

Průmysl 4.0 v automobilovém průmyslu

Diplomová práce

Vedoucí práce:

Ing. Milan Damborský, Ph.D.

Autor práce:

Bc. Marek Dvořák

Brno 2017

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Milanovi Damborskému, Ph.D. za vedení a odbornou spolupráci v průběhu zpracování diplomové práce.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci: **Průmysl 4.0 v automobilovém průmyslu** vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity o tom, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne 16. května 2017

Abstract

Dvořák, M. *Industry 4.0 In Automotive Industry*. Diploma thesis. Mendel University in Brno, 2017.

This thesis focuses on the implementation of the concept Industry 4.0 in the Czech Republic, especially in the automotive industry. The thesis presents the impact on the implementation of the concept in general level and the practical part presents the impacts of Industry 4.0 in automotive level in three key businesses in automotive: Škoda Auto, TPCA, Hyundai Motor using the tools of economic analysis.

Keywords

Industry 4.0, Automation, Digitization, Automotive, Hyundai, Škoda Auto, TPCA, Labour productivity, Labour market,

Abstrakt

Dvořák, M. *Průmysl 4.0 v automobilovém průmyslu*. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně, 2017.

Diplomová práce se zaměřuje na zavádění konceptu Průmysl 4.0 v České republice, a to zejména v automobilovém průmyslu. Práce uvádí dopady realizace konceptu na průmysl jak v obecné rovině, tak v rámci praktické části i dopady Průmyslu 4.0 v automobilovém průmyslu u tří klíčových firem: Škoda Auto, TPCA a Hyundai Motor s využitím nástrojů ekonomické analýzy.

Klíčová slova

Průmysl 4.0, automatizace, digitalizace, automobilový průmysl, Hyundai, Škoda Auto, TPCA, produktivita práce, trh práce,

Obsah

1	Úvod	13
2	Cíl a metodologie práce	15
2.1	Cíl	15
2.2	Metodologie	15
3	Charakteristika Průmyslu 4.0	16
3.1	Klíčové technologické koncepty	19
3.2	Politiky Průmyslu 4.0 ve světě	23
3.2.1	Německo	23
3.2.2	Francie	24
3.2.3	USA	24
3.2.4	Čína	24
3.3	Průmysl 4.0 v ČR	25
3.3.1	Požadavky na zavedení konceptu Průmysl 4.0	26
3.3.1.1	Požadavky na aplikovaný výzkum v ČR	26
3.3.1.2	Požadavky na standardizaci	28
3.3.1.3	Požadavky na bezpečnost a spolehlivost	30
3.4	Dopady zavádění Průmyslu 4.0	31
3.4.1	Dopady na trhu práce	32
3.4.2	Dopady na vzdělávání	34
4	Zavádění Průmyslu 4.0 v automobilovém průmyslu	35
4.1	Analýza odvětví	35
4.2	Škoda Auto	39
4.3	TPCA	47
4.4	Hyundai	55
5	Závěr	65
6	Literatura	67

Obsah	7
Seznam příloh	74
A Příloha 1	75
B Příloha 2	76
C Příloha 3	77

Seznam zkratek

CPS	Cyber Physical Systems
ČSN	České technické normy
ČSÚ	Český statistický úřad
HMMC	Hyundai Motor Manufacturing Czech
IoP	Internet of People
IoS	Internet of Service
IoT	Internet of Things
IT	Informační technologie
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
OP PIK	Operační Program: Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost
QR (kód)	Quick Response
RAMI	Reference Architecture Model Industry
RFID	Radio Frequency Identification
TPCA	Toyota Peugeot Citroën Automobile
VaV	Výzkum a Vývoj

Seznam obrázků

Obr. 1 Vztah mezi CPS & Internet věcí, služeb a lidí

21

Seznam tabulek

Tab. 1	Ekonomické výsledky Škoda Auto	40
Tab. 2	Ekonomické výsledky TPCA	48
Tab. 3	Ekonomické výsledky Hyundai	56

Seznam grafů

Graf 1	Průměrný počet zaměstnanců v automobilovém průmyslu	36
Graf 2	Vývoj průměrné měsíční mzdy v automobilovém průmyslu	37
Graf 3	Produkce osobních automobilů v ČR	38
Graf 4	Vývoj zahraničního obchodu v automobilovém průmyslu	39
Graf 5	Vývoj aktiv Škoda Auto	41
Graf 6	Vývoj vlastního kapitálu Škoda Auto	42
Graf 7	Vývoj přidané hodnoty Škoda Auto	43
Graf 8	Počet zaměstnanců Škoda Auto	44
Graf 9	Produktivita práce dle tržeb za vlastní výrobky Škoda Auto	45
Graf 10	Produktivita práce dle vyrobených aut Škoda Auto	46
Graf 11	Vývoj aktiv TPCA	49
Graf 12	Vývoj vlastního kapitálu TPCA	50
Graf 13	Vývoj přidané hodnoty TPCA	50
Graf 14	Počet zaměstnanců TPCA	51
Graf 15	Vybavenost zaměstnanců dlouhodobým majetkem TPCA	52
Graf 16	Produktivita práce dle tržeb za vlastní výrobky TPCA	53
Graf 17	Produktivita práce dle vyrobených automobilů TPCA	54
Graf 18	Vývoj aktiv Hyundai	57
Graf 19	Vývoj vlastního kapitálu Hyundai	57
Graf 20	Vývoj přidané hodnoty Hyundai	58
Graf 21	Počet zaměstnanců Hyundai	59
Graf 22	Vybavenost zaměstnanců dlouhodobým majetkem Hyundai	60

Graf 23	Produktivita práce dle tržeb za vlastní výrobky Hyundai	61
Graf 24	Produktivita práce dle vyrobených aut Hyundai	62

1 Úvod

Průmysl 4.0 nebo také čtvrtá průmyslová revoluce, ve které se momentálně svět nachází s sebou přinese během následujících dvaceti let nejen revoluční změny ve výrobě a spotřebě, ale zásadně změní samotnou společnost v oblasti ekonomiky, trhu práce a vzdělávání. Nový koncept průmyslové výroby je založený na myšlence propojení digitalizace a úplné automatizace výroby s použitím nejnovějších technologií v čele s internetovým připojením (Internet věcí a služeb) a inteligentních výrobních strojů a jejich součástech, které mezi sebou komunikují v rámci kyberneticko-fyzikálních systémů a jsou nezávislé na lidských zdrojích, zejména těch nejméně kvalifikovaných a opakujících se činností, které nadále nebude potřeba a jejich výkon plně zastanou výrobní stroje a roboti. Hlavní roli sehrají také tzv. Big data, které budou disponovat obrovským množstvím informací o výrobě, kvalitě a databázích, které bude možno sdílet mezi jednotlivými výrobny, dodavateli a jinými subjekty nacházejících se ve výrobním řetězci. Takto fungující továrna na základě zmíněných IT technologií a služeb bude označována jako „smart factory“.

Jak je z názvu patrné, jedná se již o čtvrtou průmyslovou revoluci. Ta první se uskutečnila na konci 18. století vynálezem parního stroje, který pomocí vody a páry umožnil mechanizaci práce. Na přelomu 19. a 20. století druhá průmyslová revoluce znamenala příchod elektrické energie. Za třetí průmyslovou revoluci je považována automatizace výroby s využitím výpočetní techniky v oblasti IT. Čtvrtá průmyslová revoluce byla poprvé uvedena, tedy její vize, na německém veletrhu Hannover Fair 2011. Jednalo se o německý ekvivalent Industrie 4.0. V roce 2013 byl na stejném veletrhu představen první strategický dokument s popisem použitých technologií. Česká strategie „Národní iniciativa Průmysl 4.0“ byla poprvé představena na Mezinárodním strojírenském veletrhu v Brně v roce 2015, kde byly nastíněny základní informace o nutnosti přechodu na nový koncept.

Práce začíná charakteristikou konceptu Průmysl 4.0 zahrnující různé pohledy na tuto myšlenku včetně klíčových technologických konceptů, bez kterých se průmyslová výroba neobejde. Další kapitola stručně uvádí přehled národních politik zabývajících se čtvrtou průmyslovou revolucí jak v Evropě, tak i ve světě. Dále je popsán Průmysl 4.0 v ČR včetně stěžejního dokumentu vytvořeným Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR určující důležité požadavky na implementaci tohoto konceptu u nás. Se zaváděním Průmyslu 4.0 nastanou dopady v oblasti zaměstnanosti a vzdělávání, ty taktéž uvádí kapitola tři.

Praktická část se již orientuje na automobilový průmysl v České republice, kde je zpracována sektorová analýza zabývající se vývojem tohoto nejdůležitějšího odvětví v českém průmyslu. Hlavním předmětem jsou pak case studies implementace konceptu Průmysl 4.0 u tří hlavních automobilových výrobců osobních automobilů v ČR na základě ekonomické analýzy. Jmenovitě jde o Škoda Auto, TPCA a Hyundai Motor, kde je sledováno období posledních 6-5 let.

Závěr diplomové práce hodnotí dopady přechodu na Průmysl 4.0 v automobilovém průmyslu v České republice, jehož cílem je ověření hypotézy, zda zavádění Průmyslu 4.0 zvyšuje produktivitu práce a má dopad na trh práce.

2 Cíl a metodologie práce

2.1 Cíl

Hlavním cílem diplomové práce je zhodnotit dopady přechodu automobilového průmyslu, zejména tří hlavních výrobců osobních automobilů (Škoda Auto, TPCA, Hyundai Motor) na koncept Průmysl 4.0 z ekonomického hlediska a ověřit hypotézu: *zda Průmysl 4.0 zvyšuje produktivitu práce.*

2.2 Metodologie

Pro zpracování této práce bude provedena rešerše odborných i vědeckých článků. Jelikož jde o poměrně nové téma, v současnosti není mnoho dostupných tištěných zdrojů, které by o této problematice pojednávaly. Stěžejními zdroji bude Národní iniciativa Průmysl 4.0 ČR a publikace Vladimíra Maříka a jiné odborné online zdroje, jejichž seznam je uveden v kapitole Literatura a metoda citace je dle normy ČSN ISO 690.

V práci budou využity metody komparace analytických zjištění, dedukce zkoumaných poznatků, sumarizace provedených ekonomických metod a syntéza, která v závěru práce vyhodnotí stanovenou hypotézu. Data pro praktickou část budou čerpána z výročních zpráv jednotlivých automobilek za období 2011–2016 a Českého statistického úřadu. Získaná data budou následně zpracována v tabulkovém procesoru MS Excel pomocí grafů a tabulek, které budou součástí této práce.

3 Charakteristika Průmyslu 4.0

Průmysl 4.0 (označováno také jako Práce 4.0 nebo čtvrtá průmyslová revoluce) je poměrně nový trend spojený s digitalizací průmyslové výroby a její plně automatizovanou výrobou včetně změn na trhu práce, který tento koncept s sebou přináší (Korbel, 2015; Holanová, 2015a). Přestože digitalizace je důležitou podmínkou pro využívání nejnovějších technologií, nemůže být Průmysl 4.0 zaměřen jen na digitalizaci, jak je často spojováno. Pouze napomáhá vzájemné komunikaci mezi jednotlivými systémy, a hlavně decentralizaci autonomního rozhodování (Cejnarová, 2015a).

Magruk (2016) chápe Průmysl 4.0 jako digitalizaci materiálové (fyzické) výroby s podporou kyberneticko-fyzikálních systémů (CPS) v prostředí Internetu věcí (IoT), který využívá také i Internet služeb (IoS) a Internet médií nebo taktéž nazýváno i Internet lidí (IoP). Samotná výroba se odkloní od uniformované výroby na customizovanou (zákazníkem požadovaných vlastností) a samotný zákazník se tak stane součástí produkce.

Autoři Hecklau, Galeitzke, Flachs a Kohl (2016) definují Průmysl 4.0 jako zvyšování úrovně digitalizace celého hodnotového řetězce, který ústí v propojení lidí, objektů a systémů přes výměnu dat v reálném čase. Výsledkem je propojení produktů, strojů a procesů, které jsou vybaveny umělou inteligencí. Ty jsou schopné se nezávisle na sobě adaptovat na spontánní změny. Kromě toho jsou chytré objekty zakotveny v širších systémech, které zvyšují jejich flexibilitu a sebekontrolu.

Mařík (2016) odborník v oblasti kybernetiky a robotiky dle svých slov formuluje Průmysl 4.0 jako přechod od využívání izolovaných počítačů a strojů k integrovaným řešením. Zasahuje jak horizontální řetězce od dodavatelů přes výrobu až k odběratelům, tak i vertikální rovinu od výrobních procesů směrem k managementu firmy. Jde o úplné propojení za pomoci nejnovějších technologií

včetně podpory metod kybernetiky, umělé inteligence a internetu propojující fyzický svět (Technologická agentura ČR, 2016).

Vládní dokument, vytvořený Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR (MPO), „Iniciativa Průmysl 4.0“, (2016) popisuje Průmysl 4.0 jako: „transformaci výroby ze samostatných automatizovaných jednotek na plně automatizované, integrované a kontinuálně optimalizované výrobní prostředí. Vytvoří se nové globální sítě založené na propojení výrobních zařízení do kyberneticko-fyzikálních systémů (CPS). Tyto systémy budou primárním prvkem tzv. „intelligentních továren“, které budou schopny autonomní výměny informací, vyvolání potřebných akcí v reakci na momentální podmínky a vzájemné nezávislé kontroly. Stroje, senzory, díly a IT systémy budou vzájemně propojeny v rámci hodnotového řetězce přesahujícího hranice jednotlivé firmy. Takto propojené CPS budou spolu pomocí internetových protokolů vzájemně komunikovat, reagovat a analyzovat data, aby mohly předvídat případné chyby nebo poruchy, konfigurovat samy sebe v reálném čase a přizpůsobovat se změněným podmínkám.“

Weyer, Schmitt, Ohmer a Gorecky (2015) popisují koncept Průmysl 4.0 na základě tří paradigmat: „**chytrý výrobek**“, „**chytré stroje**“ a „**rozšířený operátor**“. Hlavní myšlenkou *chytrého výrobku* je rozšířit jeho aktivní roli v části procesu výroby. Výrobky budou vybaveny čipem s uloženými informacemi, podle kterých je přesně určeno, co s nimi stroj má vykonat. Tímto způsobem si výrobek sám vyžádá požadované zdroje nebo výrobní procesy ke svému dokončení.

Druhé paradigma popisuje *chytré stroje* operující na základě kyber-fyzikálních systémů. CPS tak umožní, že tradiční výrobní hierarchie bude nahrazena decentralizovanou a samoorganizovanou výrobou. Vzniknou tedy autonomní komponenty s vlastní inteligencí, které budou schopny komunikovat s dalšími periferiemi prostřednictvím sítí. Výrobní linky se stanou flexibilní a modulární a budou schopné vyrobit i malé množství produktů za stejných podmínek

velkovýroby. Modularita linek umožní snadnou a rychlou integraci nových strojů pro potřeby rekonfigurace.

Rozšířený operátor, tedy třetí paradigma, bude zaměřen na technologickou podporu pracovníků v náročném prostředí vysoce modulárních výrobních systémů. Pro efektivní práci v tomto prostředí se podpora pracovníků zaměří na mobilní zařízení s uživatelským prostředím, asistenční systémy, ale také i různá nositelná zařízení jako jsou chytré hodinky nebo chytré brýle (podobně jako Google Glasses) např. s podporou virtuální reality přizpůsobené průmyslovým podmínkám.

Další možnou definici, jak lze Průmysl 4.0 popsat, uvádí autoři Roblek, Meško a Krapež (2016) jako koncept, který je postaven na technologiích, jež zahrnují kyberneticko-fyzikální systémy, Internet věcí a Internet služeb a osob, založené na nepřetržité komunikaci přes internet, umožňující stálou interakci a výměnu informací nejen mezi lidmi a stroji, ale také i mezi stroji samotnými.

Podle Korbela (2015) základní filozofií čtvrté průmyslové revoluce představují tzv. kyberneticko-fyzikální systémy (CPS) a na základě těchto systémů vzniknou „chytré továrny“, schopné autonomní výměny informací. Robotická zařízení budou vykonávat některé činnosti, které byly dosud vykonávány lidmi. A to právě díky různým pokročilým technologiím (jako jsou např. strojové vnímání, autokonfigurace nebo autodiagnostiky pomocí propojení strojů a dílů přes internetovou síť). S pomocí různých senzorů, kamer, vysílačů, čteček kódů a CPS budou továrny řízeny téměř samy. V praxi to může vypadat tak, že automatické sklady včas dají pokyn k zaslání objednávek, díly a polotovary budou vybaveny mikročipy a samy si určí, jak mají být zpracovány. Autodiagnostika strojů si sama vyžádá případný servis a přání jednotlivých zákazníků budou putovat po internetu přímo na výrobní linku, což umožní zpracovávat individuální zakázky za cenu velkosériové produkce.

Jak uvádí Smelík (2016) stroje by měli převzít práci lidí, která je obtížná, opakující se nebo může být zdraví škodlivá. Naopak, pracovníci budoucnosti budou vykonávat spíše duševní práci.

Podle Wolfganga Weisslera, ředitele průmyslových divizí společnosti Siemens ČR, k vytvoření konceptu Průmysl 4.0 došlo zejména z toho důvodu, že je potřeba zkrátit čas uvedení výrobku na trh a zároveň umožnit větší různorodost produkce dle potřeb jednotlivých zákazníků. Dalším aspektem je snížení výrobních nákladů, jejich úspora a větší nabídka produktů a služeb. Příčinou je rychlý technologický rozvoj současné doby a digitalizace všeho kolem nás. Tlak ze strany zákazníků na snižování cen výrobků a služeb je dnes silný a požadují více customizované zboží a služby (Cejnarová, 2015b).

3.1 Klíčové technologické koncepty

Mezi zásadní technologie, bez kterých není možné Průmysl 4.0 zavést, a které se vzájemně doplňují, patří tyto vybrané technologické koncepty:

Kyberneticko-fyzikální systémy (*Cyber-Physical Systems; CPS*)

CPS systémy představují transformační technologie mezi fyzickými a softwarovými prostředky, tzn., že spojují kybernetický a virtuální svět s jednotlivými fakticky existujícími zařízeními a lidmi. Sledují fyzické procesy a transformují je do digitální podoby a umožňují jejich decentralizované řízení, dále níže popsaných technologií (Lee, Bagheri a Kao, 2015). Tyto systémy jsou určeny pro průmyslovou integraci výrobních systémů a prostřednictvím internetu komunikují a ovládají fyzické komponenty, které jsou vybaveny komunikačním systémem. Kyberneticko-fyzikální systémy tak umožňují provádět řízení a rekonfiguraci funkcí s vysokým stupněm automatizace (Correia, 2014).

Internet věcí (*Internet of Things; IoT*)

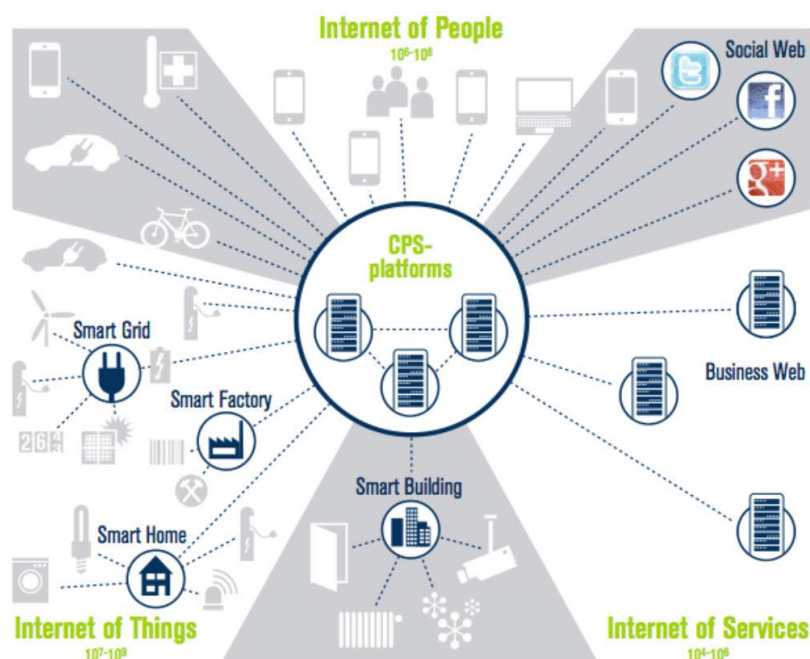
Jedná se o internetovou síť, vyhrazenou pro veškeré zařízení schopné přijímat signál na bázi internetu. V běžném životě to jsou mobilní zařízení, chytré televize, kávovary apod. V průmyslové oblasti se jedná o výrobní stroje, roboty, které jsou naprogramovány k určité činnosti. K tomu je nápomocna doplňková technologie RFID (*Radio Frequency Identification*) – ta zefektivňuje komunikaci jednotlivých součástí výroby, výrobků či polotovarů pomocí různých čipů, senzorů, čárových nebo QR kódů a jiných ID-tagů. Tyto komponenty budou vlastnit všechny prvky ve výrobě a strojům dají jasné informace co má být s výrobkem/součástíkou provedeno. Tímto způsobem tak bude moci být na dálku programována samotná výroba a upravována dle potřeb, protože jednotlivé čipy a senzory budou programovatelné (Kopetz, 2011).

Internet služeb (*Internet of Services; IoS*)

Tato technologie obstarává různé služby v rámci podniku, řeší nejrůznější úlohy, mezi které patří například organizace a koordinace výroby, analýza dat, statistika, přístup ke cloudovým úložištím a k webovým službám (www) (Kopetz, 2011).

Internet lidí (*Internet of People; IoP*)

Třetí typ internetu propojuje mobilní komunikaci mezi roboty a lidmi zvláštním speciálním rozhraním, na základě přirozené řeči a vizuální či hmatové informace (Mařík, 2015).



Obr. 1 Vztah mezi CPS & Internet věcí, služeb a lidí
Zdroj: Bosch Software Innovations, 2013

Big Data

Taktéž jako *analýza velkých dat* je spíše považována jako abstraktní pojem. Big data jsou dnes spíše spojeny s velkými internetovými společnostmi (jako např. Facebook, Google, aj.), které denně shromažďují velké množství dat o svých uživateliích. Pro Průmysl 4.0 bude taktéž typické získávání velkých objemů dat. Půjde zejména o různé databáze, textová nebo obrazová data, obchodní a interní data, které podniky budou vytvářet, získávat a dále s nimi pracovat a vyhodnocovat (Chen, Mao a Liu, 2014). Shromážděná data budou přeměněna na „*smart data*“, která umožní lepší rozhodování v rámci podniku. Čím víc dat, tím víc podnik disponuje informacemi, které urychlí vývoj a kvalitu a samotnou výrobu (Gehm, 2016).

Cloudy

S velkým objemem dat souvisí také cloudy (datová úložiště), kde tato data budou vzdáleně uložena. K těmto datům je možné se rychle a z jakéhokoli místa dostat a jsou uživateli ihned k dispozici. Do cloudů budou automaticky nahrávány

i různá diagnostická data ze strojů a jiných zařízení, kde budou zpracována pomocí cloudových výpočtů (Chen, Mao a Liu, 2014).

3D tisk

Nazýván taktéž jako *aditivní výroba*, je klíčovou technologií, která způsobí výrazné navýšení flexibility a změnu výrobních postupů. Podstatou je práce s 3D digitálním modelem a na základě toho je poté vrstven materiál do konečné podoby požadovaného modelu. Nejzásadnější schopností této metody je výroba jakýchkoliv dílů nebo výrobků, které je běžným způsobem nemožné vyrobit nebo jejich výroba je velmi drahá (Deloitte, 2015). Další možností bude také tisk/výroba zboží přímo podle představ zákazníka. Aditivní výroba tak podnikům přinese nižší náklady a s možností měnit parametry výroby se stane firma flexibilnější, což bude pro ni konkurenční výhodou (Šoltés, 2016a).

Inteligentní roboti

Inteligentní a autonomní robotické zařízení budou hlavním výrobním prvkem v chytrých továrnách, které postupně převezmou práci lidí, která je v určitých procesech složitá a fyzicky namáhavá. Roboti budou vybaveni množstvím senzorů, pohyblivých ramen umožňující vykonávat manuální práci rychleji a efektivněji s téměř nulovou mírou chybovosti (Frey, Osborne, 2015).

Smart factory

Inteligentní továrny lze popsat jako výrobní procesy optimalizované v rámci celého hodnotového řetězce; izolované výrobní jednotky jsou nahrazeny plně automatizovanými a vzájemně propojenými výrobními linkami; optimalizované výrobní procesy umožňují efektivní výrobu i malých výrobních dávek dle požadavků zákazníka. Roboti mezi sebou vzájemně komunikují a do jisté míry rozhodují v reálném čase autonomně, logistika je taktéž automatizována – sklady jsou vybaveny roboty a automatizovanými dopravními prostředky (Iniciativa Průmysl 4.0, 2016).

3.2 Politiky Průmyslu 4.0 ve světě

Představení první myšlenky konceptu Industrie 4.0 na německém veletrhu v roce 2011 vyvolalo ve světě nemalý zájem. V současné době se k implementaci platformy připojilo několik významných světových ekonomik. Kromě Německa se ke čtvrté průmyslové revoluci přihlásila i Francie se svým *Industrie du Futur*, Itálie a její projekt *Fabbrica Intelligente*, americkou obdobu představuje *Industrial Internet Consortium*, čínská vláda zahájila kroky pro svou iniciativu *Made-in China 2025* a japonská iniciativa *Industrial Value Chain Initiative* (Jenšíková, 2016). Přehled dalších evropských projektů lze najít v Příloze 1.

3.2.1 Německo

V Německu je momentálně digitalizace jednou z politických priorit. Vláda pro další rozvoj platformy vyčlenila víc jak 100 mil. EUR na výzkum a inovace, standardizaci, bezpečnost sítí, vzdělání a další důležité oblasti v rámci Industrie 4.0. Do rozvoje čtvrté průmyslové revoluce je zapojeno několik předních firem, které tvoří celkem 240 příkladů z praxe. Patří sem např. Siemens, Bosch, SAP, ABB, Audi, Volkswagen a další, které již koncept využívají a podílí se na jeho dalším rozvoji. Podle německého Svazu průmyslu přinese digitální přechod průmyslové výroby do roku 2025 nárůst přidané hodnoty o 425 mil. EUR a předpokládá se, že firmy zvýší svou produktivitu až o 30 % (Podivínský, Ehler, 2016).

V porovnání s Německem, které je lídrem v zavádění Průmyslu 4.0, je v České republice prozatím méně firem (jako např. Siemens, ABB, Škoda Auto, Honeywell nebo KUKA), které využívají určité procesy pokročilé automatizace. A to jen proto, že jsou většinou součástí nadnárodních korporací. Další skupinou jsou firmy, kde výroba probíhá tradičním způsobem, ale jejichž produkty jsou do hodnotového řetězce plně integrované v rámci Průmyslu 4.0. jde například o společnost ELCOM a její testovací zařízení, firmu IBM využívající metody prediktivní údržby či firmu A-21, zabývající se datovou architekturou směřující k integraci datových zdrojů v reálném čase (Ranochová, 2016).

3.2.2 Francie

Francouzský průmysl se potýkal se zastaráváním strojů a ztrátou pracovních příležitostí. Digitalizací ekonomiky umožní francouzské ekonomice znovu nastartovat průmysl a vytvořit nová pracovní místa a vrátit tak zpět podniky, které byly nuceny svou výrobu z důvodu nižších nákladů přesunout do jiných zemí (investicniweb.cz, 2016). Od roku 2015 se Industrie du Futur zaměřuje na rozvoj nových technologií, jako je aditivní výroba, internet objektů nebo rozšířená realita. Byla vyčleněna podpora 730 mil. EUR, které půjdou do vzdělávání pracovníků, standardizace, výzkumu, správy dat a dalších oblastí spojené s průmyslovou výrobou (Mařík, 2016).

3.2.3 USA

Podobně jako Francie, tak i Spojené státy americké byly nuceny přemístit výrobu významných značek převážně do Asie nebo Mexika, čímž tak došlo ke ztrátě více než pěti milionů pracovních míst. Americká vláda chce tento problém zastavit a stát se znovu konkurenceschopnější. Industrial Internet Consortium usiluje o definování referenční architektury, standardů, výzkumu a vývoji inteligentních senzorů, modelování a simulaci v čase a podpory vzdělávání a zlepšení podnikatelského prostředí (investicniweb.cz, 2016; Mařík, 2016).

3.2.4 Čína

Čína, která postupně ztrácí statut země s levnou pracovní silou, ztrácí i konkurenční výhodu ve světě a společně s rostoucími mzdami a energiemi, byla nucena zahájit svůj program. Cílem je do roku 2025 zvýšit podíl lokálně vyrobených komponentů a materiálů ve vyráběných produktech na 70 %. Koncept se zaměřuje hlavně na odvětví leteckého průmyslu, informačních technologií, výroby automatizovaných obráběcích strojů, robotů a rozvoj výzkumných pracovišť (Iniciativa Průmysl 4.0, 2016).

3.3 Průmysl 4.0 v ČR

Průmysl v České republice má velkou tradici již od dob Rakouska-Uherska, kdy se na našem území nacházelo víc jak 70 % celkové průmyslové výroby. Dnes, podle analýzy vývoje ekonomiky ČR zpracované MPO, průmysl v České republice dosahuje okolo 40 % HDP (Mařík, Bunčec et al., 2015). Od roku 2013 prochází český průmysl stabilním růstem, přičemž dynamika ve vybraných odvětvích se mezi léty 2014–2015 zvyšovala. K růstu přispívají nejvíce tradiční odvětví (jako např. automobilový průmysl, gumárenský, elektrikářský a elektronický). Stejně tak roste i český export, kde je nejvíce zastoupen automobilový a strojírenský průmysl (Iniciativa Průmysl 4.0, 2016). Ve srovnání s Evropou, je tuzemský průmysl na velmi dobré úrovni. Podíl průmyslu na přidané hodnotě v ekonomice řadí Českou republiku mezi nejlepší v Evropě. Ačkoliv se zdá, že ČR má určitou výhodu před jinými evropskými zeměmi, může to zároveň představovat i riziko. Jelikož nástup Průmyslu 4.0 vyžaduje změnu v technologických podmínkách, bude nutné, aby tuzemské podniky byly včas připraveny a disponovaly příslušnými technologiemi a mohly tak být nadále konkurenceschopné. To bude vyžadovat nemalé investice do infrastruktury a nových technologií. Případná ztráta pozice na mezinárodním poli by mohla mít zásadní dopad na českou ekonomiku. (Šoltés, 2016b).

Podle Jiřího Holoubka, člena představenstva Svazu průmyslu a dopravy ČR, se tento problém netýká pouze velkých výrobních podniků, které jsou většinou součástí nadnárodních korporací. Jelikož je Česká republika otevřenou a provázanou ekonomikou, nalézají zde také uplatnění malé a střední specializované firmy, které mohou svým know-how konkurovat i na zahraničních trzích a jsou taktéž součástí dodavatelských řetězců. Pozdní zapojení firem do nového stylu výroby může znamenat ztráty, jak ve výrobním procesu, tak i v rámci dodavatelsko-odběratelských vztahů (Mostýn, 2016a). Jak Šoltés (2016c) uvádí, Průmysl 4.0 přinese minimalizaci fixních nákladů, které povedou k potlačení bariér vstupu na trh a konkurence tak na trzích poroste. Kdo však nebude schopen pokrýt

poptávku dostatečně flexibilně a rychle, přijde o své zákazníky. Podle Smelíka (2016) české podniky nejsou ještě dostatečně připraveny pro čtvrtou průmyslovou revoluci. Výsledky výzkumu, který byl proveden ve více než 270 českých firmách, ukazuje, že digitalizace je důležitá pro více jak polovinu firem – velké podniky si tento rychlý vývoj uvědomují více než malé. Současně však tři čtvrtiny dotazovaných podniků uvedlo, že plně digitalizováno je (10 %), dobře digitalizováno (39 %) a dostatečně (28 %) podniků.

3.3.1 Požadavky na zavedení konceptu Průmysl 4.0

Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, které nechalo zpracovat Národní iniciativu Průmysl 4.0, schválenou v září 2016, na kterém se podílelo více jak 80 odborníků z řad Svazu průmyslu a dopravy ČR, z podnikatelské a akademické sféry, Českého institutu informatiky, robotiky a kybernetiky ČVUT, zástupců CzechInvest a další. Cílem dokumentu bylo zmapovat podmínky v ČR pro implementaci digitální ekonomiky v českých podmínkách. Součástí Národní iniciativy Průmysl 4.0 je více jak 150 doporučení, opatření a požadavků, které je nutné zavést (Mostýn, 2016b). Zásadní požadavky byly stanoveny tyto následující:

3.3.1.1 Požadavky na aplikovaný výzkum v ČR

Česká republika v rámci výdajů ze státního rozpočtu na aplikovaný výzkum pro podporu průmyslu podporuje zejména z prostředků Ministerstva průmyslu a obchodu ČR a Technologické agentury ČR. Nicméně i aplikovaný výzkum v jiných oblastech (např. obranný, bezpečnostní, výzkum v oblasti životního prostředí nebo dopravy), který je podporován z jiných rozpočtových kapitol, má významné dopady v průmyslu. Mezinárodní výzkum v oblasti průmyslu účelově podporuje Ministerstvo školství mládeže a tělovýchovy.

Na současný neuspokojivý stav Akademie věd v ČR se podepsal také mimo jiné systém institucionálního financování výzkumu navázaný na hodnocení výsledků výzkumu a vývoje (VaV). Omezená produkce výsledků VaV s mezinárodní průmyslově právní ochranou řadí Česko spíše na pozici příjemce nových

technologií vznikajících v jiných zemích, což zkracuje prostor pro využití konkurenční výhody na globálních trzích. Nynější nedostatečnou podporu vědecko-výzkumných a vývojových aktivit v oblasti digitální ekonomiky ze strany státní a veřejné správy kritizují zástupci Svazu průmyslu a dopravy ČR, kde je bariérou nekoncepční přístup státu k využívání IT technologií (Iniciativa Průmysl 4.0, 2016). Limitujícím faktorem pro efektivní uplatnění výsledků aplikovaného výzkumu v inovacích je také i slabá úroveň spolupráce vysokých škol a veřejných výzkumných institucí s podniky (Holanová, 2015a).

Podle V. Maříka je také v oblasti výzkumu důležitý vznik tzv. *testbedů*, tedy zkušebních, fyzicky realizovaných prototypových výrobních systémů, na kterých by bylo možné testovat v praxi zavádění nových technologií. Tyto zkušební centra by obvykle byly umístěny na akademické půdě, kde by studenti mohli pracovat a učit se programovat, sestavovat automatizovanou výrobu a vyzkoušet si tak přímo v praxi funkčnost Průmyslu 4.0 (Budinová, 2016).

Politika výzkumu a inovací ČR by se proto měla zaměřit na obnovení institucionální základny aplikovaného výzkumu a koncentrovat podporu do vědy a výzkumu v perspektivních oblastech pro rozvoj průmyslu, resp. Průmyslu 4.0. Nástupem nové průmyslové platformy musí významným způsobem přispět k radikální transformaci současného aplikovaného výzkumu zaměřeného na oblast kybernetiky, umělé inteligence, robotiky a automatického řízení, což tvoří jádro Průmyslu 4.0. Jmenovitě je potřeba zaměřit se na výzkum a vývoj:

- inteligentních čidel v rámci výrobního procesu;
- metod a prostředků inteligentního vnímání prostředí a komunikaci;
- pokročilých algoritmů řízení a nástrojů řídicích systémů a způsobu sběru dat;
- metod analýzy nasbíraných dat;
- simulací a modelování jako základ efektivního propojení fyzického a virtuálního světa;
- umělé inteligence a jejich uplatnění;

- inteligentních kooperativních a asistivních technologií (např. robotických) schopných přirozené interakce s uživateli;
- rozvoje metod systémové ochrany před kybernetickými útoky.

Aplikovaný výzkum by měl taktéž cílit na vysokoškolské vzdělávání, kde již dnes chybí globálně i v ČR velké množství specialistů (Mařík, 2016).

Vláda také počítá s jednotlivými formami podpory aplikovaného výzkumu. Kromě stávajících národních dotačních programů a evropských fondů (např. OP PIK – Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost) bude také podporovat i tři základní podpory: 1.) *přímá podpora spolupráce* v oblasti výzkumu a inovací formou tzv. inovačních voucherů snižující riziko investic. 2.) *dotační i podmíněně dotační* neboli *revolvingové financování* projektů na základě míry úspěšnosti a kvality projektu. 3.) *přímá a nepřímá podpora* financováním i organizací vzniku národních otevřených celostátně koordinovaných aplikačně-výzkumných center s dostupnými kapacitami výzkumu orientované na oblast čtvrté průmyslové revoluce (Iniciativa Průmysl 4.0, 2016).

3.3.1.2 Požadavky na standardizaci

K úplné integraci decentralizovaných modulárních řešení se neobejde bez standardizace všech současných norem, vnitropodnikových požadavků a mezinárodních standardů. Standardizací Průmyslu 4.0 je myšlen soubor pravidel pro výkon odborných činností spojených s životním cyklem výrobku (služby) vzniklých v průmyslu. Jedná se o proces zavádění výrobních prostředků a odpovídajících informačních a komunikačních technologií, včetně právního, organizačního, znalostního a technického zajištění tak, aby byly pokryty všechny etapy a činnosti životního cyklu výrobku (služby).

Průmysl 4.0 vyžaduje nové požadavky na standardizaci a unifikaci. Standardizací je myšlen proces vedoucí ke koordinaci, kompatibilitě a opakovatelnosti v kvalitě výroby a bezpečnosti formou tvorby standardů. Kdežto unifikaci lze popsat

dobrovolným procesem, vedoucím ke snižování nákladů na opakovaná řešení a dalším ekonomickým efektům (Mařík, 2016).

Nutností je vznik orgánu pro standardizaci, který bude vykonávat dohled nad jednotnou standardizační strukturou. Podle výkonného člena představenstva Česko-německé obchodní a průmyslové komory, Bernarda Bauera, je příkladem *Standardization Council Industrie 4.0*, který zahájil standardy v digitální výrobě a koordinuje je na národní i mezinárodní úrovni. Podnítil vznik i tzv. referenční *model RAMI 4.0* postavené na architektuře Průmyslu 4.0. Model v sobě zahrnuje všechny hlavní technologické prvky a poskytuje tak firmám jednotnou orientaci (Ranochová, 2016).

Václav Mařík uvádí, že ČR nebude zemí, která bude standardy stanovovat, ale může přispět při jednáních v komisích a organizacích, pod kterou tato agenda spadá. Důležité však bude to, abychom tyto standardy respektovali, rychle zaváděli, aby naše průmyslová výroba byla s těmito normami kompatibilní (Budinová, 2016).

V rámci České republiky v současné době existuje více než 33 000 platných norem ČSN, jež bude se zavedením Průmyslu 4.0 potřeba z více jak poloviny revidovat. Zejména půjde o standardy vztahující se ke zpracovatelskému průmyslu. Důležitou úlohu budou mít také standardy v oblasti energetiky, rozvíjející tzv. *Smart Grid* (inteligentní rozvodné sítě), které budou přesměřovávat energetické toky, dle aktuální spotřeby nebo uchovávat energii.

Další oblastí, kde bude muset dojít ke standardizaci je oblast zpracování a přenos dat v rámci kybernetické bezpečnosti (Mařík, 2016).

3.3.1.3 Požadavky na bezpečnost a spolehlivost

V důsledku neustálého nárůstu počtu kybernetických útoků ve světě, a to nejen na kritické infrastruktury, se kybernetická bezpečnost stává hlavním objektem zájmu v oblasti průmyslové automatizace a průmyslových komunikačních sítí pro potřeby podniku včetně jejich řetězců.

Základním nezbytným předpokladem je podpora a rozvoj vysokorychlostního internetu, který již má Vláda ČR v rámci Akčního plánu pro rozvoj digitálního trhu do roku 2020 zabezpečit. Jak již bylo dříve uvedeno, chytré továrny budou fungovat na základě obrovského objemu dat (Big Data), a tím se také bude zvyšovat riziko kybernetických útoků. Cílem je tedy nutnost zabezpečit a ochránit podniky před vnějšími vlivy a zneužitím dat, jak uvádí Jiří Holoubek, člen představenstva Svazu průmyslu a dopravy ČR (Nováková, 2015).

Požadavky na bezpečnost a spolehlivost musí proto být chápány komplexně a systémově – od datové a komunikační bezpečnosti na nejnižší úrovni přes infrastrukturní spolehlivost a bezpečnost až po globální systémovou bezpečnost na úrovni výrobních podniků nebo jejich řetězců, a to při zachování informačního soukromí jednotlivců a práv duševního vlastnictví.

Jelikož Průmysl 4.0 znázorňuje složitý systém vytvářející rozsáhlou síť nejrůznějších entit, jako jsou osoby, automatizované systémy, IT systémy, výrobní stroje, transportní zařízení, datové sklady, fyzické sklady materiálů a produktů aj. a komunikace mezi nimi probíhá neustále, je nutné, aby podniky měli kontinuální přehled o situaci v jejich kyberprostoru, musí zajistit efektivní pohled do systému a detekci potenciálních bezpečnostních rizik a hrozeb napříč všemi zařízeními v rámci celé firmy. Dalším předpokladem je umět zajistit efektivní a komplexní centralizovanou správu všech koncových zařízení uvnitř podniku za účelem minimalizace nákladů, proaktivní obranu proti malwaru a jiným hrozbám z internetu. Musí být také schopny identifikovat klíčové systémy obsahující citlivá

obchodní data, jejich zabezpečení a nastavení centralizovaného systému pro správu přístupu k těmto informacím.

Je tedy nutné, aby i zde byly vyvinuty strategie, architektury a standardy pro takto rozsáhlé možnosti komunikace. Musí zahrnovat jak bezpečnost ve smyslu ochrany virtuálního prostoru dat a komunikace (např. šifrování), tak i bezpečnost ve smyslu zabezpečení funkceschopnosti a dostupnosti zdrojů (Iniciativa Průmysl 4.0, 2016). Podle V. Maříka je Česká republika v oblasti počítačové bezpečnosti velmocí. Na našem území figuruje celá řada společností, zabývajících se antivirových softwarů a jiných bezpečnostních systémů. Vývoj bezpečnostních řešení tak nebude pro ČR zábranou (Vortelová, 2016).

3.4 Dopady zavádění Průmyslu 4.0

Je zřejmé, že úplná integrace digitalizace a automatizace do výroby přinese nespočet pozitivních přínosů, jak pro samotnou společnost, tak i pro danou ekonomiku. I přes počáteční vysoké investice do přeměny podniků se návratnost investic brzy vrátí, a to nejen z finančního hlediska, ale i z toho nehmotného v podobě vyšší konkurenceschopnosti.

Podle Výzkumné služby Evropského parlamentu (*European Parliamentary Research Service*) se v rámci studie očekávají přeměnou výroby následující dopady:

- automatizací výroby dojde ke **zvýšení flexibility**, včetně řízení dat o produktech během fáze výroby a využíváním multifunkčních robotů,
- **masová customizace** umožní výrobu malých dávek nebo i kusově jedinečných produktů díky rychlé rekonfiguraci strojů a využití aditivní výroby (3D tisku),
- zvýší se také **rychlost** produkce, díky digitálním modelům a simulacím se předpokládá urychlení procesu výroby s podporou „velkých dat“

až o 120 %, tedy zkrácení doby od obdržení objednávky až po spuštění výroby a až o 70 % se zkrátí doba uvedení výrobku na trh,

- zlepší se také **kvalita** výrobků, které s pomocí implementovaných senzorů a čidel vyhodnocují chybovost i špatně zvolené procesy, díky autokonfiguraci umožní upravit samotný proces výroby a tím se tak sníží míra chybovosti produktů,
- zaváděním procesů Průmyslu 4.0 zvýší taktéž **produktivitu**, např. využitím pokročilých analýz prediktivní údržby lze zvýšit produktivitu o 20 % a zároveň snížit přerušení výroby z důvodu závad o 50 %,
- koncept také s sebou přinese vyšší **míru zapojení zákazníka** na základě výroby produktu dle vlastních požadavků koncového spotřebitele za nižší cenu, než je dnes možné; zásadní bude i **lokalizace** výroby v blízkosti zákazníka, jelikož firma již nebude nucena působit v levnějších zemích jako je tomu dosud,
- Průmysl 4.0 povede ke **změně obchodních modelů** – namísto soupeření kdo vyrobí za nejlevnější náklady, budou moci společnosti soutěžit o to, jak rychle uvedou produkt na trh, jakou technologií a v jaké kvalitě (Davies, 2015).

3.4.1 Dopady na trhu práce

S nástupem nových technologií odpadne fyzicky namáhavá a rutinní práce a práce, která je životu nebezpečná nebo její dlouhodobé vykonávání ohrožuje zdraví a způsobuje nemoci z povolání – práci tak zastanou stroje. Digitalizace přinese více možností práce na dálku, což bude přínosem pro rodinný život a osoby hledající práci z okrajových regionů, neboť se budou moci zúčastnit na poptávce po žádaných profesích (Mařík, Bunčec et al., 2016).

V ČR je do budoucna odhadováno ohrožení asi 54 % pracovních míst, podobně jako Rakousko nebo Estonsko, celý přehled lze najít v Příloze 2 (Frey, Osborne, 2015). Taktéž i prognóza OECD říká, že automatizací bude během deseti až dvaceti let ohroženo každé desáté pracovní místo (Pospíšil, 2016). Půjde zejména o nízko-kvalifikované dělnické pozice, k nimž stačí nejnižší vzdělání a již dnes se těžko obsazují domácími pracovníky (Holanová, 2015a; Mostýn, 2016a). Dle jiných teorií se předpokládá, že kromě těchto pozic budou transformací průmyslu ohroženy i některé středoškolské či vysokoškolské pozice, které jsou spojeny s určitými rutinními výkony (např. administrativa, zpracování dat a analýza, střední management apod.) (Mařík, Bunčec et al., 2016). Studie zpracovaná Úřadem vlády ČR „Dopady digitalizace na trh práce v ČR a EU“, uvádí 20 profesí s největším indexem ohrožení digitalizace, které jsou uvedeny v Příloze 3. Méně ohrožené obory se budou týkat kreativity, řídicích pozic, aktivního vyjednávání, nebo sociální inteligence, lékaři a učitelé (Oddělení strategie a trendů EU, 2015).

Ministr průmyslu a obchodu Jan Mládek tvrdí, že změny na trhu práce povedou k zániku určitých oborů a profesí (jako např. spojovatelka apod.), stejně tak jako se již dělo v minulosti dříve, ale zároveň vzniknou i nové obory. Vzroste vyšší poptávka po vysoce kvalifikovaných pracovních míst, půjde zejména o pracovníky zabývající se ochranou dat a fyzických objektů, systémoví architekti, specialisté na robotiku aj. (Vortelová, 2016; Jenšíková, 2016).

Protože přechod na Průmysl 4.0 nebude skokový, ale bude postupně nabíhat, je potřeba na změnu struktury profesních činností včas zareagovat a vyhnout se rostoucí nezaměstnanosti z důvodu nadbytečnosti. Tento stav může nastat u současných ekonomicky aktivních obyvatel, nemělo by se tedy myslet pouze na novou generaci. Vytvořením jistého fondu celoživotního vzdělávání a rekvalifikaci za přispění státu, zaměstnavatelů a zaměstnanců může současným pracovníkům zajistit i nadále pracovní místo u svého zaměstnavatele, jak navrhuje předseda Českomoravské konfederace odborových svazů Josef Středula (Nováková, 2015).

3.4.2 Dopady na vzdělávání

Aby budoucí generace obstála v trendu vývoje přeměny průmyslu, bude zapotřebí reforma celého školství. Podle Vladimíra Maříka, ředitele Českého institutu informatiky robotiky a kybernetiky, již dnes české školství nestačí nárokům na úroveň absolventů škol. Jelikož nástup konceptu zasáhne celou společnost, bude nutno změnit výuku už na středních školách. Dnešní systém školství je nastaven na úzkou specializaci jedné oblasti namísto interdisciplinárního pohledu uvažování včetně netechnických škol (Vortelová, 2016). Právě na mezioborový přehled dopomůžou již zmíněné testbedy. Dnešnímu školství a absolventům chybí dostatek průmyslové praxe a těsnější kontakt s realitou. Studenti technických oborů pracují s počítači a matematickými modely, ale již se nedostanou za celou dobu svého studia k opravdovým strojům natož k výrobní lince (Budinová, 2016).

Struktura studentů i absolventů je ve větší míře zastoupena humanitními obory a dochází k nesouladu potřeb pro požadavky Průmyslu 4.0. Ačkoliv je studium technických a přírodovědných oborů náročné, právě znalost přírodních věd, zejména matematiky a fyziky je podmínkou pro studium technických disciplín.

Stát, respektive příslušné orgány se budou muset zabývat, jak zvýšit atraktivitu těchto oborů, aby byl zajištěn do budoucna dostatek vysoce kvalifikovaných absolventů, kteří budou potřeba pro nově vzniklé pracovní pozice (Mařík, 2016).

Problematiku školského vzdělávání potvrzuje i Jiří Holoubek, prezident Elektrotechnické asociace ČR, který kritizuje zdlouhavé a složité schvalovací procesy středoškolských předmětů nebo vysokoškolských kurzů, kdy změna nebo vznik nového studijního oboru trvá až 10 let (Ranochová, 2016).

4 Zavádění Průmyslu 4.0 v automobilovém průmyslu

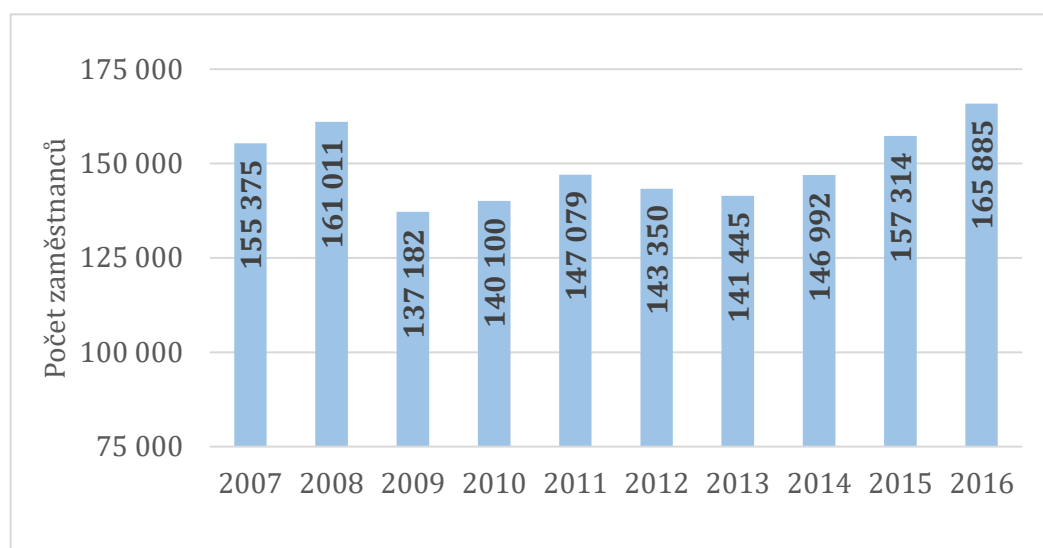
Automobilový průmysl prochází v poslední době řadou významných změn, které razantně promění celý sektor. Nejedná se pouze o technické novinky na samotných automobilech, ale také procesu výroby a v obchodním modelu. K hlavním trendům patří prohlubující se tlak automobilek na snižování nákladů a zvyšování efektivity výroby ve vlastních továrnách i u samotných dodavatelů. Budoucím cílem úspěchu automobilek bude nabídka diverzifikovaného portfolia produktů, globální trhy a investice do vývoje inovací (Kozelský, Novák, 2015).

4.1 Analýza odvětví

Nejvýznamnějším dominantním odvětvím ve zpracovatelském průmyslu v České republice je automobilový průmysl, který vytváří okolo 9 % HDP a jeho podíl na exportu činí 25 %. Zároveň také působí jako multiplikační faktor pro rozvoj dalších navazujících oborů. Podstatnou součástí automobilového průmyslu je výroba autosoučástek a příslušenství, které jsou důležitým exportním artiklem, a který je montován do zahraničních, převážně luxusních vozů směřující na světový trh do třetích zemí (MPO, 2016). Český automobilový průmysl v současné době zaměstnává více jak sto padesát tisíc pracovníků, kteří jsou součástí samotných výrobců vozidel, dodavatelů dílů a dalších subjektů zapojených v automobilovém průmyslu (SAP, 2017). Díky dlouholeté tradici a velké provázanosti dodavatelských sítí je v rámci průmyslu největším zaměstnavatelem právě ten automobilový, zejména Škodovka. Na území ČR se nachází tři největší automobilové závody: mladoboleslavská Škoda Auto, nošovická Hyundai Motor Manufacturing Czech (HMMC) a Toyota Peugeot Citroën Automobile (TPCA) v Kolíně. Kromě výrobců osobních automobilů se v České republice vyrábějí také autobusy (Iveco a SOR), motocykly (Jawa), nákladní vozidla (Tatra) včetně výroby přípojných vozidel.

Průměrný počet zaměstnaných osob v automobilovém odvětví¹ mezi roky 2007–2016, z údajů Českého statistického úřadu (ČSÚ), zobrazuje následující graf 1. Z grafu je patrné, že po finanční krizi v roce 2009, kdy došlo k poklesu o více jak 20 000 zaměstnanců se mírným trendem počet zaměstnanců navyšoval a tento nárůst pokračuje. V roce 2016 byl dokonce překonán stav před rokem 2009 a v odvětví tak pracovalo téměř 166 000 pracovníků. Lze tak předpokládat, že rostoucí trend bude i v příštích letech pokračovat.

Graf 1 Průměrný počet zaměstnanců v automobilovém průmyslu



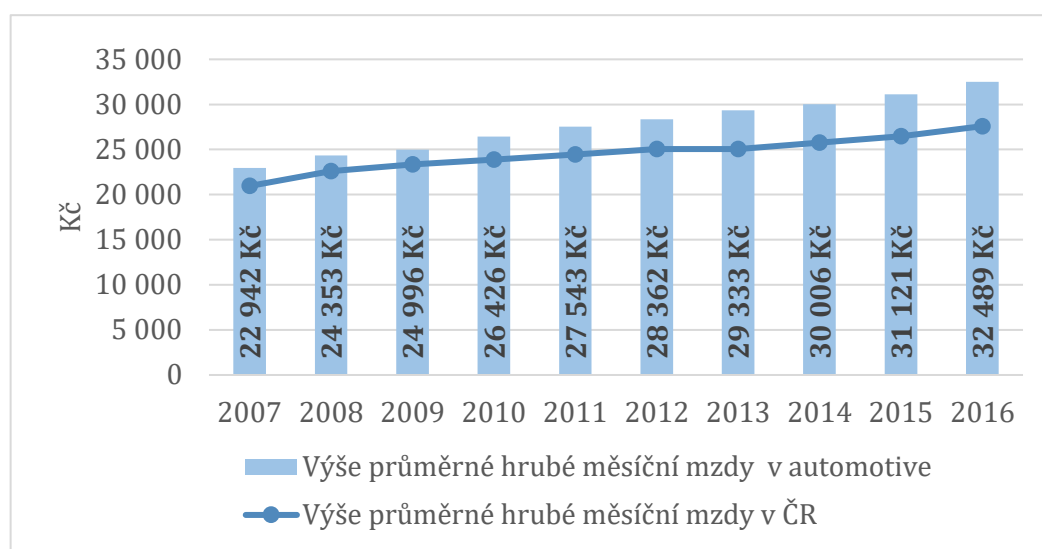
Zdroj: ČSÚ, 2017; vlastní zpracování.

To, že je automobilový průmysl v České republice velmi klíčovým odvětvím a daří se mu i ekonomicky, ukazuje také graf 2 na vývoji průměrné měsíční mzdy mezi roky 2007–2016. I přes krizový rok 2009 lze vidět, že průměrná mzda se každoročně zvyšuje a v roce 2016 dosahovala 32 500 Kč, což je v porovnání s rokem 2007 zvýšení téměř o deset tisíc korun českých. V porovnání se spojnicí na grafu, která zobrazuje průměrnou hrubou měsíční mzdu za celou Českou republiku, je zřetelné, že sektor automobilového průmyslu je ohodnocen mírně nad průměrem

¹ Výroba motorových vozidel (kromě motocyklů), přívěsů a návěsů

ČR. Pro porovnání lze uvést rok 2016, kdy průměrná hrubá měsíční mzda v Česku činila 27 589 Kč a průměrná hrubá měsíční mzda v auto průmyslu již zmíněných 32 500 Kč.

Graf 2 Vývoj průměrné měsíční mzdy v automobilovém průmyslu

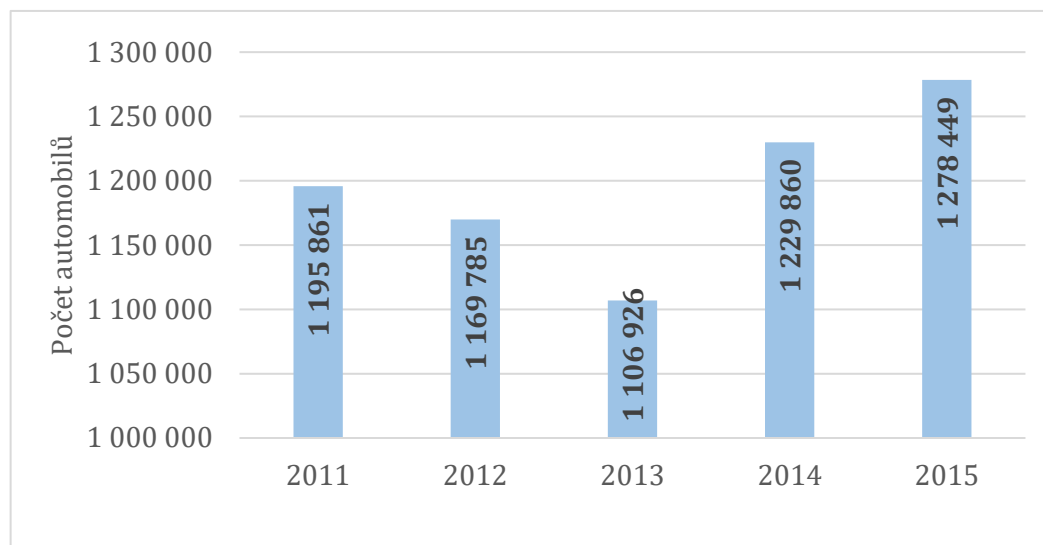


Zdroj: ČSÚ, 2017; vlastní zpracování.

Celková produkce osobních automobilů v ČR za posledních více jak 10 let strmě roste. Období let 2000 až 2005 bylo na našem území vyrobeno okolo půl milionu osobních automobilů. S příchodem automobilky TPCA v roce 2005 a zahájením výroby Hyundai v Nošovicích koncem roku 2008 se produkce zdvojnásobila a již několik let za sebou tři největší výrobci vyrábějí přes jeden milion osobních vozů (Kozelský, Novák, 2015).

Z grafu 3 je patrné, že v roce 2013 byl zaznamenán mírný pokles v produkci automobilů. K poklesu přispěla továrna TPCA, která byla nucena změnit výrobní systém, tj. z 6 pracovních dnů na 4, a také snížit počet výrobních týmů. Společnost se tak musela přizpůsobit novým podmínkám na trhu. Méně aut v Česku vyrobila i Škoda Auto, avšak na celém světě dohromady vyrobila více aut než v předchozím roce.

Graf 3 Produkce osobních automobilů v ČR

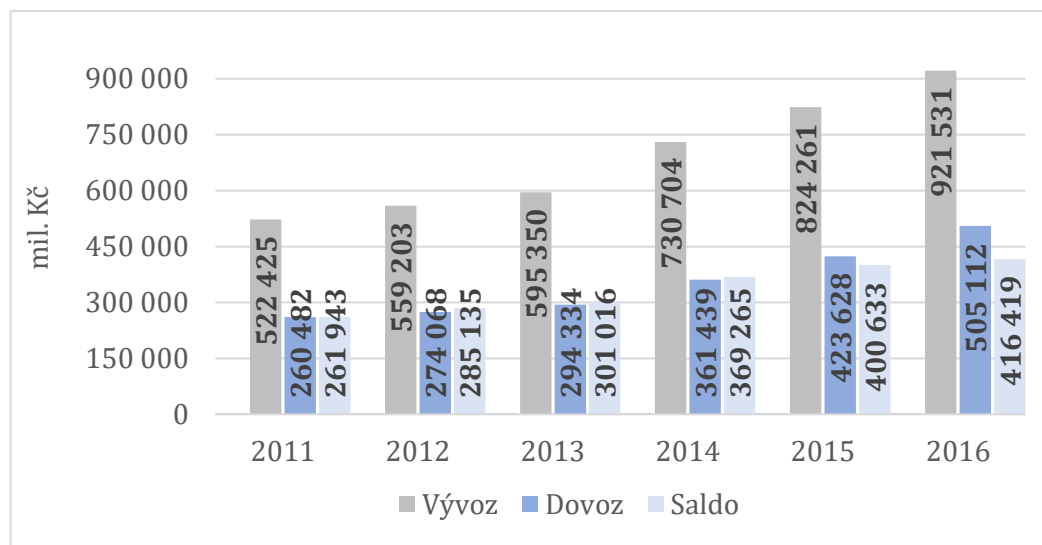


Zdroj: Údaje z výročních zpráv Škoda Auto, HMMC, TPCA, 2011–2015; vlastní zpracování.

Zahraniční export, který je zobrazen na grafu 4 vykazuje meziroční rostoucí tendenci. Za rok 2011 bylo exportováno více jak 522 mld. Kč za motorová vozidla. Dovoz automobilů ze zahraničí dosahoval polovičního objemu a to 260 mld. korun a se saldem 262 mld. korun. V letech 2012 a 2013 se vývoz automobilů pohyboval pod hranicí 600 mld. Kč s importem pod hranicí 300 miliard korun a s kladným saldem ve výši 300 mld. Výrazný nárůst byl zaznamenán od roku 2014, kdy z exportu plynulo 730 mld. Kč z motorových vozidel, což je nárůst o 134 mld. korun. Taktéž dovoz se zvýšil a překonal předchozí období o 67 mld. Kč se saldem 369 mld. korun. Částka za export v roce 2015 se dostala na 824 mld. Kč a import činil téměř 424 mld. Kč a kladné saldo tak bylo na úrovni 400 miliard. Za loňský rok (2016) byl vyvezen rekordní počet automobilů v podobě 921 mld. Kč a na tuzemský trh přivezeny automobily v hodnotě 505 mld. Kč. Rozdíl mezi dovozem a vývozem v roce 2016 už tak dosahoval doposud největší hodnotu 416 miliard korun.

Takto výrazný nárůst exportu bylo dáno především zvýšenou poptávkou po vozidlech vyšších tříd značky Škoda a Hyundai, neboť Škoda Auto vyvážá do více jak 100 zemí světa a vozy Hyundai mají zastoupení ve více jak 58 zemí (MPO, 2016).

Graf 4 Vývoj zahraničního obchodu v automobilovém průmyslu



Zdroj: ČSÚ, 2017; vlastní zpracování

4.2 Škoda Auto

Historie Škodovky se datuje na téměř 120 let. Škoda Auto patří mezi celosvětové výrobce s největší tradicí. Její zakladatelé Václav Laurin a Václav Klement založili v roce 1894 firmu na výrobu a opravu jízdních kol pod značkou Slavia v Mladé Boleslavi. O čtyři roky později začali vyrábět kola s přídatným motorem tzv. *motocykklety*, které se staly velmi populárními. Od roku 1925 došlo ke sloučení se Škodovými závody v Plzni a značka Laurin & Klement přestala existovat. Změnou politických a hospodářských proměn došlo v roce 1991 k integraci Škoda do německého koncernu Volkswagen. Dnes je Škoda Auto jednou z automobilek prodávající vozy ve více než 100 zemích světa. Kromě výroby vozů ve třech výrobních lokalit v České republice, dále vyrábí v Indii, Číně a na Slovensku (Škoda Auto, 2017).

Současná obchodní aktivita společnosti, na základě dostupných ekonomických výsledků naznačuje, že finanční situace za posledních 5 let je na dobré úrovni, viz **tab. 1**. V porovnání mezi jednotlivými výsledky (jako např. prodeje, tržby nebo

čistý zisk) meziročně rostou. Od roku 2014 Škoda prodává po celém světě přes jeden milion vozů. Stejně tak již 3 roky po sobě bylo vyrobeno na světě více jak milion automobilů a pro firmu rekordním rokem byl 2016, kdy bylo po celém světě vyrobeno 1 152 308 vozů značky Škoda. Produkce v českých závodech také roste. Od roku 2014 je vyráběno přes 700 000 vozů. Také tržby rok od roku rostou. V roce 2015 téměř 315 mld. Kč s čistým ziskem cca 31 mld. Kč a v posledním roce 2016 tržby dosáhly na 348 mld. Kč s čistým ziskem 25 mld. Kč.

Čistý zisk v roce 2016 klesl o téměř pět miliard oproti předchozímu roku, přesto podle společnosti ve skutečnosti vzrostl, jelikož v roce 2015 vznikl mimořádný výnos přes 13 miliard korun z prodeje dceřiné firmy Škoda Auto Deutschland do koncernu Volkswagen.² Společnost taktéž vkládá nemalé finanční prostředky do investic do nových technologií, které se ročně pohybují mezi 15–21 mld. Kč.

Tab. 1 Ekonomické výsledky Škoda Auto

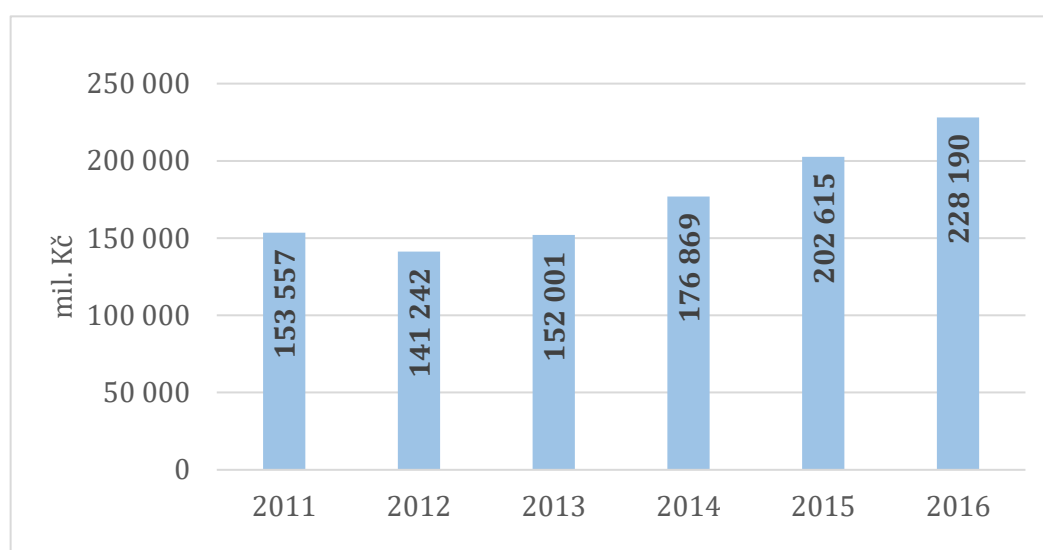
Rok	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Vyrobena aut v ČR	674 010	651 750	618 466	719 410	717 249	765 171
Prodej aut (celosvětově)	879 184	939 202	920 750	1 037 226	1 055 501	1 126 447
Změna v prodeji aut (v %)	15,3	6,8	-2,0	12,7	1,8	6,7
Tržby (v mil. Kč)	252 562	262 649	268 500	299 318	314 897	347 987
Investice (v mil. Kč)	14 200	21 100	19 600	19 200	15 900	14 700
Provozní výsledek (v mil. Kč)	18 257	17 917	13 539	21 598	35 154	30 892
Zisk po zdanění (v mil. Kč)	16 075	15 354	11 832	18 421	30 816	25 163

Zdroj: Údaje z výročních zpráv Škoda Auto 2011–2016, vlastní zpracování.

² SŮRA, Jan. *Téměř 23 tisíc z každého auta. Škoda loni vydělala nejvíce v historii.* In: Idnes.cz [online]. 2017 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: http://ekonomika.idnes.cz/skoda-auto-zisk-penize-0bq-/ekoak-cie.aspx?c=A170322_095255_domaci_bur

Velikost aktiv, která vyjadřují hodnotu majetku podniku, ve Škoda Auto znázorňuje graf 5, jenž zaujímá rostoucí trend. Ve sledovaném 5letém vývoji se od roku 2011, kdy aktiva dosahovala 153,5 mld. Kč. V dalších letech tato data meziročně rostla s výjimkou roku 2012, kdy mírně aktiva poklesla o 12 mld. Kč. Rokem 2013 pokračoval růst aktiv na hodnotu 152 mld. Kč a v roce se aktiva vyšplhala na 177 mld. Kč. V roce 2015 majetek firmy již překonal hranici 200 mld. Kč a za poslední rok tak aktiva činila hodnotu 228 miliard korun.

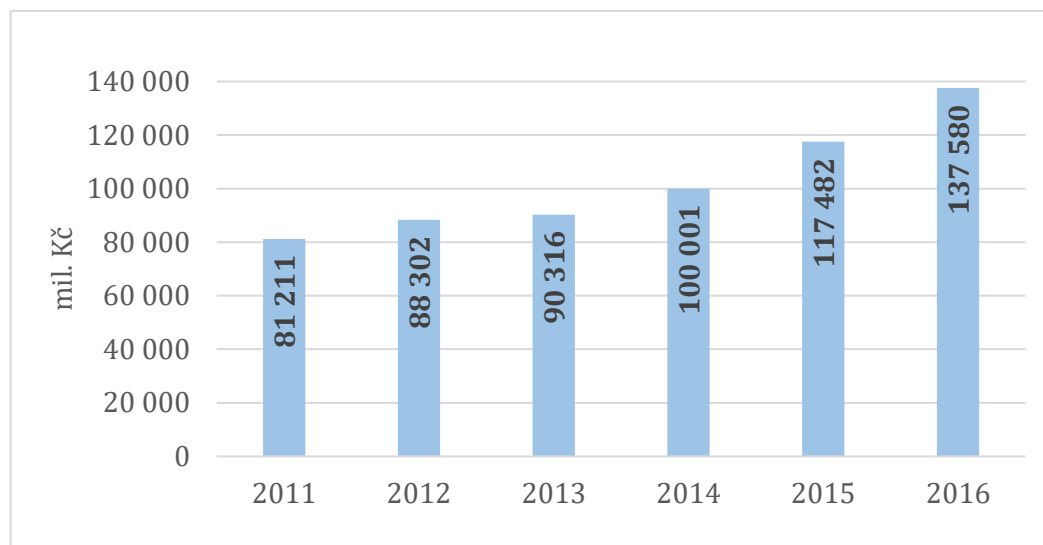
Graf 5 Vývoj aktiv Škoda Auto



Zdroj: Údaje z výročních zpráv Škoda Auto, 2011–2016; vlastní zpracování.

Vlastní zdroje financování neboli vlastní kapitál prezentuje graf 6, který stejně jako aktiva má rostoucí charakter. Přibližně 81 mld. Kč v roce 2011 činil majetek firmy, který je tvořený peněžitými i nepeněžitými vklady. Také v tomto roce je hodnota vlastních zdrojů nejnižší ve sledovaném období. V dalších letech byl vlastní kapitál navyšován počínaje v roce 2012 o 7 mld. korun, v roce 2013 dosahovalo vlastní jmění 90 mld. Kč. Rok 2014 zaznamenal 10mld. nárůst, který představoval rovných 100 mld. Kč. Největší úroveň kapitálu dosahovala společnost v roce 2016 se 137,5 miliard korun.

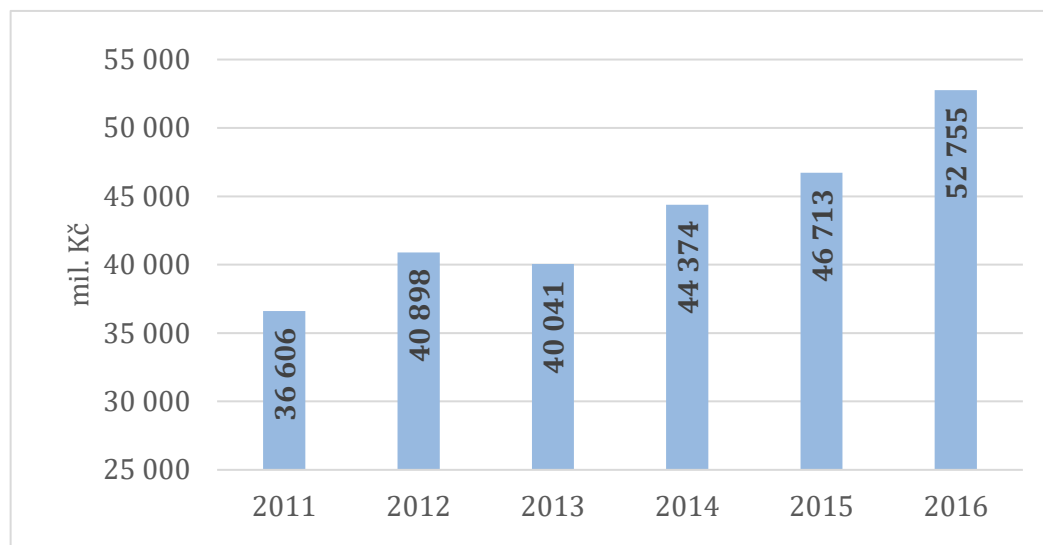
Graf 6 Vývoj vlastního kapitálu Škoda Auto



Zdroj: Údaje z výročních zpráv Škoda Auto, 2011–2016; vlastní zpracování.

Dalším finančním ukazatelem je přidaná hodnota, kterou lze popsat jako rozdíl mezi čistým provozním ziskem a kapitálovými náklady. K její tvorbě přispívá i část jiných výnosů, kterými jsou tržby za prodej zboží, změna stavu zásob vlastní výroby či aktivace (MPO, 2016). Přidanou hodnotu generovanou ve Škoda Auto ukazuje graf 7. Na začátku sledovaného období v roce 2011 úroveň přidané hodnoty dosahovala 36,6 mld. Kč, která taktéž byla i nejnižší. V letech 2012 a 2013 se rozdíl mezi tržbami a náklady pohyboval na téměř 41 miliard korun a v druhém roce o něco méně a to 40 mld. korun. Od roku 2014 se však přidaná hodnota již zvyšovala a její celková hodnota byla 44,4 miliard. Následující rok se podařilo hodnotu navýšit o téměř 2 miliardy a konečný stav činil 46,7 mld. Kč. Nejvyšší nárůst a také nejvyšší dosažená hodnota byla vytvořena za rok 2016, kdy s 13% navýšením přidaná hodnota vykazovala částku téměř 53 miliard korun českých.

Graf 7 Vývoj přidané hodnoty Škoda Auto

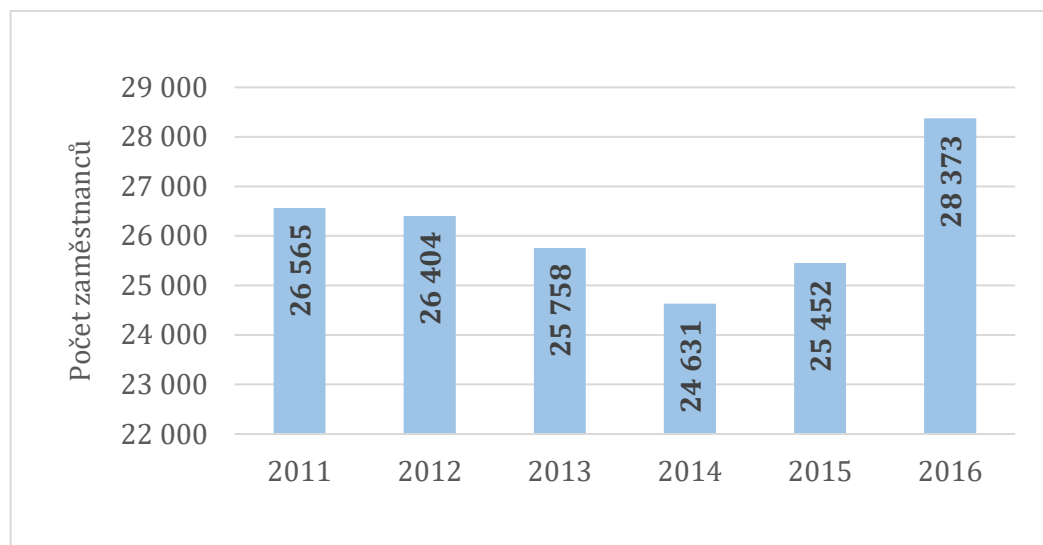


Zdroj: Údaje z výročních zpráv Škoda Auto, 2011–2016; vlastní zpracování.

Jak bylo již zmíněno, automobilka je taktéž jeden z největších zaměstnavatelů v soukromém sektoru v rámci České republiky. Vývoj počtu zaměstnanců představuje graf 8. Po ekonomické krizi se počet zaměstnanců spíše snižoval opačný trend nastal až od roku 2015.

V roce 2011 v rámci všech závodů Škoda Auto v Česku pracovalo 26 500 osob a v následujícím roce se počet zaměstnanců snížil o přibližně 150 pracovníků. Za rok 2013 bylo počet zaměstnaných osob ještě nižší, a to na úrovni 25 758. Nejméně zaměstnanců ve sledovaném období bylo v roce 2014, kdy v podniku pracovalo 24 631 osob a pokles oproti předchozímu roku byl téměř o 4,4 %. V dalším roce firma téměř dotáhla předchozí úbytek a to s +3,3% nárůstem (821 pracovníků) a celkový stav personálu ve Škoda Auto byl k poslednímu dni roku 2015 na hranici 25 452 osob. Významný byl v rok 2016, kdy s 11,5% nárůstem na celkových 28 373 zaměstnanců Škoda zaměstnala nejvíce osob z důvodu zahájení výroby nového SUV modelu (Kodiaq).

Graf 8 Počet zaměstnanců Škoda Auto

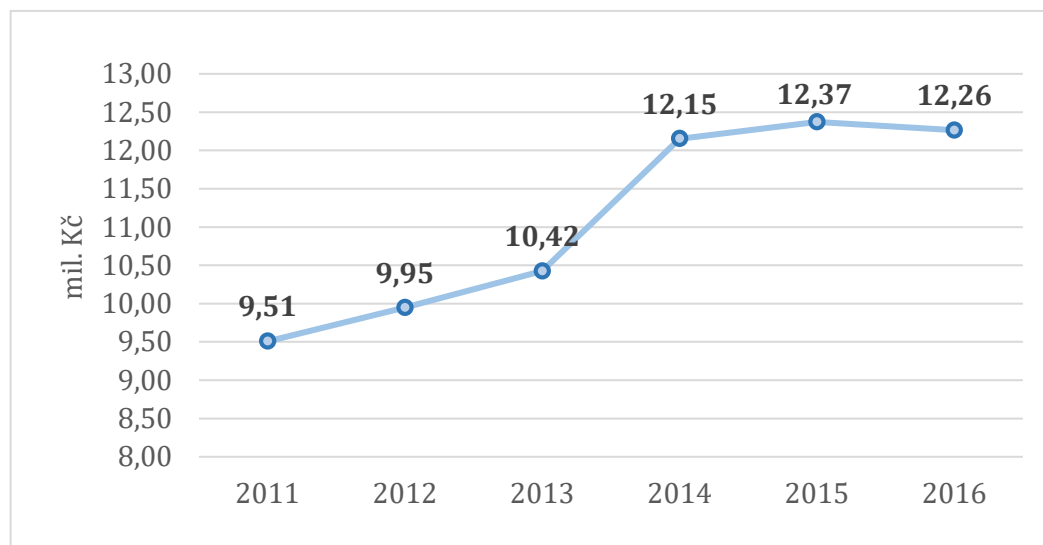


Zdroj Údaje z výročních zpráv Škoda Auto 2011–2016; vlastní zpracování

V rámci analýzy produktivity práce, která vyjadřuje množství užitečných hodnot vytvořených jedním pracovníkem za jednotku času, tzn. ekonomickou účinnost lidské práce neboli schopnost vytvářet užité hodnoty (Kozler, Matějka, 2002). V případě grafu 9 byla produktivita práce spočítána jako objem tržeb za výrobky a služeb na jednoho pracovníka vyjádřena v milionech Kč v daném roce.

V grafu vidíme, že produktivita práce od roku 2011 do roku 2015 má rostoucí trend. V roce 2011 produktivita práce dosahovala 9,51 mil. Kč/pracovníka. Největší skok nastal v roce 2014, kdy díky sníženému počtu zaměstnanců dosahovala hodnota 12,15 mil. Kč oproti předchozímu roku (10,42 mil. Kč). Rok 2015 vykázal mírné zpomalení růstu produktivity práce (12,37 mil. Kč), než předcházející rok s vytvořenou produktivitou práce na jednoho pracovníka 12,15 mil. Kč. V roce 2016 produktivita práce mírně poklesla na hodnotu 12,26 mil. Kč zapříčiněnou vyšší zaměstnaností než v předchozím roce.

Graf 9 Produktivita práce dle tržeb za vlastní výroby Škoda Auto



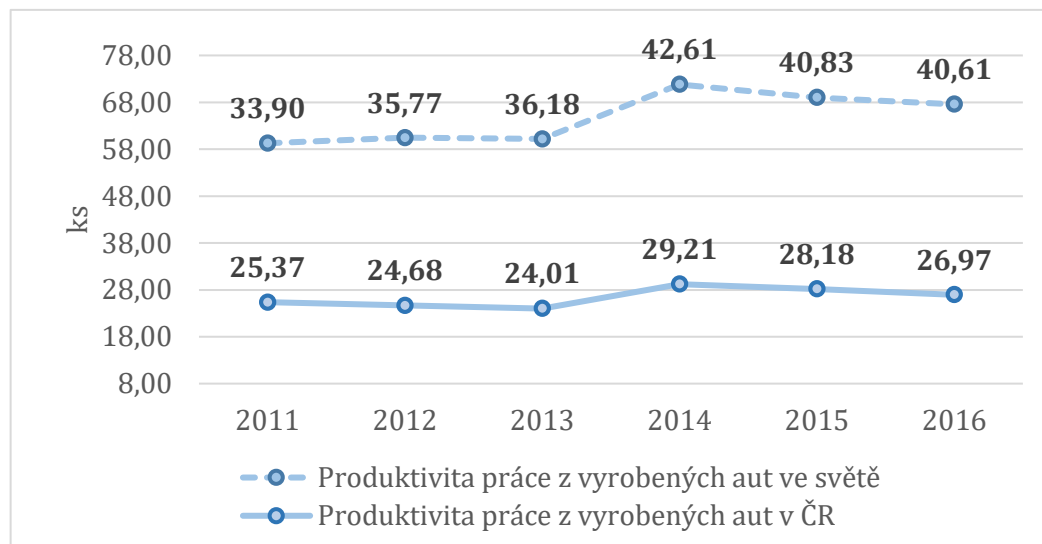
Zdroj: Údaje z výročních zpráv Škoda Auto 2011–2016; vlastní zpracování.

Produktivitu práce lze také hodnotit z pohledu počtu vyprodukovaných výrobků jedním člověkem. V tomto případě jde o sumu vyrobených automobilů značky Škoda. Graf 10 porovnává produktivitu práce z vyrobených aut jak v ČR, tak i pro srovnání celosvětovou produkci v jiných závodech Škoda Auto na jednoho pracovníka. Lze vidět, že obě spojnice kopírují téměř stejný trend, avšak celosvětová produkce je řádově větší než samotná výroba motorových vozidel v ČR. Průměrná produktivita práce ve sledovaném období se pohybuje okolo 26 automobilů vyrobených v České republice a 38 automobilů vyrobených v dalších továrnách ve světě jedním pracovníkem.

Za rok 2011 bylo jedním pracovníkem vyrobeno přibližně více jak 25 automobilů. Stejně množství po zaokrouhlení bylo vytvořeno i v roce 2012, i když s nižším výkonem produkce. V následujícím roce se jeden zaměstnanec svou prací podílel na výrobě 24 vozů díky nižší celkové produkci i úrovně počtu pracovníků. Rok 2014 znamenal nárůst na 29 aut/pracovníka zapříčiněné vyšší produkcí automobilů na úkor nižšího počtu zaměstnanců v daném roce. V dalších dvou letech

došlo k poklesu na 28 vozidel (2015) a 27 vozidel na pracovníka za rok 2016 z důvodu nárůstu zaměstnanosti a produkce aut než v předchozím roce.

Graf 10 Produktivita práce dle vyrobených aut Škoda Auto



Zdroj: Údaje z výročních zpráv Škoda Auto 2011–2016; vlastní zpracování.

Implementace Průmyslu 4.0

Česká automobilka Škoda Auto se v rámci své koncernové Strategie 2025 chce zaměřit na oblast digitalizace. Úkolem bude připravit podnik na digitální transformaci a kromě toho, také vývoj nových projektů a služeb mobility. Automobilka si klade za cíl do roku 2025 investovat miliardy korun do vývoje a implementaci moderních technologií, virtuální reality, 3D technologií včetně vzdělávání a školení personálu, kde silně roste potřeba přípravy zaměstnanců v kvalifikacích, které nově vznikají na základě zavádění moderních technologií a jejich masivnějšího využívání. (Škoda Auto 2016; ČTK a Autofox, 2016).

Avšak Škoda Auto již dnes využívá určité prvky automatizované výroby. V závodě ve Vrchlabí zastupují lidské pracovníky tzv. kolaborativní roboti KUKA, kteří montují automatické převodovky. Argumentem, proč byly tyto stroje pořízeny, jsou zejména jejich vyšší přesnost a spolehlivost než u zaměstnanců. Dříve pracovníci při

kompletaci převodovek mohli z důvodu obtížné montáže způsobit jemné oděrky, které by v budoucnu zapříčinily potíže s řazením – to s robotickými zařízeními již není možné. Další výhodou těchto kolaborativních strojů je, že nemusí být za ochrannou klec a může vykonávat činnost vedle zaměstnance. Je-li do stroje vraženo silou do 30 newtonů, zastaví se a zopakuje svůj úkol znovu, při větší síle postačí určitý povel pracovníka a robot pracuje dál (Sůra, 2016).

Prvky Průmyslu 4.0 nejsou však zaváděny pouze ve výrobě. Postupně se také upouští od práce logistiků. Továrna je na několika úsecích vybavena samoříditelnými vozíky, které rozváží materiál bez lidské obsluhy. Dále jsou využívány také automatizované sklady a testují se již i drony speciálně navržené pro logistické činnosti. I přesto, že je zde nahrazována práce stroji, automobilka stále přijímá zaměstnance – protože závod rychle roste, přesouvají se lidé na jiné pozice a nové vznikají právě se zaváděním nových technologií (Holanová, 2015b; Sůra, 2016).

4.3 TPCA

Historie automobilky TPCA v České republice je poměrně nedávná. Vznikla společným podnikem největší japonské firmy Toyota Motor Corporation (TMC) a francouzské PSA Groupe v roce 2002 podpisem smlouvy o spolupráci. Od roku 2005 byla u Kolína zahájena výroba vozů. Investice za celkem dvacet miliard korun byla v téže době doposud největší zahraniční investicí na zelené louce ve střední Evropě (TPCA, 2014).

Přestože automobilka na českém trhu působí již 12 let, je z **tab. 2** patrné, že v porovnání se Škoda Auto nedosahuje takových výkonů. V období 2011–2015 bylo vyrobeno průměrně 218 000 automobilů za rok. Nejvíce aut bylo vyrobeno v roce 2011 a to 270 705 vozidel, naopak nejslabším rokem ve sledovaném období byl rok 2013, kdy došlo k omezení výroby a propouštění zaměstnanců čímž se vyrobilo pouze 185 tisíc automobilů. Taktéž i tržby nejsou srovnatelné

s předchozím výrobcem. TPCA za prodej svých výrobků utržila nejvíce v roce 2015 téměř 42 mld. korun. V problémovém roce (2013) to bylo pouhých 29 miliard korun českých. Automobilka taktéž investuje nemalé částky do nových technologií. V prvním roce celkové vynaložené finanční prostředky dosahovali přibližně 19 milionů. V dalších letech se objemy investic pohybovaly v částkách nad 20 milionů, kdy největší investice byly provedeny v letech 2013 a 2014. Zisk před zdaněním pak společnost vykazovala již jen ve stovkách milionů, kdy nejúspěšnější rok 2011 generoval zisk 273 milionů Kč.

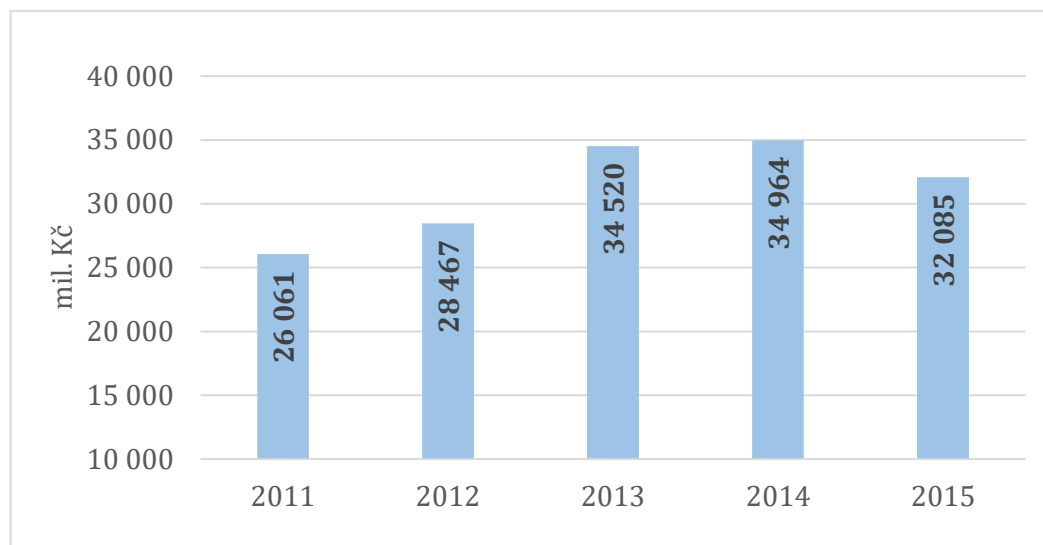
Tab. 2 Ekonomické výsledky TPCA

Rok	2011	2012	2013	2014	2015
Vyrobena aut v ČR	270 705	214 915	185 127	203 105	219 054
Tržby (v mil. Kč)	39 769	34 158	29 774	39 277	41 959
Investice (mil. Kč)	19,2	20,3	25,1	24,8	24,6
Provozní výsledek (v mil. Kč)	398	275	198	462	418
Zisk před zdaněním (v mil. Kč)	373	238	170	370	267

Zdroj: Údaje z výročních zpráv TPCA 2011–2015; vlastní zpracování.

Následující graf 11 představuje vývoj dosahování aktiv vytvořené firmou Toyota Peugeot Citroën Automobile. Nejnižší úroveň aktiv v celém sledovaném období se v roce 2011 pohybovala na 26 mld. Kč, která byla v následujícím roce mírně navýšena na hodnotu 28 miliard. V roce 2013 byl nejvýraznější nárůst aktiv, který se vyšplhal na celkovou sumu 34,5 mld. korun. Největší objem aktiv byl dle dostupných dat v roce 2014 téměř 35 mld. Kč a v dalším roce byl zaznamenán propad o 3 miliardy Kč a celková hodnota těchto aktiv tak činila 32 mld. korun.

Graf 11 Vývoj aktiv TPCA

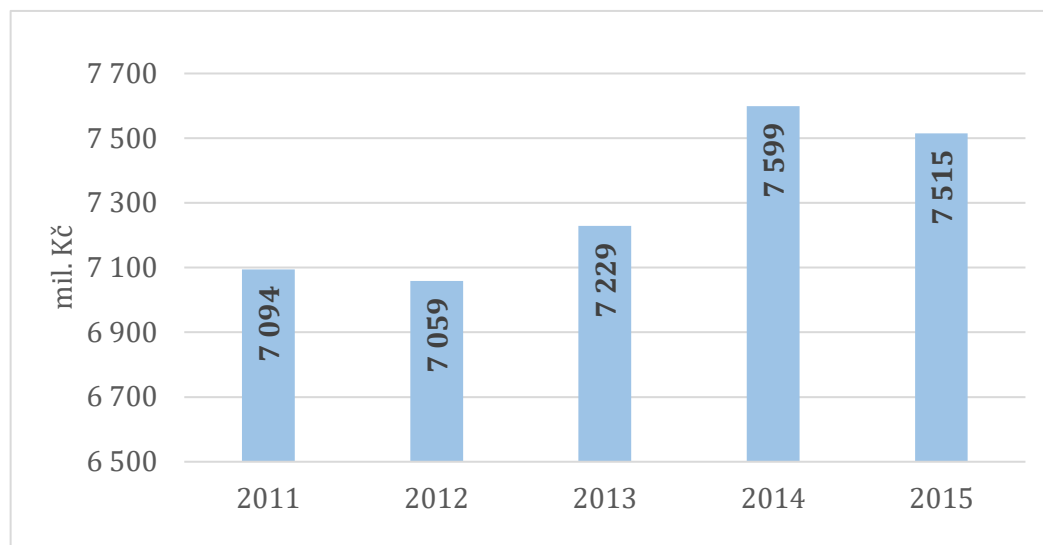


Zdroj: Údaje z výročních zpráv TPCA 2011–2015; vlastní zpracování.

Vývoj vlastního jmění naopak ilustruje graf 12, který v 5letém období porovnává úroveň kapitálu automobilky. Výchozí roky 2011 a 2012 dosahovaly vlastního kapitálu přibližně ve výši 7 miliard korun. V následujícím roce vlastní zdroje financování tvořilo 7,2 mld. Kč. Stejně jako v předchozím grafu i zde rok 2014 představoval nejvyšší sledovanou hodnotu přesahující 7,6 mld. Kč, neboť tento rok zaujímal vyššími tržbami oproti předchozímu roku. V roce 2015 pak nastal nepatrný pokles vlastního kapitálu na 7,5 miliard korun českých.

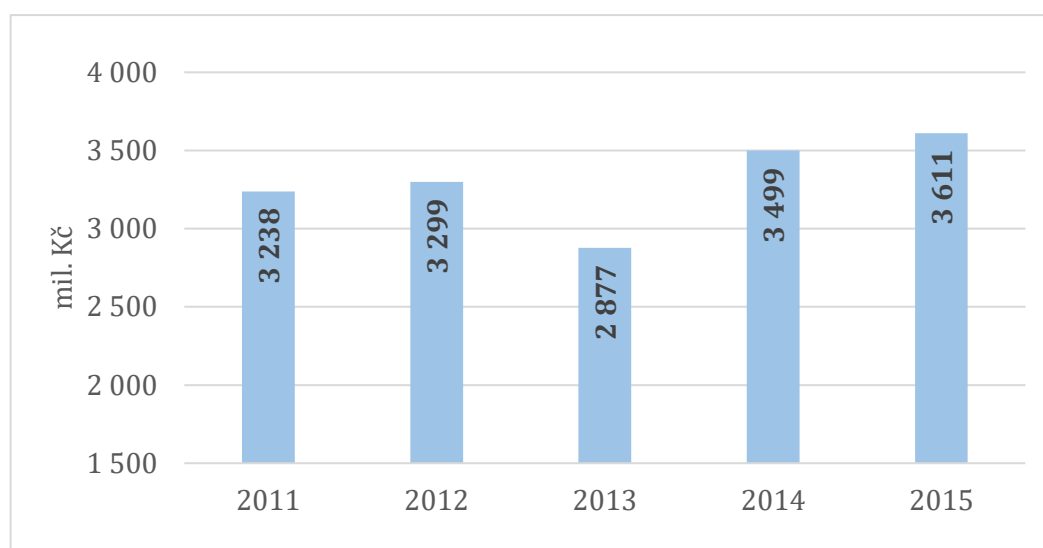
Vývoj přidané hodnoty udává graf 13. Přidaná hodnota za rok 2011 byla uskutečněna ve výši 3,3 mld. Kč, která je také průměrem všech sledovaných let. Skokovým poklesem došlo v roce 2013, kdy se podnik na tvorbě přidané hodnoty podílel s 2,8 miliardami korun, jelikož TPCA skončila v tomto roce s výrazně nižším výsledkem tržeb 29,7 miliard Kč. V roce 2014 i 2015 se však přidaná hodnota opět dostala nad úroveň tří miliard, a to přesně 3,5 mld. Kč a 3,6 mld. Kč. V těchto letech továrna dosáhla nejvyšších tržeb a taktéž i provozní výsledek byl více jak dvounásobný oproti předchozím letům viz tab. 2.

Graf 12 Vývoj vlastního kapitálu TPCA



Zdroj: Údaje z výročních zpráv TPCA 2011–2015; vlastní zpracování.

Graf 13 Vývoj přidané hodnoty TPCA

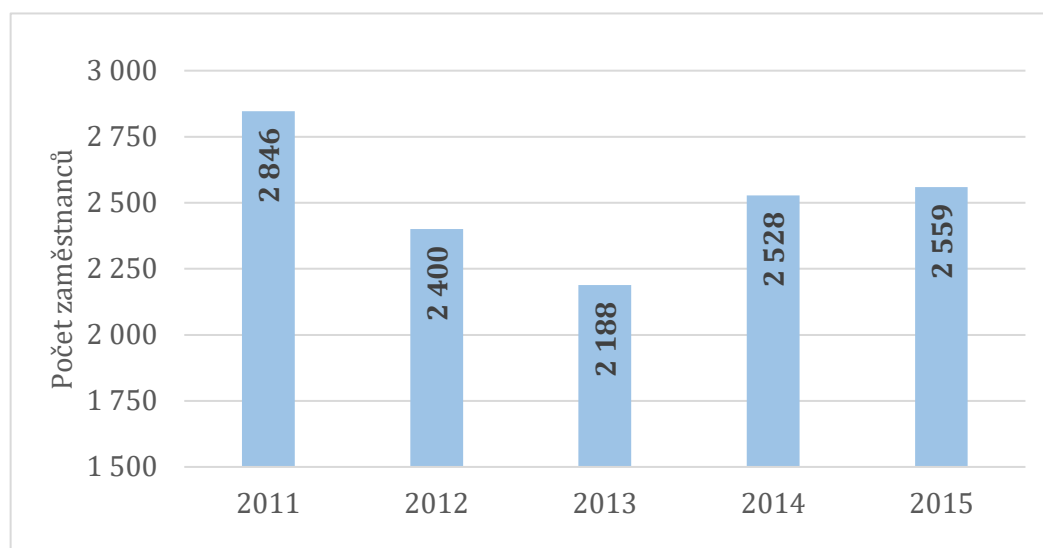


Zdroj: Údaje z výročních zpráv TPCA 2011–2015; vlastní zpracování.

Vývoj počtu zaměstnanců v čase vyjadřuje následující graf 14. Automobilka zaměstnává v průměru dva a půl tisíce zaměstnanců. Nejvíce zaměstnanců v 5letém období měla v roce 2011, kdy v podniku pracovalo 2 846 pracovníků. V dalších dvou letech byla nucena snižovat stavy z důvodu změny pracovního systému a také

s menším odbytem svých výrobků. Zejména rok 2013 se potýkal s nejnižším stavem zaměstnanců, který se na konci roku pohyboval na 2 188 osob. Další roky již ale byly ekonomicky příznivé a automobilka mohla znovu nepatrně navyšovat stavy, jak je možné na grafu vidět.

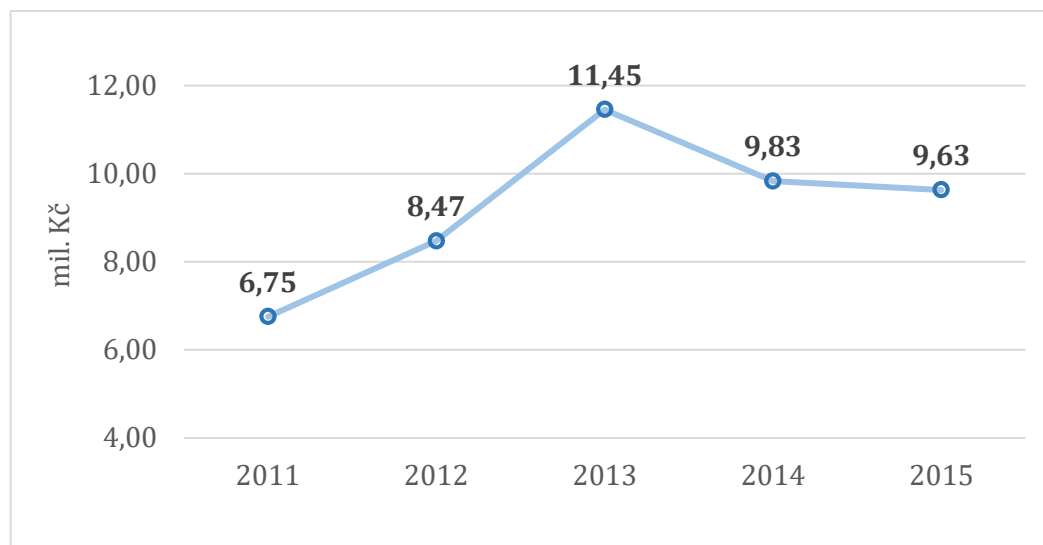
Graf 14 Počet zaměstnanců TPCA



Zdroj: Údaje z výročních zpráv TPCA 2011–2015; vlastní zpracování.

O kapitálové náročnosti produkce vypovídá graf 15, který analyzuje vybavenost zaměstnanců na základě dlouhodobého nehmotného a hmotného majetku. Rok 2011 představoval nejnižší vybavenost dlouhodobým majetkem (DM) v hodnotě 6,7 mil. Kč na jednoho pracovníka, který byl způsobený taktéž nejnižší úrovní dlouhodobého majetku ve výši 19 219 mil. Kč při celkovém počtu 2 846 pracovníků. V následujícím roce se vybavenost zvýšila na úroveň 8,5 mil. Kč způsobeným nižším počtem zaměstnaných osob. Velikost v roce 2013 dosahovala nejvyšší meze ve sledovaném období s 11,5 mil. Kč na jednoho pracovníka. Důvodem byl výrazný úbytek počtu zaměstnanců v automobilce na úkor nejvyšší finanční hodnotě dlouhodobého majetku ve výši 25 060 mil. korun. V dalších dvou letech se kapitálová náročnost pohybovala pod hranicí 10 mil. Kč na osobu.

Graf 15 Vybavenost zaměstnanců dlouhodobým majetkem TPCA

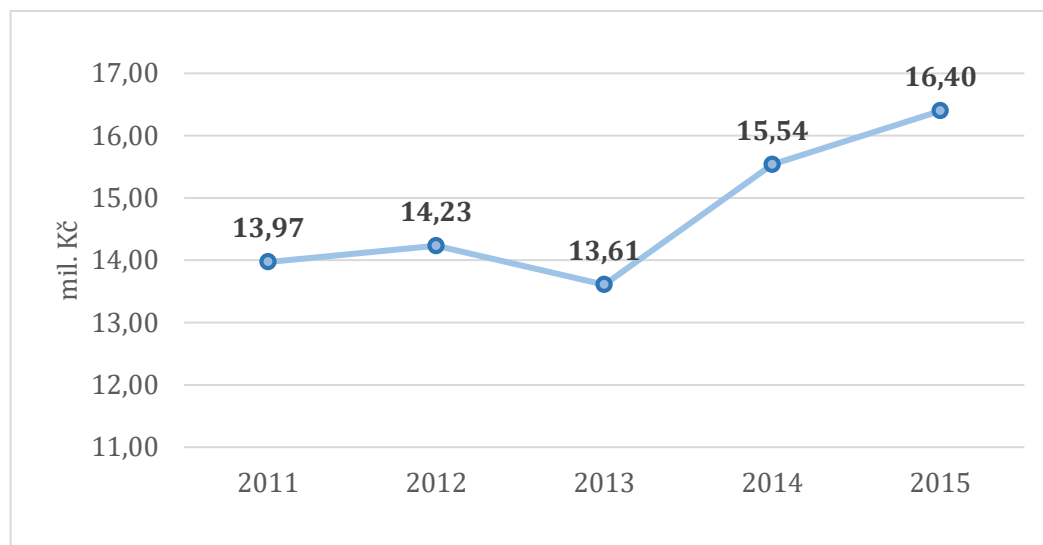


Zdroj: Údaje z výročních zpráv TPCA 2011–2015; vlastní zpracování

Podle údajů z výročních zpráv automobilky TPCA měla produktivita práce dle tržeb za vlastní výroby a služeb mezi léty 2011 až 2015 spíše rostoucí trend, jak ukazuje graf 16. V roce 2011 se produktivita pohybovala na téměř 14 mil. Kč vytvořenou jedním zaměstnancem. Rok 2012 dosahoval svou hodnotou mírně nad 14 mil. Kč na osobu.

Nejnižší propad v důsledku propouštění a nižších tržeb nastal v roce 2013, kdy se jeden pracovník na tržbách podílel 13,6 mil. Kč z celkových tržeb firmy 29,7 mld. Kč. Od roku 2014 automobilka opět najímala další pracovníky, a také produkce aut se mírně zvýšila, tím tak produktivita práce opět rostla a v roce 2015 se jeden pracovník svou prací na celkových tržbách podílel 16,4 mil. Kč a automobilka v tomto roce získala nejvíce tržeb za sledované období, a to téměř 42 miliard korun.

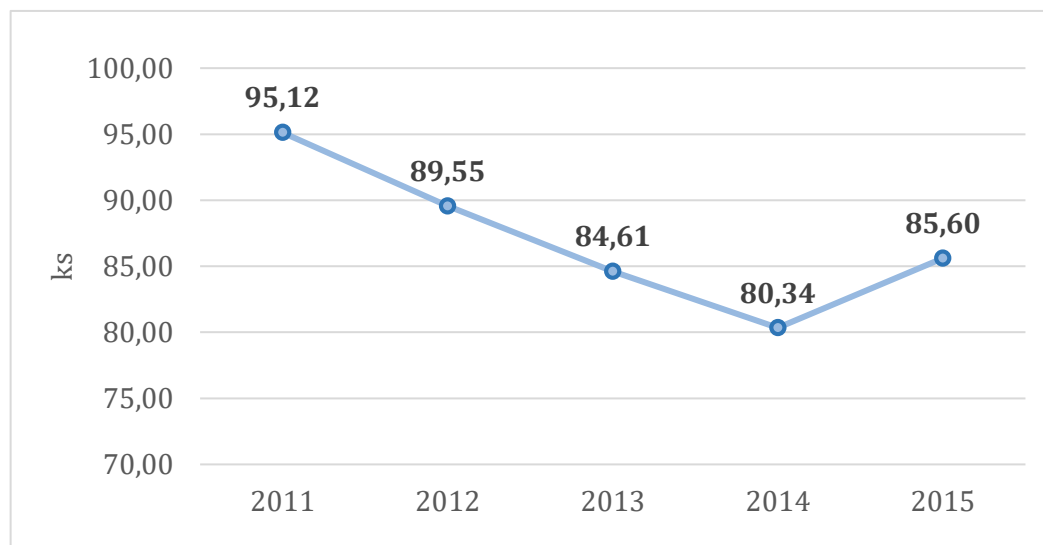
Graf 16 Produktivita práce dle tržeb za vlastní výroby TPCA



Zdroj: Údaje z výročních zpráv TPCA 2011–2015; vlastní zpracování.

Co se týče přepočtu produktivity práce na množství vyrobených automobilů, vidíme, že spojnice grafu 17 má téměř opačný trend, než na předchozím grafu 16 a spojnice má výrazně strmě klesající tvar. Rok 2011 představoval produktivitu práce s hodnotou 95 kusů automobilů vyrobených jedním pracovníkem. V dalších letech s omezováním počtu zaměstnanců i samotné výroby strmě klesala produktivita práce až do bodu 80 aut/osobu v roce 2014, kdy v tomto roce došlo k bodu zvratu a v dalším roce (2015) došlo k nárůstu produktivity na 86 automobilů vyrobených jedním pracovníkem. Celkový počet automobilů tak bylo vyrobeno 219 tisíc, což byl druhý nejlepší výsledek za rokem 2011, kdy z linky sjelo nejvíce aut (270 705 ks).

Graf 17 Produktivita práce dle vyrobených automobilů TPCA



Zdroj: Údaje z výročních zpráv TPCA 2011–2015; vlastní zpracování.

Implementace Průmyslu 4.0

Kolínská TPCA (*Toyota Peugeot Citroën Automobile*) přijala také určité prvky založené na konceptu Průmysl 4.0. Podle mluvčího TPCA Marka Hovorky, jde například o svařovnu, kde robotická ramena svařují karosérie, která jsou následně posílány do lakovny. Data o průběhu výroby jsou v reálném čase poskytována dodavatelům. Pracoviště je vybaveno tabulemi, které oznamují stav výroby dle barevných světél – zeleně vše v pořádku, případně oranžově nebo červeně. Taktéž je proces výroby doprovázen zvukovými signály, které má každé stanoviště jedinečné, a tak je možné rozpoznat, kde se vyskytuje problém.

Stejně jako ve Škoda Auto, i zde je využíváno automatizovaných vozítek s různými čidly, která jsou naprogramovaná a tyto prostředky přesně vědí, kam a komu dopravit díly. Dopravní prostředky jsou vybaveny informacemi o tom, na jak dlouho se zastavit, kdy bude dělník hotov nebo také kdy k němu přijede další vozík. Uvolnění pracovníci obsazují volná pracovní místa nebo jsou posíláni do tzv. „*offline týmu*“, které se zabývají projekty týkající se zkvalitňováním a urychlováním výroby (Holanová, 2015b).

4.4 Hyundai

Korejská automobilka Hyundai, celým názvem Hyundai Motor Manufacturing Czech (HMMC) dále jen Hyundai, byla založena v roce 2006 v průmyslové zóně v Nošovicích a jedná se tak o nejmladší automobilku v České republice. O její založení se podílely zástupci ČR, Moravskoslezského kraje, agentury CzechInvest a Hyundai Motor Group.

Jednalo se o historicky největší zahraniční investici za celkem 1,12 mld. EUR uzavřenou na našem území. Výstavba automobilky trvala 19 měsíců a výroba byla spuštěna v roce 2008. Továrna je považována za jednu z nejmodernějších v Evropě. Kromě závodu v Nošovicích jsou sesterské závody ve slovenské Žilině a ruském Petrohradu (HMMC, 2017).

Za téměř desetiletou historii se korejskému výrobcí podařilo dosáhnout významných hodnot. **Tab. 3** ukazuje ekonomické výsledky o společnosti a jejích aktivit. V porovnání s výrobcem TPCA, který na našem území působí téměř stejnou dobu i co se do počtu zaměstnanců týká, vidíme, že Hyundai od roku 2012, kdy byla zahájena třetí směna, překonal hranici tří set automobilů ročně a každoročně mírně zvyšuje svou produkci.

V roce 2015 tak bylo vyrobeno 342 200 vozů a v předchozím roce 2014 se vyrobil druhý největší počet (307 450) osobních automobilů v porovnání s rokem 2011, kdy bylo vyrobeno nejméně vozů (251 146). Se zvyšující se produkcí a prodeji aut se taktéž projevují výrazné nárůsty tržeb, kdy v roce 2014 a 2015 společnost utržila více než 100 mld. Kč. Naproti tomu tržby z roku 2011 dosahovaly pouhých 69,5 mld. Kč. Úroveň zisku před zdaněním dosahoval v roce 2011 necelých 3 mld. Kč, který se do roku 2014 zvyšoval a činil tak téměř 9 mld. Kč. Rok 2015 však znamenal pokles o cca 3,5 mld. korun.

Tab. 3 Ekonomické výsledky Hyundai

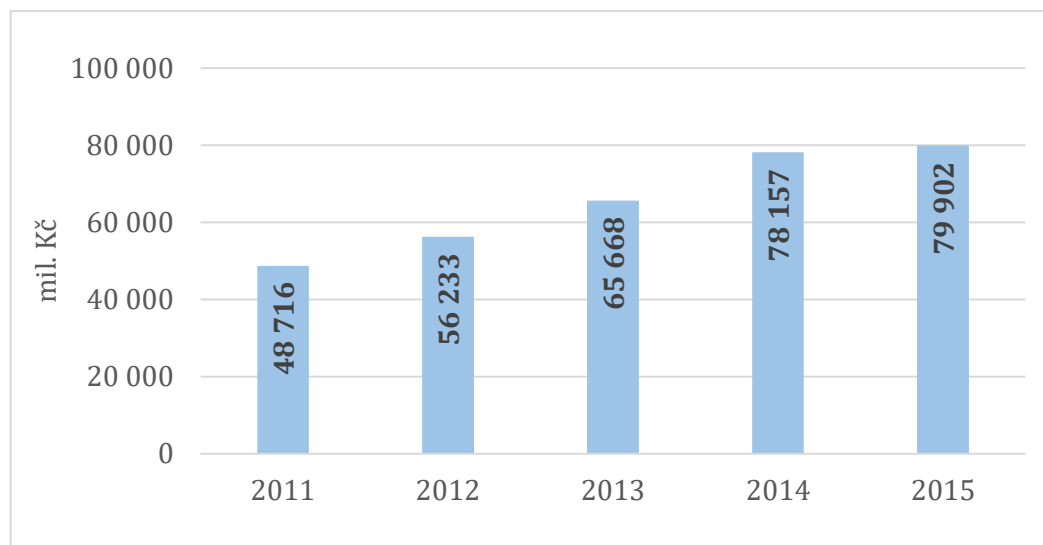
Rok	2011	2012	2013	2014	2015
Vyrobena aut v ČR	251 146	303 035	303 460	307 450	342 200
Tržby (v mil. Kč)	69 581	92 212	97 383	106 317	125 645
Provozní výsledek (v mil. Kč)	4 170	7 370	8 393	10 585	7 356
Zisk před zdaněním (v mil. Kč)	2 914	7 010	7 333	8 973	5 501

Zdroj: Údaje z výročních zpráv Hyundai 2011–2015; vlastní zpracování.

Přehled vývoje aktiv v automobilce Hyundai zobrazuje graf 18, který porovnává vývoj v letech 2011–2015. Od roku 2011 zaznamenala aktiva rostoucí trend. V prvním sledovaném roce dosahovala téměř 49 mld. Kč. V dalším roce velikost aktiv představovala částku více jak 56 miliard korun a v roce 2013 byla aktiva na úrovni 65 mld. Kč. Poslední dva roky byla velikost aktiv na nejvyšší úrovni a to 78 mld. a téměř 80 mld. Kč.

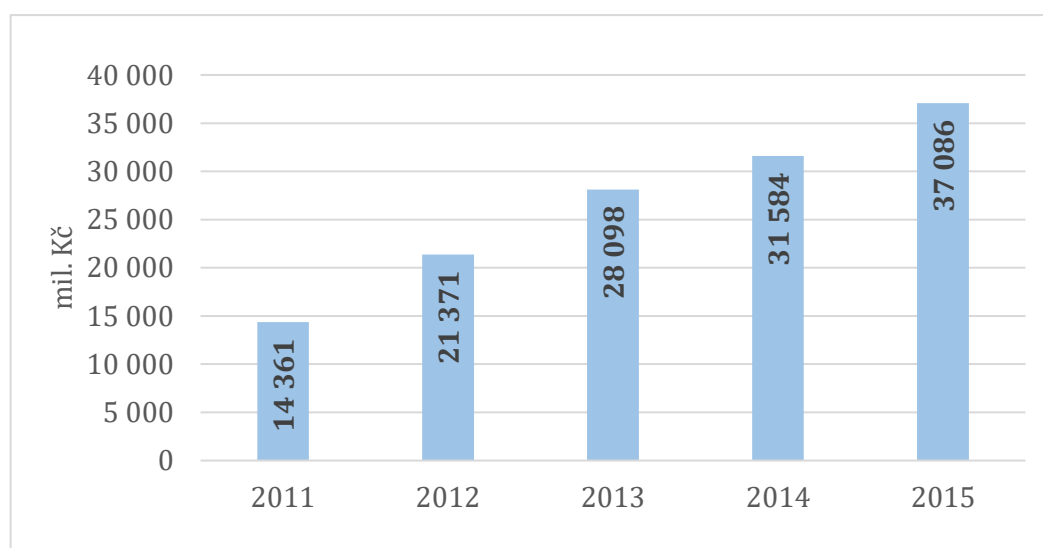
Vlastní kapitál, který se nachází na straně pasiv vyjadřuje graf 19. Nejnižší úroveň vlastního jmění mělo HMMC v roce 2011 se 14 mld. Kč, kdy doznávaly krizové období. V dalších letech se následně vlastní zdroje financování jen zvyšovaly. Roky 2012 a 2013 dosahovaly jmění v řádech dvou desítek miliard (21 a 28). V roce 2014 byly vlastní zdroje financování obchodního majetku ve výši 31,5 miliardy korun a v posledním roce vlastní kapitál měřil 37 mld. Kč, kdy v posledních dvou letech bylo dosaženo vyšších tržeb za vlastní výrobky a služby oproti předcházejícím letům.

Graf 18 Vývoj aktiv Hyundai



Zdroj: Údaje z výročních zpráv Hyundai 2011–2015; vlastní zpracování.

Graf 19 Vývoj vlastního kapitálu Hyundai

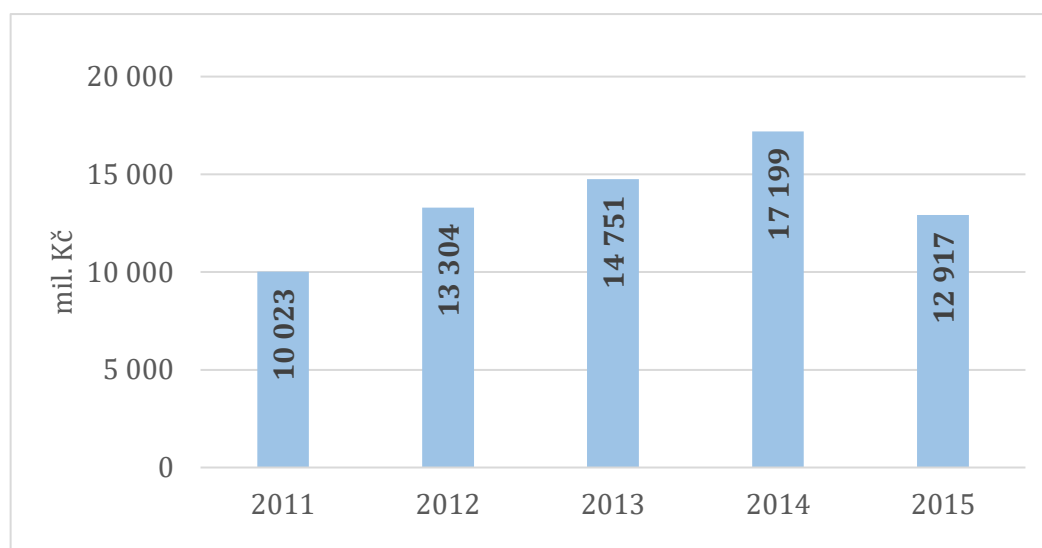


Zdroj: Údaje z výročních zpráv Hyundai 2011–2015; vlastní zpracování.

Tvorbu přidané hodnoty v podniku HMMC představuje graf 20. Přidaná hodnota vyjadřující tržby včetně obchodní marže očištěná od výkonové spotřeby byla za rok 2011 vytvořena ve výši 10 mld. Kč. O skokový nárůst přidané hodnoty o téměř

3,3 miliardy došlo v roce 2012. V následujícím roce tvorba přidané hodnoty zaznamenala mírné navýšení na 14,7 mld. Kč. Nejvyšší hladina byla dosažena za rok 2014 s více jak 17 mld. Kč, které se společnosti podařilo vytvořit díky výraznějším tržbám. Rok 2015 však znamenal výrazný pokles přidané hodnoty i přes větší tržby a produkci automobilů byla úroveň přidané hodnoty téměř 13 mld. Kč způsobená znatelným poklesem provozního výsledku o 3,3 miliardy korun.

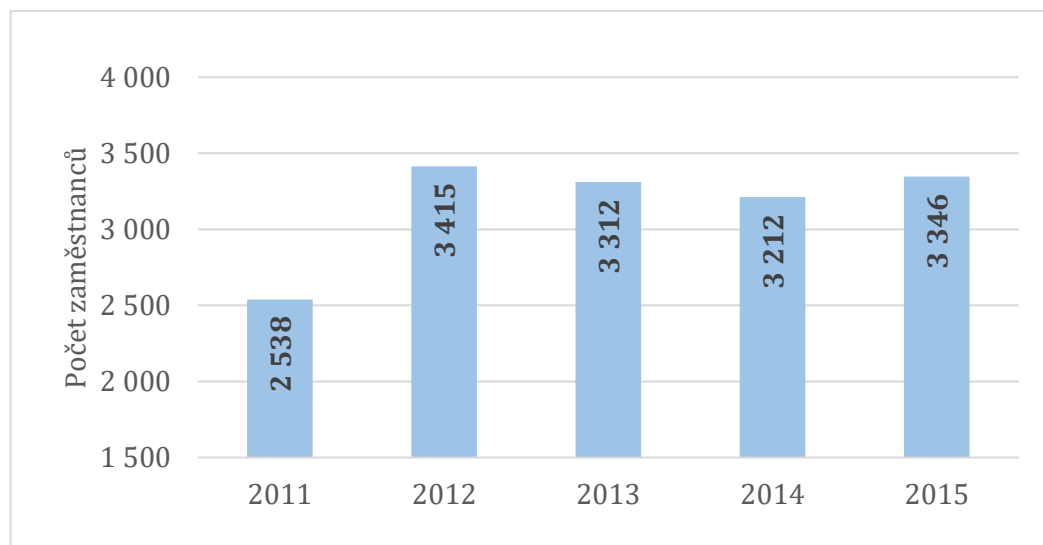
Graf 20 Vývoj přidané hodnoty Hyundai



Zdroj: Údaje z výročních zpráv Hyundai 2011–2015; vlastní zpracování.

Zaměstnanost v nošovické továrně je na základě údajů ve sledovaném období takřka stabilní, jak tomu dokazuje graf 21. V roce 2011 v závodě pracovalo 2 538 osob, avšak po spuštění třetí směny v roce 2012 firma přijala do svých řad na 3 415 pracovníků. V dalších letech byla úroveň zaměstnanců téměř totožná, zejména rok 2013 a 2014, kdy pro továrnu pracovalo 3 312 zaměstnanců a v dalším roce o stovku pracovníků méně, tedy 3 212 osob. Rok 2015 již pak znamenal mírný nárůst o 134 zaměstnanců.

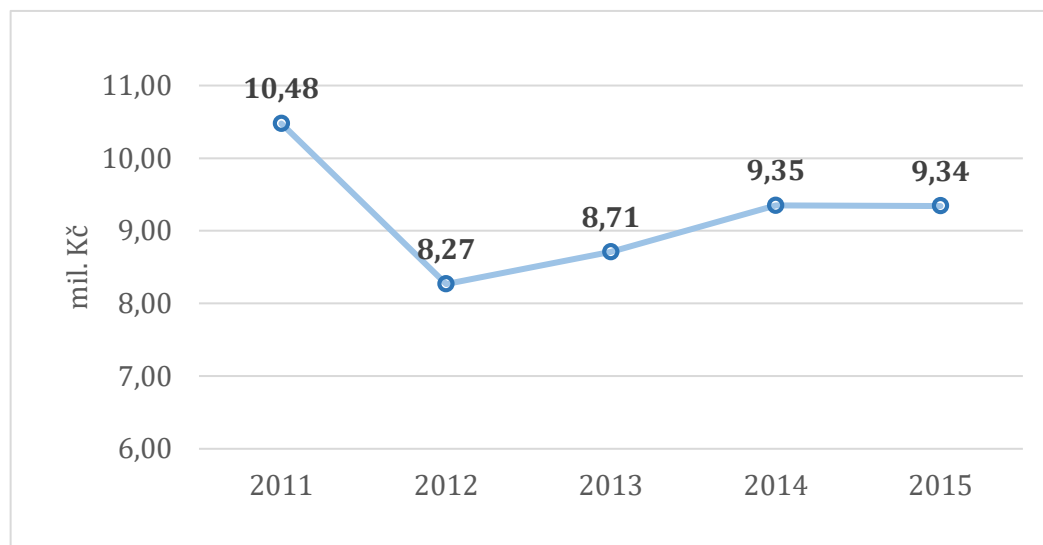
Graf 21 Počet zaměstnanců Hyundai



Zdroj: Údaje z výročních zpráv Hyundai 2011–2015; vlastní zpracování.

Závislost kapitálové náročnosti produkce na jednoho zaměstnance dlouhodobým hmotným a nehmotným majetkem ukazuje graf 22 v pěti letém období. Z grafu je zřejmé, že nejvyšší závislost vybavenosti zaměstnanců bylo v roce 2011 s hodnotou 10,5 mil. Kč/os., které bylo zapříčiněno sníženým počtem pracovníků na asi 2 500 v porovnání s dalšími lety. Naopak nejnižší údaj vykazoval rok 2012 a to 8,2 mil. korun, kdy naopak bylo přijato více pracovníků (celkem 3 415) se zahájením další směny. V letech 2013 a 2014 byl zaznamenán menší pokles zaměstnaných osob v podniku čímž se vzrostla vybavenost na 8,7 a 9,3 mil. Kč na osobu při průměrné hodnotě dlouhodobého majetku ve výši 30 mil. Kč. Poslední rok znamenal pouhý pokles o jednu setinu viz následující graf.

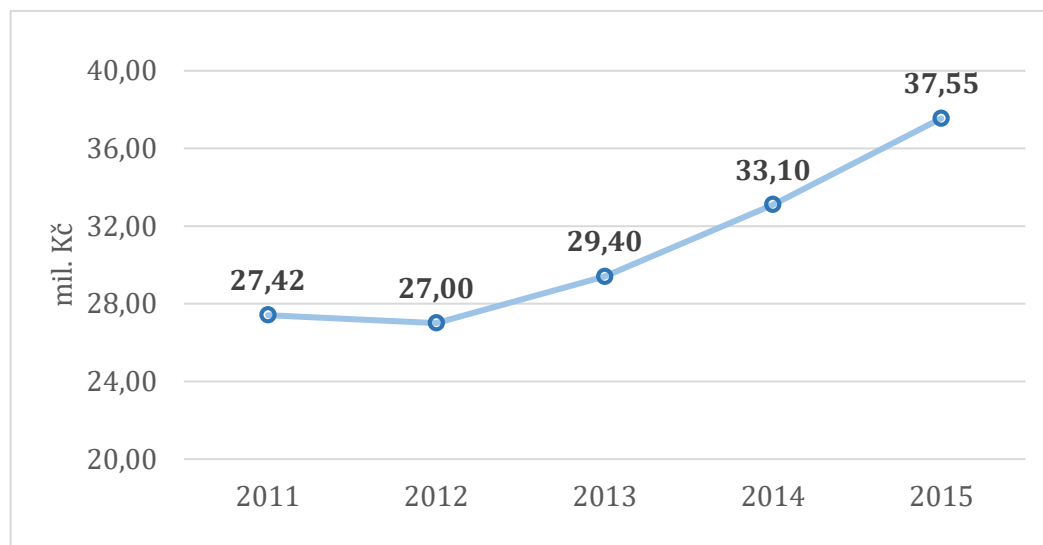
Graf 22 Vybavenost zaměstnanců dlouhodobým majetkem Hyundai



Zdroj: Údaje z výročních zpráv Hyundai 2011–2015; vlastní zpracování.

Na základě hodnocení produktivity práce z tržeb vlastních výrobků a služeb na grafu 23 vidíme, že spojnice grafu má rostoucí trend. Rok 2011 udává hodnotu 27,42 mil. Kč na jedno pracovní místo. V dalším roce produktivita zaznamenala pokles o 0,5 mil. Kč z důvodu najímání většího množství pracovníků. Od roku 2013 až do současnosti však produktivita práce rostla se zvýšenou produkcí automobilů na úkor stacionárního stavu zaměstnanců. Práce jednoho pracovníka tak pomohla vytvořit tržbu ve výši 33 mil. korun v roce 2014 a v roce 2015 produktivita práce již dosahovala hodnoty 37,55 mil. Kč

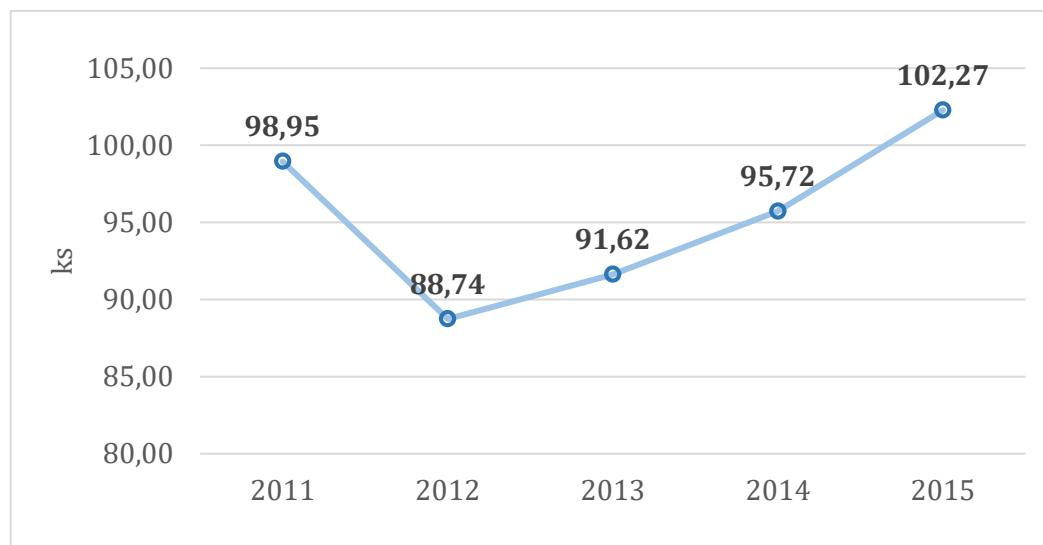
Graf 23 Produktivita práce dle tržeb za vlastní výrobky Hyundai



Zdroj: Údaje z výročních zpráv Hyundai 2011–2015; vlastní zpracování.

Graf 24 ilustruje produktivitu práce z pohledu počtu vyrobených automobilů na jedno pracovní místo. V roce 2011 se produktivita pohybovala na téměř 99 vozidel na jednoho pracovníka, kdy bylo vyrobeno více jak 250 000 automobilů a v továrně pracovalo na 2,5 tisíce pracovníků. S navyšováním počtu zaměstnanců v roce 2012 klesla produktivita na 89 automobilů, tzn. bylo vyrobeno 303 tisíc vozidel na kterých se podílelo téměř 3,5 lidí. V dalších letech, jak je patrné i na předchozím grafu 23, došlo k nárůstu produktivity práce, a to za podmínek stabilního počtu zaměstnaných osob a výraznějšimu růstu objemu výroby počtu aut za rok. V letech 2013 a 2014 se produktivita zvýšila na 92 a 96 automobilů vyrobeného jedním pracovníkem. V posledním sledovaném roce (2015) tak dosahovala produktivita práce 102 ks aut (z celkově vyrobených 342 200 automobilů) vytvořených jedním zaměstnancem v továrně, která tuto hodnotu překonává o 3 auta z roku 2011.

Graf 24 Produktivita práce dle vyrobených aut Hyundai



Zdroj: Údaje z výročních zpráv Hyundai 2011–2015; vlastní zpracování.

Sumarizace výsledků, na základě vybraných ukazatelů na předchozích grafech a tabulek, u tří výrobců osobních motorových vozidel v České republice – Škoda Auto, TPCA a Hyundai Motor, které hodnotí dopady využívání efektů Průmyslu 4.0 v automobilovém průmyslu byly zjištěny následující poznatky:

Trh práce

Podle jistých teorií, které tvrdí, že zavádění čtvrté průmyslové revoluce ovlivní trh práce a přechod na digitální ekonomiku ohrozí pracovní místa a samotnou práci nahradí stroje se ukázalo, že automobilového průmyslu se tento jev netýká.

Vývoj zaměstnanosti ve společnosti Škoda Auto sice vykazoval v období 2011–2014 úbytek pracovních sil, avšak v dalších letech se zaměstnanost výrazně navýšila o téměř 3 tisíce pracovníků. Stejně tak i vzdělanostní struktura zaměstnanců se během let nijak nemění v závislosti na potřebu vysoce kvalifikovaných osob pro obsluhu technologické infrastruktury. Podíl vysokoškolských pracovníků se stabilně pohybuje ve výši 14 %, středoškolské

vzdělaní s maturitou na úrovni 34 %, střední vzdělaní bez maturity se pohybuje na 47 % a podíl zaměstnanců se základním vzděláním s 5 %.

Vývoj zaměstnanosti v automobilce TPCA taktéž od roku 2011–2013 mírně klesala. V dalších dvou letech je však počet pracovníků stabilní na úrovni 2 500 osob.

Nejvíce stabilní automobilkou se dle zjištěných dat jeví továrna Hyundai v Nošovicích, která kromě roku 2011, kdy byl zaznamenán nižší počet zaměstnanců (2 538), jinak v ostatních letech udržuje stále stejný objem zaměstnaných osob pohybující se na úrovni 3 300.

Produktivita práce

Dalším významným přínosem, který Průmysl 4.0 má s sebou přinést je zvýšená produktivita práce. Podle odhadů se má produktivita projevit až 20% nárůstem oproti předchozímu stavu.

Škoda Auto ve sledovaném období vykazovala produktivitu práce na spíše stejné úrovni. Přestože byla výroba automobilů každoročně vyšší, pohybovala se mezi 24 až 27 vyrobených automobilů na jednoho zaměstnance. Mírné navýšení bylo zaznamenáno pouze mezi léty 2013–2014, kdy se produktivita zvýšila z 24 na 29 vozů, v dalších letech opět produktivita práce vykazovala téměř neměnný stav s 28 a 27 vyrobenými automobily.

Naopak vývoj produktivity práce z tržeb přepočtených na jednoho zaměstnance vykazuje rostoucí trend. Tržby, které se za poslední tři roky pohybovaly v řádech 300 miliard Kč byly činností jednoho zaměstnance vytvořeny přibližně 12 mil. korun.

Počet vyrobených automobilů na jednoho zaměstnance ve společnosti TPCA naopak během let klesala až do roku 2014, kdy na začátku sledovaného období bylo vyrobeno 95 aut se během let dostala produktivita práce na 80 vozů. V posledním

roce (2015) se však produktivita mírně zvýšila na 86 automobilů při stejném počtu zaměstnanců, ale při větším objemu výroby aut.

Stejně jako předchozí výrobce i u TPCA se produktivita práce podle tržeb projevila opačně, a to rostoucím trendem, kdy se jedna zaměstnaná osoba v automobilce svou prací podílela průměrně 15 miliony korun.

Společnost Hyundai Motor, která je považována za technologicky nejmodernější automobilku v Evropě, se v rámci produktivity práce od ostatních výrobců odlišuje. Jako jediná od roku 2013 vykazovala nárůst počtu vyrobených aut na jednoho zaměstnance, který se během let pohyboval mezi 92 až 102 automobily. Výrazný pokles byl pouze mezi roky 2011 a 2012, kdy z 99 automobilů během jednoho roku klesla produktivita práce na 89 motorových vozidel.

Rostoucí vývoj byla produktivita práce taktéž z tržeb firmy, která se pohybovala okolo 30 milionů korun, kterou vykázal každý zaměstnanec v této továrně.

Z analýzy hlavních ukazatelů zaměstnanosti a produktivity práce je patrné, že dopady zavádění Průmyslu 4.0 se zatím nijak výrazně neprojevují a hypotéza, která byla na začátku práce stanovena se nepotvrdila jako platná.

I přesto, že všechny tři automobilky využívají nespočet moderních technologií a prvků Průmyslu 4.0, se úroveň zaměstnaných osob buď pohybuje na stejné hodnotě nebo dokonce roste. Opačný vývoj byl také spatřen v produktivitě práce, která by se měla v řádech procent spíše zvyšovat, ale spíše s určitými odchylkami stagnuje.

5 Závěr

Cílem diplomové práce, která se zabývala fenoménem Průmysl 4.0 v automobilovém průmyslu v České republice, bylo zhodnotit dopady zavádění čtvrté průmyslové revoluce u automobilových výrobců v ČR.

Koncept Průmysl 4.0, který během následujících 10 až 15 let přinese výrazné změny, které se dotknou jak změn tradičního způsobu průmyslové výroby, jež bude postupně převeden na plně automatizovanou produkci za pomoci autonomních robotických strojů propojených internet, tak i trhu práce, kde je předpoklad úbytek méně kvalifikovaných pracovních sil a úplný zánik některých již nadále nepotřebných profesí. Taková implementace prvků Průmyslu 4.0 má přinést zejména zvýšenou produktivitu práce, vyšší flexibilitu a rychlost. Taktéž i samotný zákazník se zapojí do procesu výroby, neboť díky technologické infrastruktuře bude možné vyrábět customizované, zákazníkem individuálně preferované vlastnosti výrobků za stejné náklady jako u sériové výroby.

Z ekonomické analýzy, která práce hodnotila u tří klíčových výrobců – Škoda Auto, TPCA a Hyundai vyplývá, že žádné významné dopady zavádění čtvrté průmyslové revoluce zatím nepřináší. Pro zhodnocení dopadů byly stanoveny hlavní ekonomické ukazatele: produktivita práce dle vyrobených vozů na jednoho pracovníka a vývoj zaměstnanosti. Analýza ekonomického vývoje ukázala, že během posledních 5 let se produktivita práce z počtu vyrobených automobilů jedním zaměstnancem měla produktivita spíše klesající charakter, výjimkou je pouze automobilka Hyundai, která má naopak od roku 2012 produktivitu práce rostoucí. Ani negativní dopad na trhu práce spojený s nárůstem nezaměstnaností se neukázal být pravdivý. Počet zaměstnanců v automobilovém průmyslu se dlouhodobě nesnižuje, naopak je buď na stejné úrovni nebo mírně roste i přesto, že továrny již využívají prvků Průmyslu 4.0 a přítomnost robotů tak nemá za následek propouštění zaměstnanců. V případě útlumu pracovních pozic jsou

zaměstnanci převáděni na jiná pracovní pozice nebo jsou rekvalifikováni pro práci s náročnějšími technologiemi, které jsou ve výrobě nasazovány.

Hypotéza, stanovená na začátku práce, která předpokládá, že „*Průmysl 4.0 zvyšuje produktivitu práce*“, se dle výše zmíněných ekonomických ukazatelů, které byly zpracovány na základě dostupných údajů jednotlivých automobilových výrobců se ukázala být jako *nepravdivá*. Výsledky z propočtů ukázaly, že vliv Průmyslu 4.0 zatím nemá negativní dopady na trh práce, stejně tak i produktivita práce nedosahuje takových hodnot, které jsou dle budoucích odhadů slibovány.

6 Literatura

- AUTOFOX a ČTK. *Strategie 2025: Škoda Auto investuje do digitalizace miliardy korun*. In: *Tp Consulting* [online]. [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <http://www.tpconsulting.cz/strategie-2025-skoda-auto-investuje-do-digitalizace-miliardy-korun-n22820.htm>
- BUDINOVÁ, Lucie. *Rozhovor časopisu TechMagazín s prof. Vladimírem Maříkem – K cíli se jde lépe, když víme, kde je*. In: *Ciirc.cz: Český institut informatiky robotiky a kybernetiky ČVUT v Praze* [online]. 2016 [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <https://www.ciirc.cvut.cz/cs/rozhovor-casopisu-techmagazin-s-profesorem-vladimirem-marikem-k-cili-se-jde-lepe-kdyz-vime-kde-je/>
- CEJNAROVÁ, Andrea. *Visions: Průmysl 4.0: příležitost a výzva*. Praha: Logik, 2015a, 5(2), 48 s. ISSN 1804-364X.
- CEJNAROVÁ, Andrea. *Visions: Pro Evropu je Průmysl 4.0 jedinečnou příležitostí*. Praha: Logik, 2015b, 5(2), 48 s. ISSN 1804-364X.
- CORREIA, Miguel de Silva. *Industrie 4.0 Framework, Challenges and Perspectives*. Rüsselsheim, 2014. PhD Thesis. University of Applied Science.
- ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. [online]. 2017 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/>
- DAVIES, Ron. *Industry 4.0 Digitalisation for productivity and growth* [online]. European Parliamentary Research Service, 2015 [cit. 2017-01-24]. Dostupné z: http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI%282015%29568337_EN.pdf
- DELOITTE. *Industry 4.0: Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies* [online]. Zurich, 2015 [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>
- ELEKTROPRUMYSL.CZ. *Čtvrtá průmyslová revoluce: Industry 4.0?* [online]. 2015 [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: <http://www.elektroprumysl.cz/technologicke-novinky/ctvrta-prumyslova-revoluce-industry-4-0>

- FREY, Carl Benedikt a Michael OSBORNE. *Technology at Work: The Future of Innovation and Employment* [online]. Citi GPS, 2015 [cit. 2017-02-18]. Dostupné z: http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/reports/Citi_GPS_Technology_Work.pdf
- GEHM, Ryan. Industry 4.0: The Smart factory arrives. *Automotive Engineer* [online]. 2016, **41**(9), 22-25 [cit. 2017-04-15]. ISSN 03076490. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=5e362f45-48f7-43ed-8aad-00f0f001418b%40sessionmgr101&vid=2&hid=111>
- HECKLAU, Fabian, Mila GALEITZKE, Sebastian FLACHS a Holger KOHL. *Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. Procedia CIRP* [online]. Elsevier, 2016, **54**, 1-6 [cit. 2017-01-31]. DOI: 10.1016/j.procir.2016.05.102. ISSN 2212-8271. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/S2212827116308629/1-s2.0-S2212827116308629-main.pdf?_tid=2f3167f8-e7ab-11e6-be92-00000aacb361&acdnat=1485863490_7c6dfd09f844f6d91d7e96eda004f60b
- HMMC. Hyundai Motor Manufacturing Czech: *Základní informace* [online]. 2017 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: <http://www.hyundai-motor.cz/?rubrika=basic-info>
- HMMC. *Výroční zprávy HMMC 2011-2015*. Nižní Lhoty. Dostupné také z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-firma?subjektId=245382>
- HOLANOVÁ, Tereza. *Nová průmyslová revoluce: Nezaspěte nástup Práce 4.0. Aktuálně.cz* [online]. 2015a [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/nova-prumyslova-revoluce-nezaspete-nastup-prace-40/r~97fa2490353311e593f4002590604f2e/>
- HOLANOVÁ, Tereza. Místo lidí nastupují stroje. Tak firmy žijí Průmyslem 4.0. In: *Aktuálně.cz* [online]. 2015b [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/misto-lidi-pribyvaji-stroje-firmy-se-chystaji-na-praci-40/r~2a82bb4a517411e5b6b20025900fea04/>
- CHEN, Min, Shiwen MAO a Yunhao LIU. Big Data: A Survey. *Mobile Networks and Applications* [online]. 2014 [cit. 2017-01-16]. DOI: 10.1007/s11036-013-0489-0. ISBN 10.1007/s11036-013-0489-0. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11036-013-0489-0>

INICIATIVA PRŮMYSL 4.0. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2016.

Dostupné také z: <http://www.mpo.cz/assets/dokumenty/53723/64358/658713/priloha001.pdf>

INVESTIČNÍ WEB.CZ. *Průmysl 4.0: Tohle potřebujete vědět o další průmyslové revoluci*. In: *Investiční web* [online]. 2016 [cit. 2017-01-23]. Dostupné z: <http://www.investicniweb.cz/2016/5/21/prumysl-40-tohle-potrebuje-vedet-o-dalsi-prumyslove-revoluci/>

JENŠÍKOVÁ, Jana. *Trade News: Čeká nás velká změna v myšlení lidí*. Praha: Antecom,, 2016, 5(1), 84 s. ISSN 1805-5397.

KOPETZ, Hermann. *Real-Time Systems Design Principles for Distributed Embedded Applications*. 2nd ed. Boston, MA: Springer US, 2011, 378 s. ISBN 978-144-1982-377.

KORBEL, Petr. *Průmyslová revoluce 4.0: Za 10 let se továrny budou řídit samy a produktivita vzroste o třetinu*. In: *Hospodářské noviny* [online]. 2015 [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: <http://byznys.ihned.cz/c1-64009970-prumyslova-revoluce-4-0-za-10-let-se-tovarny-budou-ridit-samy-a-produktivita-vzroste-o-tretinu>

KOZELSKÝ, Tomáš a Radek NOVÁK. *Automobilový průmysl: Trendy budoucnosti: Speciální analýza*. Česká spořitelna, 2015. Dostupné také z: http://www.csas.cz/static_internet/cs/Evropska_unie/Specialni_analyzy/Specialni_analyzy/Prilohy/sr_2015_09_automobilovy_prumysl_trendy_budoucno sti.pdf

KOZLER, Josef a Jan MATĚJKA. *Ekonomika, marketing, management v kostce: [pro střední školy: aktualizováno pro rok 2002]*. 3. vyd. Havlíčkův Brod: Fragment, 2002. ISBN 80-7200-579-0.

LEE, J., B. BAGHERI a H.-A. KAO. *A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems*. *Manufacturing Letters* [online]. 2015, 3, 18 - 23 [cit. 2017-01-15]. DOI: 10.1016/j.mfglet.2014.12.001. ISSN 22138463.

- MAGRUK, Andrzej. *Uncertainty In The Sphere Of The Industry 4.0: Potential Areas To Research. Business, Management & Education / Verslas, Vadyba ir Studijos* [online]. 2016, **14**(2), 275-291 [cit. 2017-01-31]. DOI: 10.3846/bme.2016.332. ISSN 2029-7491. Dostupné z: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=c21e3ffd-91d8-4e4a-af66-235083161013%40sessionmgr4006&vid=0&hid=4213>
- MARÍK, Vladimír. *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0.
- MARÍK, Vladimír a Martin BUNČEK et al. *Národní iniciativa: Průmysl 4.0* [online]. Ministerstvo průmyslu a obchodu. 2015 [cit. 2017-01-14]. Dostupné z: www.spcr.cz/images/priloha001-2.pdf
- MOSTÝN, Milan. *Česká republika se nemusí obávat kybernetického věku*. In: *Svaz průmyslu a dopravy České republiky: tisková zpráva* [online]. 2016a [cit. 2017-01-18]. Dostupné z: http://www.spcr.cz/images/SP_%C4%8CR_k_Pr%C5%AFmyslu_4.0_a_WEF_v_Davosu.pdf
- MOSTÝN, Milan. *Česká cesta průmyslu 4.0: Úspory nákladů, vyšší produktivita práce, řešení nedostatků lidí*. In: *Svaz průmyslu a dopravy České republiky: tisková zpráva* [online]. 2016b [cit. 2017-01-19]. Dostupné z: http://www.spcr.cz/images/TZ_SP_%C4%8CR_%C4%8Desk%C3%A11_cesta_Pr%C5%AFmyslu_4.0.pdf
- MPO. *Panorama zpracovatelského průmyslu ČR 2015* [online]. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, 2016 [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: http://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/zpracovatelsky-prumysl/panorama-zpracovatelskeho-prumyslu/2016/11/Panorama_CZ_internet_komplet.pdf
- NOVÁKOVÁ. *Průmysl 4.0: Chytré továrny? Vláda nesmí zaspát*. In.: *Euractiv.cz* [online]. 2015 [cit. 2017-02-07]. Dostupné z: <http://euractiv.cz/clanky/obchod-a-export/prumysl-40-nova-era-prumyslove-vyroby-012762/>
- ODDĚLENÍ STRATEGIE A TRENDŮ EU. *Dopady digitalizace na trh práce v ČR a EU: Oddělení strategie a trendů Evropské unie* [online]. Praha: Úřad vlády České republiky, 2015 [cit. 2017-04-18]. Dostupné z: <https://www.vlada.cz/assets/evropske-zalezitosti/analyzy-EU/Dopady-digitalizace-na-trh-prace-CR-a-EU.pdf>

PODIVÍNSKÝ, Tomáš Jan a Tomáš EHLER. *Czechtrade: Německý fenomén Industrie 4.0* [online]. 2016 [cit. 2017-01-23]. Dostupné z: <https://www.czechtrade.cz/media/czechtrade-media/monitoring/nemecky-fenomen-industrie-4-0>

POSPÍŠIL, Aleš. *OECD: Automatizace ohrožuje každé desáté pracovní místo*. In: *FinExpert.cz* [online]. 2016 [cit. 2017-01-24]. Dostupné z: <http://finexpert.e15.cz/oecd-automatizace-ohrozuje-kazde-desate-pracovni-misto>

RANOCHOVÁ, Denisa. *MM Průmyslové spektrum: Čtvrtá průmyslová revoluce změní celé hospodářství*. Industria Press: MM publishing, 2016, **2016**(6). ISSN 1212-2572.

ROBLEK, Vasja, Maja MEŠKO a Alojz KRAPEŽ. A Complex View of Industry 4.0. *SAGE Open, Vol 6, Iss 2 (2016)* [online]. 2016, **6**(2) [cit. 2017-01-15]. DOI: 10.1177/2158244016653987. ISSN 21582440.

SAP. *Autoprůmysl zahájil strategickou spolupráci s vládou ČR: Tisková zpráva Sdružení automobilového průmyslu ke kolokviu o budoucnosti automobilového průmyslu v České republice*. In: *Sdružení automobilového průmyslu* [online]. 2017 [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: http://www.autosap.cz/sfiles/TI4-2017_FIN.pdf

SMELÍK, Lukáš. *The advent of Industrie 4.0 in the Czech Republic. Control Engineering* [online]. 2016, **63**(3), 30-31 [cit. 2017-01-15]. ISSN 00108049.

SŮRA, Jan. *Roboti místo zaměstnanců, Škoda chce pokračovat v automatizaci*. In: *IDNES.cz: Ekonomika* [online]. 2016 [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: http://ekonomika.idnes.cz/roboti-misto-lidi-skoda-j-e-zkousi-u-prevodovek-fr3-/ekoakcie.aspx?c=A160413_135300_ekoakcie_chrs

ŠKODA AUTO: *Historie společnosti*. In: *Škoda Auto* [online]. 2017 [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://www.skoda-auto.cz/o-spolecnosti/120-let-skoda>

ŠKODA AUTO. *Škoda Auto zřídí novou oblast Digitalizace*. In: *Skoda-auto.cz* [online]. 2016 [cit. 2017-02-13]. Dostupné z: <http://www.skoda-auto.cz/news/2016-06-21-nova-oblast-digitalizace>

ŠKODA AUTO. *Výroční zprávy Škoda Auto 2011-2016*. Mladá Boleslav. Dostupné také z: www.skoda-auto.cz

- ŠOLTÉS, Michal. *Průmysl 4.0: 3D tiskárna a ekonomiky originálů*. In: *Roklen24* [online]. 2016a [cit. 2017-01-17]. Dostupné z: <http://roklen24.cz/a/i6MFN/prumysl-40-3d-tiskarna-a-ekonomiky-originalu7>
- ŠOLTÉS, Michal. *Průmysl 4.0: Jaká je startovní pozice České republiky?*. In: *Roklen24* [online]. 2016b [cit. 2017-01-18]. Dostupné z: <http://roklen24.cz/a/wEwiY/prumysl-40-jaka-je-startovni-pozice-ceske-republiky>
- ŠOLTÉS, Michal. *Průmysl 4.0: budoucnost průmyslu*. In: *Roklen24* [online]. 2016c [cit. 2017-01-17]. Dostupné z: <http://roklen24.cz/a/i6MFN/prumysl-40-3d-tiskarna-a-ekonomiky-originalu>
- SŮRA, Jan. *Téměř 23 tisíc z každého auta. Škoda loni vydělala nejvíce v historii*. In: *Idnes.cz* [online]. 2017 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: http://ekonomika.idnes.cz/skoda-auto-zisk-penize-0bq-/ekoakcie.aspx?c=A170322_095255_domaci_bur
- TECHNOLOGICKÁ AGENTURA ČR. *Vladimír Mařík: Česká republika může na Industry 4.0 hodně vydělat*. In: *TAČR - Technologická agentura ČR* [online]. 2016 [cit. 2017-03-07]. Dostupné z: <https://www.tacr.cz/index.php/cz/novinky/683-vladimir-marik-ceska-republika-muze-na-industry-4-0-hodne-vydelat.html>
- TPCA: *O nás* [online]. In: *TPCA*, 2014 [cit. 2017-03-21]. Dostupné z: <http://www.tpca.cz/o-nas/>
- TPCA. *Výroční zprávy TPCA 2011-2015*. Kolín. Dostupné také z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-firma?subjektId=238739>
- VORTELOVÁ, Věra. *Seberou nám stroje práci, nebo nám pomohou k větší prosperitě?*. In: *Trade News*. Praha: Antecom,, 2016, **5**(1), 84 s. ISSN 1805-5397.
- WEYER, Stephan, Mathias SCHMITT, Moritz OHMER a Dominic GORECKY. *Towards Industry 4.0 - Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems*. *IFAC-PapersOnLine* [online]. 2015, **48**(3), 1-6 [cit. 2017-01-31]. DOI: 10.1016/j.ifacol.2015.06.143. ISBN 10.1016/j.ifacol.2015.06.143. ISSN 2405-8963. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2405896315003821>

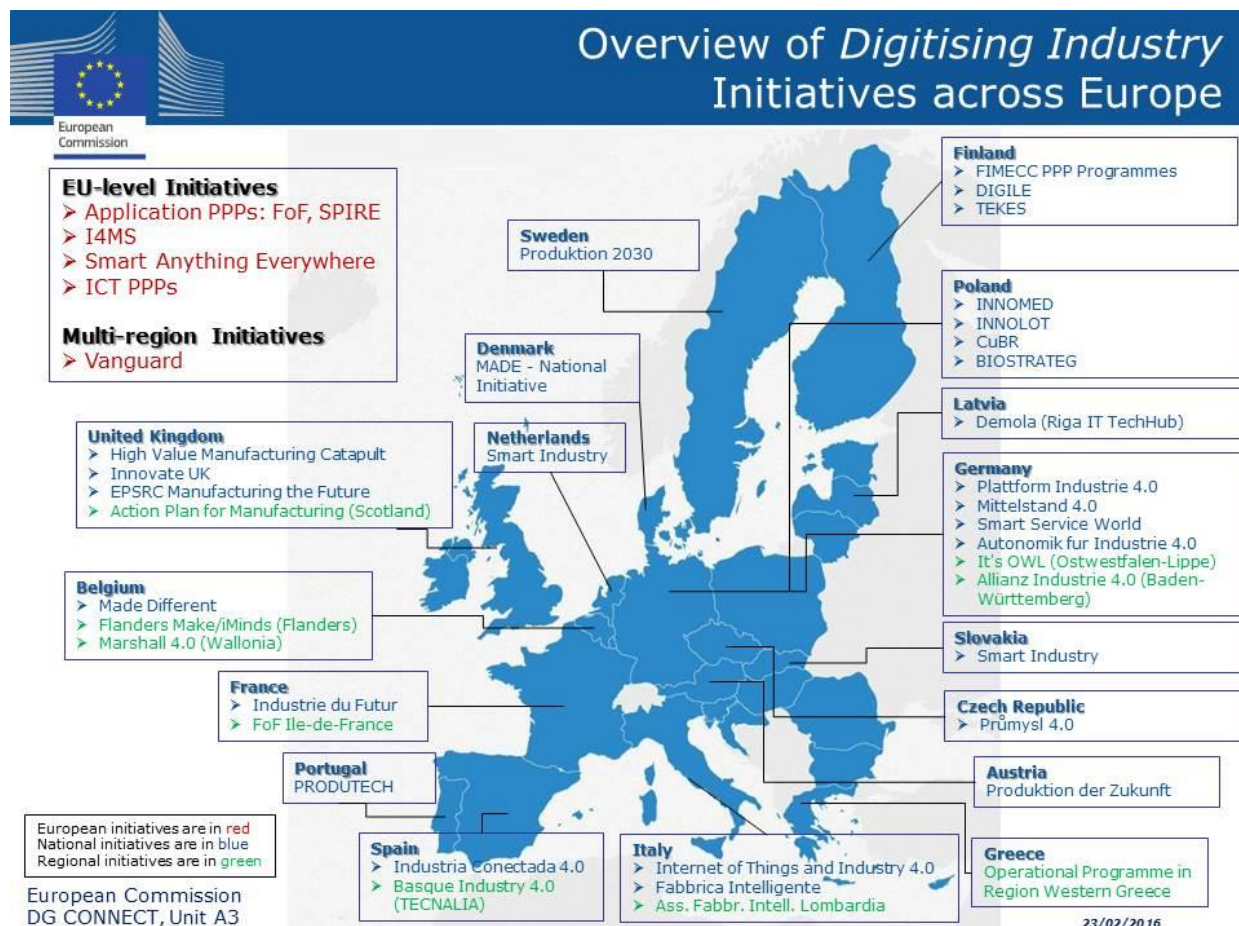
Přílohy

Seznam příloh

Příloha 1	Přehled evropských iniciativ Průmyslu 4.0	75
Příloha 2	Podíl ohrožení zaměstnání v důsledku digitalizace v zemích EU	76
Příloha 3	Dvacet profesí s největším indexem ohrožení digitalizací	77

A Příloha 1

Příloha 1 Přehled evropských iniciativ Průmyslu 4.0



Zdroj: Evropská komise, 2016

B Příloha 2

Příloha 2 Podíl ohrožení zaměstnání v důsledku digitalizace v zemích EU

Země	Ohrožení
Belgie	50 %
Bulharsko	57 %
Česká republika	54 %
Dánsko	50 %
Estonsko	54 %
Finsko	51 %
Francie	50 %
Chorvatsko	58 %
Irsko	49 %
Itálie	56 %
Litva	51 %
Lotyšsko	52 %
Lucembursko	50 %
Maďarsko	55 %
Malta	51 %
Německo	51 %
Nizozemsko	49 %
Polsko	56 %
Portugalsko	59 %
Rakousko	54 %
Rumunsko	62 %
Řecko	56 %
Slovensko	55 %
Slovinsko	53 %
Španělsko	55 %
Švédsko	47 %
Velká Británie	47 %

Zdroj: Technology at Work (Frey, Osborne, 2015); vlastní zpracování

C Příloha 3

Příloha 3 Dvacet profesí s největším indexem ohrožení digitalizací

ISCO-3 Kód	Název profese	Index ohrožení digitalizací
431	Úředníci pro zpracování číselných údajů	0,98
411	Všeobecní administrativní pracovníci	0,98
832	Řidiči motocyklů a automobilů (kromě nákladních)	0,98
523	Pokladníci a prodavači vstupenek a jízdenek	0,97
621	Kvalifikovaní pracovníci v lesnictví a příbuzných oblastech	0,97
722	Kováři, nástrojaři a příbuzní pracovníci	0,97
441	Ostatní úředníci	0,96
412	Sekretáři (všeobecní)	0,96
834	Obsluha pojízdnych zařízení	0,96
612	Chovatelé zvířat pro trh	0,95
921	Pomocní pracovníci v zemědělství, lesnictví a rybářství	0,95
811	Obsluha zařízení na těžbu a zpracování nerostných surovin	0,94
814	Obsluha strojů na výrobu a zpracování výrobků z pryže, plastu a papíru	0,94
432	Úředníci v logistice	0,94
821	Montážní dělníci výrobků a zařízení	0,93
816	Obsluha strojů na výrobu potravin a příbuzných výrobků	0,93
961	Pracovníci s odpady	0,93
421	Pokladníci ve finančních institucích, bookmakeři, půjčovatelé peněz, inkasisté pohledávek a pracovníci v příbuzných oborech	0,93
831	Strojvedoucí a pracovníci zabezpečující sestavování a jízdu vlaků	0,92
818	Ostatní obsluha stacionárních strojů a zařízení	0,92

Zdroj: Dopady digitalizace na trh práce v ČR a EU (Oddělení strategie a trendů EU, 2015); vlastní zpracování