ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T007 Průmyslové inženýrství a management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Monitoring stavu poznatků v oblasti Průmyslu 4.0
v Evropě a v České republice

Autorka: **Bc. Andrea CHLÁPKOVÁ**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Jan HOREJC, Ph.D.**

Akademický rok 2016/2017

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta strojní
Akademický rok: **2016/2017**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Bc. Andrea CHLÁPKOVÁ**
Osobní číslo:	**S15N0077K**
Studijní program:	**N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor:	**Průmyslové inženýrství a management**
Název tématu:	**Monitoring stavu poznatků v oblasti Průmyslu 4.0 v Evropě a v České republice**
Zadávající katedra:	**Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

Zásady pro vypracování:

1. Vysvětlení základních pojmů v oblasti Průmyslu 4.0
2. Stručný přehled zahraničních poznatků v oblasti Průmyslu 4.0
3. Stručný přehled českých poznatků v oblasti Průmyslu 4.0
4. Vybrané příklady úspěšné implementace Průmyslu 4.0
5. Návrhy doporučení pro další uplatňování poznatků v této oblasti v ČR

Rozsah grafických prací: **0 výkresů**

Rozsah kvalifikační práce: **50 - 70 stran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. **Iniciativa Průmysl 4.0, schválená vládou ČR**
2. **Písemné a elektronické zahraniční zdroje v oblasti Industry 4.0**
3. **Písemné a elektronické české zdroje v oblasti Industry 4.0**

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Jan Horejc, Ph.D.**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Konzultant diplomové práce: **Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Datum zadání diplomové práce: **19. září 2016**

Termín odevzdání diplomové práce: **2. června 2017**

Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta strojní
L.S.

Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 19. září 2016

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma

„*Monitoring stavu poznatků v oblasti Průmyslu 4.0 v Evropě a v České republice*“

vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne: ……. . . . . . .

podpis autorky

Poděkování

Tímto děkuji vedoucímu diplomové práce Doc. Ing. Janu Horejcovi, Ph.D. za rady a připomínky poskytnuté při zpracování mé diplomové práce. Zároveň děkuji své rodině za jejich podporu při mém studiu na vysoké škole.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	**Příjmení** Chlápková	**Jméno** Andrea
STUDIJNÍ OBOR	2301T007 „Průmyslové inženýrství a management“	
VEDOUCÍ PRÁCE	**Příjmení (včetně titulů)** Doc. Ing. Horejc, Ph.D.	**Jméno** Jan
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST – KPV	

DRUH PRÁCE	**DIPLOMOVÁ**	~~**BAKALÁŘSKÁ**~~	**Nehodící se škrtněte**
NÁZEV PRÁCE	Monitoring stavu poznatků v oblasti Průmyslu 4.0 v Evropě a v České republice		

FAKULTA	strojní		**KATEDRA**	KPV	**ROK ODEVZD.**	2017

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	89	**TEXTOVÁ ČÁST**	76	**GRAFICKÁ ČÁST**	13

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) **ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY**	Diplomová práce se zabývá čtvrtou průmyslovou revolucí neboli Průmyslem 4.0. V teoretické části je charakterizován koncept Průmyslu 4.0 a jeho klíčové technologie. Je vytvořen přehled vydaných analýz, iniciativ a strategií z České republiky a zahraničí. V praktické části jsou představeny konkrétní firmy a jejich využití prvků Průmyslu 4.0. Závěrem jsou uvedeny návrhy a doporučení pro další vývoj v této oblasti. Cílem práce je vytvoření přehledu poznatků, které se týkají této problematiky, pramenící z České republiky a z Evropy.
KLÍČOVÁ SLOVA **ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE**	Průmysl 4.0, průmyslová revoluce, digitalizace, automatizace, Internet věcí, Internet služeb, Big Data, Cloud, inovace, testbed, autonomní systém, inteligentní produkt, digitální ekonomika

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	**Surname** Chlápková	**Name** Andrea
FIELD OF STUDY	2301T007 "Industrial Engineering and Management"	
SUPERVISOR	**Surname (Inclusive of Degrees)** Doc. Ing. Horejc, Ph.D.	**Name** Jan
INSTITUTION	ZČU - FST – KPV	
TYPE OF WORK	**DIPLOMA**	**~~BACHELOR~~** **Delete when not applicable**
TITLE OF THE WORK	Monitoring the state of knowledge in the Industry 4.0 in Europe and in the Czech Republic	

FACULTY	Mechanical Engineering	**DEPARTMENT**	Industrial Engineering and Management	**SUBMITTED IN**	2017

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	89	**TEXT PART**	76	**GRAPHICAL PART**	13

BRIEF DESCRIPTION **TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS**	This diploma thesis deals with the fourth Industrial Revolution, aka Industry 4.0. The theoretical part describes the concept of Industry 4.0 and its key technologies. It also contains an overview of the analyzes, initiatives and strategies published in the Czech Republic and abroad. The practical part presents particular companies and their use of the elements of Industry 4.0. The final part outlines suggestions and recommendations for further development in this area. The aim of the thesis is to create an overview of knowledge related to this issue, originating from the Czech Republic and from Europe.
KEY WORDS	Industry 4.0, industrial revolution, digitalization, automatization, Internet of Things, Internet of Services, Internet of People, Big Data, Cloud, inovation, testbed, antonomous system, smart product, digital economy

Obsah

ÚVOD 10

1 HISTORIE PRŮMYSLU 12

1.1 První průmyslová revoluce 12
1.1.1 První průmyslová revoluce na území České republiky 14
1.2 Druhá průmyslová revoluce 14
1.2.1 Druhá průmyslová revoluce na území České republiky 15
1.3 Třetí průmyslová revoluce 16
1.4 Čtvrtá průmyslová revoluce 16
1.5 Shrnutí stavu průmyslu v České republice 16

2 CHARAKTERISTIKA KONCEPTU PRŮMYSL 4.0 17

2.1 Slovník základních pojmů v oblasti Průmysl 4.0 19
2.2 Základní technologické pilíře Průmyslu 4.0 23
2.2.1 Kybernetico-fyzické systémy 23
2.2.2 Internet věcí 24
2.2.3 Internet služeb 25
2.2.4 Cloud computing = Big Data & Cloud 25

3 STRUČNÝ PŘEHLED ČESKÝCH POZNATKŮ 27

3.1 Analýza dat o České republice 28
3.2 Národní iniciativa 32
3.3 Iniciativa 202020 33
3.4 Akční plány Úřadu vlády České republiky 34
3.4.1 Akční plán pro rozvoj digitálního trhu 34
3.4.2 Akční plán pro implementaci Průmyslu 4.0 34
3.4.3 Akční plán ke Společnosti 4.0 34
3.4.4 Akční plán k Práci 4.0 36
3.5 Dopady digitalizace na trh práce v ČR a EU 36
3.5.1 Index ohrožení digitalizací 36
3.6 Analýza připravenosti malých a středních podniků na iniciativu Průmyslu 4.0 v porovnání s Německem 38
3.6.1 Organizační zajištění ze strany soukromého sektoru 38
3.6.2 Organizační zajištění ze strany státu 38
3.6.3 Hodnocení připravenosti 39
3.6.4 Současný stav poznatků MSP 39
3.6.5 Bariéry pro inovace 40
3.7 Kritické zmapování koncepčních a strategických dokumentů a aktivit vlády v oblasti Průmyslu 4.0 a digitální agendy a definování nutných oblastí těchto agend pro účely jejich strategického řízení 40
3.8 Testbed 4.0 41

4 STRUČNÝ PŘEHLED ZAHRANIČNÍCH POZNATKŮ 41

4.1 Národní iniciativy Průmyslu 4.0 v Evropě 41
4.1.1 Německo 44

4.1.2 Francie 45
4.1.3 Rakousko 45
4.1.4 Švýcarsko 45
4.2 Strategie pro jednotný digitální trh Evropské unie 46
4.3 Výzkum dopadů automatizace 46
4.4 Indexy připravenosti 50
4.4.1 Networked Readiness Index 51
4.4.2 Industry 4.0 Readiness Index 52

5 PŘÍKLADY ÚSPĚŠNÉ IMPLEMENTACE PRŮMYSLU 4.0 53

5.1 Bioveta, a. s. 54
5.2 ŠKODA AUTO 56
5.3 Siemens Elektromotory Mohelnice 57
5.4 Siemens, s. r. o. odštěpný závod Elektromotory Frenštát 58
5.5 Siemens, s.r.o. odštěpný závod Nízkonapěťová Spínací Technika 59
5.6 OEZ, s. r. o. Letohrad 60
5.7 Siemens ElektronikwerkAmberg 61

6 VYTIPOVÁNÍ MOŽNÝCH ZDROJŮ INFORMACÍ 62

7 ODHAD DALŠÍHO VÝVOJE IMPLEMENTACE PRŮMYSLU 4.0 63

7.1 Úrovně digitální zralosti společnosti 63
7.2 Možnosti vlastnictví firem 64

8 NÁVRHY A DOPORUČENÍ PRO DALŠÍ VÝVOJ A UPLATŇOVÁNÍ POZNATKŮ PRŮMYSLU 4.0 V ČR 65

8.1 Doporučení ke změně na model Průmyslu 4.0 na firemní úrovni 66
8.2 Propojení výrobních a administrativních systémů 67

ZÁVĚR 69

SEZNAM OBRÁZKŮ 71

SEZNAM TABULEK 71

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK 72

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 73

SEZNAM PŘÍLOH 76

Úvod

Tématem diplomové práce je Monitoring stavu poznatků z oblasti Průmyslu 4.0 v Evropě a v České republice. Cílem práce je vytvoření přehledu poznatků, které se týkají čtvrté průmyslové revoluce, pramenící z České republiky a z Evropy.

Jako by Karel Čapek v roce 1920 tušil, že jeho slavný roboti z vědeckofantastického dramatu R.U.R budou jednou aktuálním tématem týkající se nejen průmyslu, ale celé společnosti. Karel dlouho přemýšlel, jak umělé dělníky nazvat, byl to jeho bratr Josef Čapek, který vymyslel slovo *robot*.

Čapek ve své době varoval před případnými negativními vlivy techniky na lidstvo. Ve svém spisovatelském díle popisuje děj blíže nespecifikované budoucnosti, který se odehrává na ostrově výrobny robotů, kde žije pouze 6 mužů. Celou výrobu provádějí roboti. Připluje za nimi dcera prezidenta Helena Gloryová, která chce roboty zrovnoprávnit a do které se všichni zamilují. Postupně ji vyprávějí příběh vynálezu prvních robotů.

Příběh dále pokračuje po 10 letech, kdy už jsou roboti široce rozšířeni. Heleně je smutno z toho, že roboti, ač velmi podobní lidem, nemohou mít city jako lidé, a tak přiměje doktora Galla, aby začal experimentovat s jejich „duší“. Jejich původním cílem bylo vytvořit pro člověka ráj na zemi, aby lidé již nikdy nemuseli umírat hlady a měli všeho dostatek. Jenže upadly mravy, lidé zlenivěli a začali roboty původně určené k práci používat jako vojáky pro své války.

Nakonec se několik robotů vzbouřilo, ustanovilo Ústřední výbor robotů a vyhlásilo válku lidstvu, jež drtivě porazilo a nenechalo nikoho přežít. Dorazili na výrobní ostrov, kde nechali naživu pouze Alquistu, který na rozdíl od ostatních lidí stále pracoval rukama. Věřil, že práce je smyslem života. Roboti se začali opotřebovávat a umírali. Chtěli po něm, aby objevil původní výrobní postup, který Helena před svou smrtí spálila. Závěr tohoto příběhu symbolicky směřuje k Bibli k Adamovi a Evě, zjistilo se, že roboti mají city a umí milovat.

Je fascinující shoda Čapkova díla s aktuálním trendem robotizace. Můžeme doufat, že příběh nebude směřovat stejným směrem, k válce mezi lidmi a roboty. Ovšem Průmysl 4.0 se netýká pouze robotizace, jedná se o multidisciplinární záležitost, která v sobě nese nesčetné množství přínosů, ale i rizik.

Diplomová práce je rozdělena do 8 kapitol. První kapitola se zabývá historií vývoje průmyslu. Je zde popsaná každá průmyslová revoluce, v jakém probíhala období a jaké technologie pro danou revoluci byly klíčové. Dále je popsán průběh každé revoluce na území České republiky. Druhá kapitola již popisuje téma Průmysl 4.0. Je uvedena jeho základní charakteristika, která vysvětluje význam čtvrté průmyslové revoluce a také klíčové technologie. Vzhledem k tomu, že Průmysl 4.0 je velmi široké a relativně nové téma a obsahuje spoustu nových termínů, je vytvořen slovník základních pojmů. Dále jsou představeny základní technologické pilíře pro implementaci Průmyslu 4.0 do praxe. Čtvrtá a pátá kapitola je věnována přehledu získaných poznatků v České republice a v Evropě. Jsou zde uvedeny dokumenty, analýzy a další studie, které se zabývají aktuálním stavem v oblasti Průmyslu 4.0, porovnáním států mezi sebou v různých oblastech týkajících se Průmyslu 4.0, směrů dalšího vývoje, doporučením pro další pokroky v této oblasti, provázanosti s dalšími oblastmi jako je například trh práce, vzdělávání atd.

V páté kapitole je několik praktických příkladů různých českých i zahraničních firem, které již využívají technologie zaštiťující Průmysl 4.0. Je popsáno konkrétní využití technologie a jaké konkurenční výhody firmě přinášejí. Šestá kapitola poukazuje na možné zdroje informací, ze kterých mohou firmy čerpat inspirace a informace, jak se připravit na příležitosti Průmyslu 4.0 a naopak, jak se vyvarovat možným hrozbám. Jsou zde uvedeny i konkrétní příklady firem,

které jsou v této oblasti průkopníky, se kterými je možné navázat spolupráci. Sedmá kapitola se týká odhadu dalšího vývoje implementace Průmyslu 4.0. Je velmi těžké odhadovat další vývoj, neboť u každé společnosti bude velmi individuální. Dle mého názoru toto téma úzce souvisí s aktuální digitální zralostí konkrétní firmy a na vlastnictví firem. Poslední kapitola se zabývá návrhy a doporučení pro další vývoj uplatňování poznatků Průmyslu 4.0 v České republice. Návrhy a doporučení se odvíjí od předpokladu, že Česká republika neurčuje, co se bude v řešené oblasti dít, nýbrž je zapotřebí vytvořit vhodné podmínky pro implementaci filozofie Průmyslu 4.0. Je zde uvedeno několik směrů, na co by se mohla Česká republika zaměřit, aby byla ve čtvrté průmyslové revoluci úspěšná. V závěru práce jsou prezentovány výsledky Průzkumu veřejného mínění o Průmyslu 4.0. Průzkum bude primárně zaměřen na to, lidé vůbec slyšeli termín Průmysl 4.0 a co si pod ním představují.

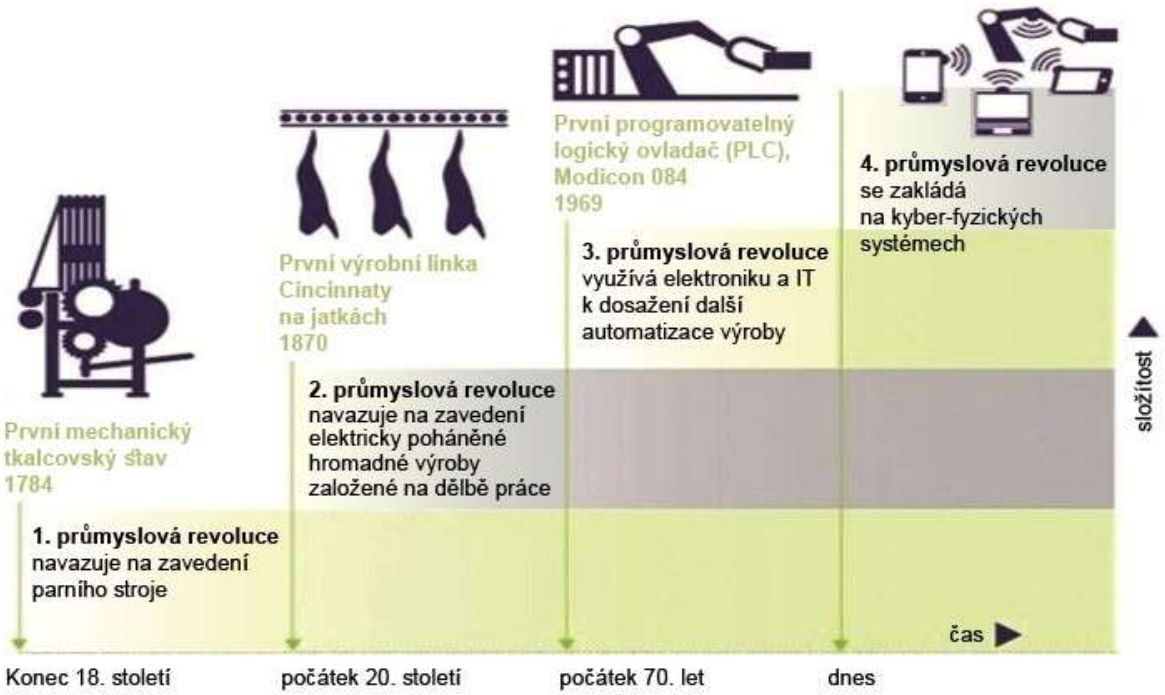
1 Historie průmyslu

Průmysl je významným odvětvím světového hospodářství. Velmi rychle zavádí vědecké objevy a technické vynálezy do výroby. Jelikož je Průmysl 4.0 považován za již čtvrtou průmyslovou revoluci, v této kapitole je podrobněji popsán historický průběh každé revoluce. Jsou zde uvedeny informace o časových úsecích a technologiích, které byly pro každou revoluci klíčové a jaké byly dopady na tehdejší společnost. U první a druhé revoluce je zvlášť podkapitola, jak se revoluce projevily na území České republiky. Tato kapitola končí shrnutím poznatků z historie českého průmyslu.

Zajímavé je, že první tři průmyslové revoluce nejprve proběhly, respektive svět k nim dospěl, a až zpětně byly pojmenovány. U čtvrté revoluce, která probíhá nyní, je to právě naopak. Může se zdát, jako by byla prosazována silou. Je to z toho důvodu, že v minulosti žili lidé v jiné době, technologické změny probíhaly sekvenčně. Vždy po určitém vynálezu trvalo mnoho let, než se jeho vliv začal projevovat ve struktuře továren a na trhu práce. Dnes je to jinak. Doba je rychlejší, díky propojenosti světa. Změny kolem nás probíhají okamžitě, dějí se paralelně. Dle studie organizace McKinsey je tempo 100x rychlejší než v minulosti.

Na Obrázku 1 je na časové ose naznačen průběh průmyslových revolucí, a jaké technologie pro dané průmyslové revoluce byly klíčové.

Obrázek 1: Průběh průmyslových revolucí, vlastní zpracování



1.1 První průmyslová revoluce

V 18. století v Anglii, konkrétně v roce 1770, započala první průmyslová revoluce v textilnictví vynálezem prvního mechanického tkalcovského stavu. Revoluce probíhala ještě v 19. století, kdy se dokončoval proces přechodu od ruční výroby ke strojní velkovýrobě. Konkrétně měla dovršit roku 1830.

Předpokladem pro zahájení revoluce byl vývoj kapitalismu, který se začal formovat již v 16. století. V zemědělství docházelo k uvolnění pracovních sil, rolníci získali svobodu a stali se tak volnou pracovní silou. Práce se přesunula z domovů řemeslníků do velkých dílen. Ve výrobě se rozvíjely manufaktury, které začaly využívat nové zdroje energie – páru a vodu. Z toho důvodu je 1. průmyslová revoluce spjata s parním strojem.

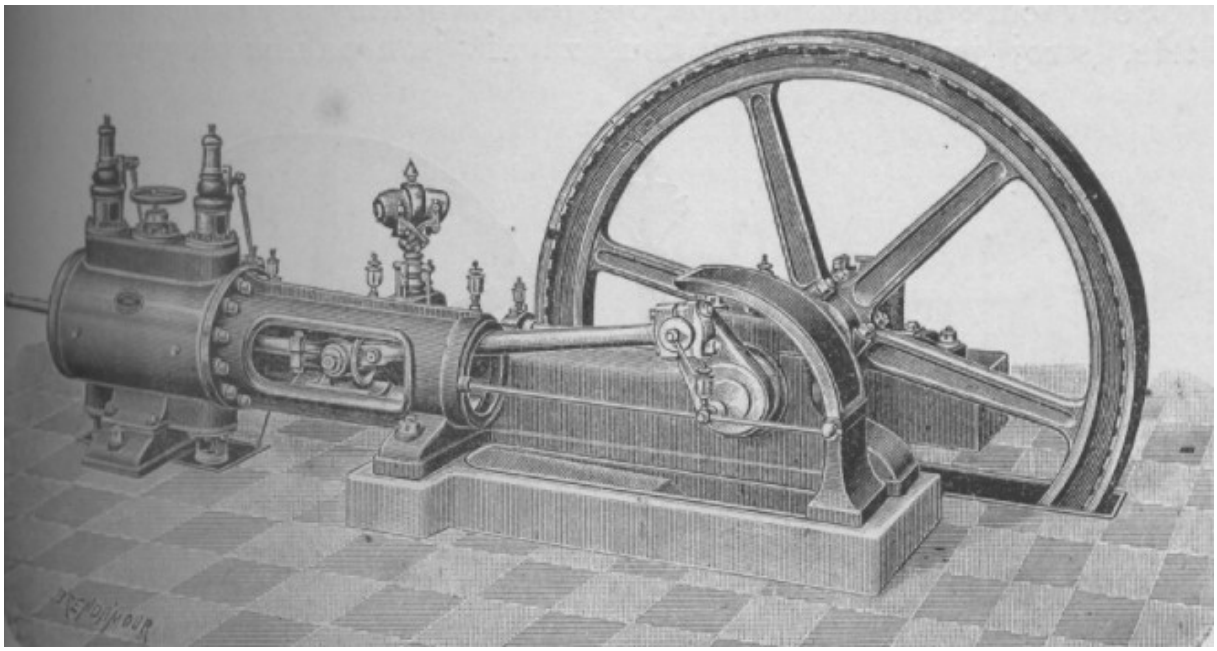
V 60. letech 18. století James Watt zdokonalil parní stroj, díky čemuž došlo k masovému nasazení v různých oblastech – od dolů až po parní dopravu. Tehdy, v roce 1804, vznikla první parní lokomotiva, kterou sestrojil Richard Trevithick. V tomto období probíhal rozmach výstavby lodí na parní pohon. Rychlý přenos zpráv zajišťoval elektrický telegraf.

Došlo k rapidnímu nárůstu produktivity práce díky zavádění nových způsobů v zemědělství – střídavé obdělávání polí a zavádění strojů do zemědělství. Důležitým pojmem tohoto období je industrializace, což znamená přeměna agrární země na průmyslovou.

Revoluce měla mimo jiné obrovský dopad na společnost. Zdvojnásobil se počet obyvatel Anglie a zároveň se snížila úmrtnost díky lepším hygienickým podmínkám, menšímu hladu a lepší lékařské péči. Obživu obyvatel zajistila agrární revoluce a práci poskytovala průmyslová revoluce. Došlo k vysoké urbanizaci – vznikala velká městská průmyslová centra, kam se lidé z venkova stěhovali. Pro tuto dobu byly typické továrny s vysokými kouřícími komíny. Díky rozvoji obchodu se stavěly nové obchodní cesty – silnice, železnice, mosty, kanály a průplavy. Mezi nejvyspělejší města patřily Manchester, Liverpool, Birmingham a Glasgow.

Na konci 18. století došlo k rozbíjení strojů dělníky. Obávali se, že kvůli strojům budou bez práce a na stroje nahlíželi jako na příčinu své bídy. Toto dělnické počínání bylo nazváno luddismem. Na začátku 20. století začínalo dělnické sebeuvědomění, kdy se dělnictvo stalo zvláštní společenskou třídou a zanedlouho na to vznikly první odbory, které hájily zájmy dělníků. Odbory vyjednávaly např. délku pracovní doby a výši mezd. V 60. letech začaly vznikat politické strany dělnictva, které se snažily získat zastoupení v parlamentu. [26]

Obrázek 2: Parní stroj [35]



1.1.1 První průmyslová revoluce na území České republiky

V době první průmyslové revoluce existovala Rakouská monarchie. Na českém území došlo k nárůstu obyvatel z 5 miliónů na 6 miliónů, a to od roku 1818 do 1830. Zlepšilo se technické vzdělání a rozvoj techniky v oblasti železniční a říční dopravy. Mezi české vynálezy patří lodní šroub a ruchadlo. Stavěly se první moderní strojírenské dílny v Praze, Brně a Liberci. V severních Čechách, v Praze a Brně se rozšiřovala textilní výroba. Na Ostravsku se začalo těžit kamenné uhlí a vyrábět železo. Roku 1821 bylo poprvé v celé monarchii vytaveno železo kamenouhelným koksem v železárnách hraběte Kašpara Šternberga v Darové u Rokycan. Téhož roku se začaly stavět první válcovny v Ondřejovicích u Zlatých hor, Blansku, Vítkovicích, atd. V roce 1828 byly založeny železárny v Ostravě – Vítkovicích, které jsou dnes kulturní památkou. V roce 1836 byla postavena první koksovací vysoká pec v monarchii.

Docházelo k vývinu domácího finančního sektoru. Vznikla první česká spořitelna Spořitelna česká roku 1825 a o pár let později vznikla první česká pojišťovna Česká vzájemná pojišťovna.

Také se začal rozvíjet papírenský průmysl. V roce 1833 vznikla první papírna v Císařském Mlýně v pražském Bubenči.

V roce 1842 byl v Plzni založen měšťanský pivovar (budoucí Prazdroj), jeden z nejúspěšnějších podniků. Téhož roku v něm sládek Josef Groll uvařil první pivo plzeňského typu na světě. [28]

V tomto období byla v Českých zemích nejnižší zaměstnanost v zemědělství v rámci monarchie. Ekonomiku monarchie ovlivňovali následující faktory:

- Absence kolonií – znamenalo menší trh.
- Pozdější nástup industrializace – uplatňovala se nerovnoměrně od západu po východ. Některé oblasti byly v industriálním vývoji opožděny až o 100 let.
- Pomalé tempo rozvoje ekonomiky – znamenalo zaostávání:
  - malé zdroje surovin,
  - přebytek levné pracovní síly, z toho důvodu nebylo třeba nakupovat drahé stroje,
  - pomalý rozvoj trhu,
  - nedostatek kapitálu,
  - nepříznivý dopad politického uspořádání a systému. [26]

1.2 Druhá průmyslová revoluce

Druhá průmyslová revoluce se datuje na konci 19. století a počátku 20. století. Je spojována s využitím nových materiálů a nových zdrojů energie – elektřina a spalovací motory, novými výrobními postupy, vznikem montážních linek a lepší organizace práce. Organizací práce se zabýval Frederick Taylor, který dokázal zvýšit produktivitu v továrnách až stonásobně. Jeho zásady organizace práce spočívaly v přesném stanovení pracovního postupu a úkolové mzdy. Tyto zásady se používají se dodnes.

Důležité jsou roky 1870 a 1879, nejdříve v roce 1870 vznikla první montážní linka a tím začala dělba práce ve společnosti Cincinnati. A v roce 1879 došlo k významnému milníku ve vývoji společnosti, T. A. Edison vynalezl žárovku. Mezi další vynálezy této doby patří dynamit, telefon, vzducholoď atd.

Někdy je druhá průmyslová revoluce nazývána jako technickovědecká revoluce. Darwin přišel se svou evoluční teorií. Ve fyzice Newton prosadil mechanické pojetí přírody, objev mikroskopu umožnil poznávání toho, co člověk pouhým okem nevidí. Byly objeveny rentgenové paprsky, vlastnosti radioaktivity. Max Planck představil kvantovou teorii a Albert Einstein teorii relativity. Sigmund Freud pohlédl do lidského nitra pomocí teorie nevědomí, tzv. psychoanalýzy. Díky novým vynálezům došlo ke změně způsobu života a životních priorit.

Dochází k propojování vědy a techniky. Výsledky přírodních věd byly uplatňovány v průmyslu. Tím vznikly nové materiály, které nahrazovaly ty přírodní – umělá hnojiva, barviva, léčebné látky. Po vynálezu spalovacího motoru se začala uplatňovat nafta. Vyráběly se elektromotory. Elektřina se začala uplatňovat při osvětlení měst, v městské dopravě (tramvaje) a při komunikaci (telefony). Rozvíjely se přírodní a humanitní vědy, vznikaly první vědecké instituce, sdružení a nadace. V roce 1901 se začaly udělovat Nobelovy ceny.

Jednotlivci neměli dostatek prostředků, aby zaváděli elektrické a nové technologie, a proto se museli sdružovat do monopolu. Monopol je sdružení podniků v jednom oboru nebo příbuzných oborech, tím získávají výhradní právo na výrobu, cenu a trh konkrétního výrobku.

Díky velké koncentraci bank a výroby vznikal finanční kapitál. Banky byly spolumajiteli podniků a podnikatelé spolumajiteli bank. V čele podniků a bank byla finanční oligarchie, což byla privilegovaná vrstva. Začala růst nabídka zboží, naopak poklesla poptávka. Vznikal volný kapitál, který byl nutný k vývozu. Státy vyvážely kapitál do svých kolonií na budování průmyslu. V koloniích byla levná pracovní síla a suroviny. Nebo byl kapitál propůjčován zaostalým zemím za vysoký úrok (lichvářství). Rostl boj mezi velmocemi a územními koloniemi. Tento problém odstartoval první světovou válku. [27]

1.2.1 Druhá průmyslová revoluce na území České republiky

Území Čech se také dotkly nové technologie této doby. První telegraf u nás byl zřízen v roce 1846 z Vídně do Brna a prvotně byl určen k úředním účelům. Pro soukromé účely byl poprvé použit v roce 1850. Do začátku 1. světové války vzniklo na našem území 1 700 telegrafních stanic.

V ekonomice rostla role komunikace a tím pádem i pošty. Téhož roku 1850 byly vydány první poštovní známky v Rakousku, poštovní poukázky a o rok později i vlaková pošta. První telefonní vedení bylo zavedeno v roce 1881 v Praze, o 2 roky později byla telefonní síť rozšířena i do dalších měst – Brno, Liberec a Plzeň. Na začátku války bylo na českém území 35 000 telefonních stanic.

Pro český průmysl byl důležitý chemický průmysl. S rozvojem dopravy se v Čechách vyráběly železniční vagóny (nákladní i osobní), tramvaje, lokomotivy.

Roku 1869 vznikla v Praze banka – Živnostenská banka, která se stala hlavním centrem českého kapitálu. O dva roky později byla založena pražská burza.

Ze strojírenských továren byly založeny v roce 1859 Valdštejnské strojní závady v Plzni, které o deset let později převzal měšťanský podnikatel Emil Škoda, který z nich do konce století vytvořil strojírenský gigant. Na konci století v České republice započal automobilový průmysl. Kořeny sahají ke značce President, což byly automobily se spalovacím motorem. V roce 1899 mladoboleslavská továrna Laurin a Klement začala vyrábět motocykly Slavia. Do začátku války v českých zemích jezdilo 2 500 automobilů a 4 000 motocyklů.

Co se týče vynálezu elektřiny, roku 1880 bylo elektrické osvětlení zavedeno v první továrně, v židlochovickém cukrovaru. První veřejně osvětlené město bylo v roce 1888 Jindřichův Hradec. [28]

1.3 Třetí průmyslová revoluce

Datování třetí průmyslové revoluce je sporné. Přechod od mechanismů k automatům byl výsledkem přirozené evoluce než skutečnou revolucí. Počátek se nejčastěji datuje k roku 1969, kdy byl vyroben první programovatelný logický automat (PLC). Jedná se o první malý průmyslový počítač pro automatizaci procesů v reálném čase. Je to tedy éra automatizace, elektroniky a informačních technologií. Oproti čtvrté průmyslové revoluci zde chybí síťové synergetické efekty.

Další éra průmyslové revoluce se pojí k rozšíření internetu. Internet v podstatě existuje již od roku 1962, ale až v roce 1987 vznikl pojem „Internet“. K jeho komercializaci došlo až v roce 1994. Od té doby lze říci, že internet proniká do všech oblastí lidské činnosti. Od konce 90. let byl zachycen obrovský nárůst uživatelů internetu, který dnes dosahuje cca miliardy. [1]

1.4 Čtvrtá průmyslová revoluce

V dnešní, a hlavně v budoucí, době se k internetu připojují nejen lidé, ale také stroje a věci. Vznikají virtuální světy, které simulují reálný svět – hovoříme o kyberfyzických systémech. Díky kybernetickým systémům vzniknou chytré továrny, kde roboti převezmou monotónní a stereotypní činnosti, které doposud vykonávali lidé. O čtvrté průmyslové revoluci se hovoří od roku 2011 a minimálně 30 let se o ní hovořit bude. Zde tedy vzniká pojem „Průmysl 4.0“ (dále jen P4.0). [1]

V dnešní době je zcela běžné využívat internet, kde dochází k propojení věcí, lidí a služeb a s tím souvisí generování obrovského množství dat (ať už při komunikaci člověk-člověk, stroj-člověk, člověk-stroj, nebo stroj-stroj).

Čtvrtá průmyslová revoluce se však nebude týkat pouze průmyslové výroby, ale bude se prolínat i do dalších oblastí, jako je například trh práce, sociální systém, věda a výzkum, vzdělávací systém, právní rámec, bezpečnost atd. Dá se říci, že jde o novou filozofii přinášející celospolečenskou změnu.

1.5 Shrnutí stavu průmyslu v České republice

Průmyslová výroba má na území České republiky (dále jen ČR) hluboké historické kořeny. V dobách Rakouska-Uherska tvořily české země průmyslovou základnu. Po rozpadu Rakouska-Uherska v Československu zůstalo cca 70 % průmyslových podniků z celého mocnářství. Po vzniku samostatné Československé republiky se zde průmysl rozvinul natolik, že se řadil mezi průmyslově nejrozvinutější státy světa. V roce 1920 bylo minimální zpoždění za průmyslovým světem při nástupu 2. průmyslové revoluce, která se týkala nastolení hromadné výroby.

Po roce 1950 existovalo jenom několik konkurenceschopných průmyslových odvětví. Od roku 1990 ČR dohání svět 3. průmyslové revoluce. Průmysl tvoří 35 % českého hospodářství a zaměstnává přes 40 % ekonomicky aktivních obyvatel. Mezi hlavní pilíře průmyslu patří strojírenský, hutnický, chemický a potravinářský průmysl.

ČR patří k zemím s nejdelší průmyslovou tradicí a velkou ambicí je, aby její budoucnost byla dále spojena s průmyslem. Proto je čtvrtá průmyslová revoluce pro Česko velkou výzvou, a především možností udržet se a posílit dlouhodobou konkurenceschopnost v globálním konkurenčním prostředí.

Prvky P4.0 se čeští odborníci zabývají již od 90. let. Od roku 2013 je stabilně rostoucí průmyslová výroba, zejména motorových vozidel, přívěsů a návěsů, pryžových a plastových výrobků, elektrických zařízení, elektronických a optických přístrojů a zařízení.

2 Charakteristika konceptu Průmysl 4.0

Díky rychlému vývoji nových technologií se tvoří nová filozofie přinášející celospolečenskou změnu zasahující celou řadu oblastí – od průmyslu, přes technickou standardizaci, bezpečnost, vzdělání, právo, vědu a výzkum, trh práce, sociální systém atd.

Koncept P4.0 se považuje za klíč k zajištění vyšší efektivity a flexibility výrobních firem v budoucnu. Stává se nedílnou součástí lidského života, stává se akcelerátorem výrobních procesů a s pojmy jako je digitální továrna, internet věcí, internet služeb, internet lidí tvoří budoucnost, kam se bude ubírat strojírenská výroba i navazující obory.

Pro P4.0 existují relativní termíny jako „průmyslový internet“ nebo „digitální fabrika“. Žádný z těchto termínu však neposkytuje kompletní pohled na situaci. Koncept P4.0 se zaměřuje na digitalizaci všech fyzických aktiv a integraci do digitálního ekosystému včetně obchodních partnerů v rámci hodnotového řetězce.

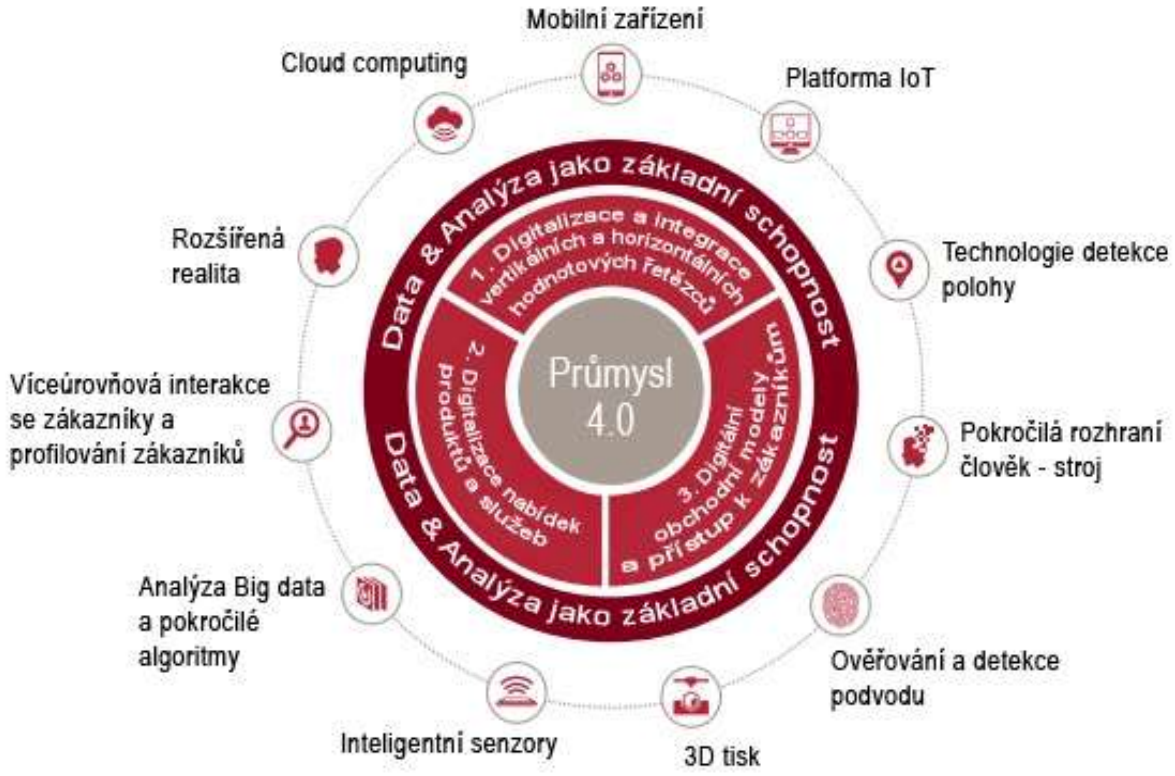
P4.0 se opírá o následující „pilíře“:

1. **Digitalizace a integrace horizontálních a vertikálních hodnotových řetězců**
   Digitalizace a integrace vertikálních procesů napříč celou organizací, od vývoje produktů, nákupu, managementu, přes výrobu, logistiku a služby. Vertikální procesy budou propojeny s horizontálními v rámci firemních systémů, které budou mít možnost v reálném čase reagovat na měnící se poptávku po produktech a službách. Horizontální integrace spočívá ve spojení s dodavateli, zákazníky a ostatními klíčovými partnery. Veškerá data o operacích a plánování procesů je možné mít v reálném čase a při využití podpory rozšířené reality je možná neustálá optimalizace výrobních procesů.
2. **Digitalizace produktů a nabízených služeb**
   Budou vznikat tzv. chytré produkty, které budou jednoznačně identifikovatelné a lokalizovatelné. Digitalizace produktů spočívá v rozšíření stávajících výrobků, například přidáním chytrých senzorů nebo komunikačního zařízení, které lze použít s analytickými nástroji dat. Dále ve vytvoření nových digitalizovaných produktů, které se zaměřují na zcela integrované řešení.
   Díky integraci nových metod ke sběru dat a analýzy dat, jsou společnosti schopny získat informace o použití výrobku, tím budou znát nejen jeho historii a aktuální stav, ale také alternativní cesty ke zdokonalení produktu tak, aby splňovaly rostoucí potřeby koncových zákazníků. Touto cestou bude na firmy kladen tlak ze strany spotřebitele, aby byly flexibilní a vyráběly produkty na míru v relativně krátkém čase. Tomu napomůže vhodný software (dále jen SW), kde bude možné provádět virtuální prototypování – tedy virtuální návrhy nejen výrobků, ale i výrobních prostředků a procesů.
3. **Digitalizace podniků a přístup k zákazníkům**
   Tyto technologie se využívají již dnes. Velmi úzce tento pilíř souvisí s Internetem věcí (dále jen IoT) a Internetem služeb (dále jen IoS). V zákaznickém segmentu se již například využívají systémy CRM (Customer Relationship management), který integruje sociální sítě a analýzu dat, zejména v elektronickém obchodování. Sociální sítě a dostupné informace na internetu zvýšily nároky zákazníků na rychlost dodání a kvalitu produktů. Zákazníci na sociálních sítích mimo jiné hodnotí výrobky firem a poskytují recenze. Nabízených služeb prostřednictvím marketingu na internetu je velmi hodně – oblečení,

automobily, cestování, finanční služby, zaměstnání, elektronika atd. Pokud se firmy nechytnou tohoto trendu a nevyužijí možnosti komunikace se zákazníky touto cestou, hrozí zde velké riziko z pohledu vztahu s veřejností nebo zastarání marketingu. [8]

Na Obrázku 3 je znázorněn rámec P4.0. Aby mohl být koncept realizován, je zapotřebí realizovat 3 pilíře, které jsou popsány v předchozím odstavci: digitalizace a integrace horizontálních a vertikálních hodnotových řetězců, digitalizace produktů a nabízených služeb a digitalizace podniků a přístup k zákazníkům, za pomoci chytrých technologií jako jsou například: 3D tisk, senzory, analýza velkých dat, autonomní roboty, komunikační infrastruktura, datová úložiště a cloudové výpočty, virtuální a rozšířená realita, detekce polohy, mobilní zařízení, pokročilé rozhraní člověk-stroj, autentičnost, detekce podvodů, víceúrovňové interakce se zákazníky a profilování zákazníků.

Obrázek 3: Rámec Průmyslu 4.0 včetně digitálních technologií, vlastní zpracování dle [8]



Jinými slovy dochází k přechodu od samostatných automatizovaných jednotek na plně integrovaná automatizovaná a průběžně optimalizovaná výrobní prostředí. Vzniknou nové globální sítě založené na propojení výrobních zařízení do kyberneticko-fyzických systémů – CPS (Cyber-Physical Systems). CPS budou základním stavebním prvkem „inteligentních továren“, budou schopny autonomní výměny informací, vyvolání potřebných akcí v reakci na momentální podmínky a vzájemné nezávislé kontroly. Senzory, stroje, dílce a IT systémy budou vzájemně propojeny v rámci hodnotového řetězce přesahujícího hranice jednotlivé firmy. Takto propo-

jené CPS na sebe budou pomocí standardních komunikačních protokolů na bázi internetu vzájemně reagovat a analyzovat data, aby mohly předvídat případné chyby či poruchy, konfigurovat samy sebe a v reálném čase se přizpůsobovat změněným podmínkám. [5]

Při budování P4.0 jsou povinné následující principy:

1.) **Interoperabilita** = schopnost CPS, lidí a všech komponent „chytré fabriky“ spolu komunikovat prostřednictvím IoT a IoS.

2.) **Virtualizace** = schopnost propojování fyzických systémů s virtuálními a simulačními nástroji. Každá fyzikální jednotka může mít svoji virtuální interpretaci v podobě autonomního kusu kódu, nebo modelového softwaru.

3.) **Decentralizace** = rozhodování a řízení probíhá autonomně a paralelně v jednotlivých subsystémech.

4.) **Schopnost pracovat v reálném čase** = dodržení požadavku reálného času je klíčovou podmínkou pro libovolnou komunikaci, rozhodování a řízení v systémech reálného světa.

5.) **Orientace na služby** = preference výpočetní filosofie nabízí a využívá standardních služeb, to vede na architektury typu SOA (Service Oriented Architectures). Jednotlivé autonomní jednotky si vyvolávají služby po jednotkách jiných, tuto funkci také poskytuje IoT a IoS.

6.) **Modularita a rekonfugurabilita** = systémy P4.0 by měly být maximálně modulární a schopny autonomní rekonfigurace na základě automatického rozpoznání situace. Modularita spočívá v připojení nového zařízení do komunikační sítě, který relevantním součástem poskytne informace o sobě. Relevantní součásti si tuto informaci „zaznamenají“ a ví, že se na tento stroj mohou obrátit (například pokud jiný stroj ztratí komunikační schopnost). Rekonfugurabilita spočívá v tom, že se systém sám rekonfiguruje, pokud právě bude odepsán nějaký jiný stroj (opravy, odpojení).

2.1 Slovník základních pojmů v oblasti Průmysl 4.0

Spolu s novými technologiemi se také vytváří nová terminologie. K pochopení celé koncepce P4.0 je nutné některé pojmy stručně vysvětlit.

Aditivní výroba
Proces, při kterém se prostřednictvím specifického zařízení vytváří trojrozměrné objekty z vhodného materiálu. Tisk po vrstvách je řízen ovládací elektronikou na základě programové předlohy. Zjednodušeně se někdy pro aditivní výrobu používá termín 3D tisk.

Analýza Velkých dat

Postupy a nástroje, s jejíž pomocí lze získávat, třídit a analyzovat velké datové soubory a nacházet v nich souvislosti. Může se jednat o data zachycující vývoj trhu atd.

Autodiagnostika

Schopnost zařízení nebo systému autonomně a průběžně monitorovat a testovat svoji funkčnost.

Autokonfigurace

Schopnost zařízení nebo systému nakonfigurovat své pracovní nastavení automaticky, aniž by byla vyžadována nějaká další interakce ze strany uživatele.

Automatizace

Použití samočinných řídicích systémů k řízení technologických zařízení a procesů. Snižuje potřebu přítomnosti člověka při vykonávání určité činnosti.

Autonomní systém (robot)

Systém či zařízení, které operuje samostatně (autonomně – neřídí je v reálném čase člověk) na základě svého vnitřního SW a které plní cíle zadané provozovatelem. S rozvojem technologií však v budoucnu půjde i o roboty schopné se učit a v takovém případě by slovo autonomní mohlo významně rozšířit svůj význam.

Autooptimalizace

Vlastnost zařízení nebo systému autonomně a průběžně adaptovat své nastavení s cílem optimalizovat svoji činnost.

Cloudové výpočty (Cloud computing)

Cloud computing je na internetu založený model vývoje a používání počítačových technologií. Jedná se o poskytování služeb či programů servery dostupnými z internetu s tím, že uživatelé k nim mohou přistupovat vzdáleně, například pomocí webového prohlížeče či elektronické pošty. Principem u produktů a služeb v cloud computingu je to, že uživateli propůjčují výpočetní výkon serverů. Nabídka aplikací se pohybuje od kancelářských aplikací, přes operační systémy provozované v prohlížečích, jako je například eyeOS, Cloud nebo iCloud. Viz kapitola 2.2.4.

Digitální ekonomika

Proces, který prostupuje celou společností a je provázán s koncepcí informační společnosti. Umožňuje některé aktivity z běžného života přesunout na internet při snížení nákladů a zvýšení pohodlí. V současné době je ústředním tématem digitální ekonomiky například oblast státní správy (e-government).

ERP (Plánování podnikových zdrojů)

Někdy též podnikový informační systém, je označení systému, jímž podnik (nebo organizace) za pomocí počítače řídí a integruje všechny nebo většinu oblastí své činnosti, jako jsou plánování, zásoby, nákup, prodej, marketing, finance, personalistika atd. Každý organizační útvar typicky potřebuje svou vlastní aplikaci schopnou plnit jeho potřeby. S ERP každý útvar takovou aplikaci dostane, ale je to navíc aplikace, která umí komunikovat a sdílet informace se všemi ostatními v rámci celé organizace. Pojmem ERP se současně označuje i SW, který toto vše zajišťuje.

Hodnototvorný model P4.0

Model tvorby hodnot podniku založený na propojení digitálního a fyzického prostředí průmyslové produkce a zahrnující veškeré předvýrobní, výrobní i povýrobní etapy, které souvisí s průmyslovou produkcí a doprovodnými službami.

Index připravenosti pro P4.0

Pro porovnání předpokladů různých zemí a poskytnutí vzhledu do klíčových faktorů ovlivňující schopnost země využít technologie P4.0 vyvinula poradenská firma Roland Berger Index připravenosti pro P4.0. Tento index je kombinací: 1. průmyslové excelence = sofistikovaností výrobních procesů, stupněm automatizace, kvalitou a znalostmi pracovní síly a intenzitou inovací; 2. hodnotového systému = kvalitou tvorby přidané hodnoty, otevřeností průmyslu, inovačními sítěmi a využíváním internetu.

Každá kategorie je měřena na pěti bodové škále. Kombinace obou kategorií definuje pozici země v rámci indexu připravenosti.

Inteligentní produkt

Výrobky, aktiva nebo jiné věci obsahující procesor, senzory, SW a připojení, které umožňuje výměnu dat mezi výrobkem a prostředím, výrobcem, uživatelem a dalšími produkty a systémy. Připojení umožňuje další schopnosti výrobku, aby mohl existovat i mimo fyzický produkt, známé jako produktový cloud. Data z těchto výrobků mohou být dále analyzována a používána pro další rozhodování, řízení operativní efektivity a průběžného zlepšování výkonu či vlastností produktu.

Inteligentní senzor

Zařízení, které sbírá informace z okolního prostředí a pomocí zabudované výpočetní kapacity provádí předdefinované funkce při detekci specifických vstupů a poté data zpracuje před tím, než je v komprimované podobě pošle dál. Inteligentní senzory umožňují přesnější a automatizovaný sběr dat z prostředí a sníženou chybovost šumu mezi zachycenými daty. Tato zařízení jsou používána pro monitorovací a kontrolní mechanizmy v širokém spektru prostředí od chytrých sítí, bojových průzkumných systémů až po vědecké výzkumné aplikace. Příklady senzorů: kamera, fotoaparát, mikrofon, parkovací senzor, snímač teploty, snímač průtoku, senzor pohybu, senzor větru atd.

Internet lidí

Je založen na osobních elektronických, zpravidla nositelných zařízeních připojených na internet.

Internet služeb

Propojení služeb založených na webu či internetu a služeb v reálném světě. Viz kapitola 2.2.3.

Internet věcí

Propojení vestavěných zařízení s internetem. Objekty, které obsahují vestavěnou technologii pro vnímání, komunikaci a interakci jejich interního stavu nebo stavu externího prostředí, tvoří navzájem síť. Propojení zařízení by mělo být bezdrátové a mělo by přinést nové možnosti vzájemní interakce nejen mezi jednotlivými systémy, ale také přinést nové možnosti jejich decentralizovaného ovládání, sledování a zajištění pokročilých služeb. Například pomocí bezdrátového přenosu dat můžeme díky instalované aplikaci v mobilním telefonu a využitím GPS sledovat svůj sportovní výkon. Viz kapitola 2.2.2.

Kryptoměna (Bitcoin)

Transparentní digitální měna, která díky zpracovávání v distribuovaném databázovém prostředí umožňuje jednotlivým zařízením komunikovat mezi sebou s nezrušitelnou transakční historií.

Kybernetika

Věda, která se zabývá obecnými principy řízení a přenosu informací ve strojích, živých organismech a společenstvích. K popisu používá zejména matematický aparát. Je založena na poznatku, že některé procesy probíhají v živých organismech či sociálních systémech. Jsou popsány stejnými rovnicemi jako analogické procesy v technických zařízeních.

Kyberneticko-fyzické systémy (CPS)

Systém složený z fyzických entit, řízený a monitorovaný počítačovými programy. CPS monitoruje fyzické procesy, vytváří virtuální kopie a realizuje decentralizovaná řešení včetně decentralizovaného řízení. Řídit tento složitý systém lze za předpokladu, že každá jednotka v systému

se chová autonomně, vyjednává s ostatními a nepodléhá žádnému rozhodovacímu elementu. CPS se opírají o propojení technologie Internet věcí a Internet služeb. Viz kapitola 2.2.1.

Kybernetická bezpečnost

Odvětví výpočetní techniky známé jako informační bezpečnost, uplatňované jak u počítačů, tak i sítí. Cílem je ochrana informací a majetku před krádeží, zneužití, korupcí, přičemž informace a majetek musí zůstat přístupné a produktivní pro jeho předpokládané uživatele.

Prediktivní údržba

Při zavedení prediktivní údržby se statisticky analyzují data ze senzorů, řídících jednotek, zpráv opravářů, reklamací, ze statistiky nekvalitních výrobků, z údajů o personálním obsazení a dalších zdrojů dat o faktorech, které mají vliv na provoz. Dle zjištěných dat, korelací a kauzalit mezi jednotlivými faktory se přistupuje k plánované údržbě a výměně dílů před ukončením jejich životnosti.

RFID (Radiofrekvenční identifikace)

Bezdotykový automaticky identifikační systém sloužící k přenosu a ukládání dat pomocí elektromagnetických vln. Údaje potřebné pro identifikaci a další popis sledovaného předmětu jsou ukládány v digitální podobě do datových nosičů (transponderů, tagů), ze kterých mohou být opakovaně načítány, případně dále přepisovány pomocí elektromagnetických vln.

Robotika

Věda o robotech, jejich designu, výrobě a aplikacích. Robotika úzce souvisí s elektronikou, mechanikou a SW.

Rozšířená realita

Rozšířená, rozšiřující nebo augmentovaná realita je skutečná realita obohacena o digitální prvky. Jedná se například o video záznam s doplňujícími informacemi (text, zvuky atd.). Vše se děje v reálném čase.

Standard Průmyslu 4.0

Soubor pravidel pro výkon odborných činností spojených s životním cyklem výrobku (služby), který vzniká v průmyslu a je vhodným způsobem uveřejněn. Vytváření standardu P4.0 je proces zavádění výrobních prostředků a odpovídajících informačních a komunikačních technologií, včetně jeho právního, organizačního, znalostního a technického zajištění tak, aby byly pokryty všechny etapy a činnosti životního cyklu výrobku (služby).

Umělá inteligence

Obor zabývající se tvorbou strojů vykazující známky inteligentního chování. Definice pojmu „inteligentní chování“ je stále předmětem diskuse.

Velká data (Big Data)

Jedná se o technologii pro práci s velkými daty. Označují soubory dat, jejichž velikost je mimo schopnosti zachycovat, spravovat, zpracovávat data běžně používanými SW a hardwarovými prostředky v rozumném čase.

Virtuální prototypování

Virtuální metoda, která umožňuje jednoduché testování doby odezvy, opakovatelnost a optimalizace. Pojem lze chápat jako projekt či návrh prototypu výrobku v digitálním prostředí. Umožňuje pomocí grafických programů otestovat a posoudit výrobek ještě před jeho skutečnou realizací.

2.2 Základní technologické pilíře Průmyslu 4.0

Pro koncepční řešení projektů P4.0 je klíčovým aspektem to, že autonomní jednotku v rámci složitého výrobního systému tvoří nejen výrobní úseky, výrobní stroje a jejich nástroje, ale také manipulační vozíky a pásy, roboti, výrobky, částečně zpracované výrobky, dávky vstupního materiálu. Za součást výrobního systému jsou považováni i lidé. Očekává se, že všechny tyto autonomní jednotky mohou spolu nepřetržitě a flexibilně komunikovat, vyjednávat a spolupracovat. Aby k takové silné komunikační a interakční spolupráci mohlo docházet, měly by být všichni aktéři reprezentovány SW moduly. Vzniká tak představa o propojení dvou světů – světa reálných fyzických objektů (strojů, zařízení, robotů, výrobků, lidí) a světa virtuálního, kde může být každá fyzická jednotka virtuálně reprezentována, zastupována a její chování simulováno SW modulem. Výrobek je prezentován svým digitálním dvojčetem, díky čemuž je schopen aktivně sdělovat, co na něm již bylo provedeno, co jej čeká a jaký má následovat postup. Ve skutečnosti bude komunikovat digitální dvojče výrobku se SW zástupcem stroje, přičemž budou vycházet z reálných objektů, tedy z jejich stavů snímaných různými senzory. Každé digitální dvojče je tvořeno tzv. informačním kontejnerem, který obsahuje konstrukční data výrobku, technologické postupy výroby nebo údaje o dostupnosti konkrétního strojního vybavení atd.

Aby tento koncept mohl fungovat, je zapotřebí realizovat základní technologické pilíře – kyberneticko-fyzické systémy, Internet věcí, Internet služeb a Cloud computing. [5]

2.2.1 Kyberneticko-fyzické systémy

CPS je mechanismus řízený nebo monitorovaný algoritmy založenými na počítači, těsně integrovaný do internetu a do jeho uživatelů. V CPS jsou fyzické a SW komponenty hluboce propojeny, z nichž každý pracuje v různých prostorových a časových měřítcích, vykazuje různé a odlišné způsoby chování a interaguje mezi sebou nespočetnými způsoby, které se mění s kontextem. Systémy CPS zahrnují inteligentní síť, autonomní automobilové systémy, lékařské monitorování, systémy řízení procesů, robotické systémy a automatickou pilotní avioniku.

CPS zahrnuje transdisciplinární přístupy, sloučení teorie kybernetiky, mechatroniky, designu a procesní vědy. Kontrola procesu je často označována jako vestavěný systém. U vestavěných systémů je kladen důraz spíše na výpočetní prvky a méně na intenzivní vazbu mezi výpočetními a fyzickými prvky. Koncept CPS je úzce spjat s koncepty robotiky a senzorových sítí s inteligenčními mechanismy. Pokračující pokrok v oblasti vědy a inženýrství zlepší propojení mezi výpočetními a fyzickými prvky prostřednictvím inteligentních mechanismů, což výrazně zvýší adaptabilitu, autonomii, efektivitu, funkčnost, spolehlivost, bezpečnost a použitelnost kybernetických systémů. Tím se rozšíří potenciál kybernetických a fyzických systémů v několika dimenzích, včetně zásahu (např. vyhýbání se kolizím), přesnosti (robotická nanoúrovňová výroba), operací v nebezpečných nebo nepřístupných prostředích (např. vyhledávání a záchrana, hašení požárů a hlubinné výzkumy), koordinaci (např. řízení letového provozu, bojová válka), efektivnosti (např. budovy s nulovou čistou energií) a posílení lidských schopností (např. monitorování a poskytování zdravotní péče).

Podkategorií kybernetických systémů jsou mobilní kybernetické fyzické systémy, ve kterých je fyzikální systém, mají vlastní mobilitu. Příklady mobilních fyzických systémů zahrnují mobilní robotiku a elektroniku přepravovanou lidmi nebo zvířaty. V této podkategorii vzrostla popularita smartphonů. Platformy smartphonů jsou ideálními mobilními kybernetickými systémy z mnoha důvodů:

- Významné výpočetní zdroje, jako je schopnost zpracování, místní úložiště.

- Více senzorických vstupních i výstupních zařízení, jako jsou dotykové obrazovky, kamery, čipy GPS, reproduktory, mikrofon, světelné senzory, bezdotykové senzory.
- Více komunikačních mechanismů, jako jsou WiFi, 3G, EDGE, Bluetooth pro propojení zařízení s internetem nebo s jinými zařízeními.
- Programovací jazyk na vysoké úrovni, které umožňují rychlý vývoj mobilního SW CPS uzlu, jako je Java, Objective C, JavaScript, ECMAScript nebo C #.
- Snadno dostupné mechanismy distribuce aplikací, jako jsou například Android Market, Google Play a Apple App Store.
- Údržba a údržba koncového uživatele včetně častého opětovného nabíjení baterie.

Příklady mobilních kyberneticko-fyzických systémů zahrnují aplikace pro sledování a analýzu emisí CO_2, zjišťování dopravních nehod, sledování pacientů s kardiálními chorobami atd. [24]

2.2.2 Internet věcí

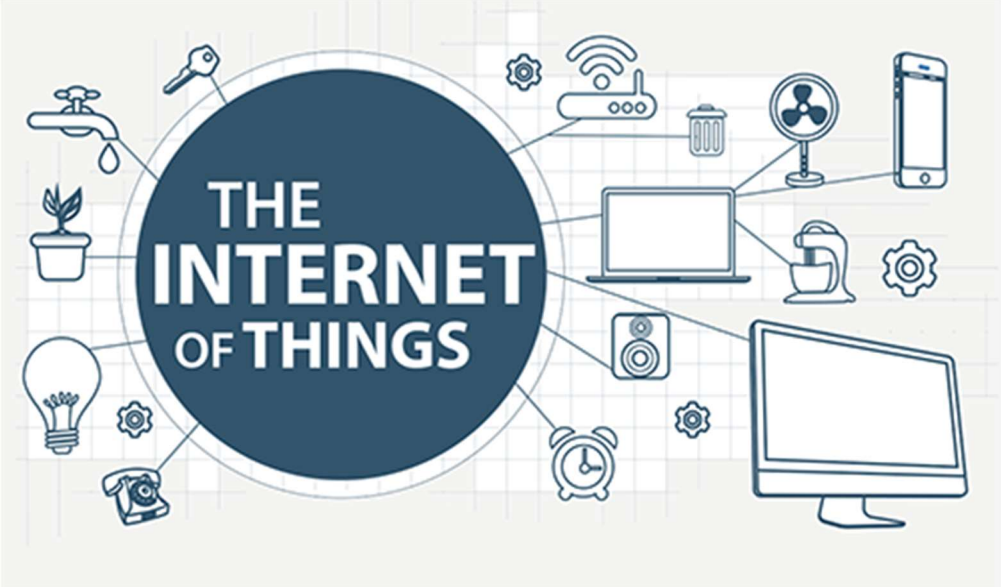
Internet věcí (anglicky Internet of Things, dále jen IoT) je v informatice označení pro propojení vestavěných zařízení s Internetem. Propojení zařízení by mělo být zejména bezdrátové a mělo by přinést nové možnosti vzájemné interakce nejen mezi jednotlivými systémy a též přinést nové možnosti jejich ovládání, sledování a zajištění pokročilých služeb. Principem je sběr dat z různých senzorů a čidel a sdílení těchto dat na internetu za účelem dalšího zpracování a vyhodnocování. Jednoduché grafické zpracování je na Obrázku 4.

Rozhraní IoT je rozhraní, na jehož základě je umožněna vzájemná spolupráce mezi jednotlivými subsystémy a jejich spolupráce s člověkem ve standardním formátu. Jak již bylo řečeno, jedná se o fyzické napojení na internet pomocí hardwaru určené k přímé komunikaci mezi fyzickými systémy. Díky tomuto rozhraní je možné, aby různé objekty byly řízeny na dálku přes internet díky vloženým čipům, senzorům a SW, při čemž je důležitá vzájemná konektivita jednotlivých zařízení. Ve výrobě je na internet napojeno každé výrobní zařízení, každý výrobek (i nedokončený) a každý nosič výrobku.

Termín IoT se poprvé objevil již v roce 1999. Dle firem zabývajících se průzkumem trhu a nových trendů má být počet zařízení na trhu, které jsou zapojeny do sítě IoT, v roce 2020 roven 26 – 30 miliardám, čili na každého člověka planety by měla připadat 4 taková zařízení. [30]

Pro komunikaci IoT, označované také zkratkou M2M (Machine-2-Machine Communication), je charakteristické využívání rádiového spektra. Zařízení M2M je rozmanitá množina datových stanic, které vzájemně předávají informaci přenášenou relativně malou přenosovou rychlostí mezi zařízeními či stroji, například do centrální databáze, nebo jde o komunikaci mezi zařízeními a člověkem. Využití M2M je od individuálního řízení domácnosti, přes senzory, kamerové dohledové systémy, zabezpečovací systémy až po systémy podílejících se na účtování dodávek v energetických sítích a jejich distribuovaném řízení. [5]

Obrázek 4: Jednoduché grafické zobrazení IoT [36]



2.2.3 Internet služeb

Základní myšlenkou internetový služeb (dál jen IoS) je systematicky využívat internet pro nové způsoby vytváření hodnot v odvětví služeb. Existují různé úhly pohledu, ze kterých se na tento přístup můžeme dívat.

Rozhraní IoS nabízí nejrůznější služby uvnitř organizace, nebo i napříč organizacemi. Každé zařízení je reprezentováno SW entitou, která si může vyvolat libovolnou službu. Prostřednictvím IoS je umožněn přístup k webovým stránkám a k datům v cloudech či jiných úložištích. Může běžet na stejném fyzickém procesoru, nebo na úplně jiném. Do IoS mohou patřit i chytrá zařízení, kde zákazník neplatí za hodnotu zařízení, ale za služby, které jsou spojené s funkcí tohoto zařízení. Příkladem je systém kouřové signalizace, kde zákazník neplatí za hodnotu samotných senzorů, instalační materiál atd., ale za služby, které se pojí k vyhodnocování zpětných vazeb, které senzory vysílají na centrálu, jsou monitorovány a v případě požáru upozorní záchranný systém. Propojením IoT a IoS vzniká kyberneticko-fyzikální prostor v němž jsou už jen nejasné hranice mezi reálným a virtuálním světem, které se dle potřeby posouvají.

2.2.4 Cloud computing = Big Data & Cloud

Cloud computing je na internetu založený model vývoje a používání počítačových technologií. Lze ho také charakterizovat jako poskytování služeb či programů servery dostupnými z internetu s tím, že uživatelé k nim mohou přistupovat vzdáleně, například pomocí webového prohlížeče nebo klienta elektronické pošty.

Principem u služeb a produktů v cloud computingu je to, že uživatelé propůjčují výpočetní výkon serverů. V mnoha případech se tak děje formou specializovaných aplikací, jejichž nabídka se pohybuje od kancelářských aplikací přes operační systémy, jako jsou např. eyeOS, Cloud či iCloud.

Většina internetových uživatelů cloudové služby využívá, mezi nejrozšířenější české poskytovatele patří Seznam.cz, Post.cz, nebo Ulozto.cz. Mezi zahraniční poskytovatele cloud computingu patří Gmail, Hotmail či RapidShare, Skype.

Mezi výhody Cloud computingu patří absence nutnosti znát principy funkčnosti SW a HW, efektivní řízení a práce díky dostupnosti dat odkudkoliv – růst produktivity práce ve firmách, jednoduchost uživatelského rozhraní, vyšší zabezpečení dat atd.

Nevýhodou je závislost na internetovém připojení, závislost na poskytovateli, odlišný právní řád poskytovatele a klienta, migrační náklady atd. [31]

Objem dat exponenciálně narůstá a tím i potenciální množství v nich obsažené využitelné informace, zatímco cena jejich snímání naopak ve většině oblastí rychle klesá. Schopnost získávat praktické informace a znalosti z těchto dat je stále omezená a většina takových znalostí zůstává obsažena v datech bez jakéhokoliv využití.

Zdroji **Big Data** neboli velkých dat jsou data z provozu na internetu, data z různých čidel sledujících výrobní proces a logistiku výrobních závodů, sociální sítě, inteligentní senzory a měřící sítě, CRM (Customer Relationship management) systémy, teleskopy, satelitní pozorování, lékařské obrazové systémy, genové analyzátory, bezpečnostní kamery.

Zpracování velkých dat v průmyslu slouží především k optimalizaci vlastní výroby, souvisejících služeb, podpůrných činností a distribuce. Analýza velkých dat zahrnující informace o aktuální spotřebě energie, opotřebení, prostojích apod. pomáhá dále zvyšovat dostupnost materiálu podle potřeby výroby a snižování nákladů na údržbu. Motivací pro nasazování těchto technologií je potřeba analýzy toků dat v reálném čase, případně s minimálním časovým zpožděním.

Veškerá komunikace, dojednávání, dohadování a koordinace mezi autonomními subsystémy se opírá o znalosti uchovávané v sémantických strukturách. Sémantické struktury snižují potřebu komunikovat. Na základě sdílení znalostí (například přesný popis výrobního postupu), nemusí každá autonomní jednotka nosit tyto informace v sobě. Toto je aktuálně slabé místo, dochází k přetěžování komunikační sítě, důležité informace čekají ve frontě, a tudíž nejsou předávány v reálném čase.

Nynější bariérou analýzy velkého objemu dat jsou limity běžných databázových nástrojů. Objem dat se popisuje na základě ukazatele 3V:

- Objem (volume) – předpokládá se, že do roku 2020 vzroste objem dat 50násobně. Pro zajímavost, v roce 2012 Facebook dosáhl objemu dat 100 PB.
- Rychlost (velocity) – ukládání a získávání dat například u detekce podvodů. Například při výběru hotovosti z bankomatu. Systém musí za relativně krátkou dobu rozhodnout, zda peníze vydá.
- Různorodost (variety) – velký problém dat je jejich nestrukturovanost, jedná se o 90 % přibývajících dat. Účelem získávání dat je jejich přeměna ve znalosti (případně moudrost), viz Obrázek 5. Proces přeměny dat probíhá odspodu nahoru. Přičemž data nejsou tolik důležitá oproti znalostem a moudrosti, ty jsou velmi důležitá.

Obrázek 5: Přeměna dat v moudra, vlastní zpracování

První využití velkých dat bylo pro účel online marketingu. Technologie velkých dat využívají Google, Amazon atd. Jedná se o cílení nabídky produktů v závislosti na chování uživatele. Pokud uživatel internetu vyhledává například zájezd k moři, budou se mu zobrazovat reklamy na další cestovní agentury, zájezdy do zahraničí.

Využití **cloud**ových řešení se opírá o široké možnosti využití pro růst produktivity a optimalizaci nákladů na IT nejen ve velkých firmách, ale i v malých a středních podnicích (dále jen MSP), pro než by budování vlastních datových a výpočetních center nebylo ekonomicky schůdné. Podniky mohou využívat služby datových a výpočetních center podle svých aktuálních potřeb s možností vysoké škálovatelnosti výpočetního výkonu vzhledem k objemu dat.

S tímto tématem úzce souvisí kybernetická bezpečnost – ochrana kritických průmyslových systémů a výrobních provozů před kybernetickou hrozbou Velký důraz musí být kladen na bezpečnou, spolehlivou komunikaci, sofistikovaný management identity a přístupové oprávnění jak strojů, tak uživatelů.

Cloudových služeb je na trhu ČR dostatek, tyto služby provozované českými subjekty jsou z pohledu cen a technického řešení na světové úrovni. V současné době je na území ČR pouze několik certifikovaných datových center. Jde převážně o datacentra velkých firem, často budovaných pouze pro vlastní potřebu. [5]

3 Stručný přehled českých poznatků

V této kapitole bude nejdříve prezentována aktuální situace v České republice, co se týče digitální ekonomiky a digitální společnosti, neboť je toto téma jádrem k rozvoji P4.0. Následně bude představena Národní iniciativa, která byla vydána na popud Ministerstva průmyslu a obchodu. Národní iniciativa je velmi stručný dokument, který podává obraz toho, jakých oblastí se P4.0 týká. Na základě národní iniciativy byla vydána kniha Průmysl 4.0 Výzva pro Českou republiku panem prof. Vladimírem Maříkem a jeho kolektivem. Tato kniha doplňuje národní iniciativu a má představit ideu P4.0 v ČR, ukázat možné směry jeho vývoje a představit návrhy opatření, která by mohla zkvalitnit ekonomiku i průmyslovou základnu naší země. Dále bude představena Iniciativa 202020.

Následně budou představeny Akční plány, které byly vydány Úřadem české vlády a několik analýz vydané Technologickou Agenturou ČR.

Akademická „půda“ již také zareagovala na P4.0. V srpnu 2016 pražské České vysoké učení technické jako první v zemi získalo akreditaci na nový obor P4.0, který se má zabývat propojením strojírenství a kybernetiky. Dále Vysoká škola Báňská a Vysoké učení technické v Brně aktuálně připravují obory, které by odrážely potřeby P4.0. Na Vysoké škole ekonomické a Západočeské univerzitě v Plzni je téma P4.0 zahrnuto do výuky již od roku 2015.

3.1 Analýza dat o České republice

Evropská komise využívá k hodnocení pokroku při rozvoji digitální ekonomiky a digitální společnosti index DESI (The Digital Economy & Society Index). Index DESI shrnuje relevantní ukazatele na digitální výkonnosti Evropy a sleduje vývoj států EU v digitální konkurenceschopnosti. Je souborem příslušných ukazatelů sdružených do 5 oblastí: konektivita, lidský kapitál, využití internetu, integrace digitálních technologií a digitální veřejné služby. Výsledek indexu je v intervalu (0,1) a čím je číslo vyšší, tím si země vede lépe.

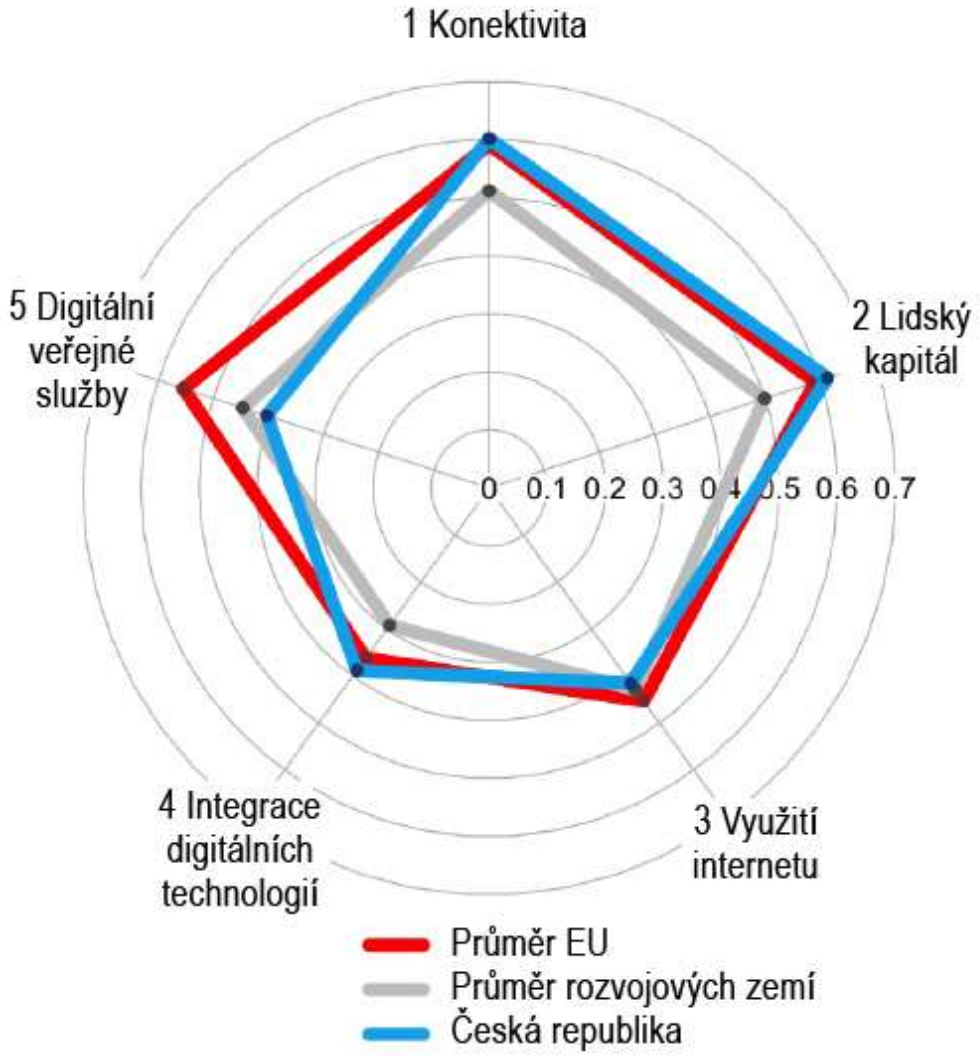
ČR dosáhla v hodnocení indexem DESI 2017 (zakládá se na výsledcích z roku 2016) skóre 0,5, což ji řadí mezi členskými státy EU na 17. místo. Česká republika spadá do skupiny zaostávajících států, neboť její skóre DESI je pod průměrem EU viz Obrázek 10. Mezi zaostávající země dále patří: Bulharsko, Francie, Maďarsko, Polsko, Řecko a Slovensko.

Přibývá uživatelů, kteří mají přístup k širokopásmovému připojení a mobilnímu širokopásmovému připojení. Češi vykazují dobrou úroveň digitálních dovedností a díky tomu využívají internet k řadě různých aktivit. Uživatelé internetu nejčastěji využívají internetové bankovnictví a nakupování.

Podniky v ČR používají digitální technologie, aby zvýšily svou efektivitu a produktivitu a měly přístup k širším trhům. Řadí se na špičku z pohledu obratu z online prodeje. Oproti roku 2015 však Česko neučinilo výrazný pokrok. Kromě toho dosahuje podprůměrných výsledků v zajišťování digitálních veřejných služeb.

Na Obrázku 6 je znázorněno porovnání výsledků indexu DESI v každé z 5 oblastí. Je vykresleno, jak si vede ČR v porovnání s průměrem EU a průměrem zaostávajících zemí. Úzkým bodem, ve kterém se ČR pohybuje za průměrem zaostalých zemí, jsou digitální veřejné služby. Naopak máme velké přednosti v lidském kapitálu, připojení a v integraci digitálních technologií. [2]

Obrázek 6: DESI 2017 ČR v porovnání s průměrem EU a průměrem zaostávajících zemí, vlastní zpracování dle [7]



Konektivita

V oblasti připojení jsou výsledky a pokrok České republiky na úrovni odpovídající průměru EU. Země si udržuje svoji úroveň pokrytí pevným širokopásmovým připojením v případě domácností na 98 % a pokročila v pokrytí přístupovými sítěmi nové generace (NGA) 73 %, přičemž její výsledky jsou o něco lepší, než činí průměr EU. Ve venkovských oblastech však pokrytí přístupovými sítěmi nové generace (NGA) dosahuje u domácností pouze 6 %; to je výrazně pod průměrem EU, který činí 28 %. Podíl účastníků se smlouvou o odběru pevného vysokorychlostního širokopásmového připojení činí 31 %, což je mírně nad průměrem EU, který činí 30 %. Pokud jde o mobilní sítě, sítěmi LTE je pokryto více než 90 % populace. Nicméně z hlediska přidělování harmonizovaného pásma se ČR s 55 % zařadila v EU na 23. místo. Výběrové řízení (viz odstavec níže) pro kmitočtová pásma 1 800 MHz a 2 600 MHz vyhlášené dne 3. února 2016 by podle očekávání mělo zvýšit přidělení pásem na 64 % avšak i tak se jedná o úroveň pod průměrem EU, který činí 64 %. Pokud jde o podíl účastníků se smlouvou o odběru mobilního širokopásmového připojení, ČR je pod průměrem EU.

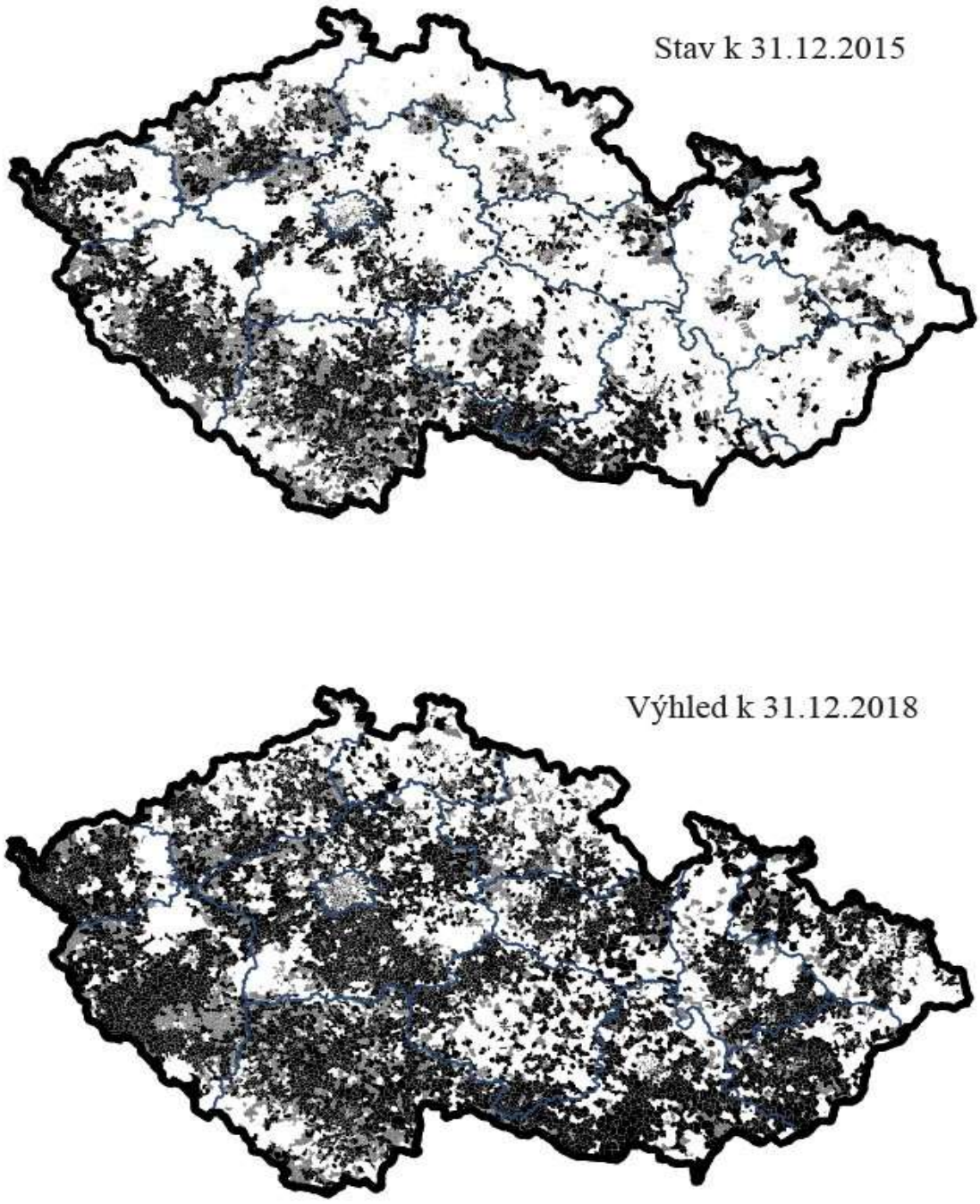
V programovém období 2014 – 2020 ČR vyčlenila významnou část Evropských strukturálních a investičních fondů na zavádění širokopásmové infrastruktury. V Operačním programu Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost (dále jen OPPIK) je k dispozici 520 mil. EUR, což by mělo postačovat k výraznému překlenutí rozdílu v pokrytí širokopásmovým připojením ve venkovských oblastech. Tato intervence je však pozdržena: OPPIK byl přijat pozdě a předem stanovená tematická podmínka ještě nebyla splněna.

ČR stále ještě nesestavila směrnici o snižování nákladů, která by mohla přispět k překonání infrastrukturních nedostatků.

V roce 2015 provedl Český telekomunikační úřad (dále jen ČTÚ) sběr dat a vytvořil mapu pokrytí Česka vysokorychlostním internetem viz Obrázek 7. Černá místa mají nejméně dva poskytovatele vysokorychlostního připojení (nad 30 Mbit/s), kteří pokrývají nejméně polovinu adresních míst v daném území. V šedé zóně existuje jen jeden a bílá místa označují lokality, kde pokrytí úplně chybí, nebo síť nedosahuje ani v součtu 50% pokrytí dané územní jednotky. Mapa nezahrnuje mobilní připojení a vznikla na základě údajů, které ČTÚ nahlásili sami poskytovatelé. [18]

OPPIK vyhlásil program Vysokorychlostní internet. Cílem programu je modernizovat a rozšířit infrastrukturu vysokorychlostního internetu, zejména zaměřit se na tzv. bílá místa, kde přístup k sítím zatím neexistuje. Program je určen pro fyzické a právnické osoby, které provozují veřejné sítě elektronických komunikací. Výše dotace je v rozmezí od 1 do 200 miliónů Kč. [17]

Obrázek 7: Mapa pokrytí vysokorychlostním internetem v České republice [18]



Lidský kapitál

Výsledky v oblasti lidského kapitálu jsou těsně nad průměrem EU, ale pokrok je pomalý. Češi jsou v digitální oblasti relativně gramotní a více než polovina občanů má základní digitální dovednosti. Počet absolventů technických, matematických a vědeckých oborů je stabilní, přičemž tento druh titulu má ve věku 20 – 29 let 17 Čechů z 1 000, což je stejný počet jako v předchozím roce a lehce pod průměrem EU. Přitom právě tito lidé budou důležitým faktorem pro používání digitálních a špičkových technologií. Načež vláda reagovala schválením národní Strategie digitální gramotnosti ČR na období 2015 – 2020. Jejímž cílem je připravit občany na používání digitálních technologií za účelem celoživotního rozvoje a zlepšit kvalitu jejich života

a začlenění do společnosti. Vyčlenila ze státního rozpočtu a fondů EU 270 mil. EUR pro období 2015 – 2020. Strategie se bude týkat převážně zaměstnanců MSP a osob samostatně výdělečně činných (OSVČ). Strategie si klade za cíl zajistit, aby pracovní síla byla digitálně gramotná, a podporovat zaměstnance (zejména MSP a OSVČ) v plném využívání potenciálu digitálních technologií, odstranit nedostatky v oblasti digitálních dovedností a zvýšit konkurenceschopnost země. Nejrůznější opatření obsažená ve Strategii digitální gramotnosti představují důležitý krok vpřed, pokud jde o politiku ČR v oblasti digitální gramotnosti.

Využití internetu

Ve využívání internetových služeb jsou výsledky podprůměrné EU a pokrok je omezený. Češi se zapojují do celé řady on-line činností. Poměrně oblíbené je internetové bankovnictví, nakupování on-line, on-line zpravodajství, hudba, filmy, hry, sociální sítě.

Integrace digitálních technologií

V této oblasti jsou výsledky nadprůměrné EU, ale dosahovaný pokrok je omezený. MSP jsou v on-line prodejích špičkový, ale hrozí ztráta tohoto postavení (pokles na 6. místo z loňského 2. místa). I přes určité zpomalení české podniky využívají možností a výhod nabízených digitálními technologiemi ke zlepšení efektivity a produktivity i k získání přístupu k většímu trhu. 23 % MSP nabízí on-line prodej (oproti 16 % v EU jako celku) a 12 % nabízí on-line prodej i do zahraničí (oproti 8 % v EU jako celku).

Digitální veřejné služby

Digitální veřejné služby jsou podprůměrné EU, ale je dosahováno pokroku. Nízké využívání on-line veřejných služeb je důsledkem nízké nabídky těchto služeb. V rámci EU má ČR jeden z nejnižších podílů uživatelů služeb elektronické veřejné správy. V roce 2015 pouze 12 % uživatelů internetu zasílalo veřejné správě formuláře on-line, zatímco průměr EU činí 32 %. V roce 2015 česká vláda schválila Strategii rozvoje ICT služeb veřejné správy. Dokument shrnuje současnou situaci, pokud jde o rozvoj elektronické veřejné správy, včetně stávajících nedostatků a problémů. Jsou stanovena konkrétní opatření, včetně vymezení větší role Rady vlády pro informační společnost a pověření útvaru hlavního architekta eGovernmentu na ministerstvu vnitra dohledem nad efektivitou veřejných výdajů ve veřejné správě v oblasti ICT. V rámci Integrovaného regionálního operačního programu spolufinancovaného z prostředků EU se předpokládá vyčlenění velkého množství prostředků na přijetí nového zákona upravující povinnost všech úřadů zveřejňovat informace v otevřeném, strojově čitelném formátu a povinnost veřejné správy používat bezpečné názvy internetových domén. [7]

3.2 Národní iniciativa

V září 2015 vznikla Národní iniciativa Průmyslu 4.0 řízena Ministerstvem průmyslu a obchodu, která byla iniciována ministrem Janem Mládkem. Jedná se o program pro Českou republiku implementace myšlenek Průmyslu 4.0 do praxe za podpory státu. Na dokumentu pracovalo zhruba 80 lidí v 11 týmech.

Jak již bylo řečeno v ČR je nejvyšší podíl průmyslové výroby na HPH v Evropě – 25 %. Tento podíl si chce ČR zachovat, ale také zvýšit. 29 % českého exportu míří do Německa a také více než ½ naší průmyslové produkce je spojena právě s Německem. Z toho důvodu je důležité sledovat dění v této sousední zemi. Jelikož naši zemi živý průmyslová výroba, měla by celá společnost respektovat správné směry vývoje P4.0.

K udržení konkurenceschopnosti se musí ČR připravit na roli kooperujícího partnera, schopného absorbovat nové technologie, integrovat je a inovacemi adekvátně přispívat do celosvětového úsilí. Na úrovni státu je nutné připravit infrastrukturu vysokorychlostního širokopásmového internetu (načež finance z Evropské unie jsou k dispozici), legislativu a lidské zdroje.

Dlouhodobým cílem je:

- Pomoci českým podnikům a organizacím při zapojování do celosvětových řetězců tvorby hodnot.
- Pomoci českému průmyslu k zefektivnění a zlevnění výroby a služeb.
- Podpořit konkurenceschopnost českého výzkumu i průmyslu s možností některá řešení P4.0 exportovat.
- Hodnotit procesy taktéž z pohledu optimalizace zdrojů, rychlosti flexibilní reakce na změny, ale i z hlediska ochrany prostředí.

V naší republice nepůjde o vývoj nových technologií, ale spíše o umění využít a integrovat dostupné technologie. Technologie budou pravděpodobně dováženy ze zahraničí. Rozhodujícím faktorem budou lidé, jejich postoje a myšlení. Protože revoluce bude mít značné sociální dopady. Dále bude nutné ve velkém investovat s trvalými inovacemi ve výrobě a službách.

Obecně P4.0 vede ke zvýšení produktivity práce, měl by vyřešit současný deficit lidských zdrojů, dalším důvodem pro implementaci této filosofie je tlak obchodních partnerů, environmentální požadavky a zajištění ochrany zdraví při práci. [5]

Na základě Národní iniciativy vznikla kniha Průmysl 4.0 Výzva pro Českou republiku. Kniha doplňuje národní iniciativu, navíc popisuje současnou situaci v ČR v kontextu P4.0, směry dalšího vývoje. Iniciativa vysvětluje především to, že P4.0 je interdisciplinárního charakteru, tedy netýká se pouze nových technologií a průmyslu, ale má významný vliv i dalších oblastech jako je vzdělávání, trh práce a sociální systém, kvalifikace pracovní síly, legislativa, bezpečnostní systém, právní a regulatorní aspekty, požadavky na aplikovaný výzkum. O každé z vyjmenovaných oblastí iniciativa podrobně popisuje aktuální stav, jaké jsou směry dalšího vývoje a co je potřeba podniknout, aby byla ČR na P4.0 připravena.

Na základě této schválené knihy jednotlivé resorty připravují konkrétní akční plány, viz následující podkapitoly.

3.3 Iniciativa 202020

V oblasti elektronizace veřejné správy byla spuštěna Iniciativa 202020. Díky ní se podařilo zmapovat online služby poskytované státem občanům a stejné mapování proběhlo na úrovni krajů. Nyní se plánuje tento model rozšířit i na úroveň měst a obcí.

Iniciativa reaguje na zaostalost v eGovernmentu. ČR se aktuálně v mezinárodním srovnání pohybuje na 50. místě žebříčku podle indexu EGDI/OSN (eGovernment Development Index). Cílem této iniciativy je, aby se ČR umístila do konce roku 2020 mezi prvních 20 států s nejlepší kvalitou a rozsahem využívání eGovernmentu podle kritérií EGDI/OSN. Prvním krokem k tomuto cíli je odstranění nedůvěry občanů, firem i úředníků veřejné správy v každodenním využívání on-line služeb. Využívání on-line služeb musí být pro orgány veřejné moci samozřejmostí, a to včetně principu sdílení dat. Signatáři iniciativy jsou připraveni zpracovat plán konkrétních kroků, který povede ke změně vnímání a hodnocení českého e-Governmentu v Evropě i ve světě. Pracuje se na vytvoření pestré nabídky on-line služeb pro občany a firmy, která jim

bude umožňovat vyřídit si své věci s úřady přes internet tak, jak jsou již dnes zvyklí využívat služby e-shopů, bank a pojišťoven. [6]

3.4 Akční plány Úřadu vlády České republiky

Na základě vydané knihy Průmysl 4.0 Výzva pro Českou republiku vydala Vláda ČR již několik Akčních plánů pro podporu implementace myšlenek P4.0 do české praxe. V této podkapitole jsou uvedeny akční plány pro rozvoj digitálního trhu, pro implementaci P4.0, ke Společnosti 4.0 a k Práci 4.0.

3.4.1 Akční plán pro rozvoj digitálního trhu

Česká internetová populace dnes čítá více než 6,8 milionů lidí. Aktuálně tvoří internetová ekonomika přibližně 3 % HDP. Internetová ekonomika se týká všech činností, které jsou prováděné prostřednictvím internetu.

Na základě těchto faktů Úřad vlády ČR vytvořil v roce 2015 Akční plán pro rozvoj digitálního trhu. Akční plán byl k 1. lednu 2017 aktualizován. Cílem akčního plánu je shrnout plánovaná opatření, která pomohou rozvoji digitální ekonomiky v Čechách. ČR v březnu 2015 iniciovala a aktivně se podílela na vypracování stanoviska států Visegrádské skupiny k jednotnému digitálnímu trhu, které bylo předloženo Evropské komisi. Digitální agenda byla jednou z prioritních oblastí programu předsednictví Visegrádské čtyřky, které ČR převzala ve druhé polovině roku 2015.

Tento akční plán je sestaven na základě vstupních dat, která vychází z indexu DESI. Index DESI již byl představen v kapitole 3.1 Analýza dat o České republice.

V reakci na dlouhodobou společenskou debatu o nutnosti komplexního uchopení digitální agendy na národní úrovni a její koordinace z jednoho místa zřídila vláda ČR institut koordinátora digitální agendy. Smyslem koordinace digitální agendy je zejména zprostředkovat intenzivní spolupráci jak relevantních gestorů různých aspektů digitální agendy ve státní správě, zajištění vzájemné provázanosti resortních politik a přístupů, tak podpořit pravidelný dialog veřejné správy se sociálními a hospodářskými partnery. Významná část činnosti koordinátora směřuje také k propagaci vládních i nevládních subjektů v oblasti digitální ekonomiky, šíření osvěty o tomto tématu a podněcování veřejné debaty o významu a dopadech digitalizace na společnosti. Koordinátor intenzivně komunikuje s Evropskou komisí o návrzích týkajících se jednotného digitálního trhu a navazuje vztahy s dalšími členskými státy EU za účelem prosazování společných pozic k jednotlivým návrhům Komise a výměny zkušeností při tvorbě národních opatření na podporu digitální ekonomiky a digitalizace veřejné správy.

Akční plán pro rozvoj digitálního trhu se především zaměřuje na priority: e-skills, e-commerce, e-government a e-bezpečnost. Ke každé prioritě uvádí soubor opatření pro podporu těchto aktivit, které přispívají k jejich vývoji. [3]

3.4.2 Akční plán pro implementaci Průmyslu 4.0

Dále měl vzniknout v roce 2016 Akční plán pro implementaci Průmyslu 4.0, na internetu však nebyl k nalezení.

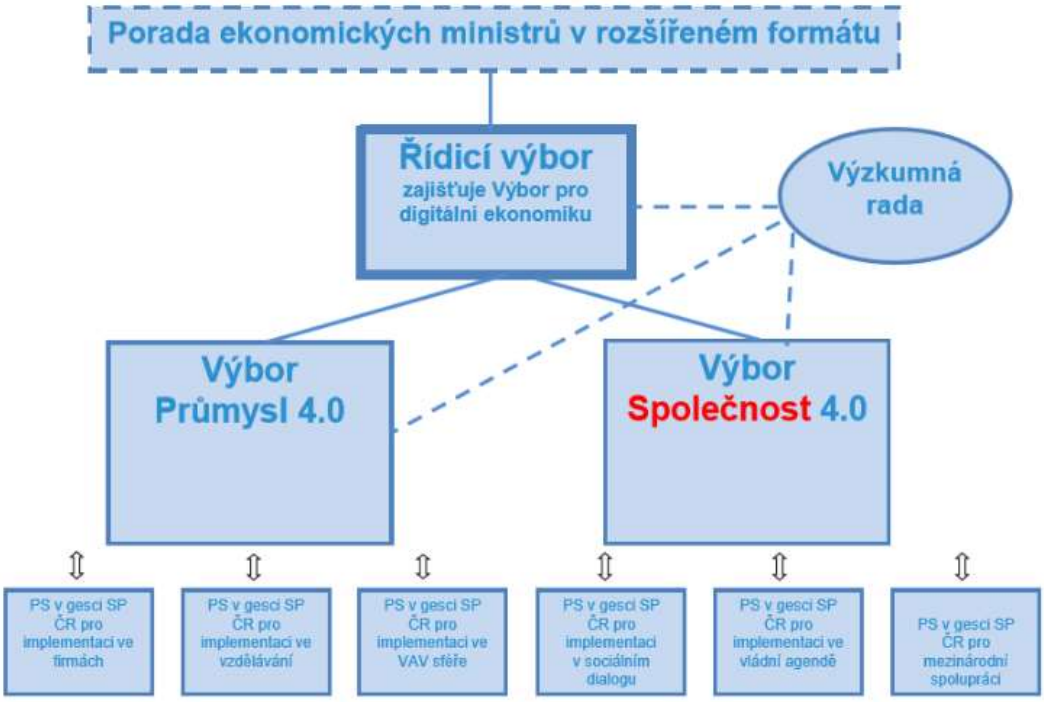
3.4.3 Akční plán ke Společnosti 4.0

Akční plán ke Společnosti 4.0 propojí jednotlivé iniciativy týkající se zejména průmyslu, práce, vzdělávání s dalšími opatřeními souvisejícími s digitalizací ekonomiky a společnosti. Stanoví

prioritní úkoly, na které se veřejná správa v rámci agendy Společnosti 4.0 zaměří. Do tohoto akčního plánu budou včleněny opatření z Akčního plánu k Práci 4.0, který připravilo Ministerstvo práce a sociálních věcí (dále jen MPSV), a ze Vzdělání 4.0, které připravilo Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy (dále jen MŠMT).

Celonárodní platforma pro P4.0 vznikla za účelem vytvoření prostoru pro výměnu zkušeností a pomoci pro zavádění P4.0 do praxe viz Obrázek 8.

Obrázek 8: Platforma Svazu průmyslu a dopravy České republiky pro Průmysl 4.0 [16]



Porada ekonomických ministrů v rozšířeném formátu je složena z: předsedy vlády, vládního koordinátora digitální agendy, ministra průmyslu a obchodu, ministryně školství, ministryně práce a sociálních věcí. Tyto členové jsou v alianci stálými členy. Dále se dle tématu vybírají členové vlády a další hosté (například zástupci velkých firem). Jejich úkolem je stanovení agendy, oblastí činnosti a společných cílů platformy. Přijímají strategická doporučení od řídicího výboru, definují základní principy činnosti platformy. Formulují základní komunikační sdělení a reprezentace platformy a dohlíží nad implementačními aktivitami.

Řídící výbor – Výbor pro digitální ekonomiku je složen z: předsedy vládního koordinátora digitální agendy, stávajících složení členů výboru pokrývá široké spektrum zástupců resortů a hospodářských a sociálních partnerů, v případě potřeby lze donominovat zástupce relevantních firem a dalších organizací, při příležitosti projednávání tématu k činnosti Výborů P4.0 nebo Vzdělávání 4.0 budou přizván příslušní ministři.

Výbory Průmysl/Společnost 4.0 je složen z náměstka ministra průmyslu a obchodu a náměstka relevantního resortu, zástupců vybraných resortů (MPO, MŠMT, MPSV), zástupců Výzkumné rady, zástupců hospodářských a sociálních partnerů a relevantních firem. Mají za úkol řešit průmyslové aspekty 4.0 agendy, řeší společensko-ekonomické aspekty 4.0 agendy, definují a koordinují aktivity pracovních skupin, podávají doporučení pro vytváření pracovních skupin

k řešení dílčích problémů, připravují analytické podklady, strategie a akční plány pro implementaci výstupů pracovních míst. Na základě výstupů pracovních skupin připravují relevantní materiály pro Řídící výbor.

Výzkumná rada je složena ze zástupců relevantních univerzit (bude oslovena Rada vysokých škol a Česká konference rektorů), zástupce AVČR a Asociace výzkumných operací, zástupců firem s největšími výdaji na výzkum a vývoj ČR (například Škoda Auto, Honeywell, atd.). Mají za úkol formulovat doporučení výzkumných aktivit, identifikaci výzkumných institucí vhodných pro realizaci výzkumných aktivit a podporovat pracovní skupiny „Výzkum a inovace".

Platforma SP ČR pro Průmysl 4.0 je složena z členských firem SP ČR, sociálních partnerů, zástupců akademické sféry, stálých hostů z řad zástupců státní správy a výzkumné sféry, zahraničních zástupců aktivní oblasti zavádění P4.0. Má za úkol formulovat pozice a strategická doporučení pro vládní úroveň, komunikovat a být v interakci s firmami, sociálními partnery, akademickou a výzkumnou sférou, vládou a mezinárodním prostředím.

Jejich úkolem je koordinovat aktivity napříč vládními resorty a ostatními subjekty. Dále mají v kompetenci politické řízení při zapojení všech relevantních subjektů, iniciace a moderování celospolečenského dialogu, zajištění celospolečenského konsensu. Formulují strategické doporučení pro vládní úroveň a zajišťují součinnosti relevantních samostatně stojících iniciativ a platforem. Aliance Společnost 4.0 zatím nebyla spuštěna, jedná se pouze o návrh. [16]

3.4.4 Akční plán k Práci 4.0

V návaznosti na studii Iniciativa Práce 4.0, kterou připravilo MPSV v úzké spolupráci s hospodářskými a sociálními partnery, bude zpracován Akční plán k Práci 4.0 s termínem do konce prvního kvartálu 2017. Jeho cílem bude konkretizovat a dále rozvést navržená opatření, která vzešla z analýzy vybraných aspektů dopadu technologického vývoje na trh práce v rámci jednotlivých oblastí, kterými se studie zabývá a navrhnout harmonogram jejich plnění. Akční plán bude spolu se studií předložen pro informaci vládě. Následně se předpokládá překlopení příslušných opatření do Akčního plánu ke Společnosti 4.0. [3]

3.5 Dopady digitalizace na trh práce v ČR a EU

Úřad vlády ve spolupráci s Evropskou unií vydal v prosinci 2015 studii s uceleným pohledem na předpokládané budoucí změny na pracovním trhu v souladu s budoucími trendy v oblasti digitalizace a zrychleným tempem automatizace. Studie se zabývá strukturou destrukce i kreace konkrétních profesních míst, jejich rozložením na českém pracovním trhu a dopady na příjmovou strukturu a regionální rozložení v ČR i EU.

Dle předpokladů této studie bude digitalizace zodpovědná za zhruba třetinu zaniklých a osminu nově vzniklých pracovních míst. [32]

3.5.1 Index ohrožení digitalizací

Tato studie pracuje s indexem ohrožení digitalizací. Uvažuje rutinost, manuálnost a další kritéria jako jedny z předpokladů nahrazení lidské pracovní síly strojem. Naopak úkony s kritérii vyžadující sociální a kreativní inteligenci, percepci a manipulaci, špatně definovatelné nebo stísněné pracovní prostředí, nemožnost popsat pracovní úkon a podobné bariéry působící proti možné digitalizaci profese. Za použití algoritmu využívajícího Gaussova procesu autoři redistribuují hodnoty svého indexu a přiřazují pravděpodobnosti jednotlivým profesím jako hodnot z rozmezí 0 až 1, značící ohroženost jednotlivých profesí z hlediska digitalizace. [32]

Pro zajímavost jsou v Tabulce 1 uvedeny profese, které jsou nejvíce ohrožené digitalizací.

Tabulka 1: Dvacet profesí s nejvyšším indexem ohrožení digitalizací [32]

Název profese	**Index ohrožení digitalizací**
Úředníci pro zpracování číselných údajů	0,98
Všeobecní administrativní pracovníci	0,98
Řidiči motocyklů a automobilů (kromě nákladních)	0,98
Pokladníci a prodavači vstupenek a jízdenek	0,97
Kvalifikovaní pracovníci v lesnictví a příbuzných oblastech	0,97
Kováři, nástrojaři a příbuzní pracovníci	0,97
Ostatní úředníci	0,96
Sekretáři (všeobecní)	0,96
Obsluha pojízdných zařízení	0,96
Chovatelé zvířat pro trh	0,95
Pomocní pracovníci v zemědělství, lesnictví a rybářství	0,95
Obsluha zařízení na těžbu a zpracování nerostných surovin	0,94
Obsluha strojů na výrobu a zpracování výrobků z pryže, plastu a papíru	0,94
Úředníci v logistice	0,94
Montážní dělníci výrobků a zařízení	0,93
Obsluha strojů na výrobu potravin a příbuzných výrobků	0,93
Pracovníci s odpady	0,93
Pokladníci ve finančních institucích, bookmakeři, půjčovatelé peněz, inkasisté pohledávek a pracovníci v příbuzných oborech	0,93
Strojvedoucí a pracovníci zabezpečující sestavování a jízdu vlaků	0,92
Ostatní obsluha stacionárních strojů a zařízení	0,92

Naopak v Tabulce 2 jsou uvedeny profese, které jsou ohrožené nejméně. Jsou to pracovní pozice, které vyžadují osobní přístup (lékaři, zdravotní sestry, učitelé, manažeři) a kreativitu (spisovatelé, novináři). Nejedná se tedy o zaměstnání, které vyžaduje monotónní práci. Dle mého názoru, by každý žák, který se aktuálně rozhoduje o svém budoucím povolání, měl zvážit i riziko, zda do budoucna zvolený post bude na trhu potřeba. Respektive by tyto informace měli mít výchovní poradci na základních školách k dispozici a předat jej dále svým žákům. Ne každý 15letý žák si uvědomí při rozhodování, na jakou školu půjde studovat i tento fakt.

Tabulka 2: Dvacet profesí s nejnižším indexem ohroženosti digitalizací [32]

Název profese	**Index ohrožení digitalizací**
Řídící pracovníci v maloobchodě a velkoobchodě	0,000
Lékaři (kromě zubních lékařů)	0,001
Všeobecné sestry a porodní asistentky se specializací	0,002
Řídící pracovníci v oblasti vzdělávání, zdravotnictví, v sociálních a jiných oblastech	0,002
Řídící pracovníci v oblasti obchodu, marketingu, výzkumu, vývoje, reklamy a styku s veřejností	0,005
Učitelé na vysokých a vyšších odborných školách	0,008
Řídící pracovníci v oblasti informačních a komunikačních technologií	0,008
Řídící pracovníci v oblasti ubytovacích a stravovacích služeb	0,010
Řídící pracovníci v zemědělství, lesnictví, rybářství a v oblasti životního prostředí	0,011
Ostatní specialisté v oblasti zdravotnictví	0,011
Specialisté v oblasti elektrotechniky, elektroniky a elektronických komunikací	0,015
Specialisté v oblasti databází a počítačových sítí	0,021
Ostatní řídící pracovníci	0,021
Mistři a příbuzní pracovníci v oblasti těžby, výroby a stavebnictví	0,022

Specialisté ve výrobě, stavebnictví a příbuzných oborech	0,044
Zákonodárci a nejvyšší úředníci veřejné správy, politických a zájmových organizací	0,048
Specialisté v biologických a příbuzných oborech	0,050
Specialisté v oblasti sociální, církevní a v příbuzných oblastech	0,054
Řídící pracovníci v průmyslové výrobě, těžbě, stavebnictví, dopravě a v příbuzných oborech	0,054
Specialisté v oblasti strategie a personálního řízení	0,056
Spisovatelé, novináři a jazykovědci	0,058

3.6 Analýza připravenosti malých a středních podniků na iniciativu Průmyslu 4.0 v porovnání s Německem

MSP hrají významnou roli pro rozvoj endogenního potenciálu jednotlivých krajů v ČR, protože jsou významně podnikatelsky i společensky spjaty s daným regionem a tvoří regionální podnikatelskou páteř. Jsou to podnikatelé, kteří zaměstnávají méně než 250 zaměstnanců a jeho roční obrat nepřesahuje 50 miliónů EUR. V České republice je takových podniků více než 1 milion, tj. 99,84 % všech podniků. Současně zaměstnávají přes 1,8 mil. zaměstnanců, na vývozu se podílí cca 51 % a na dovozu cca 56 %. [19]

Informace o umístění ČR v porovnání s ostatními evropskými státy v připravenosti na P4.0 jsou uvedeny v kapitole 4.4 Industry 4.0 Readiness Index.

Tato analýza je převážně porovnávací s Německem.

3.6.1 Organizační zajištění ze strany soukromého sektoru

Německá strategická iniciativa Industrie 4.0 byla realizována na základě spolupráce mezi německou vládou, průmyslovými svazy a akademickou sférou. V rámci tohoto systému jim podařilo začlenit i soukromé firmy – nejdříve především velké společnosti, následně i MSP. Do systému se zapojují i soukromé odborné organizace. Těžiště strategických iniciativ se posouvá na státní sektor – klíčovou iniciativu Platform Industrie 4.0 zaštiťující a koordinující dvě německá ministerstva. [21]

3.6.2 Organizační zajištění ze strany státu

Německo jako jediná země má rozpracovaný komplexní podpůrný program pro MSP nazvaný „Mittelstand Digital“. V rámci tohoto programu jsou realizovány dva typy kompetenčních center:

- **Oborová kompetenční centra**

Oborová kompetenční centra zpracovávají tato témata: Cloud, obchod, procesy, digitální řemeslo a komunikace.

- **Lokální kompetenční centra**

Lokální kompetenční centra jsou umístěna v devíti lokalitách. Zpracovávají na dobu omezenou určité výzkumné projekty a slouží jako případná poradenská místa pro MSP s ohledem na určitá témata Industry 4.0 (dále jen I4.0).

Dále je poskytována podpora aplikovaného výzkumu, jsou pořádány kongresy a další doprovodné akce. Je realizována znalostní základna včetně digitálně přístupných publikací.

V ČR podobné iniciativy pro MSP neexistují. V rámci programu OPPIK je prostor pro zřízení podpůrné infrastruktury jako v Německu. [21]

3.6.3 Hodnocení připravenosti

V SRN byl navržen obecný model referenční architektury I4.0, takzvaný „RAMI4.0“. Tento model popisuje na různých úrovních podnikové hierarchie životní cyklus digitalizovaného výrobku a jeho výrobní infrastruktury.

V ČR existuje „Model digitální zralosti firmy pro Průmysl 4.0 CZ“, který je vyvíjen v rámci Pracovní skupiny pro implementaci P4.0 ve firmách, která vznikla jako součást Expertního týmu pro digitální ekonomiku na Svazu průmyslu a dopravy ČR. Model je zaměřen na zhodnocení všech základních oblastí firemní architektury z hlediska P4.0, chápaného jako trend propojující fyzický a digitální svět s upřednostněním digitální perspektivy. Model se skládá ze čtyř oblastí firemní existence propojených prostřednictvím digitálního prostředí, chápaného jako „data“.

Na webových stránkách www.firma4.cz je k dispozici evaluační formulář pro hodnocení digitální zralosti firmy. Formulář je složen z 32 otázek na 5 témat. Vyhodnocení testu je zasíláno elektronicky na e-mail zadavatele. [21]

3.6.4 Současný stav poznatků MSP

Dle vnímání německých MSP je pojem I4.0 chápán především jako:

- Digitální prosíťované systémy
- Inteligentní a flexibilní výrobní procesy
- Obecná digitalizace všeho
- Chytrá továrna

V českých firmách je pojem P4.0 převážně chápán a spojován s pojmy:

- Digitalizace průmyslové výroby (bez dalšího hlubšího pochopení všech souvislostí).
- Systémy RFID během průmyslové výroby.
- Chytrá továrna, ve které je lidská práce nahrazována roboty.

Ve většině českých MSP chybí znalosti o základních atributech konceptu P4.0 zejména o online datových propojeních s veškerým digitálním okolím.

Dále byla v Německu u MSP realizována studie na téma Vědomí aktuálnosti I4.0 pro vlastní podnikání. Přičemž 15 % tvrdí, že potřebuje nutně externí poradenství, dalších 34 % o takové poradenství již žádá a pouhých 11 % vůbec neví, co I4.0 znamená.

Pokud se touto optikou podíváme na české průmyslové prostředí, lze konstatovat, že drtivá většina MSP si pod konceptem P4.0 nepředstaví vůbec nic, nebo v něm vidí pouze časově omezený marketingový pojem. V současné době ve světle hospodářského růstu se v posledních letech MSP relativně daří, většina z nich necítí potřebu jakýchkoliv forem externího poradenství, tím méně v oblasti, o nichž nemá ani základní povědomí.

Další zajímavý výzkum v Německu se týká prosíťovanosti strojů a systémů, přičemž o plné prosíťovanosti nemluví více než 5 % MSP v sektoru výroby gumy a umělých hmot, který je v tomto ohledu nejlepší. Částečnou prosíťovaností disponuje potravinářský sektor.

V ČR jsou z pohledu prosíťovanosti technologických strojů a výrobních systémů na relativně dobré úrovni firmy z oblasti farmaceutického průmyslu, sklářského průmyslu a podobně jako v sousedním Německu i firmy gumárensko-plastikářské. [21]

3.6.5 Bariéry pro inovace

Dále v německém programu „Mittelstand Digital“ byly zdokumentovány bariéry pro inovace I4.0. Aktuálně jsou největšími inovačními bariérami:

- Vysoké riziko
- Vysoké náklady
- Nedostatek odborných pracovníků
- Nedostatečné interní financování
- Organizační problémy

V českém průmyslovém prostředí MSP lze pro implementaci konceptu P4.0 specifikovat následující bariery:

- Omezené povědomí o zásadách P4.0 v managementech MSP.
- Nedostatek pracovníků schopných definovat vize v konkrétních firmách.
- Obavy z postupného zániku vysoce specializovaných firem a systémových integrátorů, jejich know-how bylo budována po dlouhou dobu.
- Obavy z vysokých nákladů na analýzu současného stavu firem.
- Nedůvěra v datovou architekturu.
- Datová izolace jednotlivých i kooperujících MSP zdůvodňovaná obavami o kybernetickou bezpečnost.

Souhrnně lze říci, že německá MSP mají vysoké povědomí o I4.0 i přes značné nejasnosti a kontroverze jsou ochotny realizovat projekty, ideálně za pomoci externích konzultantů a z vlastních zdrojů budou investovat v průměru cca 2 – 8 % obratu společnosti. O českých MSP bohužel podobné konstatování není pravdivé. I přes všechny pozitivní vlastnosti a schopnosti českých MSP, spočívajících ve flexibilitě, tradičně vysoké kvalitě produktů a interních inovačních aktivitách, je stále patrná relativně vysoká nedůvěra k inovačním řešením přicházejícím z vnějšku firem a k aktivnějšímu přijímání poradenských a konzultačních služeb. Eliminovat tyto zažité stereotypy je asi největším úkolem při implementaci konceptů P4.0. [21]

3.7 Kritické zmapování koncepčních a strategických dokumentů a aktivit vlády v oblasti Průmyslu 4.0 a digitální agendy a definování nutných oblastí těchto agend pro účely jejich strategického řízení

Tento dokument byl vydán Technologickou agenturou ČR v prosinci 2016. Výsledné výstupy projektu spočívají v kritickém přehledu vládních aktivit a strategií v oblastech spadajících do agendy P4.0 a digitální agendy, v předložení jejich cílů a opatření, v identifikaci vazeb mezi nimi a zhodnocení jejich efektivity.

Zdrojem informací byly současné strategické a koncepční dokumenty na národní a evropské úrovni, expertní kritické posouzení jejich tematického zaměření z hlediska jejich možného budoucího dopadu na reálný vývoj P4.0 a digitální agendy v ČR. Řešení projektu bylo rozděleno na několik částí:

1. část se týká definování oblastí P4.0 a digitalizace.
2. část se týká provedení rešerše existujících strategických dokumentů ČR. Zdrojem informací byl primárně Portál strategických dokumentů ČR a související strategické mapy.
3. část se týká vymezení oblastí digitalizace a P4.0, které jsou v rámci strategického řízení ČR řešeny dostatečně a jasné vymezení oblastí, které jsou ve srovnání se zahraničními praxemi řešeny nedostatečně nebo vůbec.

4. část se týká expertního posouzení provázanosti zaměření jednotlivých strategií vzhledem k oblasti digitalizace a P4.0.
5. část se týká zhodnocení současných koordinačních mechanismů strategického řízení digitalizace a P4.0.
6. část se týká sumarizace získaných zjištění a zpracování do uživatelsky vhodné formy, která znázorňuje vzájemné vazby jednotlivých strategií. Tento výstup by měl pomoci zpřehlednit systém existujících strategických dokumentů a tím i zefektivnit centrální řízení této agendy v blízké budoucnosti. [34]

3.8 Testbed 4.0

Testbedy jsou ukázková pracoviště, kde si budou moci zájemci o technologie čtvrté průmyslové revoluce vše prohlédnout v praxi. Úkolem testbedů je vytvořit umělý poloprovoz, který s nástroji od různých výrobců bude simulovat nové postupy ve výrobě. Tato fiktivní výrobní linka bude osazena moderními nástroji, od plně kooperativních robotů přes automaticky naváděná vozítka až po nástroje aditivní výroby.

První testbed v ČR byl oficiálně ohlášen Českým institutem informatiky a robotiky v ČVÚT v únoru 2017 a plánované uvedení do provozu je září 2017. Mezi hlavní partnery patří Siemens a ŠKODA AUTO.

Testbed bude mít dvě části, první tzv. lehký testbed bude vybaven technologií 3D tisku plastu i kovů, kolaborativními roboty, flexibilním dopravním systémem s autonomními vozíky aj. Pracoviště bude vybaveno také SW pro správu životního cyklu od společnosti Siemens a ověřovat se zde budou možnosti flexibilní výroby. Těžký testbed bude vybaven obráběcími centry s dalšími technologiemi a testovat se zde bude například komunikace mezi stroji, interoperabilita výrobních programů aj.

Tento testbed se stane součástí mezinárodní sítě podobně zaměřených testbedů, jejichž cílem je mj. dovyvinout a vyzkoušet nové metody podnikání v průmyslu. Pracoviště je otevřeno spolupráci s průmyslovými firmami a cílí přitom i na MSP. [33]

4 Stručný přehled zahraničních poznatků

V této kapitole budou uvedeny stručné informace k národním iniciativám týkající se P4.0. Podrobněji budou poskytnuty informace k německé, francouzské, rakouské a švýcarské iniciativě. V další podkapitole bude stručně popsána Strategie pro jednotný digitální trh Evropské unie, výzkum dopadů automatizace a indexy připravenosti firem na P4.0.

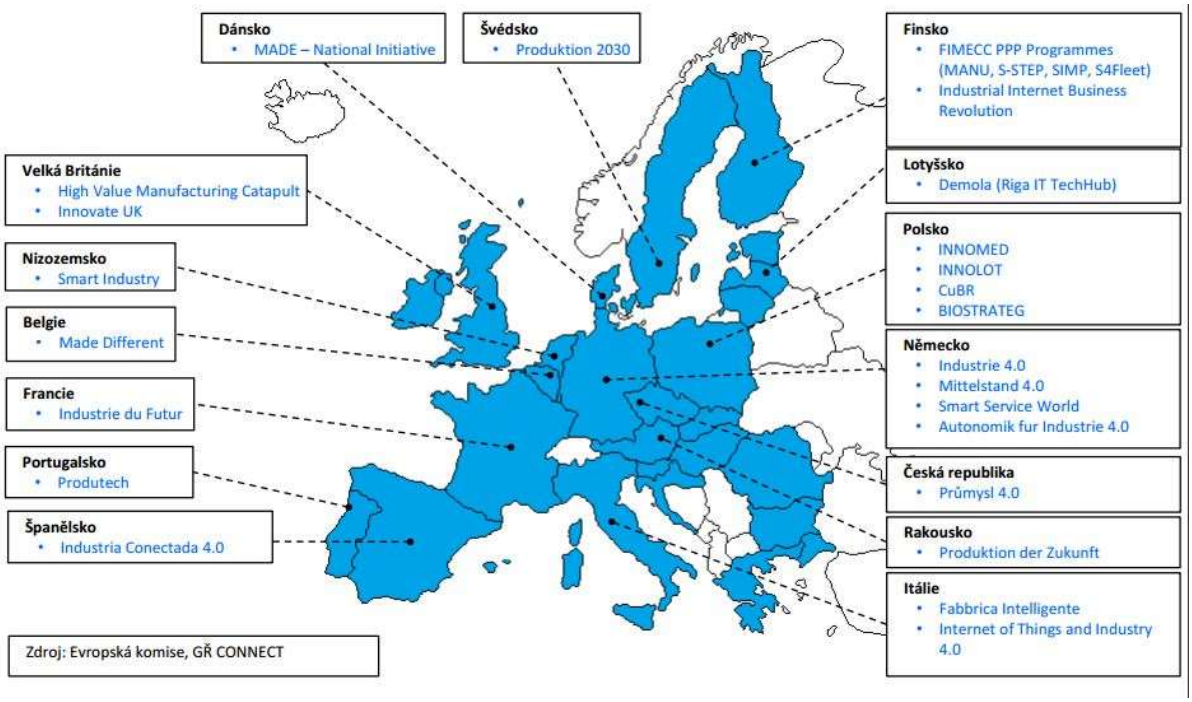
4.1 Národní iniciativy Průmyslu 4.0 v Evropě

Národní iniciativy reagující na P4.0 již rozpracovala řada států viz Obrázek 9. Jednotlivé iniciativy se liší záběrem a pojetím viz Tabulka 3. Jedna skupina se zaměřuje na rozvoj prostředí příznivého pro efektivní využívání nových technologií, což je případ České republiky a Německa. Druhá skupina se soustředí na řešení vybraných výzev, jimž čelí současná společnost a k nimž mohou nové technologie pomoci, což je případ Francie.

Na Obrázku 9 není uvedena informace o Slovensku, kde byla v březnu 2016 vytvořena Štátna koncepcia Priemyslu 4.0. V Polsku se konala jedna z prvních konferencí na téma P4.0 již v roce

2014 ve Wroclawi. V červnu 2016 bylo z polské strany oznámeno, že byl akreditován nový studijní obor Industry 4.0 na vysoké škole taktéž ve Wroclawi.

Obrázek 9: Přehled evropských iniciativ reagující na Průmysl 4.0 [5]



V následující Tabulce 3 je uveden přehled vybraných zemí EU a informace, kolik investují do P4.0, na jaké konkrétní oblasti se zaměřují, kterých oborů se to týká a jakým způsobem řídí výzkum a vývoj pro P4.0. Tabulka poskytuje velmi stručné a přehledné porovnání přístupu zemí k řešené problematice.

Tabulka 3: Situace v oblasti podpory výzkumu a vývoje pro Průmysl 4.0 ve světě [5]

Země	Investice do Průmyslu 4.0	Zaměření	Obory	Řízení VaV pro P4.0
Německo	200mil. EUR	Přenos Industrie 4.0 z výzkumu do praxe Standardizace a IT architektury IT bezpečnost Kvalifikace pracovní síly Nástroje pro posouzení a využití, best practices	Strojní výroba, elektrotechnika a chemický průmysl v první řadě, ale jinak výroba bez omezení	Platforma Industrie 4.0, pracovní skupiny, představenstvo a řídící výbor (obsazeno klíčovými firmami), 20 „Testbets“, 80 partnerů, 200x best practice

Rakousko	Žádné specifické financování, témata zařazena do 2 existujících národních programů, 20 mil EUR věnováno na profesury, lidské zdroje, zapojení do kooperativních EU projektů	Vývoj technologií pro výrobní procesy Asistenční systémy pro kooperaci člověk-stroj Monitorování a řízení výrobních zařízení Integrovaný vývoj produktů a procesů CPS	Nebyly definovány	Existuje platforma řízená ministerstvem, velmi pestré zastoupení, silná pozice průmyslu
Nizozemí		Vestavěné systémy Mechatronika a výroba High-tech materiály Nanotechnologie ICT	Zemědělství, potravinářství Chemický průmysl Energetika High-tech systémy a materiály Zdravotnictví Logistika Vodní hodpodářství	
Francie	Program „Invest for the Future“ – podpora a vratné půjčky ve výši 305 mil. EUR (program PIAVE), a 425 mil. EUR z fondu průmyslových firem (SPI), Masívní daňové odpisy	3 národní programy excelence: Pokročilá výroba s přidanou hodnotou, Virtuální podnik a internet věcí, Virtuální realita	Ekologická průmyslová výroba Chemické materiály Primární zpracování surovin Smart cities Eco-mobilita, automobilový průmysl Doprava budoucnosti Zemědělství Digitální ekonomika Chytré spotřební výrobky Digitální bezpečnost Medicína budoucnosti	Vytvořena Future Technology Platform umožňující firmám ovětovat moderní automatizaci a digitální výrobní technologie Síť regionálních platforem umožňujících totéž na regionální úrovni plus výchovu/trénink pracovníků

Švédsko	Industry 4.0 je jenom jedním z témat 3 inovačních programů, věnováno 5 mil EUR, zbytek od firem	3 národní inovační programy: Výroba 2030, Internet věcí, Procesní IT a automatizace	Výroba Automobilový průmysl Elektronický průmysl Automatizační průmysl Zpracovatelský průmysl Letecký průmysl SW průmysl	Projekty jsou financovány především formou Partnership Programmes, kde akademické instituce získávají 100% financování, a podniky vkládají vždy stejnou jako kofinancování. Proto projekty jsou stanovovány především průmyslem a výzkum má charakter kolaborativního výzkumu.
Finsko	€157M celkem: VTT Pro IoT program €90M, Tekes €14,2M = 56 firemních projektů, €3M na 15 R&D projektů, €50M Ind. Internet	1. Informační management a analýzy, kybernetická bezpečnost 2. Konektivita 3. Propojené senzory 4.1 Globální správa aktiv (CBM, vzdálený monitoring, digitální součástky) 4.2 Inteligentní infrastruktury 4.3 Digitální společnost		VTT - produktivita IoT, Tekes - program pro Industriální internet, Digile SHOK (IoT, D2I), FIMECC (S-step, S4Fleet)

4.1.1 Německo

První vize o vývoji průmyslu byla představena v roce 2011 ve městě Hannover. Oficiální platforma se nazývá „Industrie 4.0“ a byla spuštěna v roce 2013 také v Hannoveru. Německá spolková vláda již vynaložila celkem cca 750 mil. EUR do implementování Industrie 4.0 na dobu 3 let. Do platformy je zainteresovaná spolková vláda zastoupená ministerstvem hospodářství a ministerstvem pro výzkum, průmyslová oborová sdružení, odbory a výzkumní instituce.

Iniciativa je zformulovaný program na podporu vývoje průmyslu a má za úkol podpořit rychlý rozvoj německého průmyslu a posílení ve světě. Hlavním cílem je „Evoluce od vestavěných systémů ke kyberneticko-fyzikálním systémům.“

Německo chápe pojem P4.0 následovně. „Pojem Industrie 4.0 označuje čtvrtou průmyslovou revoluci, nový stupeň organizace a řízení životního cyklu produktu v rámci celého hodnotového řetězce. Tento cyklus se orientuje na narůstající specifické zákaznické požadavky; začíná nápadem, pokračuje zadáním a vývojem, přes výrobu, dodávku produktu k zákazníkovi až po recyklaci a poskytnutím s ní spojených služeb. Základem je dostupnost všech relevantních informací v reálném čase prostřednictvím digitálního propojení všech relevantních účastníků hodnotového řetězce, sloužícímu k optimalizaci hodnototvorného toku prostřednictvím dat v každém okamžiku. Prostřednictvím digitálního propojení lidí, objektů a systémů dojde ke

vzniku dynamických, sebe v reálném čase optimalizujících a sebe organizujících hodnototvorných sítí. Tyto budou optimalizovatelné na základě rozličných kritérií – jako například dle nákladů, dostupností a spotřebě zdrojů.“ [23]

Nyní se pracuje na národní strategii konkrétně na oblastech: referenční architektura a standardizace, výzkum a inovace, bezpečnost sítěmi propojených systémů, právní rámec, trh práce a vzdělávání. Z technologického pohledu je centrem pozornosti evoluce od vestavěných systémů ke kyberneticko-fyzickým systémům.

4.1.2 Francie

Program „Industrie du Futur“ započala první fází v roce 2013. Tehdejší ministr reindustrializace zahájil program s 34 projekty zaměřenými na průmysl. V dubnu 2014 byla zahájena druhá fáze, kdy současný ministr průmyslu a digitalizace představil program srozumitelně široké veřejnosti. Iniciativa stanovuje celkem devět strategických oblastí, na které Francie tento program chce primárně zaměřit. Jedná se o nové zdroje energie a materiálů, smart cities, eko-mobilitu, dopravu budoucnosti, zdravotnictví budoucnosti, správu dat, inteligentní přístroje, digitální bezpečnost a zdravé stravování. Později se do programu zahrnuly další tři oblasti: Drony s velkou nosností, e-learning pro školy a obnovitelné zdroje energie.

Projekty jsou řízeny výkonnými řediteli známých firem (například Renault). Projekty jsou plánovány až do roku 2030 a některé z nich vyžadují legislativní změny na národní i evropské úrovni. Nejdůležitějším projektem iniciativy je „továrna budoucnosti“, neboť se týká všech průmyslových odvětví. Ekonomové se shodují, že pomalý ekonomický růst Francie je zapříčiněn nedostatečnými investicemi do výrobních technologií a zařízení, což vede k poklesu konkurenceschopnosti.

Laxní přístup francouzské veřejnosti svědčí o špatné informovanosti, a tudíž nulové připravenosti lidu na změny. [9]

4.1.3 Rakousko

V Rakousku existuje iniciativa „Industrie 4.0 Osterreich – die Plattform fur intelligente Pruduktion“. Tato iniciativa byla založena jako svaz na podobném půdorysu jako německá iniciativa těmito členy: Ministerstvo pro dopravu, inovace a technologie, Spolkovou komorou práce, svazy a odbory ve výrobě. Tato iniciativa koordinuje výzkumné projekty a jejich financování v oblasti P4.0. [21]

4.1.4 Švýcarsko

Dle slov Roberta Rudolfa, který je zakladatel švýcarské iniciativy „Industrie 2025“ jsou i MSP ve Švýcarsku na změnu připraveni, a to z těchto důvodů:

- Švýcarsko je úspěšný exportér a je dobře mezinárodně propojené.
- Švýcarské firmy se musely přizpůsobovat drahému franku a tak jsou připravení na permanentní změny.
- Švýcarsko má dobře vzdělané zaměstnance, kteří se do změn zapojují.
- Vysoké školy se zapojují do inovací díky blízké provázanosti s průmyslem. [21]

4.2 Strategie pro jednotný digitální trh Evropské unie

Evropská komise vydala v květnu 2015 Strategii pro jednotný digitální trh, která načrtla plány Evropské unie v oblasti digitální ekonomiky na nejbližší léta. Pro současnou Evropskou komisi digitální agenda představuje jednu z nejvyšších priorit, neboť má Evropě přinést potřebný hospodářský růst a nová pracovní místa. Budování jednotného digitálního trhu v EU je zároveň vnímáno jako urgentní agenda klíčového významu také ve všech velkých evropských ekonomikách jako jsou Velká Británie, Německo a Francie. [3]

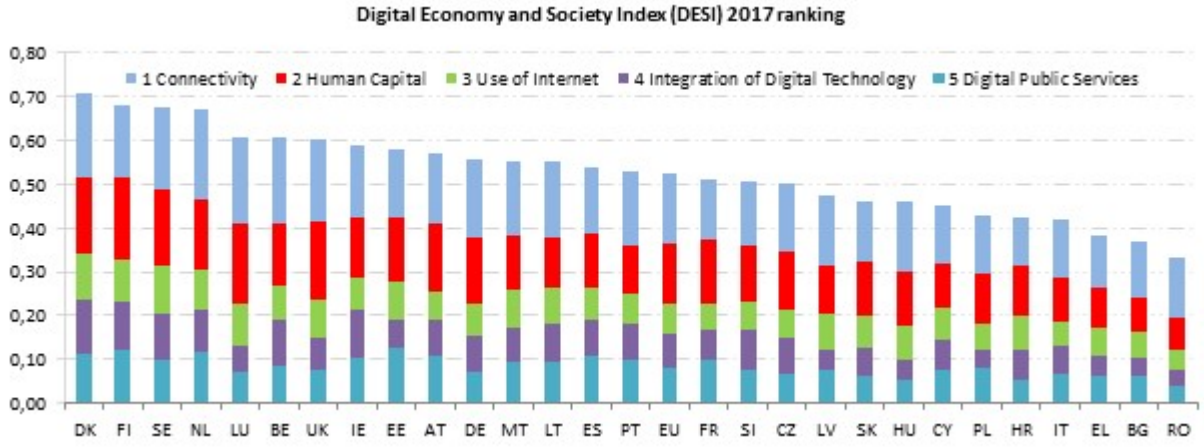
Nejdůležitějším cílem této strategie je odstranit regulační bariéry a vytvořit z 28 národních trhů pouze jeden. Strategii tvoří tři pilíře:

1. Zlepšit přístup spotřebitelů a podniků k digitálnímu zboží a službám v celé Evropě.
2. Vytvořit správné a rovné podmínky, aby mohly rozvinout digitální sítě a inovativní služby.
3. Maximalizovat růstový potenciál digitální ekonomiky.

Na Obrázku 10 je index DESI 2017 (počítá s výsledky roku 2016). Na obrázku je znázorněno, jak EU jako celek a zároveň jak jednotlivé státy postupují k digitální ekonomice. Každý stát je bohužel na rozdílné úrovni vývoje a postup probíhá různě rychle. [2]

Oproti roku 2015 lze říci, že v roce 2016 došlo ke zlepšení situace v EU. V roce 2016 byl index DESI 0,5 a v letošním roce 0,52. Tempo růstu indexu však není vysoké.

Obrázek 10: DESI 2017 v rámci členských států EU [3]



4.3 Výzkum dopadů automatizace

Již je známo, že automatizace rychle mění svět – roboti berou lidem pracovní místa, tím mění pracovní trh a i to, jak lidé tráví volný čas. Některé státy jsou na příchod robotů a umělé inteligence připraveni lépe, jiné hůře. Nedávný vývoj v oblasti robotiky, umělé inteligence a strojového učení lidstvo přivádí k vrcholu nového věku automatizace. Roboty a počítače mohou nejen provádět řadu rutinních fyzických pracovních činností lépe a levněji než lidé. Lidé jsou ale stále schopnější provádět činnosti, které zahrnují kognitivní schopnosti. Je příliš obtížné úspěšně automatizovat schopnosti, jako jsou tiché rozhodování, citové emoce, nebo řízení. Automatizace změní každodenní pracovní činnost všech, od horníků, ochránců přírody až po komerční bankéře, módní návrháře, svářeče a generální ředitele. Nezodpovězenou otázkou zůstává, jak rychle se tyto automatizační technologie stanou realitou na pracovištích a jaký dopad

bude mít na zaměstnanost a produktivitu ve světové ekonomice. McKinsey Global Institute provedl výzkum o automatizačních technologiích a jejich potenciálních efektů.

Automatizace činností může podnikům pomoci zlepšit výkon tím, že snižuje chyby a zvyšuje kvalitu a rychlost, v některých případech dosahuje výsledků, které přesahují lidské schopnosti. Automatizace také přispívá k produktivitě, jak tomu bylo již v minulosti:

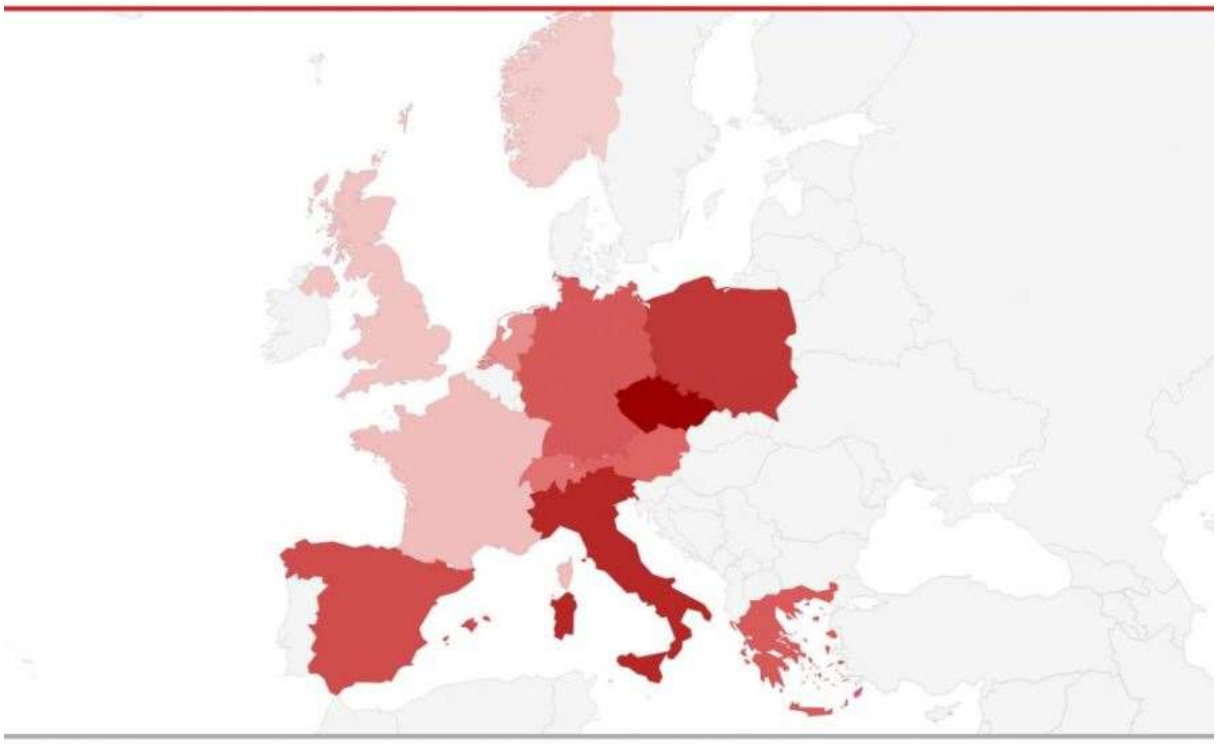
- 1850 – 1910 využití parního stroje → nárůst produktivity o 0,3 % za rok.
- 1993 - 2007 využití jednoduchých robotů → nárůst produktivity o 0,4 % za rok.
- 1995 – 2005 využití IT → nárůst produktivity o 0,6 % za rok.
- 2015 – 2065 automatizace → předpokládaný nárůst produktivity o 0,8 – 1,4 % za rok.

Úroveň, na které lze analyzovat potenciální dopad automatizace spočívá spíše v individuálních činnostech než v konkrétních povoláních. Každé zaměstnání zahrnuje několik typů činností, z nichž každá má různé požadavky na automatizaci. Existuje velmi málo zaměstnání (méně než 5 %), kde je možná úplná automatizace. V téměř každém zaměstnání je možná částečná automatizace, odhaduje se přibližně polovina veškerých aktivit, což činí téměř 15 bilionů dolarů mzdy.

Činnosti, které jsou nejvíce náchylné k automatizaci, jsou fyzické ve vysoce strukturovaném a předvídatelném prostředí. Jedná se o výrobu, ubytovací a stravovací služby, maloobchody. Odhaduje se, že automatizační efekt bude uplatňován až za několik let, i přesto, že existuje technický potenciál. Tempo automatizace a tím i její dopad na pracovníky se bude lišit v různých činnostech, povoláních a mzdových a dovednostech úrovních. Faktory, které určují tempo a rozsah automatizace zahrnují probíhající vývoj technologických možností, náklady na technologie, konkurenceschopnost pracovní síly včetně dynamiky dovedností, nabídky a poptávky, přínosy v oblasti výkonnosti včetně úspor nákladů na pracovní síly, sociální a regulační přijetí. Dle výzkumu je odhadováno, že polovina dnešních pracovních činností by mohla být automatizovaná do roku 2055 s odchylkou 20 let. [29]

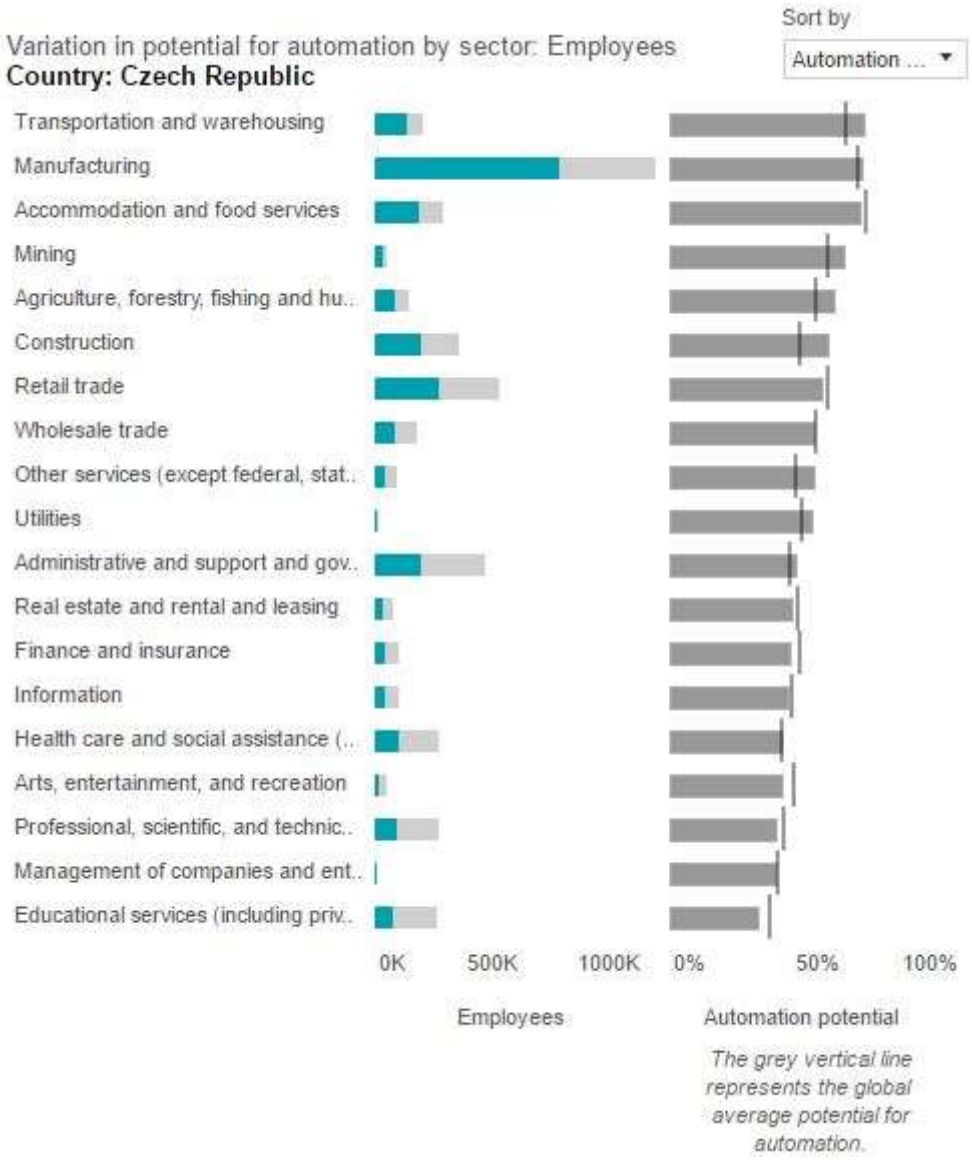
Vzhledem k tomu, že jsou v ČR nabízeny především pracovní pozice, které lze snadno automatizovat, umístila se ČR na první pozici nejvíce „ohrožené“ země robotizací. Na Obrázku 11 je zobrazena mapa Evropy, kde jsou vyznačeny státy, které jsou dle McKinsey Global Institute „ohroženy“ robotizací. Konkrétně je ohroženo 52,2 % pracovních míst. Na druhé pozici je Turecko s 50,4 %, třetí je Itálie s 50,3 %.

Obrázek 11: „Ohroženost“ evropských zemí robotizací [29]



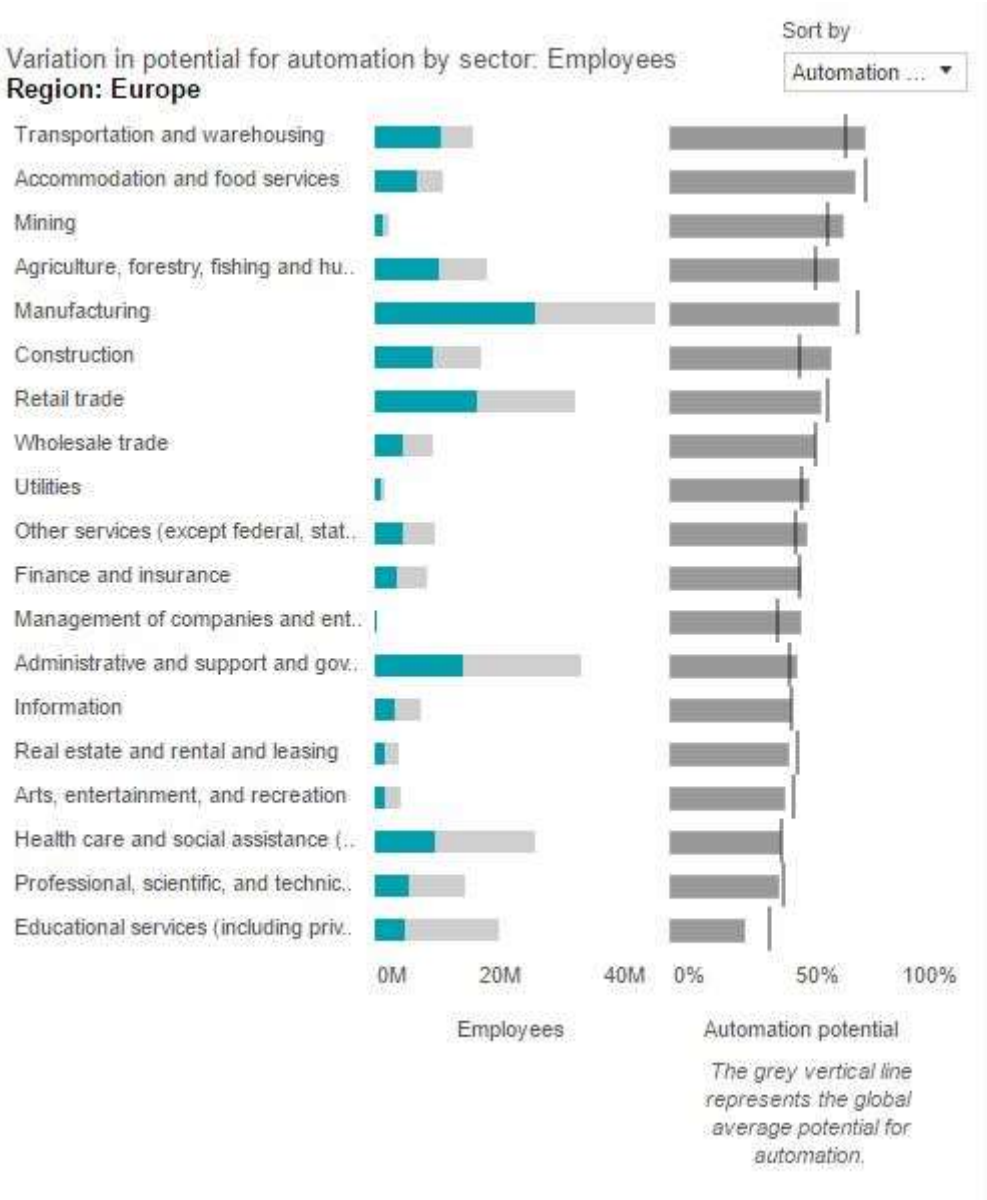
Na základě tohoto získaného poznatku instituce McKinsey vypracovala detailnější pohled na automatizaci dle odvětví. Na Obrázku 12 jsou seřazené odvětví průmyslu podle nejvyššího potenciálu automatizace v ČR. Na prvním místě je odvětví dopravy a skladování, dále je vysoký potenciál ve výrobě, ubytovacím zařízení a ve stravovacích službách. Modrá osa znamená počet zaměstnanců v daném odvětví. Vertikální čára na šedé ose označuje globální průměr potenciálu automatizace.

Obrázek 12: Potenciál automatizace dle sektorů v České republice [29]



Pro srovnání s potenciálem automatizace v Evropě instituce vypracovala totožný graf, který je vidět na Obrázku 13. V Evropě je taktéž nejvyšší potenciál automatizace v odvětví přepravy a skladování, dále v ubytovacích zařízeních a stravování. Na třetím místě se umístilo odvětví hornictví.

Obrázek 13: Potenciál automatizace dle odvětví v Evropě [29]



4.4 Indexy připravenosti

Aby bylo možné hodnotit a porovnávat země mezi sebou v oblasti připravenosti na P4.0 z různých aspektů, byly vytvořeny indexy připravenosti. V této kapitole je blíže představen index připravenosti k sítím neboli Networked Readiness Index, který vznikl v neziskové organizaci World Economic Forum ve Švýcarsku a index připravenosti pro P4.0 neboli Industry 4.0 Readiness Index, který sestavil Roland Berger v Německu.

U každého indexu je uvedeno, na jakém základě je vypočten, jaké zahrnuje oblasti a jak se umístila ČR v každém z nich.

4.4.1 Networked Readiness Index

Networked Readiness Index (dále jen NRI) v překladu index připravenosti k sítím sestavila nezisková organizace, která řeší globální společenské problémy lidské společnosti, ale i vztah společnosti k přírodě a naší planety, World Economic Forum se sídlem ve Švýcarsku.

Index vznikl již v roce 2000 ve spolupráci s Harvardskou universitou a Evropským institutem Administrativy a podnikání (INSED), jako reakce na revoluční pokrok v informačních a komunikačních službách. NRI poukazuje na společenské a politické asociace. Vypovídá o tom, jak jednotlivé země využívají ITC pokroků, jak jej podporují a rozvíjí, jaké mají podmínky k jeho využití a jak jsou ke všemu připraveny.

Hodnota indexu se pohybuje v rozmezí 0 – 6 s tím, že čím je země vyspělejší, tím má vyšší hodnotu. NRI je uveřejňován v ročních zprávách tzv. Global Information Technology Report, které jsou vydávané organizací.

NRI hodnotí podnikatelské prostředí dané země – trh a jeho regulace, infrastrukturu, politické prostředí atd. Je sestaven z 53 ukazatelů, které jsou rozdělené do následujících subindexů:

A. Subindex životního prostředí
    a. Politické a regulační prostředí (9 ukazatelů)
    b. Podnikatelské a inovační prostředí (9 ukazatelů)
B. Subindex připravenosti
    a. Infrastruktura (4 ukazatele)
    b. Dostupnost (3 ukazatele)
    c. Dovednosti (4 ukazatele)
C. Subindex použití
    a. Individuální využití (7 ukazatelů)
    b. Obchodní využití (6 ukazatelů)
    c. Použití vlády (3 ukazatele)
D. Subindex dopadu (dopad se měří jako samostatný subindex)
    a. Ekonomický dopad (4 ukazatele)
    b. Sociální dopad (4 ukazatele)

Přibližně polovina z 53 ukazatelů používaných v NRI pochází z mezinárodních organizací. Hlavním zdrojem jsou Telekomunikační unie, Světová banka, Organizace spojených národů pro vzdělávání, vědu a Kulturní organizace UNESCO a další OSN agentury.

Druhá polovina ukazatelů NRI jsou odvozeny z výroční zprávy Světového ekonomického fóra Výzkum výkonné správy.

V roce 2016 zhodnotil index NRI celkem 139 ekonomik na světě, což představuje 98,1 % států. Pro zajímavost prvních deset míst obsadili následující země:

1. Singapur
2. Finsko
3. Švédsko
4. Norsko

5. USA
6. Nizozemsko
7. Švýcarsko
8. Spojené království
9. Lucembursko
10. Japonsko

ČR se umístila na 36. místě. Detailní report NRI je uveden v Příloze č. 1. Pro porovnání je v Příloze č. 2 detailní report NRI Německa, protože je důležitým obchodním partnerem ČR. Německo se umístilo na 15. místě. Dále v Příloze č. 3 je uveden detailní report NRI Finska, které se umístilo z evropských zemí na prvním místě, ve světovém měřítku zaobírá druhé místo. [22]

4.4.2 Industry 4.0 Readiness Index

Pro porovnání předpokladů různých zemí a poskytnutí vhledu do klíčových faktorů ovlivňující schopnost země využít technologie P4.0 vyvinula poradenská firma Roland Berger index připravenosti pro Průmysl 4.0. Tento index je kombinací:

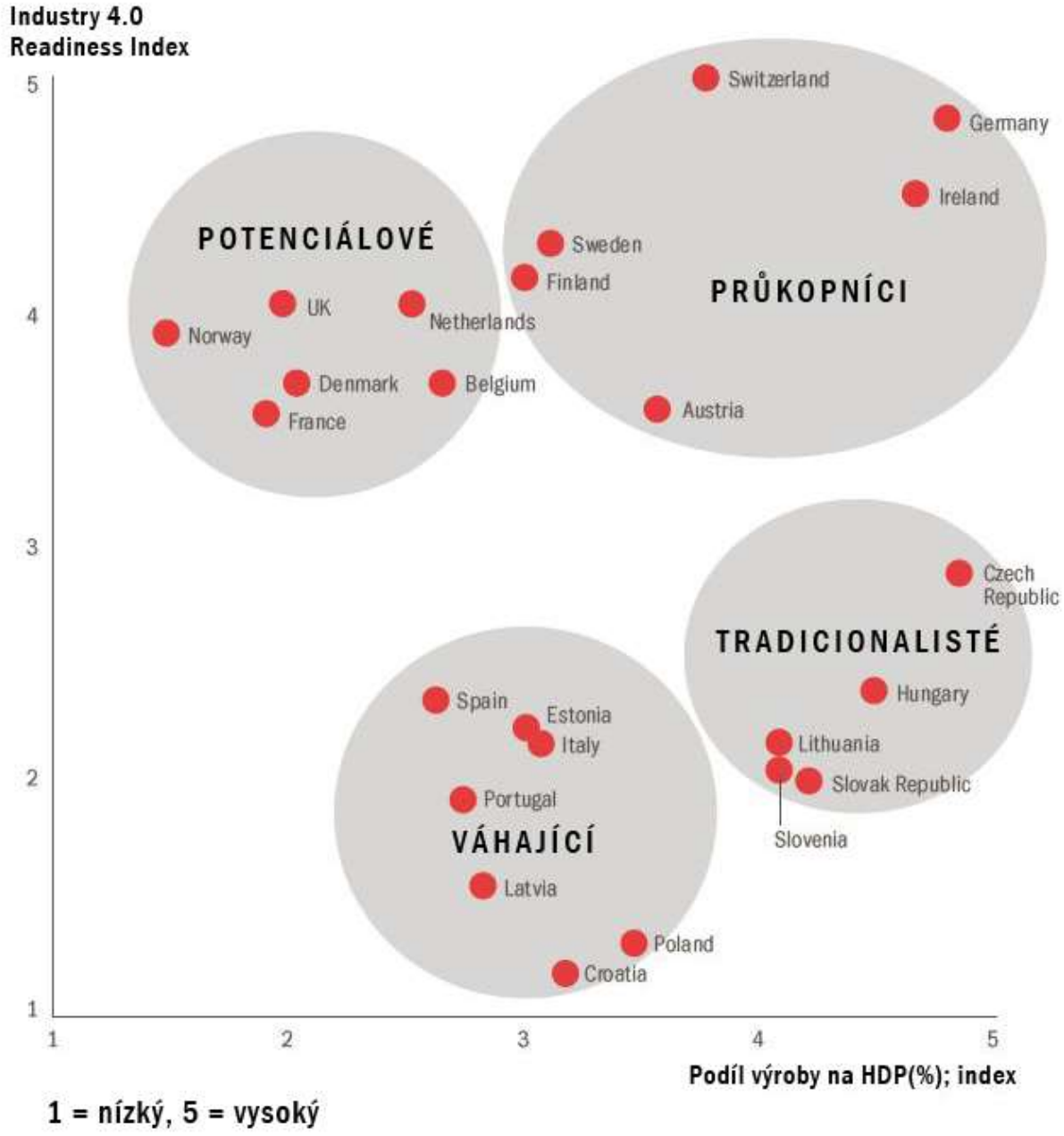
1. Průmyslové excelence – sofistikovaností výrobních procesů, stupněm automatizace, kvalitou a znalostmi pracovní síly a intenzitou inovací
2. Hodnotového systému – kvalitou tvorby přidané hodnoty, otevřeností průmyslu, inovačními sítěmi a využíváním internetu.

Každá kategorie je měřena na pětibodové škále. Kombinace obou kategorií definuje pozici země v rámci indexu připravenosti.

Z hlediska připravenosti pro P4.0 ve vazbě na podíl průmyslové výroby se ČR umístila dle studie firmy Roland Berger v sektoru „tradicionalistů“, a to (spolu s Německem) s největším podílem průmyslové výroby s vysokou přidanou hodnotou na HDP viz Obrázek 14. Na rozdíl od Německa, které patří k průkopníkům s nárůstem průmyslové výroby s vysokou přidanou hodnotou, signalizuje české snižování sledovaného faktoru a zároveň umístění mezi „tradicionalisty“ potenciální problém. Dle „Roland Berger Industry 4.0 Readiness Indexu“ je ČR zhruba na poloviční hodnotě ve srovnání s Německem a Švýcarskem (které je absolutní premiant). Ve srovnání s Rakouskem má ČR také co dohánět. Cílem ČR je přesunout se mezi průkopníky.

Cílem státu by měla být příprava na digitální ekonomiku především ve třech oblastech – zvyšování digitálního povědomí, podpora digitalizace u podniku a zajištění efektivních digitálních služeb. [21]

Obrázek 14: Připravenost evropských zemí na Průmysl 4.0, vlastní zpracování dle [21]



5 Příklady úspěšné implementace Průmyslu 4.0

Tato kapitola se zaměřuje na praktické příklady úspěšné implementace prvků idee P4.0. Budou zde uvedeny příklady z českých firem a příklad ze zahraničí.

Co se týče příkladů z České republiky, bude zde představena úspěšná implementace podnikového informačního systému ve farmaceutickém průmyslu. Dále zde bude popsáno využití autonomního robotu v automobilovém průmyslu ve společnosti Škoda Auto. Vzhledem k velké angažovanosti společnosti Siemens v oblasti P4.0 budou uvedeny příklady z různých poboček v ČR využití chytrých technologií, jako je například digitalizace výroby, autonomní manipulační technika, QR kódy, RFID čipy atd.

Ze zahraničí bude představena pobočka společnosti Siemens, která funguje v podstatě bez zaměstnanců na základě samořízení.

Dle mého názoru by na toto téma měla vzniknout rozsáhlejší sbírka úspěšných příkladů jako podklad sloužící pro firmy, které si neví rady, jak P4.0 zavádět. Může sloužit jako motivace a nastínění směru, jakým by se společnosti měly ubírat.

5.1 Bioveta, a. s.

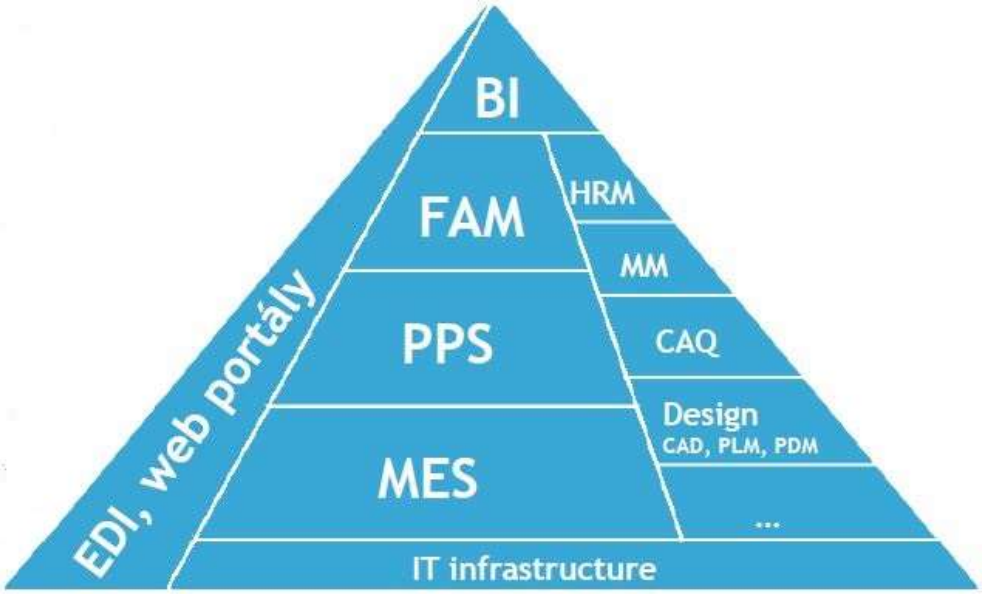
Pro pochopení důležitosti vhodného podnikového systému budou uvedeny stručné teoretické informace.

Podnikový informační systém zastupuje několik rolí v podniku. Komunikuje se systémy zákazníků, eviduje poptávku, vše o zásobách, rozpracovanosti, materiálu na cestě, zdrojích, plánuje výrobu a nákup. Řídí výrobu na jednotlivých pracovištích tlakem či tahem. Dále poskytuje podklady pro controlling, účtuje atd. Dá se říci, že v dnešní době je ERP centrálním mozkem firmy, a proto je důležité, aby systém byl vhodný pro daný podnik.

Informační systém ve výrobním podniku je obvykle postaven ze specializovaných komponent firmy viz Obrázek 15. Jedná se o následující komponenty:

- MES (ManufacturingExecutionSystem) – výrobní informační systém
- PPS (ProductionPlanning Systém) – plánování a řízení výroby a nákupu
- FAM (FinancialAccounting Management) – Finančně-ekonomické řízení
- CAD (ComputerAided Design) – podpora konstrukčních prací
- PLM (ProductLifecycle Management) – řízení životního cyklu výrobku
- PDM (Product Data Management) – řízení výrobkových dat
- CAQ (ComputerAidedQuality) – podpora jakosti
- MM (Marketing Management) – řízení marketingu
- HRM (HumanResource Management) – řízení lidských zdrojů
- EDI (Electronic Data Interchange) – výměna zpráv mezi systémy
- BI (Business Intellingence) – podpora rozhodování

Obrázek 15: Komponenty podnikového informačního systému [10]



Ve spodní části pyramidy se nacházejí konkrétní stroje se svými řídicími systémy, počítače, sítě. Nad tím MES systémy, které se stroji komunikují a řídí je. O úroveň výše jsou PPS systémy pro plánování a řízení výroby, FAM systémy pro finanční řízení firmy, komunikační nástroje pro výměnu dokumentů s obchodními partnery apod.

V dnešní době je stále problém efektivně protáhnout výrobou, nákupem a sklady požadavek zákazníka tak, aby celá akce byla optimalizována a nemusel do ní zasahovat člověk. Největším problémem je provázat ERP (EnterpriseResourcePlaning) systém s MES systémem.

Společnost Minerva je významný dodavatelem v oblasti podnikových řešení na míru zaměřených na výrobní a distribuční společnosti. Zaměřuje se na implementaci ERP systému QAD EnterpriseApplications amerického autora, společnosti QAD Inc. a dalších systémů, které rozšiřují funkcionalitu ERP. [10]

Jako příklad úspěšné implementace P4.0 v této oblasti byla vybrána úspěšná implementace podnikového systému ERP QAD ve společnosti Bioveta, a. s.

Bioveta, a. s. sídlící v Ivanovicích u Hané je významnou společností v oblasti vývoje a produkce veterinárních a humánních přípravků. V roce 2012 dodavatel menšího českého informačního systému, který tato společnost využívala, ukončil podporu. Toto byl impuls pro vyhlášení výběrového řízení na pořízení nového informačního systému, který by byl generačně dál a odladil by nesjednocenost celého předchozího řešení. Bioveta kladla důraz na komplexní celopodnikový systém (ERP) vhodný pro výrobní podnik ve farmaceutickém průmyslu, který by jednotně pokryl celopodnikové procesy, počínaje založením zakázky, konče plánováním zdrojů. Ve výběrovém řízení zvítězila společnost Minerva Česká republika díky svým dlouholetým zkušenostem.

Proces implementace byl úspěšný mimo jiné díky přístupu vedení společnosti. Ve firmě probíhala interní kampaň pro pozitivní přijetí změn a pracovních postupů při implementaci nového systému a pochopení ERP jako pomocníka při práci.

Implementace byla rozdělena na dvě etapy. První etapa zahrnovala proces zavedení a spuštění ERP QAD, poté následovala etapa validace systému podle farmaceutických norem. Validace probíhala v roce 2015 a ukončila celý projekt.

„ERP QAD byl zaveden počátkem roku 2014. Specifika technického řešení spočívají především v propojení online na laboratorní systém LIMS a doladění nastavení specifik u řízení šarží vzhledem k výrobě produktů vyžadující proces růstu živých organismů a kombinací šarží a plánování. Minerva dodala také B2B portál, který je doplňkem prodejních kanálů Biovety. Materiálový tok je v řešení pokryt automatickým sběrem dat pomocí čárových kódů. Zabezpečuje rychlý a bezchybný pohyb materiálu a produktů uvnitř podniku i v expedici. V dodávce ERP QAD je obsažen modul CRM (customer relationship management), který obsluhuje obchodní oddělení a využívá především organizaci práce obchodních zástupců. Pro management byl vytvořen rozhodovací dashboard a na míru sady prohlížení pro podporu rozhodování.“ [11]

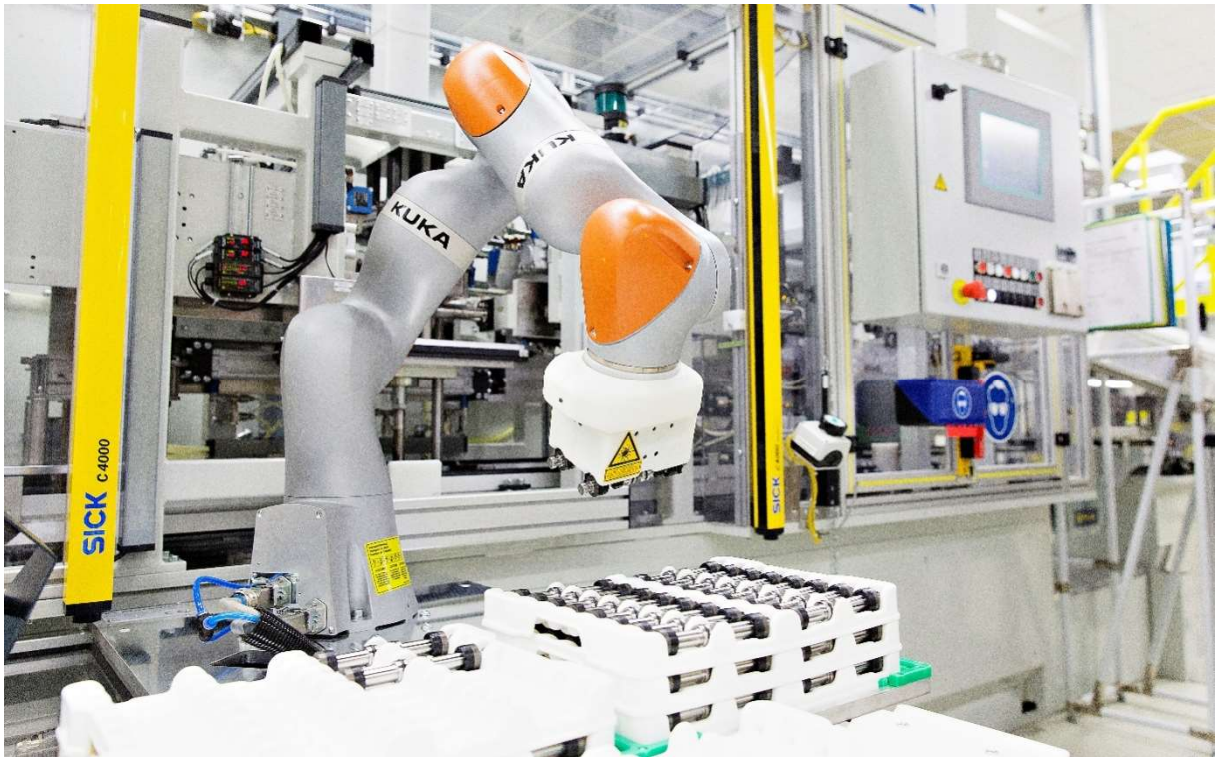
5.2 ŠKODA AUTO

V listopadu roku 2016 byl zařazen do výroby přímo řazených převodovek DQ 200 v závodě ŠKODA AUTO ve Vrchlabí robot KUKA LBR iiwa viz Obrázek 16. V závodě se vyrábí moderní sedmistupňové převodovky s technologií, která žádají vysokou preciznost výroby. Vzhledem k osvědčení robota na výrobní lince, letos byl uveden do provozu druhý robot, který vykonává stejnou činnost.

Robot podporuje zaměstnance při výrobní operaci „zakládání pístu řazení“. Tato operace je jedna z nejcitlivějších úkolů ve výrobě převodovek. S pomocí lehkého robota KUKA LBR iiwa mohou nyní zaměstnanci provádět tuto výrobní operaci ještě přesněji a bezpečněji. Roboty řady LBR iiwa je možno navádět rukou, takže robot se sám naučí trajektorii pohybu. Díky jeho technické citlivosti a nízké hmotnosti (pouhých 23,9 kg) je možné robota přesně a flexibilně ovládat. Protože má vysoce citlivé senzory, zakládá robot písty řazení s nejvyšší přesností. Senzory registrují případný kontakt se zaměstnancem. Tím je stále zajišťována jeho bezpečnost.

Zavedení nového robota s lehkou konstrukcí probíhá v rámci kontinuální modernizace závodu ŠKODA AUTO ve Vrchlabí. Denně vyrobí 2 000 ks převodovek DQ 200 a jsou dodávány do automobilů ŠKODA i dalších značek koncernu Volkswagen. [12]

Obrázek 16: Robot KUKA LBR iiwa [37]



5.3 Siemens Elektromotory Mohelnice

Mohelnický závod Siemens Elektromotory je největším závodem na výrobu nízkonapěťových asynchronních elektromotorů v Evropě. Má 62 budov a zabírá plochu 30 hektarů. Tímto se společnost řadí mezi nejrozlehlejší výrobní areál koncernu Siemens na světě. Zaměstnává 2 000 zaměstnanců a každý pracovní den dokončí zhruba 4 000 elektromotorů, které následně putují do celého světa. Kvalitu, efektivitu a flexibilitu pomáhají zvyšovat prvky P4.0. Brzy by se tato společnost měla zařadit do nové generace digitalizovaných inteligentních továren.

Implementace prvků P4.0 do výroby elektromotorů spočívá zejména v míře využití dílčích chytrých řešení. Jde zejména o digitální podporu všech konstrukčních, technologických a výrobních procesů. Veškeré kroky jsou v rámci digitálního podniku plynule propojeny nepřetržitým tokem dat, od návrhu výrobku přes výrobu až po expedici. Díky tomu dokáže firma ve velkém rozsahu vyrábět individualizované produkty z 65 000 variant.

Prvním z prvků P4.0 je elektronické sledování využití strojů. Prozatím se toto týká zhruba desetiny celkového počtu 2 500 činných výrobních strojů. Toto umožňuje v reálném čase sledovat a vyhodnocovat efektivitu výroby, provádět analýzy a hledat vylepšení. Management získává nezkreslené informace o aktuálním využití strojů a statistky jejich provozu, což umožňuje redukovat ztrátové časy, identifikovat úzká místa a celkově zefektivňovat činnost závodu.

Dalším prvkem P4.0 je vybavení manipulační techniky datovým rozhraním a přijímačem GPS. Jedná se o 50 vysokozdvižných vozíků. Po přihlášení do serveru je možné kdykoliv získat informaci, kde se vozíky pohybují, kdo je řídí a zda jsou využívány efektivně. Monitoring pomáhá lépe plánovat logistiku, spořit zdroje a vytěžovat techniku. Dodatečná funkce sledování nárazů zase přispívá k vyšší bezpečnosti práce a snižuje náklady na servis techniky.

S optimalizací interní logistiky pomáhají simulace materiálových toků. Je využíván SW, který byl navržen přímo společností Siemens. Simulace pomáhá při kapacitních výpočtech využití

tras interního milk runu (milk run je rozvoz materiálu ze skladu po přesně určených logistických trasách s přesným harmonogramem dodávek), při modelování úpravy lakovny, kapacitním ověřování vícestrojových obsluh nebo při nákupu nových strojů pro obrobnu rotorů. Ověření navrhovaných řešení ve virtuálním světě pomáhá předejít nákladným a často těžko odstranitelným chybám v reálném světě.

Digitalizována je také veškerá technická a výrobní dokumentace od fáze vývoje a návrhu až po využití při výrobě a kontrole kvality. Velmi využívané jsou animované montáže komponent. Ve firmě existuje více než 4 000 videí, které poskytují zaměstnancům animované návody k jednotlivým krokům montáže některých komponent elektromotorů.

Dále v Mohelnici využívají inteligentní systém řízení budov. Ten je na místě u takto rozlehlého komplexu a dokáže výrazně snížit provozní náklady. Umožňuje monitorovat spotřebu energií a řídit všechny základní technologie budov z centra dispečinku. Podle aktuální spotřeby stlačeného vzduchu je tak optimalizován chod kompresorů. Centrálně je řízena také příprava teplé vody, navíc s využitím solárního předehřevu, vytápění a osvětlení. Například každé z LED svítidel používaných k osvětlování rozsáhlých hal komunikuje s dispečinkem, hlásí mu své provozní hodiny, aktuální výkon a případnou poruchu.

Do budoucna by Siemens chtěl využít podobné technologie k razantnímu snižování produkovaných emisí. [13]

5.4 Siemens, s. r. o. odštěpný závod Elektromotory Frenštát

Závod Frenštát dodává zákaznická provedení nízkonapěťových asynchronních elektromotorů osových výšek 225 až 315 mm. V tomto segmentu je největším evropským výrobcem. Frenštátský závod má za sebou úspěšnou sedmdesátiletou historii, v posledních letech významně investoval do inovací v oblasti automatizace a digitalizace.

Společnost jako první ve střední a východní Evropě v roce 2013 uvedla do provozu automatizovaný vozík BT Autopilot viz Obrázek 17. Ten zásobuje komponentami dvanáct výrobních pracovišť zdejší navijárny. Jeho navigaci samočinně obstarává SW, v němž je naprogramováno uspořádání provozu. Na základě jednotlivých pracovišť vozík přiváží palety s komponentami potřebnými pro kompletaci dalšího setu a odváží palety prázdné.

Obrázek 17: Automatizovaný vozík BT Autopilot [13]

Automatizace manipulační techniky zrychlila dodávky a pomohla se vypořádat se zúženým manipulačním prostorem v důsledku rozšíření výroby. Současně snížila provozní náklady. Automatizované vozíky jsou rychlejší, spolehlivější a úspornější než vozíky s lidskou obsluhou.

V závodu byla také zavedena takzvaná bezpapírová výroba. Veškerá technická dokumentace a informace k výrobní zakázce putují závodem výhradně v elektronické podobě. I ve výrobě si je lze jednoduše zobrazit pomocí dotykových obrazovek. Dle místních zkušeností to významně zrychluje komunikaci mezi výrobními celky.

Další zásadní inovací bylo nasazení hlasového vychystávání skladu. To je založena na rozeznávání lidského hlasu, a naopak na interpretaci dat ve formě hlasu. Díky němu získávají pracovníci skladu pokyny pro prováděné operace výhradně hlasově, ze sluchátek. To jim uvolnilo ruce i zrak. Mohou se tak lépe soustředit na samotnou manipulaci se zbožím, jejich práce se zrychlila a současně je bezpečnější.

Dále zde byl realizován projekt s názvem Sledování využití manipulační techniky. Jeho základem je vybavení vysokozdvižného vozíku provozními snímači a GPRS vysílačem, který přenáší data přes rozhraní do webové aplikace I_SITE. Jsou vytvořeny okruhy pracovníků pro zamezení neoprávněného použití. Každý řidič má v systému definovaný profil, který obsahuje identifikační kód, řidičské oprávnění pro definovanou skupinu vozíku a směnnost. Z jednotlivých vozíků se do systému přenášejí provozní údaje, jako například čas jízdy, čas zdvihů, stav trakčních baterií (doba nabíjení, změny kapacity) a nárazů stroje. Z těchto parametrů aplikace následně předává údaje, které vedou k lepšímu využití stroje, baterie nebo skupin strojů. Opatření tohoto projektu vedla ke snížení počtu manipulační techniky o 6 %, snížení nákladů na servis o 3 % a současně se finančně odrazila na produktivitě závodu. [13]

5.5 Siemens, s.r.o. odštěpný závod Nízkonapěťová Spínací Technika

Ve dvou halách se zde vyrábějí elektromechanické spínací a signalizační prvky, elektronické spínací přístroje a relé a osazují plošné spoje. Posledním technologickým posunem je digitální

propojení jednotlivých částí výrobních linek pomocí QR kódu viz Obrázek 18. Jejich jednotlivá zařízení komunikuje se servery, na nichž se nacházejí data potřebná pro výrobu.

Obrázek 18: Ukázka QR kódu [37]

Pokud je díl vyráběného produktu označen QR kódem, lze ho díky němu v jakékoliv části výrobního procesu jednoznačně strojově identifikovat. Kód je na jednotlivých pracovištích snímán a určuje, jaké úkony je třeba na daném pracovišti na výrobky provést. Současně je podle něj možné provádět kontrolu správnosti zpracování. Na serverové centrální úložiště se ke každému kódu průběžně ukládají procesní data. Celý výrobní proces je tak zdokumentován a detaily lze zpětně dohledat. Pomocí aplikace pro chytrý telefon si může konečný zákazník z QR kódu finálního výrobku načíst podrobné informace o jeho parametrech. Tím se nejen snižuje možnost záměny, ale usnadňuje se tak i servis nebo proces generování zákaznické dokumentace.

Dále závod využívá systém NX od společnosti Siemens PLM SW a veškerá data, od jednotlivých dílů po charakteristiky finálních výrobků jsou uchovávána v centrálním PDM systému (Product Data Management). Z dat, která vygeneruje vývojové oddělení při tvorbě plošného spoje, je vytvořen digitální 3D model. Na něm jsou přesně vidět součástky, čísla komponentů, i v jaké polaritě a na jakém místě mají být osazeny. Tato data se využívají pro přímou kontrolu ve výrobě. Obsluze je k dispozici aktivní digitální obrazovka, která zásadním způsobem usnadňuje práci. Dřívější papírové výkresy popisovaly osazení pro více variant výrobku, což bylo někdy obtížné pro orientaci. Nový 3D model zobrazí vždy jen tu správnou variantu. Díky tomu kvalita výroby celého řetězce překročila 96 %.

První operací na hale je vylaserování QR kódu na plošné spoje. Kódy jednoznačně identifikují výrobek a jeho komponenty v průběhu celé následující výroby. Pájení osazených spojů probíhá u každého produktu pod jiným programem. Správné parametry si linka nastaví opět dle QR kódu na spoji. Programy pro osazování plošných spojů jsou generovány automaticky a jsou propojeny na 3D model. Po osazení zařízení na základě QR kódu na spoji nahraje výrobní dokumenty a porovná je s daty nasnímanými kamerami. Tato automatizovaná kontrola prakticky vylučuje možnost puštění chybně osazeného výrobku do dalšího procesu. [13]

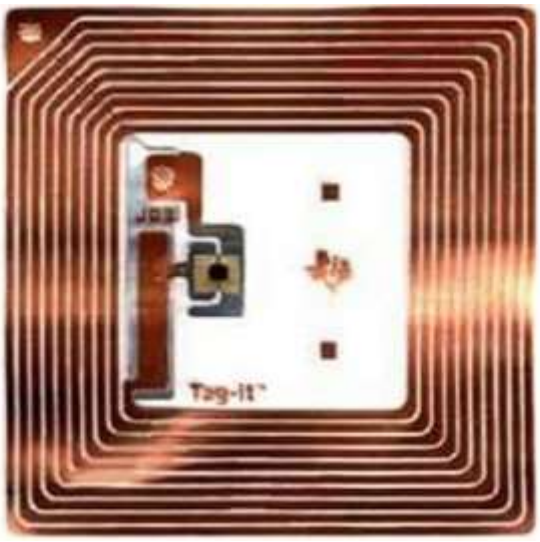
5.6 OEZ, s. r. o. Letohrad

Společnost OEZ se zabývá vývojem a výrobou nízkonapěťových jisticích přístrojů. Díky 10leté spolupráci se společností Siemens jsou v současnosti jedním z nejmodernějších závodů v České republice.

Takřka každý výrobní úkon provedený na pracovišti v OEZ řídí a kontroluje počítač. Pracovní operace zpravidla začínají naskenováním čárového kódu, QR kódu nebo RFID čip viz Obrázek

19, který je dnes vytištěn na každé významné podsestavě i na výrobku samotném. Naskenováním kódu jsou získány informace v něm uložené a určují, co bude s výrobkem provedeno. Systém vyhodnotí, jakou další operaci je třeba podstoupit a jaké dílce mají být použity. Ověří také kompletnost operací předchozích, zkontroluje jejich úspěšné dokončení a na závěr zaznamená důležitá procesní data do centrální databáze. Tam jsou uchovávána po celou dobu životnosti výrobku a jsou klíčovým zdrojem informací při řešení reklamací. Slouží také k analýze výrobních procesů a jejich efektivity. Přispívají tak k dalšímu zdokonalování výroby. [14]

Obrázek 19: RFID čip [38]



Dalším přínosem digitalizace výroby je možnost neustálé kontroly a průběžné monitorování. Zvyšuje se tak využitelnost výrobního zařízení a při výpadku je možné rychle reagovat. Na letohradských halách jsou rozmístěny obrazovky, které zaměstnance informují o aktuálním stavu výroby, plnění plánu a klíčových ukazatelů. Doplněno je i souhrnné zhodnocení ve formě semaforu. To má významný informační efekt a motivuje tým. [13]

5.7 Siemens Elektronikwerk Amberg

Výrobní závod společnosti Siemens se sídlem v německém Ambergu je vynikajícím příkladem konceptu digitální továrny v praxi viz Obrázek 20. Díky oboustranné komunikaci si výrobky samy řídí vlastní montáž, kdy své specifické požadavky předávají přímo strojním zařízením. Vyrábí se zde programovatelné logické automaty Simatic (PLC). Ty se používají k automatickému řízení strojů a zařízení za účelem úspory času a finančních prostředků a současně ke zvýšení kvality produktů. Využití těchto výrobků je rozmanité, například od řízení lyžařských vleků i palubních systémů výletní lodi po řízení výrobního procesu v nejrůznějších průmyslových odvětvích, od automobilového průmyslu po farmacii. Díky identifikačním systémům SimaticIdent si mohou výrobky řídit svůj vlastní výrobní proces. Optické kódy QR kódy, které jsou připevněny ke každému polotovaru, v sobě obsahují informace o výrobku i o potřebných krocích, kterými výrobek musí projít, aby se z něj stal hotový produkt. Díky těmto kódům komunikuje výrobek přímo s výrobními stroji.

Aktuálně kvalita výroby dosahuje 99,99 % a díky celé řadě zkušených stanic je i těch několik vadných kusů bezchybně a efektivně objeveno. Celkem se v závodě ročně vyrobí na 12 milionů produktů Simatic. Jednotlivé produkty automatizační techniky putuje ze závodu k více než 60 000 zákazníkům po celém světě. [15]

Obrázek 20: Ukázka výrobní haly firmy Siemens v Německu [39]

6 Vytipování možných zdrojů informací

O tomto relativně novém tématu neexistuje téměř žádná knižní publikace. Z toho důvodu je nutné hledat zdroje informací jinde. Typy na internetové zdroje informací k řešenému tématu:

- www.siemens.com - Odborné články Společnost Siemens v ČR již několik let investuje do výzkumu a vývoje nových technologií podporující P4.0 a snaží se poznatky aplikovat v menších firmách. Dodávají nejnovější technologie do nemocnic, bezpečnostní systémy, SW ostatním firmám, načež zvyšují efektivitu a konkurenceschopnost podniků. Informace lze dohledat v odborných článcích z řešené oblasti právě od společnosti Siemens.
- www.vyzkum.cz – Věda a výzkum ČR. Zde jsou k dispozici výroční zprávy, různé analýzy, hodnocení a plány.
- www.vlada.cz – Úřad vlády ČR – jsou zde ke stažení akční plány Úřadu vlády.
- www.tacr.cz – Technologická agentura ČR. Zde jsou uveřejňovány analýzy, pozvánky na konference, atd.
- www.prumysl.cz – informační portál průmyslu, shromažďuje informace o úspěších, objevech a inovacích, aktuální témata ze zahraničí a rozhovory se zástupci.
- www.chytremesto.cz – projekt České spořitelny, který se snaží o „smart cities“, mimo jiné stránky obsahují přehled novinek z celého světa z oblasti nových technologií a P4.0.
- www.ppp4.cz – připraveno pro průmysl – jedná se o mezinárodní konferenci o průmyslu 4.0, jsou zde k dispozici komentáře a prezentace všech vystupujících.
- www.ec.europa.eu – stránky Evropské komise.

- www. ec.europa.eu/digital-single-market - Evropská komise - Digital single market – průběžné analýzy v rámci EU a každého členského státu z různých pohledů Průmyslu 4.0, vysvětlení základních pojmů.
- www.innovationpolicyplatform.org – The Innovation Pollicy Platform – Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD).

Dále je důležité sledovat:

- Národní iniciativy zahraničních států
- Vládní rozhodnutí (například o investicích, dílčích projektech atd.)
- Odborné články výzkumných firem
- Konference, odborné přednášky
- Příklady úspěšných implementací prvků průmyslu 4.0
- Analýzy dat o aktuálním stavu
- Průzkum veřejného mínění na dané téma

7 Odhad dalšího vývoje implementace Průmyslu 4.0

ČR není určující v tom, co se bude dít v rámci P4.0. ČR se může dívat kolem (co se děje v ostatních státech) a vhodně se přizpůsobovat tak, aby na dění v P4.0 vhodně reagovala. K udržení konkurenceschopnosti se musí ČR připravit na roli kooperujícího partnera, schopného absorbovat nové technologie, integrovat je a inovacemi adekvátně přispívat do celosvětového úsilí.

Na úrovni státu je nutné připravit infrastrukturu – vysokorychlostní širokopásmový internet, legislativu a lidské zdroje. [40]

Vzhledem k výše uvedeným poznatkům lze těžko předpokládat další vývoj implementace prvků P4.0. U každé společnosti bude velmi individuální postup implementace chytrých technologií, které zaštitují P4.0. Záleží na digitální zralosti firmy a na možnosti vlastnictví firem.

7.1 Úrovně digitální zralosti společnosti

Dle iniciativy P4.0 bylo stanoveno 5 úrovní digitální zralosti a následujícími charakteristickými znaky:

1. Firma má zaveden informační systém pro řízení výroby. Internetová přítomnost je pasivní (webové stránky). Firma začíná uvažovat o digitalizaci výroby, procesů, údržby, návrhu produktů atd. Nemá definovanou digitální strategii. Základní ekonomický SW umožňuje komunikaci s některými institucemi státní správy. Částečná schopnost zapojení se do dodavatelsko-odběratelských vztahů.
2. Interaktivní webová přítomnost. Firma je SW řízená, začíná chápat význam dat. Realizují se dílčí integrační projekty (automatizace). Uvažuje o nastavení digitální strategie a zapojení do informačních toků dodavatelsko-odběratelského řetězce.
3. Více kanálová přítomnost. Firma má definovanou digitální strategii. Základy datové kultury – projekty integrace datové architektury, integrovaná automatizace řízená v reálném čase.
4. Integrovaná multikanálová přítomnost v digitálním světě. Ve firmě existuje digitální strategie. Datová architektura je integrovaná v celém produkčním řetězci od komunikace a sdílení dat se zákazníkem až po subdodavatele. Využití digitální diagnostiky pro predikování poruchy a neshod v systémech.
5. Firma je digitalizační platformou propojující on-line a off-line svět v jeden plně integrovaný a ekonomicky výkonný celek. Nabízí jedinečnou personalizovanou zkušenost

svým zákazníkům prostřednictvím virtuálních produktů komunikujících se zákazníky v průběhu celého životního cyklu partnerského vztahu. Prostřednictvím nejnovějších a nejefektivnějších přístupů realizuje kyber-fyzický systém schopný individualizované realizace případné fyzické části produktu.

Na základě výše uvedených úrovní digitální zralosti lze konstatovat, že do kategorie 3 v ČR spadá z průmyslových podniků pouze několik výjimek. Většina firem spadá do 2 kategorie. Na základě těchto získaných poznatků lze předpokládat, že vývoj implementace prvků P4.0 bude kontinuální, budou se nadále postupně implementovat chytré technologie, které se do budoucna budou propojovat v kyber-fyzické systémy, které mezi sebou budou samostatně komunikovat.

Firmy vytvoří jako hlavní firemní strategii realizaci strategie P4.0. Zapojí se do horizontální provázané digitální sítě dodavatelsko-odběratelské hodnotového řetězce. Pokusí se o virtualizaci veškerých procesů již před zahájením výroby.

7.2 Možnosti vlastnictví firem

Dále odhad dalšího vývoje implementace P4.0 je různý z pohledu vlastnictví průmyslových firem:

- **Podnik je součást velké nadnárodní korporace**

Zahraniční korporace a smluvní vývojová centra jsou hlavním tahounem výrobních a komunikačních technologií. Globální korporace zapojují svoje české součásti do vlastního hodnotového řetězce průmyslové výroby v širokém spektru od kompletačních a montážních prací až po vysoce sofistikované činnosti vývojářských a prototypových center. [5]

Tyto firmy mají největší potenciál k cílové cestě P4.0, neboť zahraniční firmy přináší do českých poboček chytré technologie, učí české zaměstnance s chytrými technologiemi pracovat a tím jsou vedeni k dílčím inovacím, které jsou velmi úspěšné.

- **Podnik je česká firma vlastněná zahraniční nebo tuzemskou finanční skupinou**

Z důvodu relativně krátké životnosti managementu těchto firem chybí strategické rozhodování, které by mohlo zahrnovat postupné implementování prvků P4.0. Při operativním rozhodování je prioritní krátkodobé plnění ekonomických ukazatelů. Schvalování inovačních aktivit týkající se vlastní průmyslové výroby je komplikované a často se spojuje s využitím dotačních programů. Pokročilejší technologie jsou často využívány ve vnějších ekonomických vztazích, jako je například nákup, logistika, prodej, nikoliv ve výrobě. [5]

V případě těchto firem je důležité začít implementovat chytré technologie přímo do výrobního procesu. Prvotním důležitým milníkem je stanovit dlouhodobou strategii, která bude osahovat prvky vedoucí k cestě k P4.0 přizpůsobené na potřeby konkrétního podniku. K sestavení strategie je možné spolupracovat s externím subjektem, který se zaměřuje na pomoc podnikům při zavádění nových technologií a jejich využití za účelem efektivní výroby.

- **Podnik je česká firma vlastněná vrcholovým managementem, případně vlastníkem s jinou těsnou vazbou na exekutivu firmy**

Ve většině případů se jedná o MSP zaměřené na dodávky výrobků a služeb pro velké tuzemské nebo zahraniční korporace. Management firem je ochoten společně s vlastníky rozhodovat o strategickém rozvoji, ale velmi často jim chybí základní informace. Inovační procesy jsou hnány potřebou vyšší konkurenceschopnosti. V této kategorii mají největší zastoupení inženýrské nebo výzkumně-vývojářské firmy pracující výhradně pro zahraniční dodavatele. [5]

8 Návrhy a doporučení pro další vývoj a uplatňování poznatků Průmyslu 4.0 v ČR

Návrhy a doporučení se opět odvíjí od předpokladu, že ČR neurčuje, co se bude v oblasti P4.0 dít, nýbrž je zapotřebí vytvořit vhodné podmínky pro implementaci filozofie P4.0. Existuje několik prvotních výzev, jakým směrem by se mohla ČR vydat pro uplatňování poznatků a jejich další vývoj. Postupem času výzvy budou přibývat. Například, pokud bude ČR ve fázi, kdy v horizontu pár let ve velkém měřítku zaniknou profese, měla by pracovat na změně fungování trhu práce a sociálních věcí. Pro začátek je potřeba postupovat od základů.

1. **Technologická výzva**

P4.0 požaduje postupně integrovat veškeré výrobní, obchodní a ekonomické procesy a služby na principu distribuovaných znalostních systémů s vysokou mírou autonomie a bez viditelného centrálního elementu. V ČR nepůjde o vývoj celosvětových technologií, ale spíše o využití a integraci technologií dostupných. Zde je potenciál pro ČR, že mohou nabízet integrované řešení do zahraničí.

Rozhodujícím faktorem jsou lidé, jejich postoje a myšlení – ty je nutno připravit a vychovat, jelikož revoluce bude mít i sociální dopady.

P4.0 bude vyžadovat velké investice s trvalými průběžnými inovacemi ve výrobě a službách, reflektujícími na technologický pokrok.

2. **Výzva týkající se organizace výzkumu**

Výzkum již nebude moci být organizován v rámci jednoho podniku. Dnešní rozdrobený způsob financování aplikovaného výzkumu (jsou podporovány relativně malé a krátkodobě projekty) neodpovídá aktuálním potřebám P4.0.

Doposud se aplikovaný výzkum opíral jen o malé, kapacitně slabé projekty. Musí se přejít od malých grantů na oblasti, které se netýkají P4.0. Měly by se koncentrovat finanční prostředky a zdroje kolem teoretických a praktických problémů týkající se P4.0. Podniky by nemusely výzkum provádět sami, ale kupovaly by si řešení od výzkumných center.

Je žádoucí rekonstrukce prostoru aplikovaného výzkumu směrem od jednotlivých, nahodile vybraných projektů směrem k cílenému a řízenému budování dlouhodoběji fungující infrastruktury aplikovaného výzkumu s dostatečným prostorem pro flexibilní menší doplňkové projekty.

Výzkum by se měl přednostně zaměřovat na integraci stávajících dílčích řešení a na nová, inovativní řešení tam, kde má český výzkum dlouhodobou úspěšnou tradici, například v oblasti technik automatického řízení, kyberneticko-fyzikálních systémů, robotiky, simulace, vizualizace a SW pro počítačovou bezpečnost.

Stát by v první řadě měl vytvořit organizovanou síť výzkumných center dostatečně investičně vybavené, kde část expertízy se nikde jinde v ČR nebude financovat ani koncentrovat. S tím souvisí potřeba nastavit nová objektivnější kritéria hodnocení výzkumu. Doposud se aplikovaný výzkum hodnotil dle počtu článků, efektivnější by však bylo hodnocení dle kvality a potenciálu pracoviště z pohledu konkurenceschopnosti ČR. To by pomohlo prolomit bariéru spolupráce průmyslu a akademické sféry a zvýšily by se investice průmyslu do výzkumných organizací.

Veřejná podpora (především finanční podpora) aplikovaného výzkumu musí být koncentrována a koordinována na národní úrovni. Není potřeba vytvářet nové instituce, naopak zapojení dnes již existující infrastruktury výzkumných center a jejich jasná dlouhodobá, státem podporovaná profilace by měla přispět k jejich lepšímu a smysluplnějšímu využití.

3. **Výzva v oblasti vzdělávání**

P4.0 klade jiné nároky na znalosti inženýrů, než tomu odpovídají aktuální učební plány. Do dnešního dne jsou učební plány inženýrského studia zaměřené na hloubku odbornosti studované problematiky. Vzhledem k tomu, že P4.0 je interdisciplinární obor, je zapotřebí, aby inženýři měli znalosti nejen ze svého oboru, ale také z fyziky, matematiky, telekomunikace, obrábění, informatiky atd.

Musí se změnit obsah a styl výuky, velkou chybou je minimalizace výuky matematiky a fyziky. P4.0 se musí promítnout do všech učebních plánů všech oborů na vysokých i středních školách.

S určitostí lze říci, že do budoucna bude trh práce potřebovat mnohem více odborníků s technickým vzděláním. Nebude se cenit jejich úzké zaměření, ale naopak interdisciplinarita a tím i variabilita jejich uplatnění v praxi. Dnes se studované obory dělí na humanitní a technické. Aktuálně začíná být žádoucí průnik humanitního a technického vzdělání. Je třeba implementovat prvky technického myšlení a digitálních dovedností, ale současně také základy kreativního uvažování a kooperativní přístup k práci.

Je pravděpodobné, že vysoce specializovaní odborníci budou uplatňováni u více zaměstnavatelů (například ve skupině firem), nikoliv pouze u jednoho zaměstnavatele. Toto je můstek přestupu na další výzvu, a tou je **výzva trhu práce a sociálních věcí.**

4. **Bezpečnost**

Velký problémem je počítačová či kybernetická bezpečnost, neboť zatím neexistují téměř žádná řešení. V rámci řešení P4.0 půjde o systémovou bezpečnost, jíž je počítačová bezpečnost jen součástí. Bez této bezpečnosti nebude možné P4.0 realizovat, neboť veškeré řízení podniku bude na internetu.

V českých podnicích je téměř nulové povědomí o bezpečnosti. Bezpečnost pro české podniky znamená, že si koupí antivirový program. [40]

8.1 Doporučení ke změně na model Průmyslu 4.0 na firemní úrovni

Ke změně stávajícího hodnototvorného modelu na model P4.0 je možno formulovat na firemní úrovni následující doporučení:

- Vytvoření a realizace strategie P4.0 jako hlavní firemní strategii.
- Postupný odklon od vertikálního hierarchického řízení průmyslové výroby a respektování veškerých vnějších vlivů s výrobou souvisejících (požadavky odběratelů, možnosti dodavatelů, zdroje energií, možností logistiky).
- Změna přístupu k definování pracovních pozic, kdy budou stírány hranice mezi odbornostmi v oblasti mechaniky, elektrotechniky, datové analytiky apod. Vysoce automatizované, flexibilní procesy výrobní, ale i podpůrné, jako například údržba strojů a zařízení, schopní autodiagnostiky a automatizovaného řešení odchylek od předepsaného nastavení. Možnost vizualizace veškerých procesů již v předvýrobních etapách.
- Zapojení či řízení horizontálně provázané digitální sítě dodavatelsko-odběratelského hodnotového řetězce.
- Integrace datových zdrojů v reálném čase do hodnototvorného modelu s cílem maximalizace efektivity hodnototvorných procesů.
- Efektivnější nasazování robotů s vyšší inteligencí schopných autonomního rozhodování a řízení.

- Vytvoření elektronické vazby na zákazníka, vytvoření zákaznické komunity zaměřené na rozvoj služeb a produktů.
- Využívání kryptoměn jak k vnitřnímu zvyšování efektivity, tak k efektivnímu vnějšímu platebnímu styku.
- Zapojení prediktivních a následně preskriptivních analýz s možností umělé inteligence do řízení firmy.

Je nutné brát zřetel na budoucí propojování a prorůstání sekundární výrobní sféry s terciární sférou služeb. Dojde ke změně pořadí – sféra služeb se stane primární a výroba se stane službou materializace modelu zákaznicky poptávaného výrobku. Bude možné zcela oddělit předvýrobní etapy od vlastní výroby díky virtuálnímu zpracování výrobků již ve fázi prvních grafických návrhů. Podobná situace bude i po ukončení vlastního výrobního procesu, kdy bude formou služby zajišťován po celou dobu životnosti výrobku jeho servis, případně činnosti související s vylepšováním jeho užitných vlastností nebo technických parametrů. Další formou servisních služeb bude aktivní automonitoring a komunikace produktu se servisním střediskem. Povýrobní údržba bude probíhat autonomně. [5]

Na základě tohoto předpokladu se budou přelívat pracovníci ze sféry výroby, do sféry služeb. Vzniknou nová pracovní místa, které vyváží úbytek pracovních míst ve výrobě.

8.2 Propojení výrobních a administrativních systémů

V dnešní době internetu se očekává, že společnosti mají či budou mít jasný plán na propojení výrobních a administrativních systémů. Opak je ale pravdou. Časopis Industry Week informuje o nízké úrovni integrace mezi IT a výrobními technologiemi (dále jen OT). Pouze 14 % vedoucích pracovníků může prohlásit, že všechna jejich výrobní data jsou nějak propojena s informačním systémem. Více než ¼ může tvrdit, že propojení k síti má nadpoloviční většina výrobních prostředků a 30 % musí uznat, že žádný z jejich prostředků není vybaven připojením přes Ethernet.

Většina z technologií potřebných k integraci IT a OT již dnes existuje. Jsou to například komunikační sítě s protokolem IP (průmyslový Ethernet a Wi-Fi), informační infrastruktura (hardware a SW), inteligentní k síti připojitelné prvky, jako jsou senzory, aktuátory a spínače. K propojení těchto technologií je stanoveno 5 následujících kroků:

1. Fáze vyhodnocení stávající infrastruktury IT a OT – vyhodnotí se všechny využívané infrastruktury v podniku včetně řídicích systémů, komunikačních sítí, informačních systémů a jejich bezpečnosti. Tímto se vytvoří základ pro nový způsob řízení všech činností.
2. Fáze zabezpečení a vylepšení řídicích a komunikačních systémů – v této fázi musí organizace vybudovat páteřní síť IT/OT, která bude schopna zabezpečit bezpečné a přizpůsobitelné propojení výrobních a administrativních systémů.
3. Fáze definice a organizace datového kapitálu – v této fázi je potřeba definovat a uspořádat všechna data, která mohou být rozhodující pro vylepšení podstatných procesů. Efektivní provoz IT/OT zahrnuje získávání všech dostupných dat v rámci IoT z celého podniku. Poskytuje dostatek informací potřebných k efektivnímu rozhodování v reálném čase, což má v konečném důsledku dopad na výkonnost celého podniku.
4. Fáze analýzy – hlavní činnosti se nyní přesouvají k neustálému zlepšování vlastností nové IT/OT infrastruktury a k využití všech výhod, které přináší. V této fázi se data přeměňují na informace, které poskytují hodnotu a na jejichž základě se lze správně rozhodovat.

5. Fáze spolupráce – vytvoření prostředí, které je schopno předvídat další kroky na základě sledování poptávky a nabídky, prostředí, které umožní reagovat na vnější vlivy, aktivity zákazníků a dodavatelů, obchodní trendy, nové podmínky na trhu. [5]

Dále se doporučuje, aby společnosti začaly s dílčími projekty. Identifikovaly svá slabá místa, která potřebují zlepšit. Musí zvážit výši investice v porovnání s její návratností. Za velkou překážkou na cestě k P4.0 v průmyslových podnicích jsou konstruktéři, technologové a designéři výrobku. Často se stává, že nedomýšlejí všechny možnosti řízení firmy. Navíc mnohdy nechtějí ke svému výrobnímu know-how pustit další partnery, které by jim mohli v tomto směru pomoci.

Dle mého názoru postupná automatizace procesů společnosti je správná cesta k udržení konkurenceschopnosti podniku. Dle názoru Bohumila Kartouse, který se podílí na Britských listech, je budoucnost ČR velmi pesimistická. Upozorňuje na aktuální konkurenční výhody ČR a to: relativně kvalifikovaná a zároveň levná pracovní síla (ČR patří v EU k zemím s nejnižším příjmem) a geografická blízkost evropského ekonomického generátoru Německa. Myslí si, že tyto konkurenční výhody s nástupem P4.0 vymizí kvůli neschopnosti české politiky vidět do budoucna. V průběhu posledních let mohlo dojít na postupnou politickou podporu větší ekonomické soběstačnosti ČR, která stojí a padá se schopností vymyslet, vytvořit a pod vlastní značkou na globálním trhu prodávat vlastní produkty. Místo toho je česká ekonomika udržována v postavení levné montovny, která skvěle prosperuje. ČR v posledních letech relativně prosperovala, nikoliv svojí zásluhou. S postupem robotizace a automatizace se stane levná a kvalifikovaná pracovní síla z velké části nezaměstnatelnou. Robot pracuje 24 hodin 7 dní v týdnu a neplatí se mu mzda, sociální a zdravotní pojištění. Geografická blízkost ČR přestává být konkurenční výhodou v okamžiku, kdy není potřeba levné pracovní síly. Pokud mají čeští politici zájem o udržení konkurenceschopnosti země, měli by razantně změnit přístup v plánování budoucnosti oproti současnosti. Nyní je zajímá pouze budoucnost do volebního období. [25]

Závěr

Před velkými změnami, které přináší čtvrtá průmyslová revoluce, se nelze ukrýt. Světový trh bude nutit český průmysl do zásadních technologických změn, ať bude chtít či nikoliv, jiná volba není. Výchozí situace ČR není špatná, ale v tuto chvíli je zapotřebí vynaložit velký kus práce a úsilí, abychom situaci minimálně udrželi na relativně dobré úrovni. V tomto okamžiku má nezastupitelnou roli stát. Stát musí zodpovídat za vytvoření národní technické infrastruktury (širokopásmový vysokorychlostní internet) a za nastavení vhodného celospolečenského prostředí pro podporu průběhu čtvrté revoluce, zejména přenastavením systému vzdělávání, právního systému, podpory systémové bezpečnosti atd.

Čtvrtá průmyslová revoluce se netýká pouze průmyslové výroby, ale zde je zřetelná nejdříve. Společnost prochází změnou, která je způsobená propojením tří světů: fyzického světa, virtuálního světa a světa sociálního. Myšlenky P4.0 skládají úplně jiný obraz života společnosti. Z toho důvodu je název „Průmysl 4.0“ zavádějící pojem. Na první pohled může být špatně pochopen. Proto by možná bylo přesnější hovořit spíše o Společnosti 4.0.

Dle mého názoru Vláda ČR ukázala zájem o tuto problematiku a snahu se chytit již rozjetého vlaku P4.0. Od ledna 2017 se začaly na internetu objevovat akční plány, které analyzují aktuální stav v daných oblastech (trh práce, digitální ekonomika aj.) a upozorňují na změny, které je potřeba provést k vytvoření vhodného prostředí pro podporu P4.0. Technologická Agentura ČR taktéž zveřejnila několik zajímavých dokumentů, které se týkají tohoto tématu. Nyní je třeba akční plány aktivně představit veřejnosti a realizovat je v praxi.

Velmi malé procento lidí z široké veřejnosti ví, co je P4.0, nebo alespoň zaslechlo o P4.0. Na základě této domněnky jsem vytvořila velmi krátký dotazník Průzkum veřejného mínění o P4.0, na který odpovědělo 90 respondentů. Dotazník byl sdílen na sociálních sítích mezi studenty Západočeské univerzity v Plzni, dále jsem požádala přátele, aby dotazník vyplnili a poslali dál mezi své přátele. Vzhledem k tomu, že na Západočeské univerzitě v Plzni se téma P4.0 řeší v rámci výuky a větší část respondentů byla z této skupiny, předvídám, že tento fakt výrazně zvýšil procento informovanosti lidí o tomto tématu. Nicméně moje domněnka a nízké informovanosti veřejnosti se dotazníkem potvrdila. Otázky a odpovědi jsou uvedeny v Příloze č. 4.

Pro mne zatím nezodpovězenou otázkou zůstává, jak zajistit 100% spolehlivost toho nejdůležitějšího prvku a tím je dodávka elektrické energie. Výpadky elektřiny i v dnešní době způsobují velké problémy, a především ničí elektroniku. V některých oblastech ČR, jako je například Ostravsko, jsou výpadky elektřiny velmi častým jevem. Nedokáži si představit, jak velký problém tzv. black out způsobí za 20 let, až bude na internet (tudíž i na elektřinu) napojeno i samotné otevírání vstupních dveří do domu. Budou mít všichni všude záložní zdroje elektřiny? Nebo všechny zařízení budou mít v sobě baterie? A jakou budou mít kapacitu? Z důvodu povětrnostních podmínek (velké mrazy, hodně sněhu, silný vítr) či živelných pohrom (povodně) se může stát, že elektřina nebude fungovat i několik dní. Jakým způsobem se tento problém bude řešit? A jak zabránit škodám na zařízení?

Cílem diplomové práce bylo vytvoření přehledu poznatků v České republice a v Evropě, které se týkají P4.0. Pro pochopení vývoje průmyslu jsem stručně popsala každou ze tří již proběhlých průmyslových revolucí. Následně jsem vysvětlila, v čem spočívá čtvrtá průmyslová revoluce a co obnáší termín P4.0.

Co se týče poznatků, zaměřila jsem se především na vydané dokumenty Vládou ČR, ministerstvy a Technologickou agenturou ČR. Stručně jsem popsala iniciativy, akční plány a analýzy týkající se reakce na P4.0 v ČR. Dále jsem nastínila národní inciativy několika evropských

států, strategii pro jednotný digitální trh Evropské komise, výzkum zahraniční neziskové organizace McKinsey v oblasti automatizace a indexy připravenosti států na P4.0.

Pro zajímavost jsem uvedla i několik praktických příkladů využití P4.0 v konkrétních firmách, jaké využily technologie P4.0 a jaké výhody jim přinesly. Poslední kapitoly se týkaly odhadu dalšího vývoje implementace, návrhů a doporučení pro další vývoj P4.0.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Průběh průmyslových revolucí, vlastní zpracování 12
Obrázek 2: Parní stroj [35] 13
Obrázek 3: Rámec Průmyslu 4.0 včetně digitálních technologií, vlastní zpracování dle [8] .. 18
Obrázek 4: Jednoduché grafické zobrazení IoT [36] 25
Obrázek 5: Přeměna dat v moudra, vlastní zpracování 27
Obrázek 6: DESI 2017 ČR v porovnání s průměrem EU a průměrem zaostávajících zemí, vlastní zpracování dle [7] 29
Obrázek 7: Mapa pokrytí vysokorychlostním internetem v České republice [18] 31
Obrázek 8: Platforma Svazu průmyslu a dopravy České republiky pro Průmysl 4.0 [16] 35
Obrázek 9: Přehled evropských iniciativ reagující na Průmysl 4.0 [5] 42
Obrázek 10: DESI 2017 v rámci členských států EU [3] 46
Obrázek 11: „Ohroženost“ evropských zemí robotizací [29] 48
Obrázek 12: Potenciál automatizace dle sektorů v České republice [29] 49
Obrázek 13: Potenciál automatizace dle odvětví v Evropě [29] 50
Obrázek 14: Připravenost evropských zemí na Průmysl 4.0, vlastní zpracování dle [21] 53
Obrázek 15: Komponenty podnikového informačního systému [10] 55
Obrázek 16: Robot KUKA LBR iiwa [37] 57
Obrázek 17: Automatizovaný vozík BT Autopilot [13] 59
Obrázek 18: Ukázka QR kódu [37] 60
Obrázek 19: RFID čip [38] 61
Obrázek 20: Ukázka výrobní haly firmy Siemens v Německu [39] 62

Seznam tabulek

Tabulka 1: Dvacet profesí s nejvyšším indexem ohrožení digitalizací [32] 37
Tabulka 2: Dvacet profesí s nejnižším indexem ohroženosti digitalizací [32] 37
Tabulka 3: Situace v oblasti podpory výzkumu a vývoje pro Průmysl 4.0 ve světě [5] 42

Seznam použitých zkratek

a.s.	Akciová společnost
AVČR	Asociace výzkumu České republiky
CPS	Kyberneticko-fyzický systém
CRM	Customer Relationship Management
ČR	Česká republika
ČTÚ	Český telekomunikační úřad
DESI	The Digital Economy and Society Index
EGDI	eGovernment Development Index
ERP	Enterprise Resource Planning
EU	Evropská unie
HDP	Hrubý domácí produkt
I4.0	Industrie 4.0
ICT	Informační a komunikační technologie
INSED	Evropský institut administrativy a podnikání
IoS	Internet of Services
IoT	Internet of Things
IP	Internet Protocol
IT	Informační technologie
LTE	Long Term Evolution
M2M	Machine-2-Machine Communication
Mbit/s	Megabit za sekundu
MES	Manufacturing execution systém
MHz	MegaHertz
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MPSV	Ministerstvo práce a sociálních věcí
MSP	Malé a střední podniky
MŠMT	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy
NGA	Next generation access networks
NRI	Networked Readiness Index
OECD	Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj
OPPIK	Operační program podnikání a inovace pro konkurenceschopnost
OSN	Organizace spojených národů
OSVČ	Osoba samostatně výdělečně činná
OT	Výrobní technologie
P4.0	Průmysl 4.0
PB	petabajt
PLC	Programmable Logic Controller
QR	Quick Response
RFID	Radio Frequency Identification
s.r.o.	Společnost s ručením omezeným
SOA	Service Oriented Architectures
SP ČR	Svaz průmyslu a dopravy České republiky
SW	Software

Seznam použité literatury

[1] CEJNAROVÁ, A. *Od 1. průmyslové revoluce ke 4*. [online]. [cit. 2016-11-30]. Dostupné z: http*://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/od-1-prumyslove-revoluce-ke-4_31001.html*

[2] *The Digital Economy & Society Index (DESI)* [online]. [cit. 2016-12-06]. Dostupné z: *https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi*

[3] Akční plán pro rozvoj digitálního trhu [online]. *Vlada.cz.* 26. srpna 2015 [cit. 2016-12-06]. Dostupné z: *https://www.vlada.cz/assets/media-centrum/aktualne/ma_KORN9YAKXSHL_REV_2-fin.pdf*

[4] Czech Republic [online]. *Digital single market*. [cit. 2016-12-06]. Dostupné z: *https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/scoreboard/czech-republic*

[5] MAŘÍK, Vladimír. a kol. *Průmysl 4.0 Výzva pro Českou republiku.* 1. vydání, Praha: Management Press, 2015, 262 s., ISBN 978-80-7261-440-0.

[6] Iniciativa 202020. [online]. [cit. 2017-05-09]. Dostupné z: *http://202020.cz/*

[7] Zpráva o pokroku v digitální oblasti v Evropě 2016 [online]. *Digital single market.* [cit. 2016-12-07].

[8] Industry 4.0: Building the digital enterprise [online]. *Pwc.* Duben 2016 [cit. 2016-11-30]. Dostupné z: *http://www.pwc.com/gx/en/industries/industry-4.0.html*

[9] Francouzský program Industrie du Futur [online]. *Automa.cz* [cit. 2016-12-08]. Dostupné z: *http://automa.cz/cz/casopis-clanky/francouzsky-program-industrie-du-futur-2015_10_54106_7178/*

[10] O společnosti [online]. *Minerva*. [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: *http://www.minerva-is.eu/cz/spolecnost-minerva.html*

[11] Magazín zaostřeno na průmysl [online]. *Minerva. Podzim/zima 2016.* [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: *http://www.minerva-is.eu/dokumenty/zaostreno_podzim_zima_2016_201611241506235.pdf*

[12] Nový robot pro výrobu přímo řazených převodovek [online]. *Škoda Auto.* 12. září. 2015. [cit. 2017-02-14]. Dostupné z: *http://www.skoda-auto.cz/news/2015-12-09-vrchlabi-novy-robot-pro-prevodovky*

[13] Visions zima 2016 [online]. *Siemens*. [cit. 2017-02-14]. Dostupné z: *https://issuu.com/siemenscz/docs/visions_zima_2016_jednostr__nky?e=9246966/43503872*

[14] O společnosti [online]. *OEZ.* [cit. 2017-02-14]. Dostupné z*: http://www.oez.cz/o-spolecnosti*

[15] Průmysl 4.0 v praxi [online]. *Pandatron*. [cit. 2017-02-18]. Dostupné z: *http://pandatron.cz/?4326&prumysl_4_0_v_praxi&mobile=1*

[16] Aliance Společnosti 4.0 [online]. [cit. 2017-02-20]. Dostupné z*: http://firma4.cz/aliance-4-0/*

[17] Vysokorychlostní internet [online]. *Informační portál o dotacích pro podnikatele*. [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: *http://www.oppik.cz/dotacni-programy/vysokorychlostni-internet*

[18] Kde v ČR není rychlý internet? Ministerstvo zveřejnilo mapu pokrytí [online]. *Lupa.cz*. [cit. 2017-03-02]. Dostupné z*: http://www.lupa.cz/*

[19] Malé a střední podnikání [online]. *BusinessInfo.cz.* [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: *http://www.businessinfo.cz/cs/dotace-a-financovani/male-a-stredni-podnikani.html*

[20] Networked Readness Index. [online]. Dostupné z: *http://reports.weforum.org/*

[21] Analýza připravenosti malých a středních podniků na iniciativu Průmysl 4.0. [online]. *Elektrotechnická asociace České republiky.* [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: *www.tacr.cz*

[22] The Networked Readiness Index 2016. [online]. Dostupné z: *http://www3.weforum.org/docs/GITR2016/WEF_GITR_Chapter1.1_2016.pdf*

[23] Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 [online]. Dostupné z: *https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/I/industrie-40-verbaendeplattformbericht,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf*

[24] Cyber-physical system. [online]. *Wikipedia.* [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: *https://en.wikipedia.org/wiki/Cyber-physical_system*

[25] Češi chudí teprve budou, a brzy… [online]. *Bohumil Kartous*. 2. března 2017. [cit. 2017-04-14]. Dostupné z: *https://blisty.cz/art/85913.html*

[26] SIRŮČEK, Pavel. *Hospodářské dějiny a ekonomické teorie: (vývoj, současnost, výhledy)*. Slaný: Melandrium, 2007. ISBN 978-80-86175-53-9.

[27] Druhá průmyslová revoluce. [online]. [cit. 2017-05-04]. Dostupné z: *http://antiskola.eu/cz/referaty/21810-druha-prumyslova-revoluce-rozvoj-vedy-a-techniky-nastup-monopolniho-kapitalismu-jeho-znaky-v-jedn#page.1*

[28] Průmyslová revoluce v Česku. [online]. *Wikipedia*. [cit. 2017-05-04]. Dostupné z: *https://cs.wikipedia.org/wiki/Pr%C5%AFmyslov%C3%A1_revoluce_v_%C4%8Cesku*

[29] Harnessing automation for a future that works. [online]. [cit. 2017-05-05]. Dostupné z: *http://www.mckinsey.com/global-themes/digital-disruption/harnessing-automation-for-a-future-that-works*

[30] Internet of Things: propojená budoucnost. [online]. Dostupné z: *http://www.svethardware.cz/internet-of-things-propojena-budoucnost/39560*

[31] Cloud Computing. [online]. *Wikipedia*. [cit. 2017-05-05]. Dostupné z: *https://cs.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing*

[32] Dopady digitalizace na trh práce ČR a EU. [online]. *Vláda ČR*. Dostupné z: *https://www.vlada.cz/assets/evropske-zalezitosti/analyzy-EU/Dopady-digitalizace-na-trh-prace-CR-a-EU.pdf*

[33] Seminář Centra Průmyslu 4.0. [online]. Dostupné z: *http://www.mmspektrum.com/navsteva/seminar-centra-prumyslu-4-0.html*

[34] Kritické zmapování koncepčních a strategických dokumentů a aktivit vlády v oblasti Průmyslu 4.0 a digitální agendy a definování nutných oblastí těchto agend pro jejich strategické řízení. [online]. Dostupné z: *www.tacr.cz*

[35] Parní stroje, parní turbíny, parní kotle. [online]. Dostupné z: *http://www.hornictvi.info/stroje/pstroj1/029.htm*

[36] Is Your Data Center Ready for the Internet of Things? [online]. Dostupné z: *http://www.zcorum.com/is-your-data-center-ready-for-the-internet-of-things/*

[36] Inteligentní pomocník: Nový kooperující robot pro výrobu přímo řazených převodovek ve Vrchlabí. [online]. Dostupné z: *http://www.stredocech.net/inteligentni-pomocnik-novy-ko-operujici-robot-pro-vyrobu-primo-razenych-prevodovek-ve-vrchlabi/*

[37] QR kódy. [online]. Dostupné z: *http://www.carovaco.com/cs/kontakt/qr-kody/*

[38] Passive RFID. [online]. Dostupné z: *http://www.printedelectro-nicsworld.com/tag/90/passive-rfid*

[39] Digitale Fabrik 99,99885 Prozent Qualität. [online]. *Siemens*. [cit. 2017-05-05]. Dostupné z: *https://www.siemens.com/innovation/de/home/pictures-of-the-future/industrie-und-automatisierung/digitale-fabrik-die-fabrik-von-morgen.html*

[40] MAŘÍK, V. *Co se skrývá za Industrie 4.0 a Průmyslem 4.0?* (přednáška) Nečtiny: Západočeská univerzita v Plzni. 18. 2. 2016

Seznam příloh

Příloha č. 1: Networked Readiness Index (NRI) České republiky
Příloha č. 2: Networked Readiness Index Německa
Příloha č. 3: Networked Readiness Index Finska
Příloha č. 4: Průzkum veřejného mínění o Průmyslu 4.0

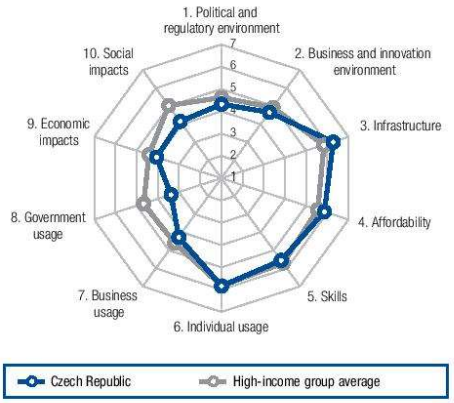
PŘÍLOHA č. 1

Networked Readiness Index (NRI) České republiky

Obrázek Příloha č. 1: Detailní rozpis NRI České republiky [20]

Czech Republic

	Rank (out of 139)	Value (1–7)
Networked Readiness Index	**36**	**4.7**
Networked Readiness Index 2015 (out of 143)	43	4.5
Networked Readiness Index 2014 (out of 148)	42	4.5
Networked Readiness Index 2013 (out of 144)	42	4.4
A. Environment subindex	**40**	**4.5**
1st pillar: Political and regulatory environment	35	4.3
2nd pillar: Business and innovation environment	47	4.6
B. Readiness subindex	**22**	**5.9**
3rd pillar: Infrastructure	23	6.3
4th pillar: Affordability	46	5.8
5th pillar: Skills	39	5.5
C. Usage subindex	**37**	**4.5**
6th pillar: Individual usage	29	5.8
7th pillar: Business usage	31	4.3
8th pillar: Government usage	101	3.4
D. Impact subindex	**43**	**4.1**
9th pillar: Economic impacts	32	4.1
10th pillar: Social impacts	67	4.2



The Networked Readiness Index in detail

	INDICATOR	RANK/139	VALUE
	1st pillar: Political and regulatory environment		
1.01	Effectiveness of law-making bodies*	96	3.3
1.02	Laws relating to ICTs*	45	4.3
1.03	Judicial independence*	50	4.3
1.04	Efficiency of legal system in settling disputes*	90	3.3
1.05	Efficiency of legal system in challenging regs*	76	3.4
1.06	Intellectual property protection*	34	4.6
1.07	Software piracy rate, % software installed	20	34
1.08	No. procedures to enforce a contract	9	27
1.09	No. days to enforce a contract	92	611
	2nd pillar: Business and innovation environment		
2.01	Availability of latest technologies*	32	5.6
2.02	Venture capital availability*	31	3.3
2.03	Total tax rate, % profits	112	50.4
2.04	No. days to start a business	86	15
2.05	No. procedures to start a business	92	8
2.06	Intensity of local competition*	14	5.7
2.07	Tertiary education gross enrollment rate, %	33	65.4
2.08	Quality of management schools*	63	4.3
2.09	Gov't procurement of advanced tech*	83	3.2
	3rd pillar: Infrastructure		
3.01	Electricity production, kWh/capita	22	8194.6
3.02	Mobile network coverage, % pop.	49	99.8
3.03	Int'l Internet bandwidth, kb/s per user	25	116.8
3.04	Secure Internet servers/million pop.	25	691.6
	4th pillar: Affordability		
4.01	Prepaid mobile cellular tariffs, PPP $/min.	72	0.26
4.02	Fixed broadband Internet tariffs, PPP $/month	39	26.18
4.03	Internet & telephony competition, 0–2 (best)	75	1.87
	5th pillar: Skills		
5.01	Quality of education system*	60	3.8
5.02	Quality of math & science education*	57	4.3
5.03	Secondary education gross enrollment rate, %	30	104.4
5.04	Adult literacy rate, %	n/a	n/a[1]

	INDICATOR	RANK/139	VALUE
	6th pillar: Individual usage		
6.01	Mobile phone subscriptions/100 pop.	45	129.5
6.02	Individuals using Internet, %	27	79.7
6.03	Households w/ personal computer, %	34	78.5
6.04	Households w/ Internet access, %	31	78.0
6.05	Fixed broadband Internet subs/100 pop.	23	27.9
6.06	Mobile broadband subs/100 pop.	34	66.7
6.07	Use of virtual social networks*	41	5.9
	7th pillar: Business usage		
7.01	Firm-level technology absorption*	48	5.0
7.02	Capacity for innovation*	26	4.8
7.03	PCT patents, applications/million pop.	28	21.4
7.04	ICT use for business-to-business transactions*	28	5.5
7.05	Business-to-consumer Internet use*	11	5.8
7.06	Extent of staff training*	39	4.3
	8th pillar: Government usage		
8.01	Importance of ICTs to gov't vision*	106	3.3
8.02	Government Online Service Index, 0–1 (best)	85	0.37
8.03	Gov't success in ICT promotion*	101	3.6
	9th pillar: Economic impacts		
9.01	Impact of ICTs on business models*	35	5.0
9.02	ICT PCT patents, applications/million pop.	33	4.3
9.03	Impact of ICTs on organizational models*	29	4.9
9.04	Knowledge-intensive jobs, % workforce	28	37.9
	10th pillar: Social impacts		
10.01	Impact of ICTs on access to basic services*	41	4.9
10.02	Internet access in schools*	29	5.4
10.03	ICT use & gov't efficiency*	87	3.8
10.04	E-Participation Index, 0–1 (best)	105	0.25

Note: Indicators followed by an asterisk (*) are measured on a 1-to-7 (best) scale. For further details and explanation, please refer to the section "How to Read the Country/Economy Profiles" on page 53.

[1] See the "Technical Notes and Sources" section.

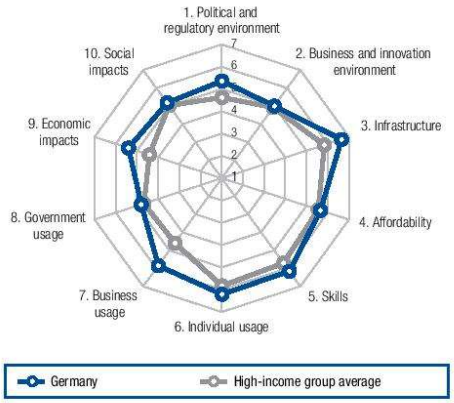
PŘÍLOHA č. 2

Networked Readiness Index (NRI) Německa

Obrázek Příloha č. 2: Detailní rozpis NRI Německa [20]

Germany

	Rank (out of 139)	Value (1–7)
Networked Readiness Index	**15**	**5.6**
Networked Readiness Index 2015 (out of 143)	13	5.5
Networked Readiness Index 2014 (out of 148)	12	5.5
Networked Readiness Index 2013 (out of 144)	13	5.4
A. Environment subindex	**20**	**5.2**
1st pillar: Political and regulatory environment	16	5.4
2nd pillar: Business and innovation environment	28	5.0
B. Readiness subindex	**13**	**6.1**
3rd pillar: Infrastructure	12	6.6
4th pillar: Affordability	55	5.6
5th pillar: Skills	8	6.1
C. Usage subindex	**14**	**5.6**
6th pillar: Individual usage	18	6.2
7th pillar: Business usage	6	5.8
8th pillar: Government usage	30	4.8
D. Impact subindex	**15**	**5.3**
9th pillar: Economic impacts	10	5.4
10th pillar: Social impacts	30	5.2



The Networked Readiness Index in detail

	INDICATOR	RANK/139	VALUE
	1st pillar: Political and regulatory environment		
1.01	Effectiveness of law-making bodies*	17	5.0
1.02	Laws relating to ICTs*	26	4.8
1.03	Judicial independence*	17	5.8
1.04	Efficiency of legal system in settling disputes*	16	5.3
1.05	Efficiency of legal system in challenging regs*	11	5.2
1.06	Intellectual property protection*	20	5.7
1.07	Software piracy rate, % software installed	9	24
1.08	No. procedures to enforce a contract	22	31
1.09	No. days to enforce a contract	38	429
	2nd pillar: Business and innovation environment		
2.01	Availability of latest technologies*	12	6.2
2.02	Venture capital availability*	25	3.5
2.03	Total tax rate, % profits	105	48.8
2.04	No. days to start a business	65	11
2.05	No. procedures to start a business	105	9
2.06	Intensity of local competition*	7	6.0
2.07	Tertiary education gross enrollment rate, %	43	61.1
2.08	Quality of management schools*	25	5.2
2.09	Gov't procurement of advanced tech*	10	4.3
	3rd pillar: Infrastructure		
3.01	Electricity production, kWh/capita	24	7779.4
3.02	Mobile network coverage, % pop.	67	99.0
3.03	Int'l Internet bandwidth, kb/s per user	19	146.0
3.04	Secure Internet servers/million pop.	13	1420.0
	4th pillar: Affordability		
4.01	Prepaid mobile cellular tariffs, PPP $/min.	27	0.11
4.02	Fixed broadband Internet tariffs, PPP $/month	97	44.40
4.03	Internet & telephony competition, 0–2 (best)	1	2.00
	5th pillar: Skills		
5.01	Quality of education system*	10	5.4
5.02	Quality of math & science education*	16	5.2
5.03	Secondary education gross enrollment rate, %	33	102.5
5.04	Adult literacy rate, %	n/a	n/a[1]

	INDICATOR	RANK/139	VALUE
	6th pillar: Individual usage		
6.01	Mobile phone subscriptions/100 pop.	56	120.4
6.02	Individuals using Internet, %	16	86.2
6.03	Households w/ personal computer, %	11	90.6
6.04	Households w/ Internet access, %	15	89.5
6.05	Fixed broadband Internet subs/100 pop.	10	35.8
6.06	Mobile broadband subs/100 pop.	39	63.6
6.07	Use of virtual social networks*	54	5.8
	7th pillar: Business usage		
7.01	Firm-level technology absorption*	13	5.7
7.02	Capacity for innovation*	5	5.6
7.03	PCT patents, applications/million pop.	7	217.6
7.04	ICT use for business-to-business transactions*	19	5.7
7.05	Business-to-consumer Internet use*	12	5.8
7.06	Extent of staff training*	13	5.1
	8th pillar: Government usage		
8.01	Importance of ICTs to gov't vision*	24	4.7
8.02	Government Online Service Index, 0–1 (best)	34	0.67
8.03	Gov't success in ICT promotion*	32	4.7
	9th pillar: Economic impacts		
9.01	Impact of ICTs on business models*	21	5.4
9.02	ICT PCT patents, applications/million pop.	10	52.3
9.03	Impact of ICTs on organizational models*	18	5.2
9.04	Knowledge-intensive jobs, % workforce	17	43.5
	10th pillar: Social impacts		
10.01	Impact of ICTs on access to basic services*	14	5.8
10.02	Internet access in schools*	39	5.0
10.03	ICT use & gov't efficiency*	33	4.8
10.04	E-Participation Index, 0–1 (best)	24	0.71

Note: Indicators followed by an asterisk (*) are measured on a 1-to-7 (best) scale. For further details and explanation, please refer to the section "How to Read the Country/Economy Profiles" on page 53.

[1] See the "Technical Notes and Sources" section.

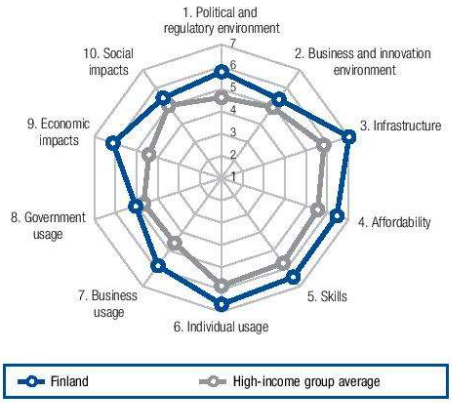
PŘÍLOHA č. 3

Networked Readiness Index (NRI)
Finska

Obrázek Příloha č. 3: Detailní rozpis NRI Finska [22]

Finland

	Rank (out of 139)	Value (1–7)
Networked Readiness Index	**2**	**6.0**
Networked Readiness Index 2015 (out of 143)	2	6.0
Networked Readiness Index 2014 (out of 148)	1	6.0
Networked Readiness Index 2013 (out of 144)	1	6.0
A. Environment subindex	**5**	**5.6**
1st pillar: Political and regulatory environment	4	5.8
2nd pillar: Business and innovation environment	9	5.4
B. Readiness subindex	**1**	**6.6**
3rd pillar: Infrastructure	3	7.0
4th pillar: Affordability	13	6.4
5th pillar: Skills	2	6.5
C. Usage subindex	**7**	**5.8**
6th pillar: Individual usage	6	6.6
7th pillar: Business usage	5	5.8
8th pillar: Government usage	21	5.0
D. Impact subindex	**4**	**5.8**
9th pillar: Economic impacts	1	6.1
10th pillar: Social impacts	18	5.5



The Networked Readiness Index in detail

	INDICATOR	RANK/139	VALUE
	1st pillar: Political and regulatory environment		
1.01	Effectiveness of law-making bodies*	8	5.5
1.02	Laws relating to ICTs*	10	5.3
1.03	Judicial independence*	2	6.6
1.04	Efficiency of legal system in settling disputes*	3	5.8
1.05	Efficiency of legal system in challenging regs*	1	5.8
1.06	Intellectual property protection*	1	6.3
1.07	Software piracy rate, % software installed	9	24
1.08	No. procedures to enforce a contract	34	33
1.09	No. days to enforce a contract	19	375
	2nd pillar: Business and innovation environment		
2.01	Availability of latest technologies*	1	6.6
2.02	Venture capital availability*	6	4.5
2.03	Total tax rate, % profits	72	37.9
2.04	No. days to start a business	81	14
2.05	No. procedures to start a business	11	3
2.06	Intensity of local competition*	89	4.8
2.07	Tertiary education gross enrollment rate, %	3	91.1
2.08	Quality of management schools*	13	5.4
2.09	Gov't procurement of advanced tech*	33	3.8
	3rd pillar: Infrastructure		
3.01	Electricity production, kWh/capita	9	13100.1
3.02	Mobile network coverage, % pop.	32	100.0
3.03	Int'l Internet bandwidth, kb/s per user	14	218.7
3.04	Secure Internet servers/million pop.	8	1791.3
	4th pillar: Affordability		
4.01	Prepaid mobile cellular tariffs, PPP $/min.	12	0.07
4.02	Fixed broadband Internet tariffs, PPP $/month	51	28.63
4.03	Internet & telephony competition, 0–2 (best)	1	2.00
	5th pillar: Skills		
5.01	Quality of education system*	4	5.7
5.02	Quality of math & science education*	2	6.1
5.03	Secondary education gross enrollment rate, %	2	143.2
5.04	Adult literacy rate, %	n/a	n/a[1]

	INDICATOR	RANK/139	VALUE
	6th pillar: Individual usage		
6.01	Mobile phone subscriptions/100 pop.	34	139.7
6.02	Individuals using Internet, %	7	92.4
6.03	Households w/ personal computer, %	9	91.9
6.04	Households w/ Internet access, %	13	89.8
6.05	Fixed broadband Internet subs/100 pop.	15	32.3
6.06	Mobile broadband subs/100 pop.	3	138.5
6.07	Use of virtual social networks*	10	6.4
	7th pillar: Business usage		
7.01	Firm-level technology absorption*	10	5.8
7.02	Capacity for innovation*	6	5.6
7.03	PCT patents, applications/million pop.	4	289.5
7.04	ICT use for business-to-business transactions*	8	5.9
7.05	Business-to-consumer Internet use*	37	5.1
7.06	Extent of staff training*	10	5.2
	8th pillar: Government usage		
8.01	Importance of ICTs to gov't vision*	22	4.8
8.02	Government Online Service Index, 0–1 (best)	18	0.77
8.03	Gov't success in ICT promotion*	28	4.7
	9th pillar: Economic impacts		
9.01	Impact of ICTs on business models*	1	5.9
9.02	ICT PCT patents, applications/million pop.	2	149.0
9.03	Impact of ICTs on organizational models*	3	5.8
9.04	Knowledge-intensive jobs, % workforce	12	45.2
	10th pillar: Social impacts		
10.01	Impact of ICTs on access to basic services*	20	5.7
10.02	Internet access in schools*	12	6.0
10.03	ICT use & gov't efficiency*	19	5.0
10.04	E-Participation Index, 0–1 (best)	24	0.71

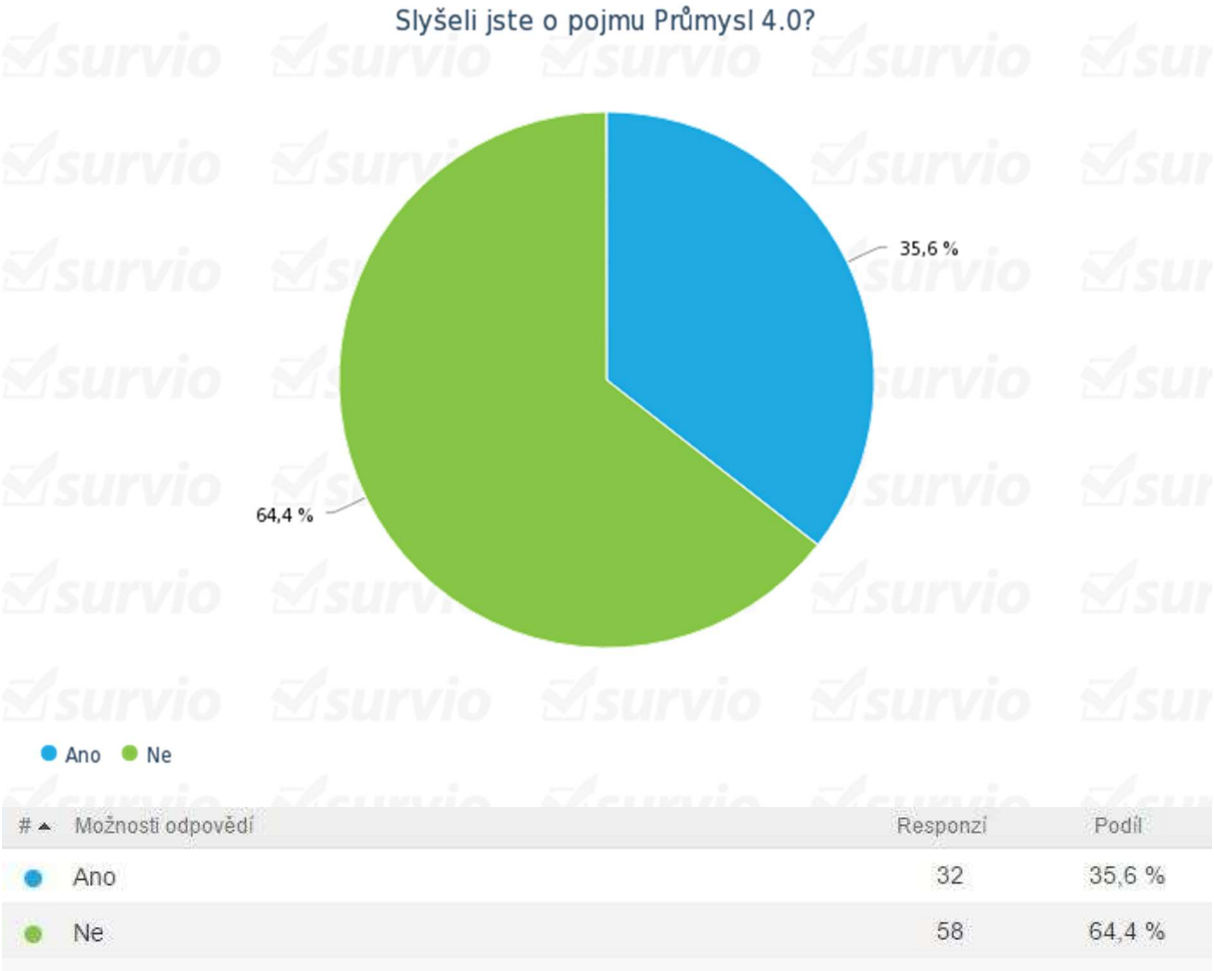
Note: Indicators followed by an asterisk (*) are measured on a 1-to-7 (best) scale. For further details and explanation, please refer to the section "How to Read the Country/Economy Profiles" on page 53.

[1] See the "Technical Notes and Sources" section.

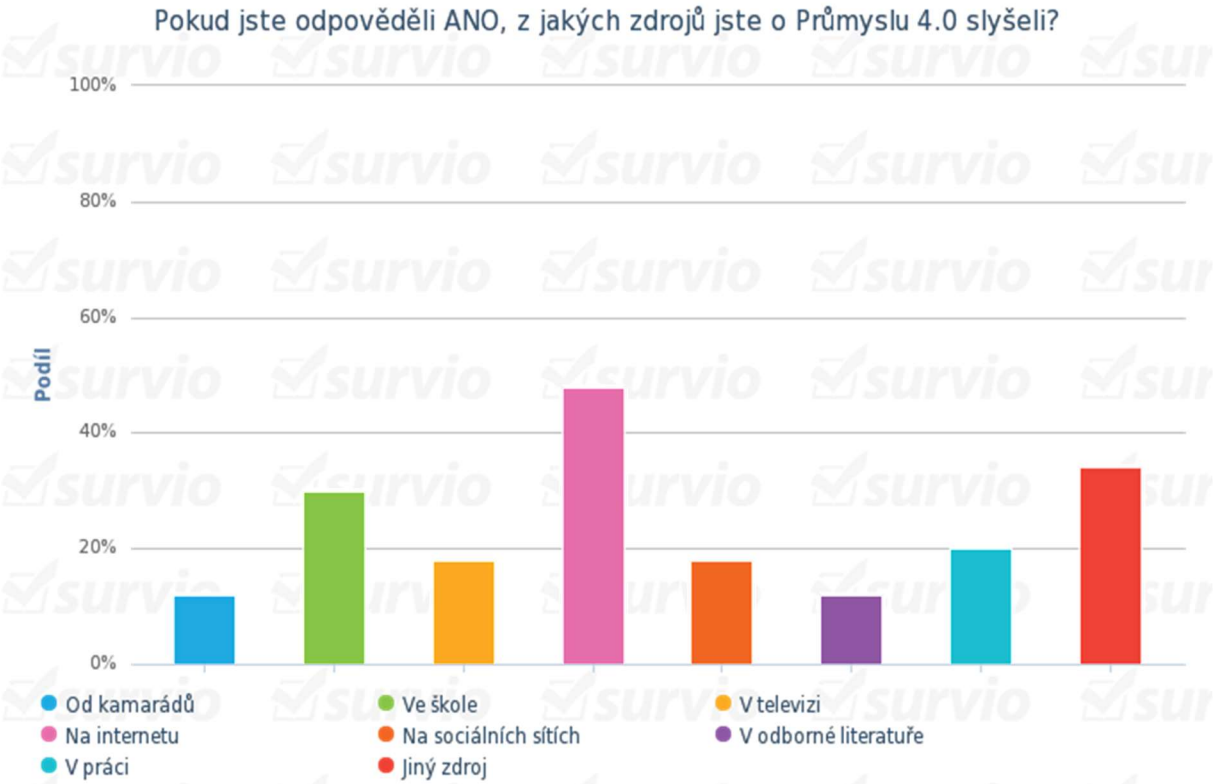
PŘÍLOHA č. 4

Průzkum veřejného mínění o Průmyslu 4.0

Obrázek Příloha č. 4: Otázky a odpovědi Průzkumu veřejného mínění o Průmyslu 4.0, vlastní zpracování



#	Možnosti odpovědí	Responzí	Podíl
●	Ano	32	35,6 %
●	Ne	58	64,4 %



#	Možnosti odpovědi	Responzí	Podíl
1	Od kamarádů	6	10,2 %
2	Ve škole	15	30,6 %
3	V televizi	9	16,3 %
4	Na internetu	23	46,9 %
5	Na sociálních sítích	9	18,4 %
6	V odborné literatuře	6	12,2 %
7	V práci	10	20,4 %
8	Jiný zdroj	3	34,7 %

Jiný zdroj: Výstava, Brno strojírenství. CWIEME Berlín
Akce, přednášky
Školení

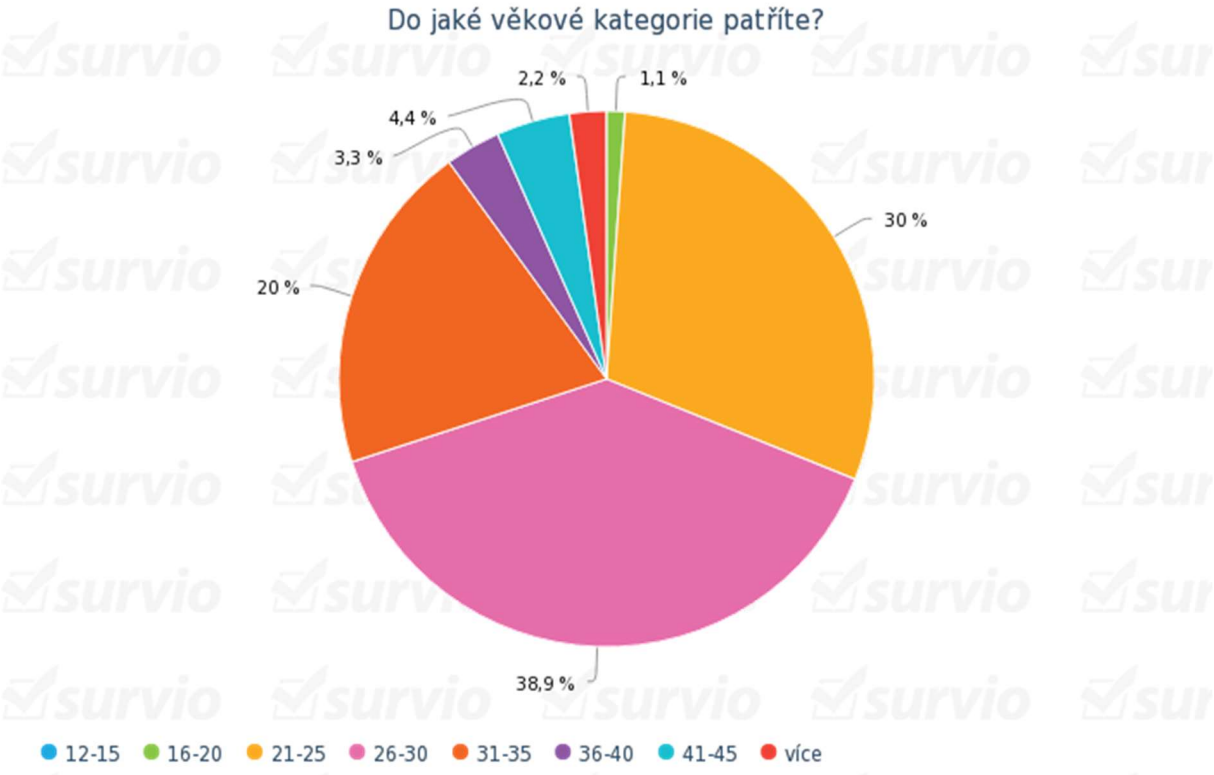
pozn.: u této otázky bylo možné zaškrtnout více odpovědí

3 Napište větu, co si pod pojmem Průmysl 4.0 představujete? I v případě, že jste o tomto tématu nikdy neslyšeli.

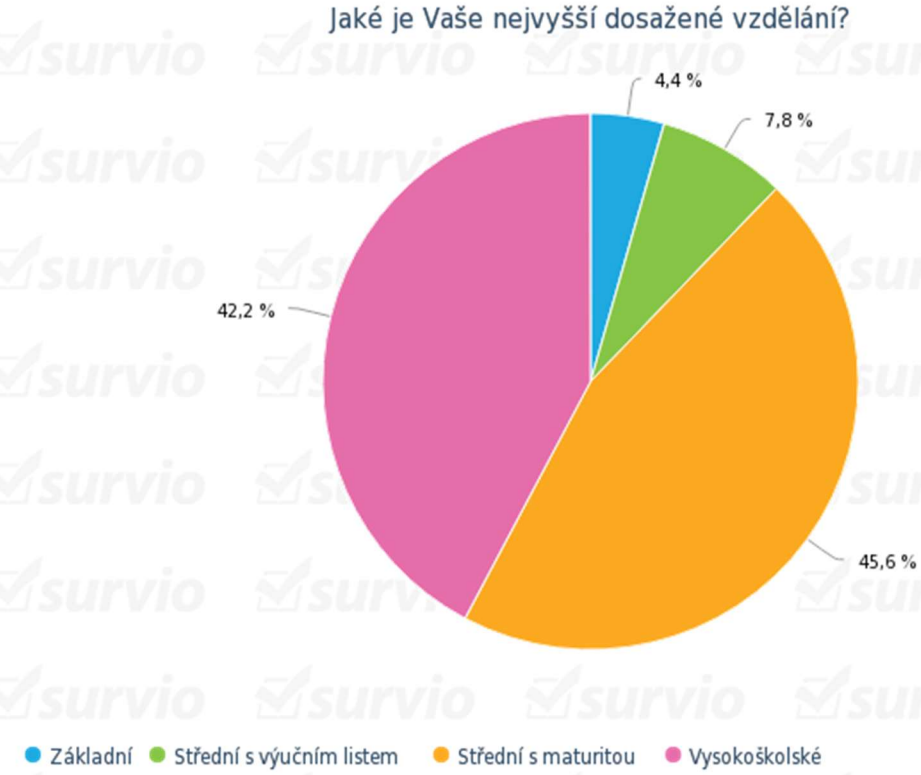
- Digitalizace a její vliv na průmysl, výrobky a spotřebitele.
- Inovace v tomto odvětví, specifické postupy atd.
- netusim
- Automatizace oslabeni vlivu lidskeho faktoru
- Automatizace vyroby, automaticky sber dat a analýza a nasledna implementace poznatku.
- Celospolecenska zmena
- "chytré" strojírenství a vše okolo co se týče výroby
- Nějaký program používaný v průmyslu 😂
- nevím o co jde
- Automatizace a digitalizace v průmyslu. Využití moderních technologií.
- nevím co si představit
- Nevím
- Propojení věcí na internet
- V konečném důsledku přijde 90% lidí o práci..
- Nějaké otázky ohledně současného stavu v odvětví průmyslu. Netuším.
- Netusim
- Změnu v průmyslu, pravděpodobně "robotizaci".
- prumysl nove generace s vetsim durazem na ekologii ...?
- Oznaceni odvetvi prumyslu.
- Využití IoT v průmyslu, automatizace, nejspíše i Big Data, analytiky a AI
- Něco.. co pomůže lidem lépe využívat komodity? :)
- Nový IT program. Opravdu netuším. Stejně jako netuším, proč mě to nechce pustit dál.
- Nějaký nejnovější průmysl, co se týká nejnovějších technologií, mobilů, internetu a celkově dnešní doby
- Nejspíš nějaká novinka dnešní moderní doby. Další průmyslová revoluce?
- Podnikání, budování...
- Automatizace vyroby, propojeni strojů, atd
- Využití více strojů, místo lidí.
- o tématu jsem nikdy neslyšel. Nedokážu si pod tím nic představit. Snad jen že to bude nějaká čtvrtá verze nějakého průmyslu.
- Scifi kniha.
- Digitalizace
- vymakanější
- No myslim si, ze se jedna o nejaky pruzkum trhu se zamerenim na urcite firmy.
- Nějaký operační plán pro budování průmyslu?
- Nějaký projekt na rozvoj průmyslu v rozmezí 4 let.
- Upgrade či zlepšení v oblasti průmyslu.
- Podnikání
- Velká spolecnost
- Práce bez lidí.
- Vyřazení lidského faktoru z výroby a jeho úplné nahrazení stroji.
- pc program verze 4.0
- digitalizace výrobních procesů
- Netušim.
- Veletrh průmyslu?

Představuji si nějaký model výroby v průmyslu.
Rekl bych novi postup rizeni podniku.
Automatizace výroby, lide budou nahrazeni stroji, digitalizace výroby.
Plně automatizované roboty
Projekt ktery mapuje cesky prumysl
Vyvoj novych technologii
Svět bez lidské práce :)
Jiny zpusob reseni problemu vyroby a dodavky produktu, zrejme podporeny softwarem.
Digitalizace průmyslu... Začlenění stále novějších technologií do různých odvětví průmyslu.
Průmyslová revoluce poslední generace. Digitalizace strojů, propojování.
Program pro technicke vykresy, planovani.
Nějaké normy nebo standardy týkající se průmyslu
Nic (3x)
Je to dalsi etapa vyvoje digitalizace. Posun o dalsi krok vpred.
Strojírenství
Ekologicky šetrný průmysl..? Nevím, jestli jsem se trefila, ale bylo by to fajn :)
Transformace podoby sekundárního průmyslu
V podstatě stroje vyrábí stroje
nějaký namakaný programek
Něco ve smyslu propojení průmyslu s počítačem? Automatizace, digitalizace.
Rozvoj robotizace, nahrazení manuální práce lidí roboty.
Digitalizace v průmyslu
Koncept továrny po čtvrté průmyslové revoluci s digitálně řízenými inteligentními stroji.
Nějaká inovace.
Digitalizace a automizace
Propojení výroby s managementem
Praštěná robotí věc.
Nemám tušení.
Netuším
Vyroba s vyuzitim IT
Automatizace výroby, zrychlení, méně lidí ve výrobě.
Připojeny průmysl online ale s důrazem na životní prostředí
strategie rozvoje průmyslu
nová éra v průmyslu
Počítače
Něco o průmyslu?
Projekt zaměřený na průmyslovou výrobu.
4. prům. revoluce
digitalizace
maximální využívání robotů a automatizace ve výrobě...
Vlastně vůbec nevím, co si pod tím mám představit
Drtivá většina práce je automatizována.
Moderní forma průmyslu
Květák s mrkví.
Zní to trochu jako nějaká velmi pokročilá verze průmyslové výroby, kde mi unikly verze 1.1 - 4.0 . čtvrtá generace průmyslu by mohla být založená na výrobě čehokoli za maximálního využití robotizace... tzn žádná lidská práce na úrovni pásové výroby

#	Možnosti odpovědí	Responzí	Podíl
●	Muž	47	52,2 %
●	Žena	43	47,8 %



#	Možnosti odpovědí	Responzí	Podíl
1	12-15	0	0 %
2	16-20	1	1,1 %
3	21-25	27	30 %
4	26-30	35	38,9 %
5	31-35	18	20 %
6	36-40	3	3,3 %
7	41-45	4	4,4 %
8	více	2	2,2 %



#	Možnosti odpovědí	Responzí	Podíl
1	Základní	4	4,4 %
2	Střední s výučním listem	7	7,8 %
3	Střední s maturitou	41	45,6 %
4	Vysokoškolské	38	42,2 %