilní údržby (dále jen AMU) a její zapojení do systému SAP Predictive Maintenance (dále SAP PM). Nově pracovníci údržby obdrží do PDA hlášení o poruše, které se založí do systému SAP PM. Upozornění o poruše dostanou i mistři a vedoucí pomocí SMS na mobilní telefon. Poruchu nahlásí pracovník poškozeného stroje načtením čárového kódu stroje a díky MFA kartě založí Zakázku na údržbu, pomocí terminálu umístěného ve výrobní hale. V hale je plošně rozmístěno několik terminálů, aby byla zajištěna optimální dostupnost. Údržba obdrží hlášku o typu stroje, operaci a umístění stroje. Na místě má pracovník možnost pomocí PDA vyfotit závadu, současně zjistit stav náhradních dílů a nahlédnout do technické dokumentace. To vše je nahráno v databázi SAP a propojeno nejen s AMU, ale i s dalšími systémy. Například se skladovým systémem SkladIS. Pracovník údržby po provedené opravě stroje

vytvoří výslednou zprávu a pomocí PDA ji nahraje do systému. Na PC pracovník výroby ukončí zakázku nebo provede reklamaci. To znamená, že by zakázku vrátil údržbě. Mistři a vedoucí pracovníci mají k dispozici tablety, kam jim chodí hlášení o poruchách, sledují rozpracovanost poruch a dohlíží na celý proces. Technickými prostředky pro *Smart maintenance* jsou PDA, tablety, terminály, MFA karty a PC pracovníků výroby a vylepené čárové kódy na jednotlivých strojích (viz Příloha 4).

V procesu zavádění inovací v údržbě je společnost ŠKODA AUTO a.s. stále na začátku. Postupně se údržba zapojila do podnikového informačního systému SAP. Nyní se zavádí mobilní řešení a po postupném zavedení dalších inovací vyvrcholí instalací *Smart components* (chytrých dílů), které dokáží sami sledovat svůj stav a nahlásit chybu či poruchu (Šidláček, 2015). Postupně se z kroků jako je mobilní údržba či *Smart components* dosáhne prediktivní údržby. V té době se podaří odhalovat závady ještě před výskytem. Přínosem je snížení nákladů na opravu, eliminace nefunkčnosti stroje i zastavení výrobní linky uvedl Jan Novotný z oddělení Údržby svařoven Kvasiny.

Mezi hlavní výhody patří zkrácení průběžného času poruchy, rychlé odvolávání pracovníků údržby pomocí SMS notifikace, díky SAP databázi strojů rychlé hledání informací o poškozeném stroji pomocí PDA, online vyhledání či objednání náhradních dílů ve skladu, zkrácení tvorby výsledné zprávy a eliminace papírování. Především se zpřesní zaznamenávání časů poruchy. Pomocí PDA lze závadu na místě vyfotit a vložit do výsledné zprávy a tak vizualizovat závadu. Důsledkem je postupný přechod z reaktivní na prediktivní údržbu.

Systémovou podporu zabezpečuje informační systém SAP Predictive Maintenance, který je využíván k lepší viditelnosti stavu strojů, předcházení poruchám a zamezení prostojů (SAP, 2015b). Informace o strojích jsou nahrané v centrální databázi, kde jsou díky Internetu přístupné rychle a odkudkoliv. Data budou shromažďována do *Cloudu*, proto lze stroje monitorovat v reálném čase. Provázáním SAP PM s AMU bude možné:

- Odepisování práce přímo u stroje v reálném čase.
- Prohlížení dokumentace, návodů, postupů u stroje.
- Založení zakázek na údržbu přímo na pracovišti (pomocí čárového kódu stroje).

- Zadání dokladů o měření na pracovišti.
- Dostupnost systému nepřetržitě a to i v off-line režimu.
- Přiložení fotografie závady nebo měřicího protokolu k zakázce.
- Využití čárových kódů pro rychlé vyhledávání strojů.

Vývoj projektu Mobilní údržby začal v květnu roku 2015. V postupných vlnách došlo k proškolení jednotlivých úseků, tvorbě databází strojů i uživatelů, včetně další agendy. V prosinci téhož roku byl zahájen testovací provoz v jednom středisku. Po ukončení testů bylo nutné odstranit nedostatky a zapracovat připomínky uživatelů. Milníkem bylo spuštění ostrého provozu zmíněného střediska v lednu roku 2016. Jelikož vedení tomuto projektu věří, je plánován ostrý provoz na dalších třech střediscích do začátku června.

5.2. Transparentní továrna

Nejen z údržby bude vznikat velké množství dat potřebných k analyzování. Tato *Big Data* se dle konceptu *Industry 4.0* budou nahrávat do centrálního *Cloudu* čili uložení. I na toto je automobilka ŠKODA AUTO a.s. připravena.

Projekt Transparentní továrna je systém automatického sběru dat ze všech pracovišť. Data z celého závodu se budou odesílat do centrální databáze, kde budou k dispozici k případné analýze, vyhodnocení, prezentacím atd. (viz Obr. 15). Výsledky z těchto procesů budou přístupné po celém závodě díky webové aplikaci, kterou lze spustit jak na pevném počítači, tabletu či smartphonu. Hlavním přínosem bude přístup k datům odkudkoliv, rychlé hledání dat pomocí filtrů, zkrácení procesu zadávání dat do systémů, transparentnost dat v celém závodě a rapidní snížení používání papírů (ŠKODA Mobil, 2015). S využitím různých statistických a analytických aplikací bude možné data dále efektivně zpracovávat. Projekt vychází ze sběru dat z výrobních a měřicích zařízení, který začal v Mladé Boleslavi ve výrobě komponent. Ve Vrchlabí se začíná s nadstavbou tohoto projektu. Po sérii testů a konfigurací bude v budoucnu tento projekt aplikován i v dalších oblastech výroby v závodech ŠKODA AUTO a.s.

Velice důležité je propojení se systémem SAP. Data jsou nahrávána do databáze SAP, odkud se s daty bude dále pracovat. V plánu je též přechod na SAP HANA,

jejíž nová in-memory databáze umožní rychlejší a efektivnější analýzy a práci s daty.



Zdroj: Interní materiály společnosti ŠKODA AUTO a.s.

Obr. 15 Fungování projektu transparentní továrny

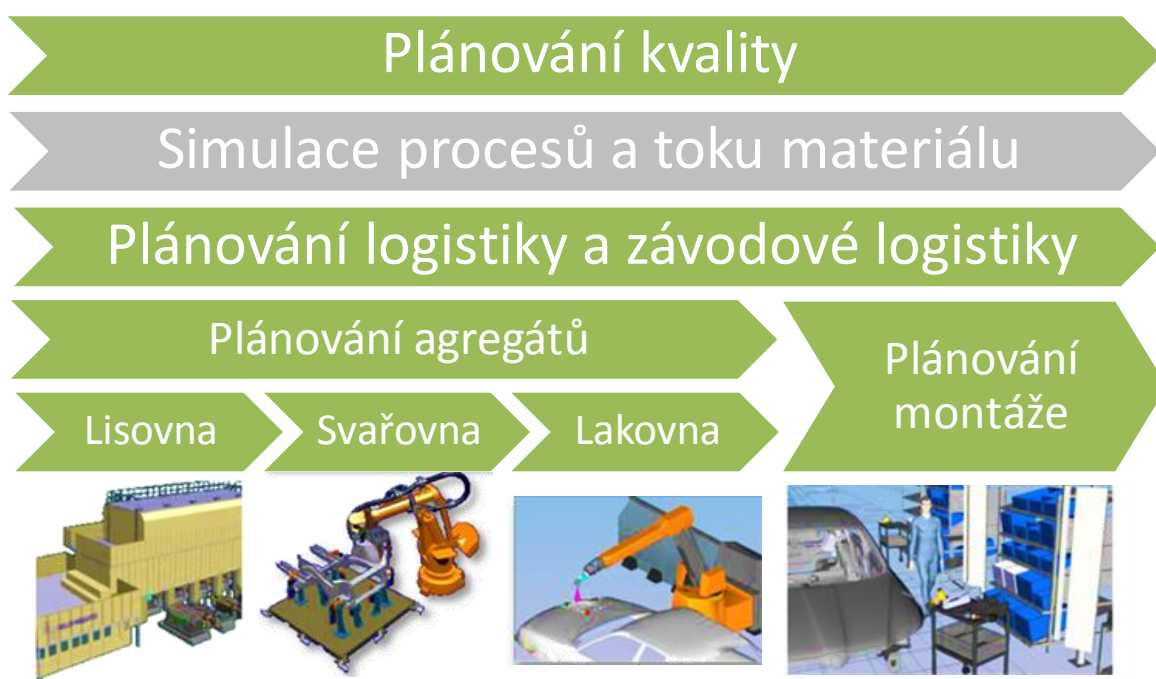
5.3. Digitální továrna

Již několik let je ve společnosti úspěšně zaveden projekt Digitální továrna. Je to označení pro využívání digitálních modelů, simulací, metod a 3D-vizualizací, za účelem efektivního plánování, realizace, řízení a průběžného zlepšování všech procesů a zdrojů v rámci závodu. Digitální továrna nabízí všem uživatelům v procesu plánování digitální obraz plánované nebo již probíhající výroby s přínosem, že proces je ověřen ještě před spuštěním reálné výroby a rizika jsou otestována již ve fázi plánování. Také lze pomocí simulačního programu provádět časové, prostorové i nákladové optimalizace probíhající výroby.

K projektu Digitální továrna slouží mnoho systémů CAD, CAM atd. Využívá se portfolio řešení digitální výroby TECNOMATIX a Siemens umožňující simulace, testování a studie. TECNOMATIX je vybudován na platformě Teamcenter Manufacturing PLM poskytující všestrannou paletu výrobních řešení na současném trhu. Slouží k:

- digitálnímu plánování procesů (Process Designer, Teamcenter),
- digitálnímu ověřování procesů (Process simulate, Plant simulation a další),
- podpoře výroby (Manufacture Execution system, Human Machine Interface a další).

V současnosti je projekt nasazen v oblasti výroby ve svařovně, lakovně, lisovně, montáži a výrobě agregátů (viz Obr. 16) s využitím speciálních systémů (ViAgg, ViKab, ViLack, ViLog a další). Simulace jsou využity i při ergonomii a simulaci činností pracovníka ve výrobě. Výhodami plynoucími z nasazení simulačních nástrojů ve společnosti je snížení nákladů plynoucích z ověřování procesů, vyhledání nejlepšího řešení, otestování rizik ještě před započítáním výroby, efektivní využití investičních prostředků a především vše se děje ve virtuální rovině, a proto nejsou ohroženy skutečné výrobní procesy.



Zdroj: Interní materiály společnosti ŠKODA AUTO a.s.

Obr. 16 Projekt Digitální továrna

Díky využití metod a nástrojů projektu Digitální továrny spolu s moderními technologiemi lze vytvořit digitální obraz skutečné výroby. To je jedním z prvků konceptu Industry 4.0 a to posun k zavedení *Digital factory* ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. Proto lze tvrdit, že tato přední česká automobilová společnost má velmi dobré postavení k zavedení funkčního modelu *Smart factory*.

6. Kritické zhodnocení

Koncept Industry 4.0 a vize budoucí výroby Smart factory má jistě veliký význam pro rozvoj průmyslu. Stále je kladen důraz na splnění požadavků daných zákazníkem a udržitelnost zdrojů, jejíž součástí je snižování ekologického dopadu výroby na přírodu. Oboje koncept bere v potaz a snaží se maximalizovat přidanou hodnotu pro zákazníka s využitím obnovitelných energií včetně eliminace plýtvání. Především jde o zdroj nové konkurenční výhody vedoucí k redukci nákladů, zvýšení produktivity a odstranění chyb či plýtvání, jelikož složitá rozhodnutí dělá umělá inteligence. Lidský pracovník jako zdroj manuální těžké práce bude nahrazen robotem. Neznamena to, že bude zcela odstraněn z výrobního procesu, pouze se přeškolí na jiný druh práce. To je jen pár výhod, ale otázkou je zda přínosy dokáží převážit omezení či dokonce hrozby plynoucí z konceptu Industry 4.0.

Osobně největší problém vidím v narůstajícím zapojení IT do výroby. Na jednu stranu dojde k již zmíněné eliminaci chyb spojených s lidským faktorem, ovšem na stranu druhou bude systém fatálně ohrožen možností výpadku proudu či útoku hackery. V případě výpadku, kdy veškerá data budou zálohovaná na vzdáleném uložišti, bude velice těžké obnovit výrobu, pokud dojde k narušení základních výrobních programů nebo nastavení strojů. V současnosti v automobilové výrobě znamená výpadek elektřiny velký problém. Než seřizovači a programátoři opět spustí výrobu, dojde k značnému prostoji a velkým finančním ztrátám nehledě na možnost, že některé stroje tento výpadek může vyřadit z provozu úplně. S tímto případem musí společnosti zavádějící princip Smart factory počítat a nalézt řešení. Taktéž je velice hojně diskutovaným tématem bezpečnost dat. Stále stoupá počet lidí připojených a využívajících Internet, současně stoupá počet hackerských útoků, ať už na bankovní účty, sociální sítě, emailové schránky, tak i firemní data. Většinou hackeři útočí za účelem zábavy, vlastního obohacení nebo s cílem narušit danou strukturu. Cyber security je v oblasti IT tématem mnoha diskuzí a je mnoho variant, jak ochránit data. Bohužel nejen firmy orientované na zabezpečovací systémy vymýšlí stále nové metody, ale i hackeři jsou stále vynalézavější. Myslím, že digitalizovaná výroba může být zdrojem teroristických útoků, hackeři ukrytí po celém světě mohou pomocí cílených útoků na velké společnosti narušit ekonomiku vybraného státu.

Mou domněnkou je, že tento koncept v konečné fázi vyřadí i velkou část lidských pracovníků. I přes mnoho článků, které uvádí, že tomu tak není, že v konečné fázi tento koncept za předpokladu dovedení pracovníků povede k zvýšení zaměstnanosti, si já myslím, že dojde k snížení počtu pracovníků ve výrobních společnostech, kteří budou muset hledat zaměstnání ve službách a jiných oborech. Je to totiž obecně v souladu s vedením výrobních společností, které standardně usiluje o maximální produktivitu s využitím minimálních nákladů. Člověk je stále méně produktivní než stroj, který navíc nedostává plat a nemá svá práva. Provozní náklady na chod jednoho robota jsou již nyní nižší než plat jednoho člověka a tento poměr se bude dlouhodobě vyvíjet v náš neprospěch. Pokud bude výroba zcela digitalizovaná, není potřeba lidí. Pouze několika údržbářů, programátorů a kontrolorů monitorující tok výroby, samozřejmě i vedení a administrativních pracovníků dohlížející na chod společnosti. Vymýšlet nové pozice, které v konečné fázi nemají velkou přidanou hodnotu je neproduktivní. Proto si myslím, že zavedení Industry 4.0 v automobilovém průmyslu povede k snížení pracovníků v tomto oboru a tito pracovníci se budou muset rekvalifikovat na jinou práci.

Nyní jsem si připravila půdu na další problém. A tím je neochota zaměstnanců ke změnám a učení se novým věcem. Mladí lidé jsou velmi flexibilní a ochotní k reformám, ale pokud jde o starší zaměstnance, ti již mnohdy nejsou vstřícní k razantnějším změnám. Nemají motivaci učit se novým věcem, jelikož je snazší dělat to zaběhnutým starým způsobem. Například LEAN principy mohou přinést mnoho výhod v různých oblastech výroby. Přesto je úspěšně využívá jen málo společností. Ostatní výrobci zůstali u principů masové produkce s využitím jen některých prvků LEAN principu, z důvodu neochoty ke změnám. Většinou vedení požaduje příslušné změny, ale při delegaci nových úkolů na nižší stupně řízení dojde k narušení a principy nejsou implementovány. To samé jako u LEAN konceptu může nastat u Smart factory. Na druhou stranu z tohoto důvodu se při plánování přechodu na koncept Industry 4.0, počítá s novelami v oblasti školství a rozvojem nových oborů. Za pár let se uvidí, zda se tím problém neochotných zaměstnanců ke změnám a novým metodám dá eliminovat.

Z hlediska mezinárodních firem a spolupráce s dodavateli z jiných zemí bude důležitá harmonizace. Každá země pracuje na své iniciativě budoucí výroby.

Všechny mají některé prvky převzaté z německého konceptu Industry 4.0 a různě rozpracované další návrhy a metody výroby budoucnosti. Než vytvoření nejlepšího konceptu pro vlastní zemi, bych upřednostnila celosvětovou spolupráci. Aby procesy byly v základu stejné a jen nepatrně se lišili v detailech, aby byla mezinárodní spolupráce s dodavateli úspěšná. Všechny změny v zákonech plynoucí z digitalizace výroby převést do celosvětové normy, včetně vytvoření technických standardů.

Je neobvyklé začínat nevýhodami, ale jen tak lze zdůraznit důležitost jejich urgentního odstranění. Největší výhodou spatřuji ve flexibilitě výroby a zavedení nových chytrých řešení. Pokud dokáže výroba reagovat na proměnlivou poptávku včetně odlišných přání zákazníka je to jistě velká výhoda oproti konkurenci. Samozřejmě individualizovaná výroba dle vlastních přání je velkým přínosem i pro konečné zákazníky.

Velice kladně hodnotím zohlednění ekologických řešení do výrobního podniku budoucnosti. Kdy se bude výroba orientovat na snížení emisí, využití obnovitelných zdrojů a řešení vedoucí k minimálnímu dopadu továrny na životní prostředí. Jen tak lze zajistit budoucnost planety. Sloužit k tomu bude mnoho nástrojů a chytrých technologií, které vypočtou optimální chlazení, recyklování či filtrování. Přispějí k tomu i nové materiály jako například nanotechnologie. Další kapitolou je vytěžování kamionů a výpočet nejkratších, nejbezpečnějších tras. Výsledkem je prostředí neohrožené spalinami, znečištěnými vodami a kontaminovanou půdou.

Využití nových obchodních modelů je také z mého pohledu zásadním krokem kupředu. Klasické obchodní modely již nedostačují současnému stavu. V této oblasti je veliký potenciál, na který německý koncept zareagoval. Z pohledu zákazníka budou nové obchodní metody přínosem. V podobě například brýlí pro virtuální realitu, které zákazníkovi umožní si nakonfigurovaný výrobek prohlédnout a virtuálně vyzkoušet, je to skvělé řešení bez nutnosti cestovat do prodejny. Zásadní pro zákazníka je i rychlost doručení objednaného zboží. Koncept Industry 4.0 zaručuje velice rychlé dodání v řádu hodin. Lze tedy soudit, pokud zohledníme i další přínosy uvedené v kapitole 4.1., že koncept bude přínosný pro všechny články hodnotového řetězce. Od dodavatelů až po zákazníky.

Celá tato práce je psaná především v budoucím čase. Koncept Industry 4.0 je aktuálním tématem, avšak jeho plná a úspěšná implementace v průmyslové praxi bude možná až za několik let. Důležité je, kdo bude vůdcem inovací. Probíhá mezinárodní spolupráce a každá významná země má svoji iniciativu budoucí výroby. S jistotou lze říct, že technologie půjdou stále dopředu a s nimi i optimalizování výroby. Dle současné situace ve světě, je otázka, jestli vyhrocená situace teroristických útoků a migračních vln uprchlíků nezpomalí technickoekonomický rozvoj Evropy i světa a tím neoddláí i přechod na principy z oblasti Smart factory. Je to však jen má domněnka a jen čas ukáže, jak koncept obstojí v průmyslové praxi. V současnosti se jedná pouze o výzkum potenciálu, hodnocení hrozeb, odstraňování slabých stránek a především úpravy a doplnění klíčových prvků konceptu Industry 4.0. Výroba dle Smart factory probíhá především v podobě simulací, výzkumných experimentálních linkách a strojích. Plná integrace však již proběhla například v závodu Siemens v Amberku.

Pro firmy je klíčové z hlediska budoucího postavení na trhu tento trend sledovat a mít připravený plán vedoucí k zavedení principů Smart factory. Jen tak lze rozlišit firmu úspěšnou a inovující, oproti málo efektivním, které nedokáží klasickou výrobou uspokojit stále náročnější požadavky zákazníků. Protože bez zákazníků není průmyslový podnik schopen přežít. Příkladem takové společnosti je ŠKODA AUTO a.s., která ve spolupráci s vysokými školami vede řadu výzkumů týkajících se konceptu Industry 4.0 a již zavedla některé projekty související s tímto konceptem. Tuto iniciativu společnost vyvíjí, zejména protože si je plně vědoma závažnosti změn v oblasti průmyslu a inovací. Rovněž mnoho jiných světových, evropských a zejména německých společností také přináší své studie budoucnosti výroby a již dnes začínají nabízet řešení vedoucí k Smart factory.

Po přečtení mnoha článků a studií jsem nakloněná plně automatizované výrobě. Se zohledněním hrozeb plynoucím z digitalizace výroby, které jsou převáženy přínosy, je koncept Industry 4.0 a jeho pohled na Smart factory budoucnosti skvělým řešením do neustále se vyvíjejícího průmyslového prostředí. Jako studentce technickoekonomického oboru mi tento koncept přináší jistotu v budoucím zaměstnání. Jelikož v průmyslové praxi bychom mohli být se spolužáky těmi pracovníky, kteří budou usilovně pracovat na přechod k této nové výrobě, a to zejména díky technickým znalostem a zkušenostem s prací na PC

včetně práce ve specializovaných programech. Přesto si myslím, že plné zavedení je ještě vzdálená budoucnost. V této fázi je především důležité poznat hrozby a omezení a ty přednostně v globální spolupráci odstranit.

Závěr

Cílem diplomové práce bylo charakterizovat a analyzovat nový koncept výroby Industry 4.0 na základě studie a rozboru vědeckých článků a studií. Zaměřit se na klíčové pojmy, ty identifikovat a blíže popsat. Zmapovat přínosy i rizika spojená se zavedením Industry 4.0 v současných podmínkách a uvést příklady z průmyslové praxe.

Industry 4.0 (originálně Industrie 4.0) je projekt německé vlády v rámci zadání rozvoje vědy a průmyslu na základě příchozí čtvrté průmyslové revoluce. Německá iniciativa reaguje na současné změny a problémy, představuje řešení vedoucí k novému výrobnímu systému. Základním principem je automatizace, digitalizace a plná elektronizace výroby. Zrod této nové koncepce je datován do roku 2011, kdy byla oficiálně představen veřejnosti na strojírenském veletrhu v Hannoveru. Přes vysokou míru robotizace bude stále potřeba spolupráce mezi lidmi a stroji v celém výrobním procesu. Stroje se přizpůsobují potřebám lidí, což je možné díky vzájemné komunikaci. Propojením IT s nejšpičkovějšími výrobními technologiemi vzniknou komplexní CPS, které díky RFID čipům ve výrobku řídí výrobní proces a vypočítávají optimální výrobní program včetně odvolávek materiálu. Veškeré stroje od manipulační techniky, dopravníků až po samotné výrobky budou propojeny prostřednictvím IoT. I pracovníci přes smartphony či tablety budou napojeni za účelem efektivní komunikace a spolupráce. Výrobní procesy budou podpořeny inovovanými procesy z oblasti Smart logistics a Smart maintenance. Hlavním cílem bude adaptivní reakce na výkyvy poptávky, maximalizace přidané hodnoty pro zákazníka, flexibilní reakce na nečekané situace, minimalizace plýtvání a nárůst produktivity. To vše umožní, že podnik bude konkurenceschopný v podmínkách 21. století.

S novým výrobním konceptem je spojena řada nových pojmů, které jsou klíčové pro správnou funkci Smart factory. Jde o společnost budoucnosti, která dokáže reagovat na změny a maximálně efektivně uspokojovat potřeby zákazníka. Srdcem celé továrny je CPS. Jak již bylo zmíněno výše, tento komplexní systém řídí veškeré procesy a prvky díky propojenosti za pomoci Internetu. Propojeno bude vše pomocí IoT, které sdružuje Smart objekty do jedné sdílené sítě. Bezdrátový přenos zajistí nejen Wifi, ale i RFID technologie, kdy RFID čipy budou

implementovány do každého zařízení. Takové zařízení je schopné komunikovat, sdílet své informace a i informace přijímat. Z této komunikace bude vznikat velké množství dat označováno jako Big Data, do kterých se budou přenášet i informace od zákazníků, senzorů, atd. Velké objemy dat budou sdružené do centrálního Cloudu. Společnosti budou outsourcovat spravování IT a využívat fenomén Cloud computing. Specializované společnosti nabídnou cloudové uložení včetně veškeré techniky a servisu. Též bude v jejich kompetenci zajištění Cybersecurity, aby uložená citlivá data byla ochráněna před útoky. Smart senzory budou sledovat výrobu a veškeré odchylky budou neprodleně analyzovány, díky predikční údržbě odstraněny ještě než nastanou. Smart product se bude aktivně podílet na tvorbě výrobního programu, bude komunikovat se stroji a odvolávat s pomocí CPS materiál ze skladu. Cílem takto řešeného řízení výroby je vytvořit výrobek individuálně konfigurován dle přání zákazníka a to ve velmi krátkém čase s náklady srovnatelné s hromadnou výrobou.

Česká republika také pracuje na vlastní iniciativě a pod vedením profesora Maříka vytváří Průmysl 4.0. Pro ČR má zavedení iniciativy digitalizované výroby velké předpoklady, jelikož jde o průmyslovou zemi s dlouhou tradicí v oblasti výroby automobilů, těžkého strojírenství a chemického průmyslu.

Z výše uvedeného vyplývá, že koncept Industry 4.0 přinese řadu výhod koncovému zákazníkovi. Zákazník obdrží výrobek v maximální možné kvalitě, ve velmi krátkém dodacím čase a vyrobený přesně dle svých požadavků. Navíc obdrží skvělý poprodejní servis. Nové obchodní modely přinesou zákazníkovi nové možnosti. Například možnost nakoupení licence a vytištění výrobku z pohodlí domova za pomoci 3D tiskárny nebo virtuální prohlídku výrobku pomocí brýlí pro virtuální realitu. Koncept Industry 4.0 je přínosem i pro průmyslové podniky, které dosáhnou vyšší konkurenceschopnosti než podniky využívající konvenční výroby. Díky velkému objemu individualizovaných výrobků a flexibility výroby dokáží výrazně snížit výrobní náklady a využívat výhod masové výroby při PULL principu. Chytré technologie, Smart proces, automatizace a robotizace umožní nárůst produktivity. Jelikož digitalizace výroby umožní vyrábět více výrobků v kratším čase. Také je důležité zmínit hospodárnost. Jelikož poruchy budou minimalizovány a plýtvání bude eliminováno. Samozřejmostí je recyklace a využití nových materiálů. Veškerou těžkou práci obstarají stroje, které jsou opatřeny

senzory a tím je zajištěna vyšší bezpečnost ve smyslu bezpečnosti práce a i ohrožení samotných strojů.

Jelikož je Industry 4.0 poměrně nová platforma, má ještě řadu omezení a hrozeb. Tématem číslo jedna je zabezpečení dat. Všechna data budou v centrálním Cloudu a je možné jejich napadení ze strany hackerů. Je nutné tyto data ochránit pomocí Cybersecurity a kombinací různých technik ochrany. Nejen data, ale i digitalizovaná výroba může být ohrožena útoky teroristů skrz Internet za účelem poškození společnosti a oslabení ekonomiky státu. Očekávat se dá i propouštění. Protože dělnické profese převezmou stroje. V tomto případě je již myšleno na reformy školství a dozděláním budoucích pracovníků v IT. Přejít na výrobu dle konceptu Smart factory bude značně nákladný. Počáteční investice mohou být vysoké, jelikož bude nutné nakoupit nové automaty a roboty včetně doplňkových prvků. V dlouhodobém horizontu by se investice měly vrátit díky efektivitě a dalším výhodám plynoucím z digitalizované výroby. Navíc do současných podmínek nelze nasadit Smart factory. Bude tomu předcházet mnoho právních změn. V celosvětovém měřítku jde o „hru o čas“. Kdo získá konkurenční výhodu ze zavedení výroby budoucnosti. Většina zemí začala pracovat na vlastní iniciativě digitalizované výroby. To však může být omezením pro mezinárodní obchod. Proto je nutné sjednocení těchto iniciativ a na to již reaguje například EU. Jelikož jde o nový a specifický koncept, je o něm u široké veřejnosti obecně nízké povědomí. Řada dotázaných respondentů pojem Industry 4.0 nezná. Bylo by vhodné informovat o tomto konceptu širokou veřejnost, zejména zájmové skupiny osob, které daný koncept v blízké budoucnosti přímo ovlivní.

V průmyslové praxi již řada firem převzala iniciativu a aktivně vyvíjí podmínky pro uplatnění principů Smart factory. Již nyní existuje závod, který funguje plně dle konceptu Smart factory. Je to Siemens EWA v Amberku. Je považován za první svého druhu a nejmodernější v oblasti výroby elektronických prvků. První platformou CPS vynalezla firma Synapticon. DYNARC je tvořen modulárními systémy, senzory, ovladači a jedná se o komplexní inteligentní automatizované řešení. IoT již existuje v řadě velkých měst. Zatím nejde o plošně pokrytí, ale již tisíce chytrých objektů jsou propojeny do SIGFOX bezdrátového IoT. I řada dalších předních společností aktivně pracuje na vývoji technologií a možností pro přechod na Smart factory.

Ani přední česká společnost zabývající se výrobou automobilů není pozadu. Společnost ŠKODA AUTO a.s. sleduje koncept Industry 4.0 a již implementovala projekty vedoucí k Smart factory. V současnosti jde mimo jiné o projekty Smart Maintenance s cílem dosažení predikční údržby, Transparentní továrna sdružující data do centrálního úložiště s cílem transparentnosti a Digitální továrna k ověření procesů pomocí modelů a simulací.

Osobně vidím v konceptu Industry 4.0 veliký potenciál pro průmyslovou výrobu, kdy výhody převažují nad nevýhodami. Pokud by se země sjednotily v rozvoji tohoto konceptu, včetně úpravy právního rámce, dosáhly by mnohem lepších výsledků. Důležité pro úspěšnou implementaci je nejen sjednocení, ale také odstranění největších hrozeb. Nebo alespoň jejich minimalizace. Digitalizace výroby a narůstající zapojení technologií bude náchylné na výpadky proudu. Data na vzdálených úložištích budou napadána hackery a může nastat situace, že zaměstnanci nebudou ochotni ke změně na novou výrobu. Na to je důležité pamatovat ještě ve fázi vývoje iniciativy.

Cíl práce pokládám za splněný. Celý koncept Industry 4.0 byl popsán dle vědecké literatury a studií předních výzkumných a firemních institucí. Přínosem této práce je rozbor terminologie spojené s tímto konceptem a přidanou hodnotou je uvedení příkladů využití v praxi. Dále byly shrnuty přínosy, hrozby a omezení týkající se zavedení Industry 4.0 v současnosti. První dílčí kroky k přechodu na Smart factory jsou ukázány na příkladu společnosti ŠKODA AUTO a.s. Celá práce je uzavřena kritickým zhodnocením současného stavu konceptu.

Seznam literatury

About Tesla. *Tesla Motors* [online]. 2015 [cit. 28. 12. 2015]. Dostupné z: <<https://www.teslamotors.com/about>>

ALALI, F. a YEH, C. Cloud Computing: Overview and Risk Analysis. *Journal of information systems*, 2012, 26 (2): 13-33. ISSN 0888-7985, DOI: 10.2308/isys-50229

AUTOMA. Digitální továrna společnosti Škoda Auto. *AUTOMA*, 2009, 12: 48-49. ISSN 121-9592.

BABCOCK, C. IBM SmartCloud: As Much Cloud As You Want. *INFORMATIONWEEK.com* [online]. 2012 [cit. 28. 12. 2015]. Dostupný z URL: <<http://www.informationweek.com/cloud/infrastructure-as-a-service/ibm-smartcloud-as-much-cloud-as-you-want/d/d-id/1104413?>>

BARTAŠÍK, P. Výrobní závod Siemens v Amberku: „smart factory“ v praxi. *AUTOMA*, 2014, 8-9: 19-21. ISSN 1210-9592.

BĚLAŠKA, P. *Hospodářství a průmysl* [online prezentace]. Zlín: Obchodní akademie Tomáše bati, 2014 [cit. 25. 11. 2015]. Dostupné z URL:<http://www.zlinskedumy.cz/download/8776-Vy_32_INOVACE_PRE.3.04.pdf>

BI, Z. a COCHRAN, D. Big data analytics with applications. *Journal of Management Analytics*, 2014, 1 (4): 249-265. ISSN 2327-0039. DOI: 10.1080/23270012.2014.992985

BLAU, John a Marryanne GOBBLE (ed.). News and Analysis of the Global Innovation Scene: Revolutionizing Industry the German Way. *Research-Technology Management: Creating Innovation Leadership Solutions*. 2014, 57 (6): 2-3. ISSN 0895-6308. DOI: 10.5437/08956308X5706001.

BUSINESSINFO. Industrie 4.0 jako významný trend německého průmyslu a výzkumu. *BUSINESSINFO.cz: Oficiální portál pro podnikání* [online]. 26. dubna 2015 [cit. 28. 12. 2015]. Dostupné z URL: <<http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/industrie-40-jako-vyznamny-trend-nemeckeho-prumyslu-a-vyzkumu-64121.html>>

CARTER, J. Is Industry 4.0 safe – or will prove to be a hackers delight? *TECHRADAR.com: The home of Technology* [online]. 2015 [cit. 6. 11. 2015]. Dostupný z URL: <<http://www.techradar.com/news/world-of-tech/is-industry-4-0-safe-or-will-it-prove-to-be-a-hacker-s-delight--1301637>>

CEJNAROVÁ, A. Od 1. průmyslové revoluce ke 4. *TECHNICKÝ TYDENÍK* [online]. 4 června 2015 [cit. 20. 10. 2015]. Dostupný z URL:

<www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/od-1-prumyslove-revoluce-ke-4_31001.html>.

ČOLLÁK, M. T-mobile začal v Praze testovat síť SIGFOX. *DOTEKOMANIE.cz: Svět mobilních zařízení a technologií* [online]. 2015 [cit. 20. 12. 2015]. Dostupný z URL: <<http://dotekomanie.cz/2015/05/t-mobile-zacal-praze-testovat-sit-sigfox/>>

DELOITTE. *Industry 4.0. – challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies.* [online]. 2014. Dostupný z URL: <<http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>>

EGGER, H. Industrie 4.0 – model pro výrobce elektroniky ve střední a východní Evropě (nebo po celém světě)? *AUTOMA*, 2015, 3. ISSN 1210-9592.

FITCHARD, K. Meet the French startup set to revolutionize the Internet of things. *FORTUNE.com* [online]. 2015 [cit. 20. 12. 2015]. Dostupný z URL: <<http://fortune.com/2015/07/21/startup-internet-of-things/>>

FRAUNHOFER. Security tools for Industry 4.0. *RESEARCH NEWS:Fraunhofer Institute for Secure Information Technology SIT*, 2014, 3: 3-4. ISSN 0948 – 8383

GTAI. *Smart Factory - The Future of Automated Manufacturing* [online]. Germany Trade & Invest, 18. Března 2014. Dostupný z URL: <<http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/EN/Invest/Industries/Smarter-business/Smart-factory.html>>

HELBIG, J. -- WAHLSTER, W. -- KAGGERMAN, H. *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0.* Final report of the Industrie 4.0 Working Group. [online]. 2013. Dostupné z URL: <http://www.plattform-i40.de/sites/default/files/Report_Industrie%204.0_engl_1.pdf>.

HILGER, C. Orchestrace služeb [online]. *Tec-News: Technický bulletin společnosti HARTING*, 2015, 26: 6-7. Dostupný z URL: <www.harting.com/en/news/publications/technology-newsletter-tecnews/>

HOLANOVÁ, A. Nová průmyslová revoluce. Nezaspěte nástup Práce 4.0. *AKTUALNE.cz* [online]. 2015b [cit. 5. 11. 2015]. Dostupný z URL: <<http://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/nova-prumyslova-revoluce-nezaspete-nastup-prace-40/r~97fa2490353311e593f4002590604f2e/>>

HOLANOVÁ, A. Továrna 4.0? Laboratoř, ve které budete sedět u počítače, ukazuje německý příklad. *AKTUALNE.cz* [online]. 2015a [cit. 5. 11. 2015]. Dostupný z URL: <<http://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/tovarna-40-laborator-ve-ktere-budete-sedet-u-pocitace-ukazuj/r~4e1ca8206cf611e58f1e002590604f2e/>>

CHAN, Marie, et al. *Smart homes—current features and future perspectives.* *Maturitas*, 2009, 64.2: 90-97.

CHOI, H. a CHAN, M. *A virtual prototyping system for rapid product development*. *Computer-Aided Design*, 2014, 36.5: 401-412.

IBM. *Cloud computing* [online]. 2015a [cit. 28. 12. 2015]. Dostupný z URL: <<http://www.ibm.com/cloud-computing/cz/cs/>>

IBM. *O IBM* [online]. 2015b [cit. 27. 12. 2015]. Dostupný z URL: <<http://www.ibm.com/ibm/cz/cs/>>

Industrie 4.0: Rechtliche Perspektiven der Smart Factory. In: *TELEPOLIS: online magazine* [online]. Hannover: HeiseMedien GmbH & Co, 6. 7. 2014 [cit. 5. 11. 2015]. Dostupný z URL: <<http://www.heise.de/tp/artikel/41/41888/>>

Industry. In: *DICTIONARY.CAMBRIDGE.org: Cambridge Advanced Learner's Dictionary & Thesaurus* [online], Cambridge University Press [cit. 1. 10. 2015]. Dostupné z URL: <<http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/industry#translations>>

Industry. In: *LEXICON.FT.com: Financial Times Lexicon* [online]. Pearson-Longman Business English Dictionary [cit. 1. 10. 2015]. Dostupné z URL: <<http://lexicon.ft.com/Term?term=industry>>

Industry. In: *OXFORDDICTIONARIES.com: Oxford dictionaries – language matters* [online]. Oxford University press [cit. 1. 10. 2015]. Dostupné z URL: <<http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/industry>>

JENERÁLOVÁ, I. Hlavní pilíře českého průmyslu. *Czech.cz: Objevte ČR* [online]. Ministerstvo zahraničí, 2011 [cit. 2015-11-03]. Dostupné z URL: <<http://www.czech.cz/cz/Podnikani/Ekonomicka-fakta/Hlavni-pilire-ceskeho-prumyslu>>

KORBEL, J. Průmyslová revoluce 4.0: Za 10 let se továrny budou řídit samy a produktivita vzroste o třetinu. *Hospodářské noviny* [online], 2015. [cit. 26. 10. 2015]. Dostupné z URL: <<http://byznys.ihned.cz/c1-64009970-prumyslova-revoluce-4-0-za-10-let-se-tovarny-budou-ridit-samy-a-produktivita-vzroste-o-tretinu>>.

LASI a kol. Industry 4.0. *Business & information System Engineering*, 2014, 4: 239-240. ISSN 1867-0202. DOI: 10.1007/s12599-014-0334-4

LELEK, M. Industrie 4.0 v oblasti průmyslu a tisku. *MESCENTRUM.cz: Manufacturing Enterprise Solution Centrum* [online]. 15 duben 2015 [cit. 20. 11. 2015]. Dostupné z URL: <<http://www.mescentrum.cz/clanky/mes-mom/165-industrie-4-0-v-oblasti-prumyslu-a-tisku>>

LELEK, M. Německá koncepce „Průmysl 4.0“ pomáhá Číně stát se světovým ekonomickým hegemonem. *MESCENTRUM.cz* [online]. 24. března 2015 [cit. 6. 11. 2015]. Dostupné z URL: <<http://www.mescentrum.cz/clanky/mes-mom/157->

nemecka-koncepce-prumysl-4-0-pomaha-cine-stat-se-svetovym-ekonomickym-hegemonem>

MAJSTOROVIC, V. a kol. *Cyber physical manufacturing systems – manufacturing metrology aspects*. Proceedings in Manufacturing Systems. 2015, 10 (1): 9-14. ISSN 2067-9238.

MAŘÍK a kol. *Národní iniciativa – Průmysl 4.0*. Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015 [cit. 22. 10. 2015]. [Dokument ve formátu PDF]. Dostupný z URL: <<http://download.mpo.cz/get/53723/61311/637553/priloha001.pdf>>

MCDUGALL, W. *Industrie 4.0 – smart manufacturing for the future*. Berlín: Germany trade and Invest, 2014 [cit. 21. 10. 2015]. [Dokument ve formátu PDF] Dostupný z URL: <http://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf>

MORRIS, A. Low power, big ambitions: France's Sigfox aims to be the backbone for the Internet of Things. *ZDNET.com* [online]. 29. září 2015 [cit. 20. 12. 2015]. Dostupný z URL: <<http://www.zdnet.com/article/low-power-big-ambitions-frances-sigfox-aims-to-be-the-backbone-for-the-internet-of-things/>>

NOOR, A. The connected life: The internet of everything coming to building near you. *Mechanical engineering*. 2015: 137 (9): 36-41. ISSN 0025-6501

NOVÁKOVÁ, D. Průmysl 4.0: Chytré továrny? Vláda nesmí zaspát. *EUROAKTIV.cz*: Portál o dění v EU [online]. 10. srpna 2015 [cit. 13. 11. 2015]. Dostupný z URL: <<http://www.euractiv.cz/obchod-a-export0/clanek/prumysl-40-nova-era-prumyslove-vyroby-012762>>

ORIWOH E., CONRAD, M. 'Things' in the Internet of Things: Towards a definition. *International journal Internet of Things*, 2015, 4 (1): 1-5. DOI: 10.5923/j.ijit.20150401.01.

OUJESKÝ, T. Zprovoznění motorových vřeten systémem Plug and Play. *MMSPEKTRUM.com*: Průmyslové spektrum [online]. 2015 [cit. 25. 11. 2015]. Dostupný z URL: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/zprovozneni-motorovych-vreten-systemem-plug-and-play>>

PORTER, M. E. a HEPPELMANN, J. E. How Smart, Connected products Are Transforming Competition. *Harvard Business Review*, 2014, 11: 66-67.

RADZIWON a kol. The Smart Factory: Exploring Adaptive and Flexible Manufacturing Solutions. *Procedia Engineering*, 2014, 69: 1184-1190. ISSN 1877-7058. DOI: 10.1016/j.proeng.2014.03.108

RITTINGHOUSE, W.; RANSOME, F. *Cloud computing: implementation, management, and security*. CRC press, 2009. ISBN 978-1-4398-0681-4

SAP [online]. *Getting Value from Big Data: Focus on the Opportunities, Not the Obstacles*. ©2014. [vid. 23. 12. 2015]. Dostupné z URL: <http://www.sap.com/bin/sapcom/da_dk/downloadasset.2014-04-apr-30-12.getting-value-from-big-data-focus-on-the-opportunities-not-the-obstacles-pdf.html>

SAP. *Big Data: What is Big Data?* [online]. 2015a [cit. 21. 12. 2015]. Dostupné z URL: <<http://go.sap.com/solution/big-data.html>>

SAP. *SAP Predictive Maintenance and Service, cloud edition* [online]. 2015b. Dostupný z URL: <<http://www.sapappcenter.com/p/1004#details-section>>

SCHMIDT, R. a kol. Industry 4.0 – Potentials for creating Smart Products: Empirical research Results. *Business Information Systems: Lecture Notes in the business Information processing*, 2015, 208: 16-27. DOI: 10.1007/978-3-39-19027-3_2

SENDER, U. *Industrie 4.0: Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM*. Berlín: Springer Vieweg, 2013. ISBN 978-3-642-36916-2

SCHMUECKLE, J. *Bosch Rexroth na prahu 4. průmyslové revoluce* [online prezentace]. Brno: Bosh Rexroth s.r.o, 25. srpna 2014 [cit. 6. 11. 2015]. Dostupné z URL: <http://www.tschechien.ahk.de/jahresthema_2015>

SIEMENS [online]. *SIMATIC Ident: Industrial identification systems*. Catalog. ©2013. [vid. 23. 12. 2015]. Dostupné z URL: <http://stest1.etnetera.cz/ad/current/content/data_files/katalogy/id10/cat_id10_2014_en.pdf>

SIEMENS. Electronic Works Amberg - Siemens Industry Software. In: *Youtube* [online]. Zveřejněno 9. 10. 2012 [vid. 21. 12. 2015]. Dostupné z URL: <<https://www.youtube.com/watch?v=eZdrwqZnLes>>

SIEMENS. *WEISS Spindel Technologie - ahead of competition* [online prezentace]. Erlagen, Siemens AG, 2015 [cit. 25. 11. 2015]. Dostupné z URL: <http://www.weissgmbh.com/uploads/media/WEISS_SMI24_en.pdf>

SIGFOX. *Connected world* [online]. 2015. [cit. 20. 12. 2015]. Dostupný z URL: <<http://www.sigfox.com/en/#!/connected-world>>

SOMMEROVÁ, Martina. *Základy RFID technologií*. RFID VŠB Ostrava, 2009.

SPATH, D. a kol. *Studie Produktionsarbeit der zukunft – Industrie 4.0*. Stuttgart: Fraunhofer IAO, 2013. ISBN 978-3-8396-0570-7

SYNAPTICON. *Synapticon produkty* [online]. 2015b [cit. 21. 12. 2015]. Dostupný z URL: <https://www.synapticon.com/products/>

SYNAPTICON. *We're living in a highly virtualized world* [online]. 2015a [cit. 21. 12. 2015]. Dostupný z URL: <https://www.synapticon.com/cyber-physical-systems/>

ŠIDLÁK, M. Nová éra v údržbě strojů a zařízení. *Škoda mobil: Noviny zaměstnanců ŠKODA AUTO*. Praha: Motor-Press Bohemia, 2015, 11: 6.

ŠKODA MOBIL. Čtvrtá průmyslová revoluce už začala. *Škoda mobil: Noviny zaměstnanců ŠKODA AUTO*. Příloha Jízda do budoucnosti. 2015, 6: 25.

VESELÁ, H. Digitální sběr dat zrychlí tok informací *Škoda mobil: Noviny zaměstnanců ŠKODA AUTO*. Praha: Motor-Press Bohemia, 2015, 11: 7.

VOIGTS, R. J. SAP HANA zvládne vše i v cloudu. *ITBIZ.cz* [online]. 7. října 2015 [cit. 23. 12. 2015]. Dostupný z URL: <<http://www.itbiz.cz/clanky/sap-hana-zvladne-vse-i-v-cloudu>>

WANG, L. a ALEXANDER, C. Big Data Driven Supply Chain Management and Business Administration. *American Journal of Economics and Business Administration*, 2015, 7: 60-67. ISSN 19455488

ZHANG a kol. RFID-Based Manufacturing Execution System for Mould Enterprises. *Engineering - Engineering Mechanics And Materials, Computers*, 2013, 160 (12): 451-456. ISSN 23068515

Interní materiály společnosti ŠKODA AUTO a.s.

Seznam obrázků a tabulek

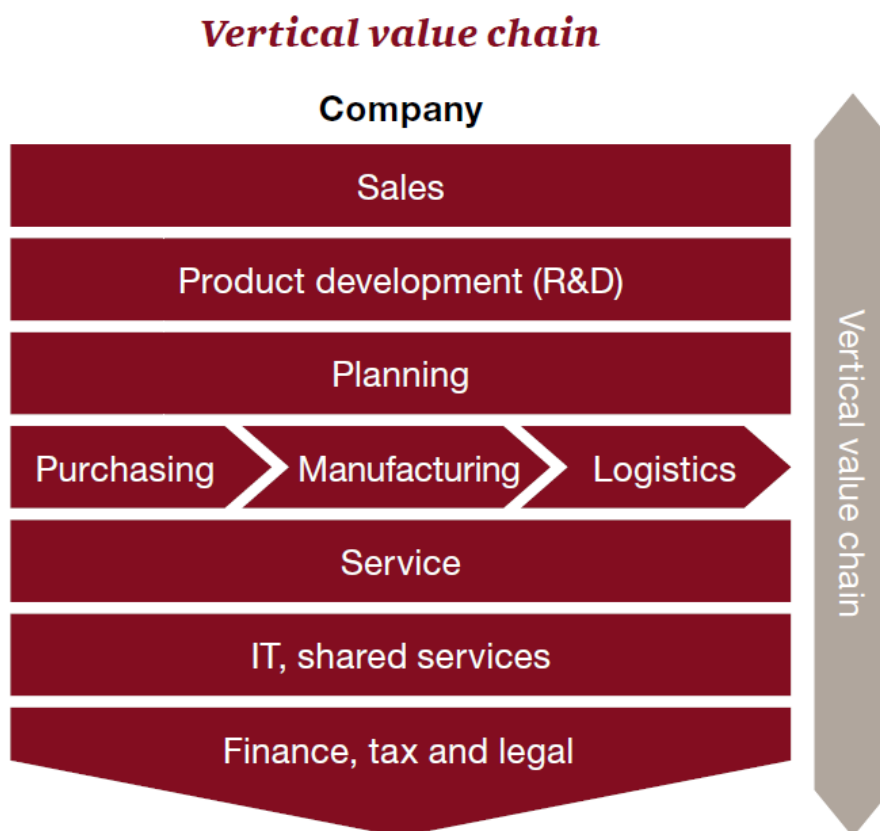
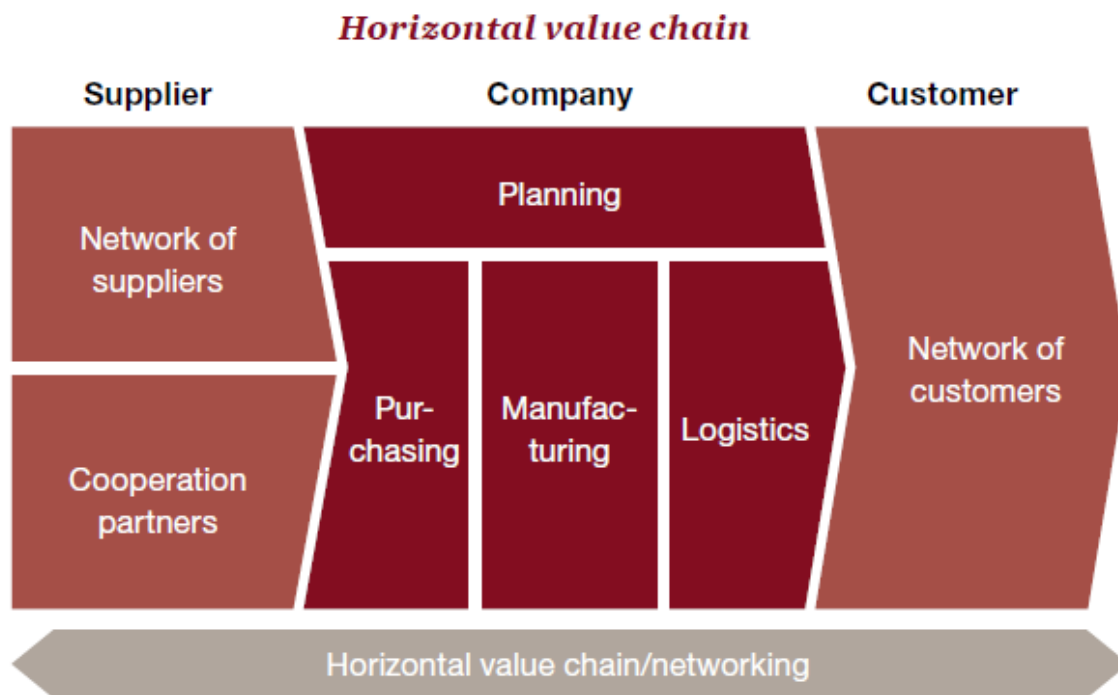
Seznam obrázků

Obr. 1 Vývojové etapy průmyslové revoluce	13
Obr. 2 Současná a budoucí výroba ve Smart factory	17
Obr. 3 Pojmy spojené s Industry 4.0	20
Obr. 4 Koncept Smart factory	21
Obr. 5 Patnáct prvků pro Smart factory	24
Obr. 6 Zapojení Embedded systems v IoT, IoS a Big Data	25
Obr. 7 Porovnání technologií pro elektronický přenos informací	27
Obr. 8 Schéma RFID technologie.....	27
Obr. 9 IoT, IoP a IoS – propojení lidí, objektů a systémů – Internet of Everything	29
Obr. 10 Smart propojený produkt a jeho schopnosti	33
Obr. 11 Přínosy konceptu Industry 4.0	35
Obr. 12 Přehled iniciativ ve světě v oblasti digitalizace výroby.....	42
Obr. 13 Sigfox technologie	49
Obr. 14 Výhody plynoucí ze zavedení SAP PM	55
Obr. 15 Fungování projektu transparentní továrny	58
Obr. 16 Projekt Digitální továrna	59

Seznam příloh

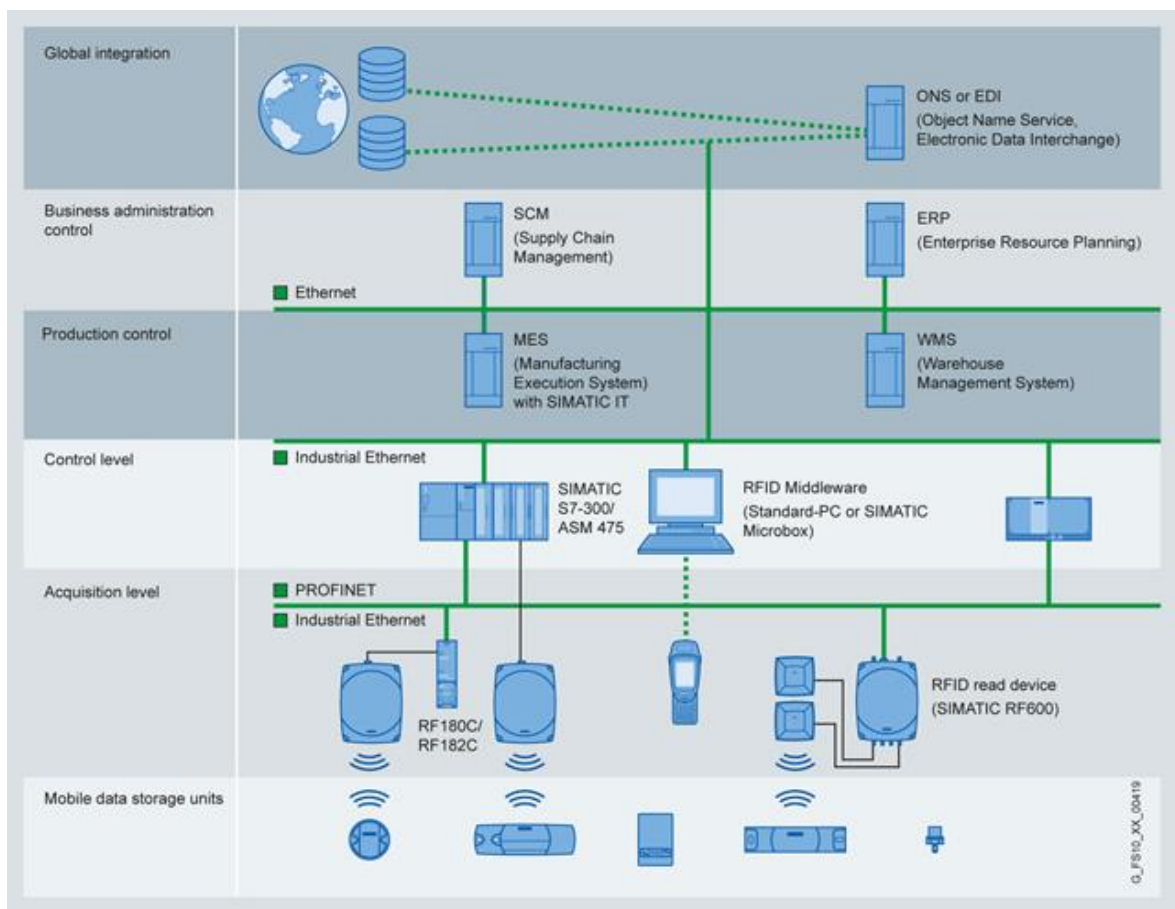
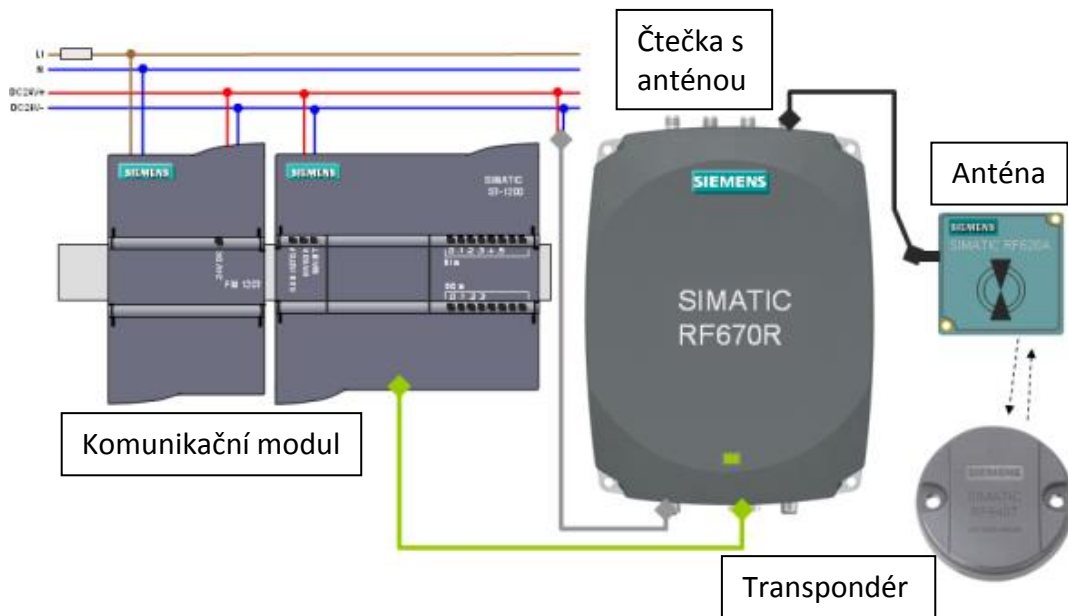
Příloha č. 1 Vertikální a horizontální integrace v hodnotovém řetězci	77
Příloha č. 2 Moduly RFID technologie Siemens SIMATIC.....	78
Příloha č. 3 Platforma SAP HANA.....	79
Příloha č. 4 Technické prostředky pro Smart maintenance	80

Příloha č. 1 Vertikální a horizontální integrace v hodnotovém řetězci



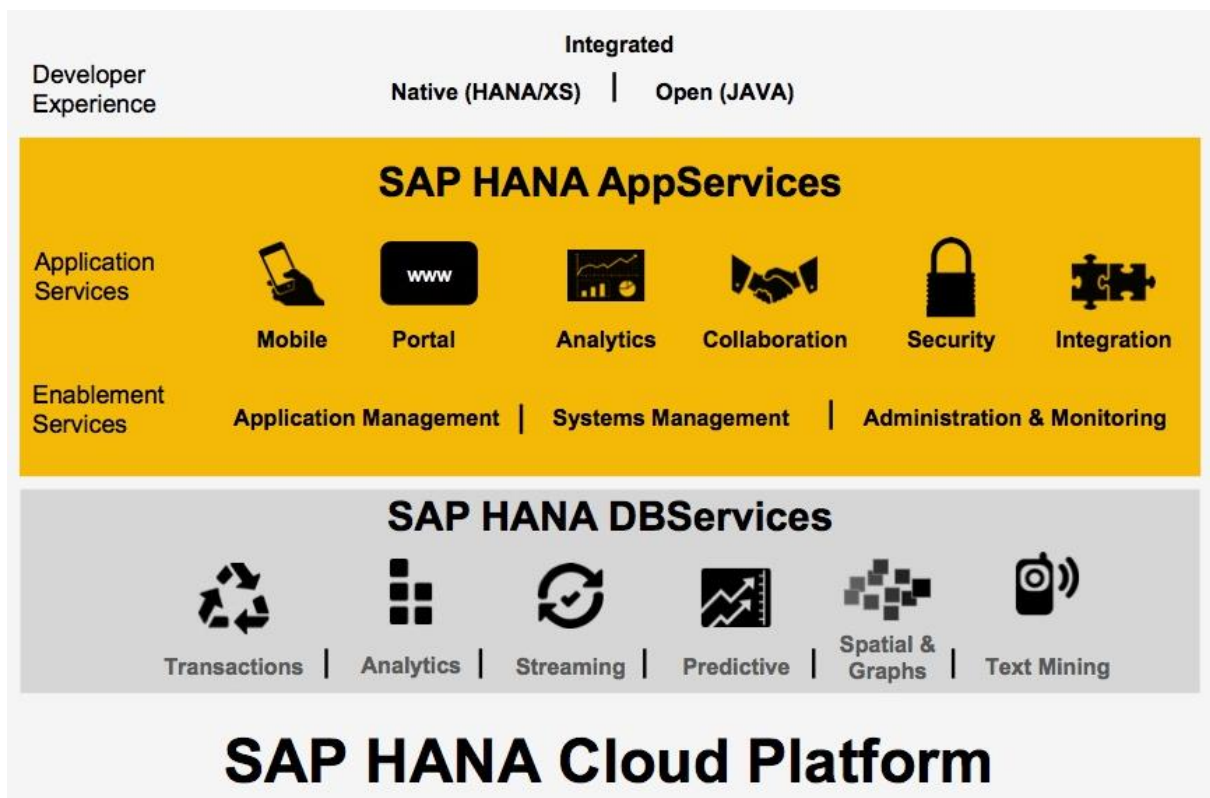
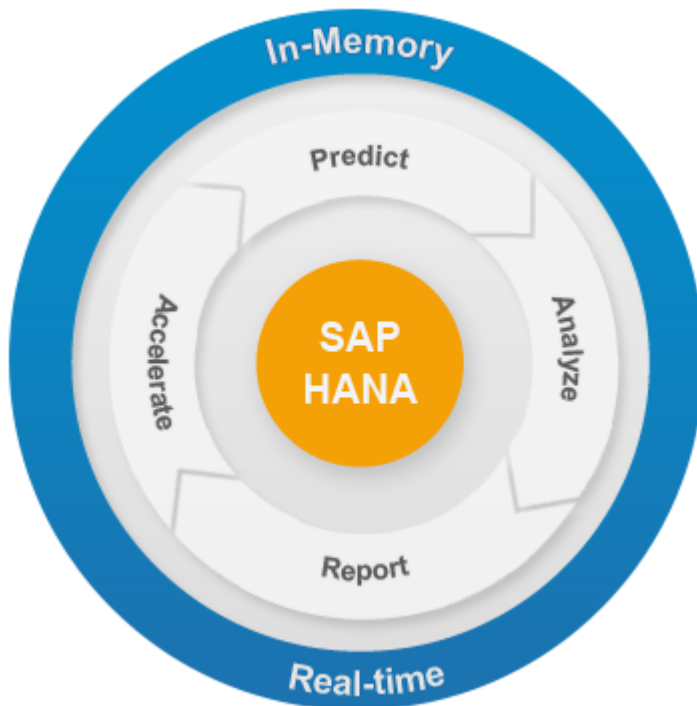
Zdroj: PWC, Industry 4.0 – Opportunities and Challenges of Industrial Internet, 2014, str. 21

Příloha č. 2 Moduly RFID technologie Siemens SIMATIC



Zdroj: Siemens AG, Industrial identification system, 2013

Příloha č. 3 Platforma SAP HANA

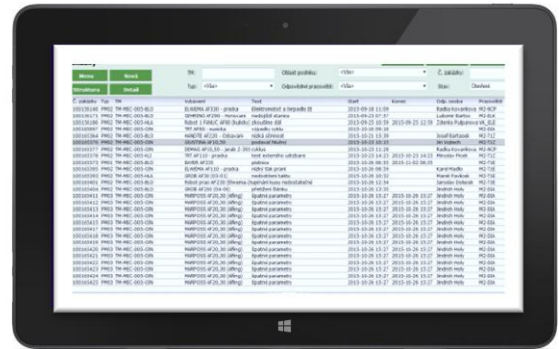


Zdroj: SAP SE, SAP HANA blog, 2015

Příloha č. 4 Technické prostředky pro Smart maintenance



PDA
Údržbař



Tablet
Mistr údržby
Elektronik

Zakázky PDA - s2

Zpět << >> 1/2

100156258 PM02 - Porucha
EA 211 - Ojnice
45996422-01 AF 70
ALFING AF70 - JUS
2015-10-02 13:47 **Detail**

100156259 PM02 - Porucha
EA 211 - Ojnice
45996422-01 AF 70
ALFING AF70 - JUS
2015-10-02 13:47 **Detail**

100156260 PM02 - Porucha
EA 211 - Ojnice
45996422-01 AF 70
ALFING AF70 - JUS
2015-10-02 13:47 **Detail**

Zakázky		Závod: 31	Zp. hlášení	Hledej	Moje			
Menu	Nová	TM: <input type="text"/>	Oblast podniku: <Vše>	Č. zakázky: <input type="text"/>				
Struktura	Detail	Typ: <Vše>	Odpovědné pracoviště: <Vše>	Stav: <input type="text"/>	Oteřené			
C. zakázky	Typ	TM	Vybavení	Text	Start	Konec	Odp. osoba	Pracoviště
100156146	PM02	TM-MEC-005-BLO	ELWEMA AF230 - pracna	Elektromotál a řempado žž	2015-09-18 11:09		Radka Kovarikova	M2-MCP
100156174	PM02	TM-MEC-005-BLO	GEHRENG AF290 - Honování	nedožádá stanice	2015-09-23 07:57		Lubomir Bartos	M2-ELK
100156186	PM02	TM-MEC-005-HLA	Robot 1 FANUC AF80 (kulcky)	zkoušime dál	2015-09-25 10:59	2015-09-25 12:59	Zdenka Pulpanova	M2-ELK
100156197	PM02	TM-MEC-005-OJN	TRT AF80 - susnka	vypačky cyklu	2015-10-16 09:18			M2-OJA
100156364	PM02	TM-MEC-005-BLO	HANDETE AF220 - Odsávání	nikdy sloužim	2015-10-21 13:39		Josef Bartosk	M2-T12
100156376	PM02	TM-MEC-005-OJN	GUSTINA AF10_50	podává hlášení	2015-10-23 10:15		Jiri Vojtech	M2-T12
100156377	PM02	TM-MEC-005-OJN	DEMAG AF10_50 - jrab	Z-393 cyklus	2015-10-23 11:28		Radka Kovarikova	M2-MCP
100156378	PM02	TM-MEC-005-HLI	TRT AF110 - pracna	test externího údržbare	2015-10-23 14:23	2015-10-23 14:23	Herslár Pisek	M2-T12
100156379	PM02	TM-MEC-005-BLO	BAUER AF235	postřeka	2015-10-26 06:55	2015-11-02 06:55		M2-T1E
100156395	PM02	TM-MEC-005-OJN	ELWEMA AF110 - pracna	nůžky tlak prani	2015-10-26 08:59		Karel Madio	M2-T1E
100156393	PM02	TM-MEC-005-HLA	GROB AF30 (03-01)	nedožádání taktu	2015-10-26 10:32		Manek Pavlicek	M2-T1E
100156401	PM02	TM-MEC-005-BLO	Robot gao AF230 (šlveva-župánání kusu	nedostatečně	2015-10-26 12:54		Jaroslav Dolecek	M2-T1E
100156404	PM02	TM-MEC-005-BLO	GROB AF260 (04-05)	přetěžben šárky	2015-10-26 13:35		Jindrich Holy	M2-OJA
100156411	PM03	TM-MEC-005-OJN	MARPOSS AF20_30 (AFing)	špatné parametry	2015-10-26 15:27	2015-10-26 15:27	Jindrich Holy	M2-OJA
100156412	PM03	TM-MEC-005-OJN	MARPOSS AF20_30 (AFing)	špatné parametry	2015-10-26 15:27	2015-10-26 15:27	Jindrich Holy	M2-OJA
100156413	PM03	TM-MEC-005-OJN	MARPOSS AF20_30 (AFing)	špatné parametry	2015-10-26 15:27	2015-10-26 15:27	Jindrich Holy	M2-OJA
100156414	PM03	TM-MEC-005-OJN	MARPOSS AF20_30 (AFing)	špatné parametry	2015-10-26 15:27	2015-10-26 15:27	Jindrich Holy	M2-OJA
100156415	PM03	TM-MEC-005-OJN	MARPOSS AF20_30 (AFing)	špatné parametry	2015-10-26 15:27	2015-10-26 15:27	Jindrich Holy	M2-OJA
100156417	PM03	TM-MEC-005-OJN	MARPOSS AF20_30 (AFing)	špatné parametry	2015-10-26 15:27	2015-10-26 15:27	Jindrich Holy	M2-OJA
100156418	PM03	TM-MEC-005-OJN	MARPOSS AF20_30 (AFing)	špatné parametry	2015-10-26 15:27	2015-10-26 15:27	Jindrich Holy	M2-OJA
100156419	PM03	TM-MEC-005-OJN	MARPOSS AF20_30 (AFing)	špatné parametry	2015-10-26 15:27	2015-10-26 15:27	Jindrich Holy	M2-OJA
100156420	PM03	TM-MEC-005-OJN	MARPOSS AF20_30 (AFing)	špatné parametry	2015-10-26 15:27	2015-10-26 15:27	Jindrich Holy	M2-OJA
100156421	PM03	TM-MEC-005-OJN	MARPOSS AF20_30 (AFing)	špatné parametry	2015-10-26 15:27	2015-10-26 15:27	Jindrich Holy	M2-OJA
100156422	PM03	TM-MEC-005-OJN	MARPOSS AF20_30 (AFing)	špatné parametry	2015-10-26 15:27	2015-10-26 15:27	Jindrich Holy	M2-OJA
100156423	PM03	TM-MEC-005-OJN	MARPOSS AF20_30 (AFing)	špatné parametry	2015-10-26 15:27	2015-10-26 15:27	Jindrich Holy	M2-OJA
100156424	PM03	TM-MEC-005-OJN	MARPOSS AF20_30 (AFing)	špatné parametry	2015-10-26 15:27	2015-10-26 15:27	Jindrich Holy	M2-OJA
100156425	PM03	TM-MEC-005-OJN	MARPOSS AF20_30 (AFing)	špatné parametry	2015-10-26 15:27	2015-10-26 15:27	Jindrich Holy	M2-OJA



Terminál
Výroba

Skenujte: Číslo operátora, Číslo stroje

Zvolte profesi:

Zámečnik

Elektrikář

Výroba

ID Operátora: DZCXX11

Jméno operátora: XXXXXXX

Technické místo: Name Surname

Vybavení: 9867968 GROB AF250 (04-02)

Místo: 44840095-01 EA 211 bloky

Profese: Zámečnik Na stroji je již porucha!

Text zpětného hlášení:

Seřazení

Začátek poruchy [hod:min]: 07:15

Doba opravy [min]: 10

Zrušit

Potvrdit



MFA karta
Výroba



Čárový kód stroje

ANOTAČNÍ ZÁZNAM

AUTOR	Bc. Gabriela Koderová		
STUDIJNÍ OBOR	6208T088 Podniková ekonomika a management provozu		
NÁZEV PRÁCE	Současné možnosti uplatnění koncepce Industry 4.0		
VEDOUCÍ PRÁCE	Ing. Pavel Wicher, Ph.D.		
KATEDRA	KLRK - Katedra logistiky a řízení kvality	ROK ODEVZDÁNÍ	2016
POČET STRAN	80		
POČET OBRÁZKŮ	16		
POČET TABULEK	0		
POČET PŘÍLOH	4		
STRUČNÝ POPIS	<p>Úkolem této diplomové práce je popsání německého konceptu Industry 4.0 a jeho současné možnosti v průmyslovém prostředí. V úvodu práce jsou jednotlivě popsány průmyslové revoluce. V následující kapitole je představen koncept německé vlády Industry 4.0, včetně podrobného rozboru pojmů vztahujících se k tomuto tématu. Klíčovou kapitolou je analýza přínosů a hrozeb souvisejících s tímto výrobním konceptem. Pro lepší orientaci v tématu jsou jednotlivé pojmy vysvětleny na příkladech z praxe. V závěru práce je uveden příklad využití prvků Smart factory ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. Cílem bylo popsat nový výrobní koncept Industry 4.0, vyzdvihnout klíčové pojmy a rozebrat výhody i nevýhody plynoucí z implementace. V závěrečné kapitole je kritické zhodnocení konceptu z pohledu studenta vysoké školy s technickým zaměřením za účelem shrnutí potenciálu konceptu Industry 4.0.</p>		
KLÍČOVÁ SLOVA	Industry 4.0, Smart factory, Výroba, Průmysl, Smart factory, CPS, Internet of Things, RFID, Smart product, Big data, Cloud Computing, Průmyslová revoluce		
PRÁCE OBSAHUJE UTAJENÉ ČÁSTI: Ne			

ANNOTATION

AUTHOR	Bc. Gabriela Koderová		
FIELD	6208T088 Production Management and Global Business		
THESIS TITLE	Current Possibilities of Applying the Concept of Industry 4.0		
SUPERVISOR	Ing. Pavel Wicher, Ph.D.		
DEPARTMENT	KLRK - Department of Logistics and Quality Management	YEAR	2016
NUMBER OF PAGES	80		
NUMBER OF PICTURES	16		
NUMBER OF TABLES	0		
NUMBER OF APPENDICES	4		
SUMMARY	<p>The purpose of this diploma thesis is to describe a new production system called Industry 4.0 proposed by the German government and identifies its potential within the industrial sphere. In the introduction, the author first focuses on the milestones in the history of industrial revolutions. In the following chapter, the Industry 4.0 concept is introduced, including definitions of basic terms and notions. The main chapter analyses advantages and disadvantages of this production system. For a better orientation within Industry 4.0, the related terms are explained through examples from current applications in the industry. Moreover, practical examples from the Smart factory platform in ŠKODA AUTO a.s. are provided to demonstrate the concept for a potential implementation. In the conclusion, a critical evaluation seen through the lens of technical university student is provided in order to sum up the potential of Industry 4.0.</p>		
KEY WORDS	<p>Industry 4.0, Smart factory, Production, Industry, CPS, Internet of Things, RFID, Smart product, Big data, Cloud Computing, Industrial revolution</p>		
THIS INCLUDES UNDISCLOSED PARTS: No			