



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Ekonomická fakulta



Proces zavedení inovačního projektu Průmysl 4.0 do výrobního podniku

Diplomová práce

Studijní program: N6208 – Ekonomika a management

Studijní obor: 6208T085 – Podniková ekonomika

Autor práce: **Bc. Michaela Futerová**

Vedoucí práce: doc. Ing. Petra Rydvalová, Ph.D.



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Ekonomická fakulta

Akademický rok: 2015/2016.

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Michaela Futerová**
Osobní číslo: **E14000337**
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Podniková ekonomika**
Název tématu: **Proces zavedení inovačního projektu Průmysl 4.0 do výrobního podniku**
Zadávací katedra: **Katedra podnikové ekonomiky a managementu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Rešerše k tématu zaměření práce na inovační proces a jeho fáze, inovační projekt a vyhodnocení absorpce jeho výstupů v podniku.
2. Představení projektu "Průmysl 4.0".
3. Charakteristika vybraného podnikatelského subjektu.
4. Proces zavedení projektu "Průmysl 4.0" do podniku a zhodnocení důsledků na podnik a jeho prostředí.
5. Vyhodnocení procesu s návrhem eliminace negativních dopadů a maximalizace využití příležitostí.

Rozsah grafických prací: dle potřeby dokumentace

Rozsah pracovní zprávy: 65 normostran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

HAKES, Chris. Innovation reboot: how to build, manage and assess innovation capability in organisations and teams. Milton Keynes UK: Leadership Agenda Limited, 2013. ISBN 978-190-4861-027.

TIDD, Joe, et al. Řízení inovací. Brno: Computer Press, 2007.

ISBN 978-80-251-1466-7.

BECK, Jiří a Karel HLAVATÝ. Management inovací v teorii, praxi a ve výuce [online]. Praha: Vysoká škola manažerské informatiky a ekonomiky, 2008.

ISBN 978-80-86847-33-7.

MAŘÍK, Vladimír, et al. Národní iniciativa Průmysl 4.0 [online]. In: MPO, 2015 [cit. 2015-10-07]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument162351.html>.

Elektronická databáze článků ProQuest (knihovna.tul.cz)

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Petra Rydvalová, Ph.D.

Katedra podnikové ekonomiky a managementu

Konzultant diplomové práce:

Ing. Tomáš Kozlok

vedoucí vývojových projektů TOS VARNSDORF a.s.

Datum zadání diplomové práce:

30. října 2015

Termín odevzdání diplomové práce:

31. května 2017



doc. Ing. Miroslav Žížka, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Ivan Jáč, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 30. října 2015

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum: 20. 11. 2016

Podpis: *Michela Suková*

ANOTACE

Diplomová práce je zaměřena na inovační projekt firmy TOS VARNSDORF, a. s. Jejím hlavním cílem je vyhodnocení inovačního projektu Inprocesní měření v souladu s principy konceptu Průmysl 4.0.

Teoretická část se zabývá pojmy důležitými k pochopení této problematiky, ke kterým patří především vymezení inovací a aktivit nezbytných k jejich realizaci. Dále diplomová práce přibližuje téma průmyslové revoluce a konceptu Průmysl 4.0.

Praktická část je zaměřena na popis společnosti TOS VARNSDORF, a. s., a jejího inovačního projektu. Dále se práce věnuje vývoji finančních ukazatelů a návrhu hodnoticího formuláře pro inovační projekty. V závěru práce je formulář aplikován, a na základě výsledků hodnocení doporučeny případné procesní změny.

KLÍČOVÁ SLOVA

Inovace, průmyslová revoluce, Národní iniciativa Průmysl 4.0, inovační projekt, hodnocení inovačních aktivit.

ANNOTATION

The Process of Implementation of the Innovative Project Industry 4.0 in the Industry Company

This Diploma thesis focuses on innovative project of the company TOS VARNSDORF, a. s. Its main target is to evaluate the innovative project „Inprocesní měření” (in-procedural measurement) in compliance with the principles of the concept of Industry 4.0.

The theoretical part occupies itself with the terms important to understand these issues, especially definition of innovation and activities necessary for their implementation. Furthermore the thesis approaches the topic of the industrial revolution and the concept of Industry 4.0.

The practical part focuses on description of the company TOS VARNSDORF, a. s., and its innovative project. Furthermore, the thesis occupies itself with the development of financial indicators and the design of the evaluation form for innovative projects. The form is applied in the conclusion of the thesis and based on the results of the evaluation form some procedural changes are recommended.

KEY WORDS

Innovation, industrial revolution, Národní iniciativa Průmysl 4.0 (National Initiative Industry 4.0), innovative project, evaluation of innovation activities.

.

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala doc. Ing. Petře Rydvalové, Ph.D. za odborné vedení, cenné připomínky a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování diplomové práce věnovala.

Dále děkuji zaměstnancům firmy TOS VARNSDORF, a. s., a především Ing. Tomáši Kozlokovi, za poskytnuté informace a konzultace.

V neposlední řadě musím poděkovat i své rodině, která mě podporovala nejen při psaní závěrečné práce, ale po dobu celého mého studia.

Obsah

Seznam obrázků.....	11
Seznam tabulek.....	12
Seznam použitých zkratk	13
Úvod	15
1 Inovace.....	18
1.1 Definice inovace	18
1.2 Modely inovačního procesu.....	19
1.2.1 Lineární model inovačního procesu	19
1.2.2 Nelineární model inovačního procesu.....	20
1.2.3 5 generací modelu inovačního procesu	20
1.3 Inovační cyklus	21
1.4 Ochrana práv duševního vlastnictví.....	22
2 Inovace jako investice	25
2.1 Zdroje financování.....	25
2.1.1 Interní zdroje.....	26
2.1.2 Externí zdroje	26
2.1.3 Souhrnný pohled na zdroje financování	27
2.2 Bariéry inovačního projektu	29
2.3 Efekt inovačního projektu.....	30
2.3.1 Balanced Scorecard	32
2.3.2 Frascati manuál.....	33
2.3.3 Ekonomická efektivnost inovačního projektu	34
3 Průmyslové revoluce	36
3.1 Industry 4.0	37

3.1.1	Popis konceptu Industry 4.0	38
3.1.2	Principy konceptu Industry 4.0.....	39
3.1.3	Klíčové elementy konceptu	39
3.1.4	Digitální závod v Amberku	41
3.2	Národní iniciativa Průmysl 4.0	42
3.2.1	Změny v technologiích	42
3.2.2	Změny na trhu práce	44
3.2.3	Názor české veřejnosti.....	46
4	Charakteristika vybraného podnikatelského podniku.....	48
4.1	Používané prvky Průmyslu 4.0 v TOS VARNSDORF, a. s.	50
4.2	Zvažované prvky Průmyslu 4.0 pro implementaci	50
4.3	Očekávané přínosy konceptu Průmysl 4.0.....	51
4.4	Vybraný inovační projekt Inprocesní měření	52
4.5	Přínosy systému inprocesního měření	53
4.6	Průběh spolupráce na projektu.....	54
5	Realizace projektu Inprocesní měření ve firmě.....	56
5.1	Kritické předpoklady dosažení cíle projektu	57
5.2	Věcná náplň programového projektu.....	59
5.2.1	Specifické cíle.....	59
5.2.2	Způsob dosažení cílů programového projektu.....	60
5.3	Zajištění uplatnění výsledků řešení.....	61
5.4	Specifikace vlastních a jiných finančních zdrojů.....	61
5.4.1	Náklady projektu	61
5.4.2	Podíly způsobilých nákladů.....	62
5.5	Předpokládané přínosy programového projektu	63
5.5.1	Komerční přínosy	63

5.5.2	Nekomerční přínosy	64
6	Vývoj finančních ukazatelů	65
6.1	Zisk před zdaněním a úroky.....	65
6.2	Čistý zisk.....	66
6.3	Rentabilita vlastního kapitálu	67
6.4	Rentabilita tržeb	67
6.5	Čistá současná hodnota	70
6.6	Vnitřní výnosové procento.....	70
6.7	Doba návratnosti	71
6.8	Rentabilita investovaného kapitálu	72
6.9	Vyhodnocení finančních ukazatelů inovace	72
7	Hodnocení nefinančních ukazatelů.....	75
7.1	Vyhodnocení 1. fáze	76
7.2	Vyhodnocení 2. fáze	76
	Závěr.....	78
	Seznam použité literatury	80
	Seznam příloh.....	84
	Příloha A: Vybrané finanční ukazatele.....	85
	Příloha B: Prospekt.....	87
	Příloha C: Návrh hodnoticího formuláře	89
	Příloha D: Scénář polostrukturovaného rozhovoru	97

Seznam obrázků

Obrázek 1: Zdroje financování	27
Obrázek 2: Druhy efektů inovací.....	31
Obrázek 3: Obecný model hodnotového řetězce	32
Obrázek 4: Vývoj průmyslové revoluce	36
Obrázek 5: Mooreův zákon - počet tranzistorů na různých procesorech během času	43
Obrázek 6: Dvacet profesí s největším indexem ohrožení digitalizací	45
Obrázek 7: Dvacet profesí s nejnižším indexem ohrožení digitalizací	46
Obrázek 8: Struktura skupiny TOS VARNSDORF	49
Obrázek 9: Schématické znázornění postupu výroby a aplikace inprocesního měření.....	53
Obrázek 10: Vývoj ukazatele EBIT.....	65
Obrázek 11: Vývoj ukazatele EAT.....	66
Obrázek 12: Vývoj ukazatele ROE	67
Obrázek 13: Vývoj ukazatele ROS.....	68

Seznam tabulek

Tabulka 1: Etapy řešení programového projektu a jejich výsledky	56
Tabulka 2: Ganttův diagram	59
Tabulka 3: Předpokládané přínosy po ukončení projektu	64
Tabulka 4: Peněžní toky projektu.....	69
Tabulka 5: Výpočet čisté současné hodnoty	70
Tabulka 6: Výpočet vnitřního výnosového procenta.....	71
Tabulka 7: Výpočet doby návratnosti.....	72

Seznam použitých zkratk

B2B	Business to business (obchodní vztahy mezi obchodními společnostmi)
B2C	Business to customer (obchodní vztahy mezi obchodními společnostmi a koncovými zákazníky)
BSC	Balanced Scorecard
CEO	Chief executive office (výkonný ředitel obchodní společnosti)
CMM	Coordinate Measuring Machine (souřadnicový měřicí stroj)
CNC	Computer Numerical Control (číslicové řízení pomocí počítače)
CPS	Cyber Physical Systems (kyber-fyzikální systémy)
EAT	Earnings After Taxes (zisk po zdanění)
EBIT	Earnings Before Interest and Taxes (zisk před odečtením úroků a daní)
ERP	Enterprise Resource Planning (plánování podnikových zdrojů)
EU	Evropská unie
EWA	Electronics Works Amberg
HDP	hrubý domácí produkt
IoE	Internet of Everything (internet všeho)
IoP	Internet of People (internet lidí)
IoS	Internet of Software
IoT	Internet of Things (internet věcí)
IRR	Internal Rate of Return (vnitřní výnosové procento)
LTE	Long Term Evolution (vysokorychlostní internet v mobilních sítích)
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
NPV	Net Present Value (čistá současná hodnota)

OECD	The Organization for Economic Cooperation and Development (Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj)
PLC	Programmable Logic Controller (programovatelný automat pro řízení technologických procesů)
QR	Quick Response (rychlá reakce)
ROE	Return On Equity (rentabilita vlastního kapitálu)
ROI	Return On Investment (rentabilita investic)
ROS	Return On Sales (rentabilita tržeb)
RFID	Radio Frequency Identification (identifikace pomocí rádiové frekvence)
SIN	Systems Integration and Networking Model (model systémové integrace a síťování)
SOA	Service Oriented Architectures (spojuje obchod a počítačové zdroje)
TA ČR	Technologická agentura České republiky
TIP	Resortní program Ministerstva průmyslu a obchodu ČR (technologie – informační systém – produkt)
VaV	výzkum a vývoj
VaVpI	Výzkum a vývoj pro inovace
VCSVTT	Výzkumné centrum pro strojírenskou výrobní techniku a technologii
Wi-Fi	Wireless Fidelity (komunikační standard pro bezdrátový přenos dat)
WRD	vodorovné frézovací a vyvrtávací deskové stroje

Úvod

Od první průmyslové revoluce uplynulo již přes 200 let a za tuto dobu si nejen průmysl, ale i celá společnost prošla nespočtem změn. Hospodářství je v současnosti rozdělováno na sektory primární, sekundární, terciární a kvartérní, kdy postupem času docházelo i ke změnám podílu jednotlivých sektorů na tvorbě HDP či struktuře zaměstnanosti. Dnešní podoba národního hospodářství je výsledkem historického vývoje společnosti, kterou na konci 18. století zásadně ovlivnil průmysl a nahradil pozici kdysi dominantního zemědělství. K přerodu od hospodářství s převládající průmyslovou výrobou k hospodářství s rozvinutým sektorem služeb docházelo mnohem pozvolněji a přirozeněji, avšak tento přerod měl velký vliv na změny ve společnosti, na zaměstnanost a na celkový vývoj hospodářství. Terciární sektor zahrnuje velkou škálu odvětví, a proto některé z vybraných odvětví jsou odděleny do kvartérního sektoru. Tento sektor, známý také jako znalostní, je založený na vzdělanosti, vědě a výzkumu a informačních technologiích. Vyžaduje vysoce kvalifikované pracovníky a je hnacím motorem inovací v ostatních sektorech, především pak v průmyslu a službách. Přináší nové trhy, vytváří inovativní služby, produkty, a má proto zásadní postavení v rozvoji celé společnosti.

Dlouhodobý pokles zaměstnanosti ve výrobních odvětvích je známkou de-industrializace, nahrazení pracovní síly efektivnějšími stroji a technologiemi. Nicméně lze pozorovat rozvoj průmyslových oborů založených na vědě, které jsou charakteristické vyšší přidanou hodnotou, intenzivním užitím vědecko-technických znalostí a inovací. Proto spíše než o de-industrializaci se hovoří o procesu neustálého přizpůsobování.

Světové trhy se dnes dotýkají všech kontinentů. Konkurentů, vyrábějících nové výrobky a nabízejících neotřelé služby, je mnoho, a proto je nutné hledat nové cesty ke zlepšení. Je důležité si uvědomit významnost těchto změn a chopit se příležitosti, naopak však nepodcenit ani rizika, která s inovacemi neodmyslitelně souvisejí.

Organizace, které jsou znalé a úspěšné v oblasti inovace, jsou si vědomy toho, že je nutné uvažovat o inovaci jako o definovaném strategickém cíli. Ten musí být stanoven jako promyšlený podnikatelský plán s konkrétními postupy. Mít však dokonale stanovený cíl není dostatečné, je zapotřebí si také uvědomovat rezervy, posuzovat schopnosti a kapacity k jeho dosažení, protože každá organizace musí dokázat tyto cíle realizovat. Změnit se ve firmách

musí nejen technologie, ale celkové myšlení. Rychlost inovací, zákaznický management, flexibilita, produktivita a doba reakce výrobců na změny na trhu postupně získají novou definici.

V dnešní době je to internet, který výrazně ovlivňuje běžné životy lidí po celém světě. Stal se nedílnou součástí jejich života a spoluvytváří odlišnou dimenzi globalizovaného světa. Stává se integrujícím prvkem, který zprostředkovává komunikaci mezi stroji, výrobky, počítači a lidmi. Realita a fyzický svět se čím dál tím více propojují s virtuálním světem a vznikají smart technologie. Pojem „chytrý“ (anglicky smart) má významnou pozici ve vědeckotechnologickém progresu. Jsou to například chytré telefony, chytré domácí spotřebiče nebo chytré materiály. Pro další vývoj je důležitý hlavně pokrok v informačních technologiích, který se neustále urychluje a zkvalitňuje. Právě technologie prosadila rychlost jako důležitý nástroj na poli konkurenčního boje. Internet je klíčovým pro čtvrtou průmyslovou revoluci, která tak jako ty předchozí, předznamenává zefektivnění výrobních procesů. Reakcí České republiky na tento trend je koncept Průmysl 4.0, který je komplexním systémem změn, jenž nastávají, či nastanou v blízké budoucnosti. Přináší s sebou příležitost pro nové obchodní modely, vyšší produktivitu práce, omezení fyzicky náročných profesí, či zvýšené požadavky na kybernetickou bezpečnost.

Tato diplomová práce se zabývá konceptem Průmysl 4.0 a jeho praktickou aplikací. První část teoretické práce vymezuje rámec tématu, definuje základní pojmy v oblasti inovací, představuje modely inovačního procesu a inovační cyklus. Dále přibližuje pohled na inovaci jako na investici a s tím související financování investic, které je důležité následně také zhodnotit. Nedílnou součástí inovací často bývají vědeckotechnické poznatky, proto i následující kapitola popisuje, jakým způsobem lze chránit práva duševního vlastnictví. Druhá část diplomové práce představuje koncept Industry 4.0, principy, klíčové elementy a zejména jeho českou verzi Průmysl 4.0. Práce uvádí, jaké panují předpoklady konceptu pro Českou republiku, jeho rizika a přínosy. Cílem diplomové práce je vyhodnocení inovačního projektu Inprocesní měření firmy TOS VARNSDORF, a. s., v souladu s principy konceptu Průmysl 4.0.

Praktická část diplomové práce nejprve charakterizuje vybraný podnik TOS VARNSDORF, a. s., který se věnuje výrobě obráběcích strojů a převážná většina produkce je vyvážena do zahraničí. Přináší praktické zkušenosti s aplikací inovačního projektu „Inprocesní měření“. Kapitola o realizaci projektu se blíže zabývá kritickými předpoklady

dosazení cíle projektu, způsobem zajištění uplatnění výsledků řešení, specifikací nákladů a předpokládaných přínosů pro podnik. V následující kapitole jsou zanalyzovány finanční ukazatele, jež jsou neodmyslitelnou součástí při hodnocení inovace. Poslední kapitola obsahuje návrh hodnoticího formuláře pro inovační projekt, který je rozdělen do dvou fází. První fáze se zaměřuje na samotný inovační projekt. Druhá fáze hodnotí inovační potenciál podniku dle prvků konceptu Průmysl 4.0.

V souvislosti s metodickým postupem byly stanoveny dílčí cíle diplomové práce, nejprve rozbor principů konceptu Průmysl 4.0 a následné nastavení metrik pro hodnocení průběhu inovačních projektů v souladu s daným konceptem. Dále analýza a hodnocení vybraného projektu v TOS VARNSDORF, a. s., včetně charakteristiky procesů při realizaci inovačních projektů v daném podniku. Posledním cílem je návrh hodnocení inovačních projektů strojírenských podniků v souladu s Průmyslem 4.0 a doporučení případných procesních změn v podniku TOS VARNSDORF, a. s., na základě výsledků hodnocení analyzovaného projektu.

1 Inovace

Inovace může být předmětem jakéhokoliv oboru, lehkou se o ní mluví, ale od slov k činům vede dlouhý a náročný proces. Náplní této kapitoly je seznámit s obsahem teorie inovace, inovačního cyklu a možnostmi ochrany práv duševního vlastnictví.

1.1 Definice inovace

Existuje celá řada definic pro pojem inovace. Cambridgeský slovník popisuje latinský pojem *Innovare* jako „(použití) nové myšlenky nebo metody“ (Cambridge Dictionaries Online).

Inovaci lze v jednoduchém pojetí popsat jako něco, na čem organizace pracuje v době, kdy usiluje o uspokojení něčí potřeby. Definicím pojmu inovace se věnuje celá řada autorů a odlišují se svým pohledem na ni. Existují definice, které jsou spíše obecné, ale také definice, které se zaměřují konkrétněji na ekonomii nebo sociologii.

OECD definuje inovaci jako „*implementaci nových nebo významně zlepšených produktů (zboží nebo služeb) nebo procesů, nových marketingových metod nebo organizačních metod v obchodní činnosti, na pracovišti nebo externích vztazích. Minimálním požadavkem je, že produkt, proces, marketingová anebo organizační metoda musí být pro firmu nové (nebo významně zlepšené)*“ (Klímová, 2006, s. 17).

V praxi může být inovace vnímána mnoha firmami zcela odlišně, CEO Procter and Gambel v letech 2013 – 2015, který se významně přičinil na růstu značky, se o vztahu P&G k inovaci vyjádřil následovně: „*Mnoho společností definuje pojem inovace poměrně úzce, jako technologii nebo kombinaci produktu a technologie. Ale to je pro nás jen začátek. Inovaci se snažíme definovat z pohledu zákazníka a jeho zkušeností. Inovace je pro nás firemní značkou, stejně jako naše produkty. Skrývá se za ní vše od způsobu prodeje a použití výrobku, až po jeho funkčnost a výhody, které přináší jeho použití. Je to obchodní model. Je to způsob, kterým vstupujeme na trh a do dodavatelského řetězce. Je to způsob, jak vytvořit strukturu nákladů, abychom mohli dodat báječné nové výrobky za rozumnou cenu*“ (Hakes, 2013, s. 20).

Má-li být inovace úspěšná, měla by následovat vývoj technologií, které se vztahují k určitému oboru podnikání. Důležitou se stávají dostupnost informačních či komunikačních technologií

a přístupné objemy dat, které jsou dennodenně produkovány v kolosálních objemech, a je nutné je správně zpracovávat a vhodně využívat.

Dvanáct významných technologií podle mezinárodní poradenské firmy McKinsey & Company, které by měly být v oblasti inovací neustále monitorovány:

- mobilní internet,
- automatizace práce vyžadující rozumové dovednosti,
- propojování potřeb,
- cloudová technologie,
- pokročilá robotika,
- bezpilotní vozidla,
- genetika příští generace,
- skladování energie,
- mnohavrstevné výrobky – 3D tisk,
- pokročilé materiály,
- pokročilé získávání ropy a plynu,
- obnovitelné zdroje energie (Hakes, 2013, s. 29).

1.2 Modely inovačního procesu

V teorii inovací je popsána celá řada modelů inovačních procesů, avšak vycházejí ze stejného základu. Nejprve je nutné získat ústřední informace o změnách v prostředí, následně se přistupuje k postupnému vývoji a konečně zrealizování původní myšlenky. Obecně jsou rozlišovány dva typy modelů, a to lineární a nelineární. Tyto modely se odlišují v možnostech ovlivňování a různých zpětných vazeb.

1.2.1 Lineární model inovačního procesu

Lineární model převládal spíše do 80. let minulého století a jeho základní myšlenkou je postupná tvorba inovace přes jednotlivé fáze - výzkum -> vývoj-> výroba -> užití, které probíhají jednosměrně bez ohledu na zpětnou vazbu a odpovědnost nesou příslušné podnikové útvary. Tento model je stále využíván především u invenčně náročných oborů, které provádějí prvotní výzkum a vývoj, například ve farmaceutickém průmyslu (Vlček, 2011, s. 21).

1.2.2 Nelineární model inovačního procesu

Nelineární nebo také řetězený model, je používán převážně u jednodušších inovací, u kterých není potřeba provádět výzkum a mívají svůj prvopočátek u zákazníků, uživatelů technologií, dodavatelů či jiných partnerů. Celý inovační proces je neustále ovlivňován zpětnými vazbami, které vznikají mezi jednotlivými členy procesu. Tento model charakterizuje výzkum jako způsob řešení během zjištěných problémů. *„Výzkum je komplexní a vnitřně diferencovanou činností s potencionálně širokou škálou funkcí. Je doplňkem inovace, nikoli její podmínkou“* (Švejda, 2007, s. 117).

1.2.3 5 generací modelu inovačního procesu

Rothwellovo pojetí rozlišuje celkem pět generací modelu inovačního procesu. Modely jsou většinou propojeny a navazují na sebe jako důsledek změn. S každou generací dochází zejména ke snižování nákladů v porovnání s přechozí generací. Zároveň vhodnost daného modelu se odvíjí od typu inovace a průmyslového odvětví.

- 1. generace – model tlačенý technologií – lineární proces od vědeckého objevu, přes výzkum a vývoj, přípravu výroby, výrobu, až po marketing a prodej,
- 2. generace – model tažený potřebami trhu – boj o zákazníka a snaha uspokojit jeho potřeby, výraznější propojení mezi VaV a provozem,
- 3. generace – interaktivní model – tradiční lineární řetěz a vazby mezi výzkumem a trhem, strukturovanější inovační procesy,
- 4. generace – řetězený model – komplexnost, paralelní proces, se všemi zahrnutými oblastmi podniku,
- 5. generace – síťový model - spolupráce mezi podniky, otevřené a nepřetržité inovace, nefinanční faktory hodnoty.

Pátá generace inovačního procesu je rozšířena o informačně technologické metody, například simulační studie. Rothwell ho označuje za integrovaný síťový systém SIN model, kde klíčovou roli v tomto modelu má internet, který podporuje integraci s podnikovým okolím a usnadňuje VaV v podniku. Podniky si budují inovační sítě a otevřeně spolupracují s externími partnery, dodavateli, zákazníky, ale i s konkurenčními firmami. Původní uzavřený přístup k inovacím se transformuje ke spolupráci a otevřenému sdílení (Žižlavský, 2011).

1.3 Inovační cyklus

Na počátku každé rozmyšlené a perspektivní inovace je zapotřebí analýza inovačních příležitostí. Inovační cyklus je sestaven ze sedmi základních fází, které jsou seskupeny do tří stádií.

1. Stadium strategické přípravy inovací
 - a. Fáze 1. Prognózování inovací - analýza stavu a tendence inovací, směr inovací v organizaci v dlouhém období. Výstupem jsou inovační náměty.
 - b. Fáze 2. Koncepce inovací - formulace hlavních cílů pomocí koncepčního řízení inovací a vytyčení základních strategií. Výstupem jsou inovační programy.
 - c. Fáze 3. Plánování inovací - zpracování plánů, které obsahují přípravné etapy plánu inovací ve střednědobém časovém horizontu, implementace koncepčních záměrů do plánu tvorby inovačních záměrů, výběr a zařazování inovačních akcí, rozpis plánu inovací. Výstupem je plán vývojových projektů.
2. Stadium řešení inovací
 - a. Fáze 4. Plánovitě řešení inovací - výzkumně vývojové řešení inovačních akcí, specifikování jejich ekonomických dopadů a řízení postupu těchto akcí, příprava výroby, dovozu, zásobování, personalistiky a povýrobní služby pro projektování inovačních akcí.
3. Stadium realizace inovací
 - a. Fáze 5. Zavádění inovací do výroby - ověřování způsobilosti připravené inovační akce v provozních podmínkách. Opatření k optimálnímu zavedení realizačních výstupů, dosažením projektovaných parametrů inovační akce.
 - b. Fáze 6. Trvalý provoz - využívání realizačních výstupů inovačních akcí, ve stanoveném rozsahu a době technicko-ekonomické životnosti, udržování a postupná racionalizace realizačních výstupů. Komplexní vyhodnocování inovačních akcí a porovnání původních záměrů s jejich realizací, snaha dále dosahovat původních záměrů dle poznatků z realizace a počátečního fungování inovované výroby.
 - c. Fáze 7. Difuzní fáze - komercializace a propagace, uplatnění na trhu (Tidd, 2007).

1.4 Ochrana práv duševního vlastnictví

Nehmotné statky v podniku tvoří zejména zkušenosti, znalosti, pracovní postupy a technická řešení, které jsou významné pro konkurenceschopnost a jsou často i nejhodnotnějšími obchodními aktivy podniku. Docílení jakékoliv inovace je náročný proces, který vyžaduje značné investice, proto by měl být i náležitě ohodnocen a ochráněn. Zejména pak poznatky z VaV, které uvažuje zpeněžit poskytnutím licence jiným podnikům pro další účely. Ochrana brání možným konkurentům napodobovat výsledky VaV, a tím poskytuje výhody v podobě marketingového nástroje. Pokud dojde k úmyslnému porušení práv z průmyslového vlastnictví, může být tento skutek kvalifikován jako trestný čin, za který je možné uložit trest odnětí svobody, peněžitý trest nebo propadnutí věci (Duševní vlastnictví, 2010).

Za právo k duševnímu vlastnictví lze podle vnitrostátních, mezistátních právních předpisů a úmluv považovat výsledek duševního úsilí jedince. Právo k duševnímu vlastnictví pak reprezentuje prostředek ochrany některých nehmotných aktiv. Právo k duševnímu vlastnictví lze rozdělit do dvou hlavních skupin, na autorské právo a související práva, a průmyslové vlastnictví, jež zahrnuje patenty, ochranné známky a průmyslové vzory (Úřad průmyslového vlastnictví, 2010).

Při řešení projektu ve spolupráci s jiným subjektem se smluvně uzavírají tzv. konsorcia. Jde o běžnou praxi zejména pro projekty rámcových dotačních programů EU. Ve smlouvě je věnovaná pozornost také ochraně průmyslových práv. Jsou zde ukotvena pravidla, jak nakládat s vědeckými poznatky, ke kterému konsorcium dospěje. Dále je důležité si ve spolupráci s partnery ujasnit následující body.

1. Kdo vlastní výsledky vědecko-technické práce

Obecně se jedná o společné vynálezy, a účastníci jsou tedy spoludávající. Pokud je poznatek výsledkem práce jednotlivce, výhradně z jeho dovedností a znalostí, než ze sdílených vědeckých poznatků, pak může být stanoven výlučný vlastník výsledků. K tomuto kroku se užívají omezující klausule:

- **územní rozdělení** - vynálezce má možnost přihlásit poznatek k ochraně pouze na území mateřského státu a zbylé strany konsorcia mohou zažádat o ochranu v jiných zemích,

- **rozdělení trhu** - vynálezce je vlastníkem jen v obchodních sektorech své působnosti,
- **bezplatné licence** poznatků pro ostatní smluvní strany.

Pokud se některá ze stran konsorcia vzdá zahájení procesu registrace vědeckého poznatku, pak se ve smlouvě stanoví lhůta, po jejímž uplynutí má jiná strana právo zahájit proces registrace a být tak majitelem patentu. Tato strana přebírá náklady na ochranu poznatku.

2. Komerční využití

Spolumajitelé mohou volně nakládat s vědeckotechnickými výsledky. Z důvodu efektivnosti se však často užívání poznatků omezuje. Jedná se především o omezující klausule zmíněné výše. Pokud jsou partneři velmi blízkého obchodního zaměření a mohlo by tedy dojít ke vzájemné konkurenci, doporučuje se uzavřít dohodu o společné výrobě a marketingu.

3. Smluvní strany

Všechny strany konsorcia mohou poskytnout souhlas ke zveřejnění bližších údajů o vědeckém poznatku, či jej přímo samy uveřejnit, avšak za předpokladu, že toto jednání nebude mít žádný vliv na ochranu poznatku. O zveřejnění musí včas písemně informovat zbylé strany konsorcia, ty mohou v limitu 30 dnů požádat o poskytnutí kopie uveřejnění. Pokud se domnívají, že uveřejnění může poškodit ochranu poznatku, mohou ve lhůtě do 30 měsíců vznést odůvodněné námitky. Veškeré další ujednání tohoto práva lze podrobněji uvést ve smlouvě o konsorciu (ČVUT v Praze, 2008).

Proces vzniku předmětu duševního vlastnictví lze zobecnit následovně:

Výzkum -> Vznik poznatku -> Vývoj poznatku -> Průmyslová výroba -> Zavedení na trh (Jáč, 2005, s. 38).

Poznatek lze chránit následujícím způsobem:

1. dle souboru zákoníků „průmyslového práva“ lze provést kvalifikované zveřejnění poznatku, tzv. ZPŘÍSTUPNĚNÍ, nejprve je nutné posoudit užitečnost předmětu duševního vlastnictví, způsoby využití myšlenky musí být jasně specifikovatelné,

2. dle zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon novel. znění, lze zveřejnit poznatek jako tzv. PUBLIKACI (dílo), autorem je fyzická osoba, která dílo vytvořila. Jedná se o autorská práva (Jáč, 2005).

Vedle výhod plynoucích z ochrany práv duševního vlastnictví firmy vnímají také mnoho důvodů, proč své patenty, ochranné známky, průmyslové či užité vzory neregistrovat. Mezi nejčastější důvody se řadí vysoké finanční náklady spojené s registrací a udržováním patentu. Také proces patentové registrace je zdlouhavý a není tak vhodný pro výrobky s rychlým inovačním cyklem, jako je tomu například v sektoru informačních technologií. Mnohé firmy se také obávají zneužití svého patentu konkurencí. Veřejná dostupnost patentů umožňuje zjistit, na které trendy se firma zaměřuje, odhadnout strategii a využít těchto informací v konkurenčním boji. Dalším nedostatkem, který odrazuje firmy, je neúčinnost registrace práv duševního vlastnictví v některých zahraničních státech, příkladem může být Čína, která je velice známá kopírováním a napodobováním.

2 Inovace jako investice

Inovace je náročný proces nejen na úsilí, ale zvláště pak na finance. Každá inovace je úzce spjata s investicemi, které firma musí financovat již od samého začátku nového projektu, ale výsledku a žádané návratnosti docílí až v době budoucí. Je nutné financovat vývoj, zavedení inovace a následně počátek provozu.

- Vývoj – představuje mzdové náklady, materiálové náklady a související služby (materiál, nákup strojů, energie, získání jiných externích znalostí, administrativa).
- Zavedení – výdaje na pořízení vybavení a náklady se zavedením do provozu (vytvoření prototypu, zaškolení pracovníků).
- Počátek provozu – časové prodloužení mezi výrobou a získáním peněz z prodeje.

Inovace se od investic odlišují zejména v obtížném vyčíslení nákladů a výnosů, vykazují podstatně vyšší rizikovost, nebo také v odlišnosti s průmyslovými právy.

Investiční rozhodování je zásadní pro volbu a realizaci daného inovačního projektu. Součástí takového rozhodování je volba posuzovacích kritérií, kapitálové plánování, očekávané peněžní toky v důsledku investice a případná rizika.

K realizaci inovačního projektu je nezbytně nutné, aby firma disponovala finančními zdroji. Obvykle jsou projekty tak finančně náročné, že většina firem nemá veškerý potřebný kapitál. To platí převážně pro malé a střední firmy, které proto využívají kapitál cizí, díky němuž si zaručí určitou úroveň likvidity. Z toho důvodu je důležité vybrat optimální způsob a poměr získání peněžních prostředků.

2.1 Zdroje financování

Podniky mohou využívat celou řadu financování inovačních projektů, při výběru manažer přistupuje nejprve k interním zdrojům. Interní zdroje jsou zdroje krytí kapitálových potřeb z výsledku hospodaření společnosti. Následně se manažer zaměří na externí zdroje přicházející z vnějšího okolí.

2.1.1 Interní zdroje

Využití vnitřních zdrojů se označuje také jako samofinancování. Jde o uložení části čistého zisku společnosti do rozšíření společnosti s použitím vlastních finančních zdrojů. Nejčastěji se používá k pořízení dlouhodobého majetku.

- Odpisy dlouhodobého majetku – opotřebením majetku v peněžních jednotkách za účetní období, ovlivňují výsledek hospodaření, a tak i základ daně ze zisku.
- Nerozdělený zisk – část zisku po zdanění, jeden z nejdůležitějších ukazatelů efektivnosti podniku.
- Rezervní fondy tvořené ze zisku - část zisku, pro ochranu proti rizikům.

2.1.2 Externí zdroje

Zdroje financování, které podnik nezískal vlastní činností. Jejich využití se odvíjí od velikosti dané společnosti a reagují na potřebné změny ve struktuře majetku.

- Vklady vlastníků – základní zdroj externího financování.
- Emise akcií – majetkové cenné papíry, které vlastníkově přiznávají právo na vlastnický podíl.
- Emise dluhopisů – dlouhodobý cenný papír vyjadřující závazek dlužníka vůči věřiteli se stanoveným úrokem a dobou splatnosti.
- Finanční leasing – pronájem majetku, užívání je odděleno od vlastnictví.
- Krátkodobé a dlouhodobé bankovní úvěry – zapůjčení peněžních prostředků bankou se závazkem splatit jistinu a stanovený úrok.
- Dotace ze státního rozpočtu – přímé a nepřímé dotace.
- Jiné externí zdroje – forfaiting, faktoring, venture kapitál.

Problematika dělení finančních zdrojů je o něco komplikovanější, protože mohou být členěny z hlediska původu tvorby zdroje, času a vlastnictví. Většina podnikových výdajů spojena s inovacemi váže potřebné prostředky dlouhodobě, proto by i podle zlatého pravidla financování měly být kryty dlouhodobými zdroji kapitálu.

Interní zdroje financování mají užší význam než vlastní zdroje financování. Vlastní zdroje dále obsahují i vklady majitelů firmy na začátku podnikání a jejich další zvýšení nebo dary

a dotace. Tyto zdroje jsou zařazeny i mezi zdroje externí, protože vstupují do podniku z vnějšího prostředí.

Externí zdroje financování jsou naopak širším pojmem než cizí zdroje financování. Přehledně zobrazuje rozdělení těchto zdrojů a jejich vzájemné propojení následující obrázek 1.

		Vlastnictví zdrojů	
		Vlastní	Cizí
Původ zdrojů	Interní	- zisk - odpisy	- podniková banka - rezervy na důchod
	Externí	- vklady vlastníků - dotace a dary - venture capital	- úvěry finančních institucí - dluhopisy - finanční leasing - obchodní úvěry - ostatní závazky

Obrázek 1: Zdroje financování
Zdroj: Veber, 2016

V souvislosti s inovacemi je důležité zmínit venture capital (rizikový kapitál), sloužící k financování počátečních činností firmy a inovačních projektů s vysokým rizikem. Kapitál do společnosti vkládá investor, který získá podíl na základním kapitálu podniku. Zároveň investor poskytuje strategické, obchodní a finanční poradenství, čímž podpoří reálné šance inovace. Společnosti, soustředící se na rizikový kapitál, sdružuje asociace CVCA (Czech Venture Capital and Private Equity Association). Dále se touto oblastí zabývají inovační centra, inovační parky a inovační inkubátory (Beck, 2008).

2.1.3 Souhrnný pohled na zdroje financování

Dle výsledků nezávislého průzkumu, kterou v roce 2012 uveřejnila AMSP ČR na téma „Postoj podnikatelů v rámci SME k inovacím a jejich financování“, vyplynulo, že české firmy nejčastěji investují do inovací maximálně 10 % z celkového obrátu a podle respondentů se má výše investic v segmentu malého a středního podnikání pohybovat do 1 milionu korun. Dále průzkum ukázal, že konkrétní inovaci uskutečnilo v posledních 2 letech 91 % firem. V oblasti inovace služeb zavedlo inovaci 72 % firem, marketingové inovace 48 % firem a výrobné inovace 37 % firem. Majitelé firem upřednostňují financování interními zdroji (89 % firem),

což odpovídá faktu, že jedním z hlavních kritérií, při rozhodování o inovacích, jsou volné finanční prostředky. Dalších 19 % respondentů uvádí využití bankovního úvěru. Alternativami financování jsou především granty a dotace z EU, finančního nebo provozního leasingu (AMSP, 2012).

Základním zdrojem financování inovačního projektu musí být podnik, jehož podíl na inovaci by měl činit 3-5 % z obrátu. Daňové zatížení by mělo být na úměrné výši, aby nedocházelo k daňovým únikům v podobě umělého snižování zisků. Odpisy by měly odpovídat míře opotřebení a intenzitě technického pokroku. Kapitálový trh by měl motivovat podniky k jeho využívání a udržovat úvěry dostupnější z hlediska ručení, dosažitelnosti a nákladnosti.

Pro většinu firem je nezbytné, aby inovace byly spolufinancovány. V České republice existuje několik podpůrných programů, například podpora pro malé a střední podnikání, cestovní ruch, regionální rozvoj, podpora investic, či výzkumu a vývoje. Rada vlády pro výzkum, vývoj a inovace (RVVI) poskytuje finanční prostředky speciálním agenturám nebo konkrétním ministerstvům. Tyto prostředky mohou být poskytovány v **účelové** formě na financování tří typů projektů, programových projektů, grantových projektů a veřejné zakázky VaV. V případě projektů vývoje může podpora činit maximálně 20 % a u projektů průmyslového výzkumu až 50 % z celkových uznaných nákladů. Další formou je **institucionální** financování, tedy podpora výzkumných organizací zřízených zákonem nebo ústředními orgány. Nepřímá podpora z veřejných zdrojů je uskutečňována například formou snížení sazby celních, daňových a jiných sazeb, dávek a poplatků, které jsou součástí příjmu daných rozpočtů.

Hlavním podpůrným nástrojem ze strany Evropské unie je Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost (OP PIK), který je v pověření Ministerstva průmyslu a obchodu. Z Evropského fondu pro regionální rozvoj je pro programové období 2014 - 2020 přichystáno 4 331 mil. EUR, přibližně 117 mld. Kč. Finanční prostředky mohou žádat podnikatelské subjekty ve zpracovatelském průmyslu a souvisejících službách.

Operační program PIK je rozdělen do 5 prioritních os, které pokrývají 12 investičních priorit dle nařízení Evropského parlamentu a Rady EU č. 1301/2013 o EFRR. Ke každé investiční

prioritě jsou přiřazeny specifické cíle stanovené řídicím orgánem. Prioritní osy OP PIK jsou následující:

- PO 1 Rozvoj výzkumu a vývoje pro inovace,
- PO 2 Rozvoj podnikání a konkurenceschopnosti malých a středních podniků,
- PO 3 Účinné nakládání energií, rozvoj energetické infrastruktury a obnovitelných zdrojů energie, podpora zavádění nových technologií v oblasti nakládání energií a druhotných surovin,
- PO 4 Rozvoj vysokorychlostních přístupových sítí k internetu a informačních a komunikačních technologií,
- PO 5 Technická pomoc (Obecné informace o OP PIK, 2016).

Získání finančních prostředků z fondů je administrativně náročný proces. Žadatel o dotaci musí nejprve zpracovat v souladu s doporučenou metodikou nutné podklady, které předkládá spolu s žádostí. Pokud administrátor programu projekt schválí a dotaci přidělí, přistupuje se k podpisu smlouvy o financování, se kterou souvisí i celá řada povinností. V případě jejich nesplnění hrozí příjemci opory její odebrání.

Dotace je zpravidla vyplácena až po ukončení celého projektu nebo po dokončení dílčích etap, je proto důležité disponovat penězi již pro realizaci projektu. Investice do inovací se většinou charakterizují jako ekonomická činnost, při níž se subjekt, tedy stát, podnik či jednotlivec, vzdává své současné spotřeby s cílem zvýšení produkce statků v budoucnosti (Fotr, 2005). Čím náročnější jsou inovační projekty, tím významnější důsledky mají na firmu a její okolí. Správné investiční rozhodování vychází z firemní strategie, bere v úvahu interní faktory a externí faktory, které mohou být spojeny s obtížně předvídatelným rizikem.

2.2 Bariéry inovačního projektu

Inovační proces trvá několik měsíců nebo i let a během této doby mohou nastat více či méně závažné překážky, které narušují plynulost jednotlivých fází a komplikují vznik samotných inovací.

Oslo manuál rozděluje nejčastější bariéry inovací do tří skupin, podle společných faktorů, jimiž jsou:

Ekonomické faktory – nadměrně vnímaná rizika, vysoké náklady, nedostatek finančních zdrojů, dlouhá návratnost investice v souvislosti s inovací.

Podnikové faktory – nedostatečný inovační potenciál (VaV, design), nedostatek kvalifikovaných pracovníků, nedostatek informací týkajících se nových technologií, nedostatek informací o trzích, komplikovaná kontrola výdajů na inovace, odpor ke změně ze strany firmy, nedostatky v dostupnosti externích služeb, nedostatek příležitostí ke spolupráci.

Ostatní faktory – nedostatek technických příležitostí, nedostatečná infrastruktura, absence potřeby inovovat vzhledem k dřívějším inovacím, nedostatečná ochrana vlastnických práv, legislativa, normy, regulace, daňový systém, nízká odezva ze strany zákazníků na nové produkty a procesy (OECD, 2005).

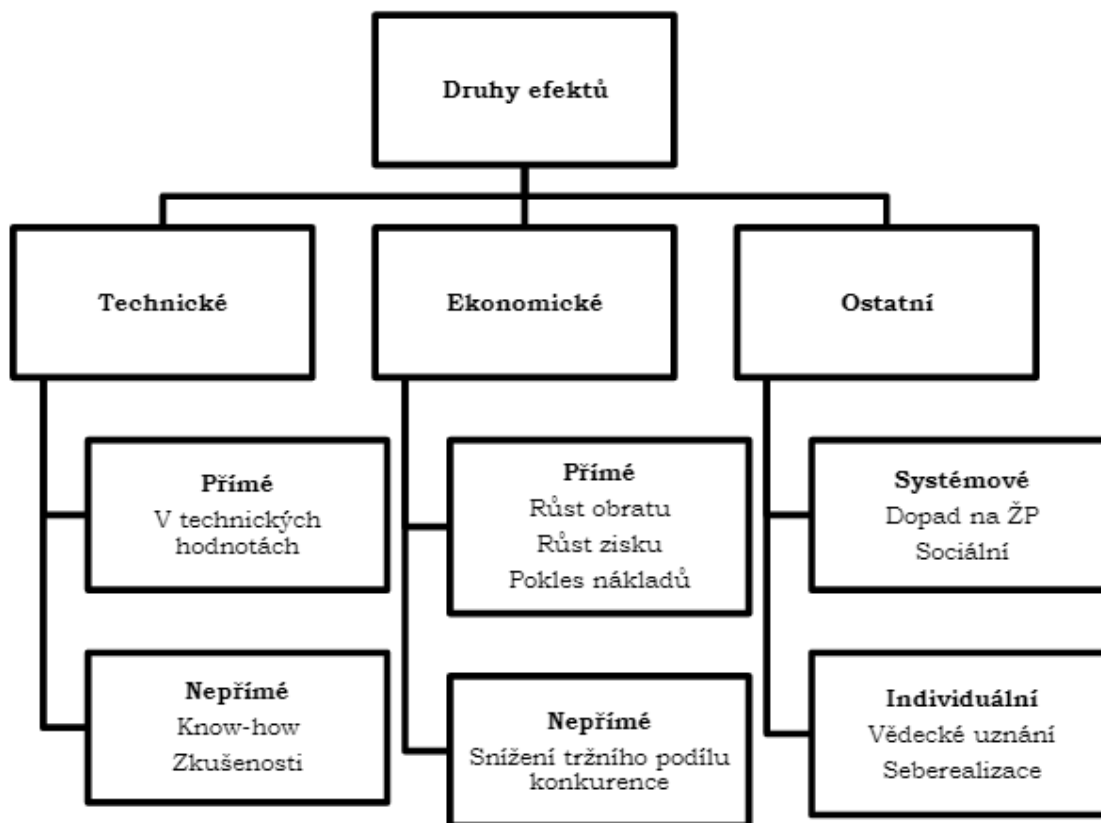
2.3 Efekt inovačního projektu

Pro zjištění úspěšnosti investice se doporučuje vyhodnocování investic na základě tří kritérií, a to technických, ekonomických a ostatních (Žižlavský, 2012). Jednotlivé druhy efektů jsou schematicky zobrazeny na obrázku 2.

Technické efekty – mezi přímé efekty patří například energetická náročnost, spotřeba paliva. Dále lze sledovat nepřímé charakteristiky, zkušenosti, převod know-how, zjištění slabých míst, lepší spolupráce v rámci řešitelského týmu aj. Míra přispění k vyšší efektivnosti se projeví až v průběhu řešení následujících projektů.

Ekonomické efekty – mezi přímé efekty lze zařadit výše zisku, příspěvek na úhradu fixních nákladů a zisku, avšak tyto ukazatele se stěží zjišťují v počátečních fázích inovačního procesu. Zjišťují se především ukazatelé obratu či tržního podílu. Za nepřímý efekt lze označit dopad na konkurenci, omezení tržního podílu konkurenta nebo jeho obratu.

Ostatní - tyto efekty mají spíše sociální povahu vycházející ze společenské odpovědnosti firem. Lze mezi ně zařadit například podíl fyzicky náročných a jednotvárných prací, podíl kreativní práce, změny pracovní náplně, potřeba rekvalifikace, zdravotnicko-hygienických podmínek na pracovišti, bezpečnosti práce, či ekologické dopady.



Obrázek 2: Druhy efektů inovací
Zdroj: Dvořák, 2006

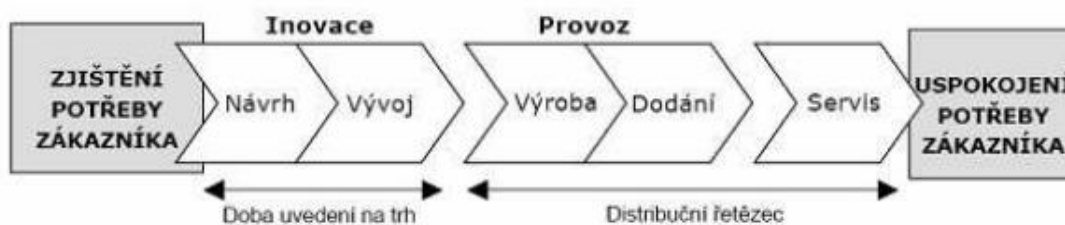
Hodnotit efektivnost inovace je velice obtížné, proto většina podniků posuzuje, jak inovace celkově přispěla k naplnění hlavních cílů, přitom věrohodnost výsledků z přínosů je přímo úměrná na hloubce zrealizované inovace.

Má-li hodnocení inovací být adekvátním nástrojem pro manažerská rozhodnutí a přinést validní informace, je nutné nejprve stanovit a dodržovat řadu zásad. Těmi obecně uznávanými jsou komplexnost, systematičnost a dynamické pojetí. Přesněji řečeno, aby vyhodnocování inovačního procesu probíhalo souhrnně a s určitým řádem za minulé období, současné situace a predikce uvažovaného vývoje.

Současně s hlavními zásadami by měl management podniku zohlednit další řadu principů, kterými jsou interdisciplinární přístup, týmová spolupráce a tvůrčí přístup, jenž podpoří například proces navrhování a výběru konkrétních metod hodnocení v daném podniku (Hadraba, 2005).

2.3.1 Balanced Scorecard

„Balanced Scorecard se v současné době jeví jako inovace manažerské praxe, která vytváří předpoklad pro komplexní hodnocení podnikových jevů, jak z hlediska kvantity, tak i kvality“ (Dytrt, Stříteská, 2009, s. 139). Pro zmapování podnikových procesů je potřeba posoudit a rozčlenit procesy dle 4 perspektiv – zákaznické, finanční, interních podnikových procesů, zaměstnanců a jejich znalostního růstu. Na počátku hodnotového řetězce je zařazen inovační proces, který odhaluje současné a budoucí potřeby zákazníků, a VaV nových způsobů uspokojení těchto potřeb. Základní model tohoto hodnotového řetězce v podobě diagramu je znázorněn na následujícím obrázku 3.



Obrázek 3: Obecný model hodnotového řetězce
Zdroj: Kaplan, 2005

V průběhu vzniká přidaná hodnota vedoucí k uspokojení potřeb vnějšího zákazníka, ale i vlastníka, která musí být v dlouhodobé rovnováze. Inovační podniky používají koncept BSC k řízení své dlouhodobé strategie a k realizaci kritických manažerských procesů, kde inovace je zásadním vnitřním procesem. Inovační scorecard vychází z původní BSC, ale zaměřuje se výhradně na výkonost inovací a skládá se ze dvou prvků. Nejprve se získávají data z výsledků průzkumu trhu. Informace o zákaznících a trzích se dále využívají k druhému kroku, kterým je proces návrhu a vývoje aktuálního výrobku nebo služby. Dobře sestavená inovační scorecard iniciuje individualitu zaměstnanců, zároveň je podněcuje k týmové práci a vede k dosažení cílů. Výběr ukazatelů a jejich optimální hodnoty se odlišují společnost od společnosti, neboť nejsou definována jednoznačná řešení. Z toho důvodů musí manažeři jasně stanovit svoje předpoklady o inovaci a sestavit vhodný inovační model.

Model ve své nejzákladnější formě zachycuje vstupy, procesy, výstupy a výsledky. Mezi vstupy se řadí hmotné a nehmotné zdroje, inovační strategie, vnější okolí podniku. Procesy přetváří zdroje a představují ukazatele v reálném čase. Procesní ukazatele mohou upozornit na

potřebnou změnu. Výstupní ukazatelé popisují přínos inovačního úsilí, popisují projekty až po ukončení, jejich kvalitu, kvantitu a včasnost. Výsledkové ukazatelé zobrazují, jak byly výstupy převedeny do hodnoty pro podnik. Pokud výstupy na trhu uspěly a byly pro podnik ziskové, potom přinesly hodnotu. V opačném případě jsou pro podnik negativní a management se z nich musí poučit (Žižlavský, 2012).

2.3.2 Frascati manuál

Frascati manuál vydává Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD) už od roku 1963, jako metodickou pomůcku v oblasti výzkumu, vývoje a inovací. Zatím poslední vydání vyšlo v roce 2015, které rozšířilo verzi z roku 2002. Charakterizuje 5 kritérii, které by měly činnosti VaV splňovat. Mezi obvyklou novost a nejistotu nyní přibyl kreativní přístup, systematickosti, schopnost reprodukce výsledků vývoje. Podrobně specifikuje tři činnosti, které zahrnuje výzkum a vývoj:

- **základní výzkum** – experimentální nebo teoretická práce prováděná za účelem získání nových znalostí o základech jevů a pozorovatelných skutečnostech, bez úvah o jejich konkrétním využití,
- **aplikovaný výzkum** – vychází ze základního výzkumu a je směřován k určitému praktickému cíli,
- **experimentální vývoj** – systematická práce, která čerpá získané znalosti z výzkumu a praktických zkušeností. Cílem je výroba nových materiálů, produktů nebo zařízení, zavedení nových postupů, systémů a služeb, nebo k podstatnému zlepšení stávajících.

Součástí Frascati manuálu je také příručka pro sběr a použití dat o inovacích v průmyslu, Oslo manuál. Rozebírá inovační proces a ekonomické dopady na základě zkušeností a výzkumů v zemích OECD i mimo ně. Zkoumá také netechnologické inovace a vztahy mezi jednotlivými typy inovací. Oslo manuál si klade dva základní cíle:

- poskytnout rámec pro průběh statistických šetření tak, aby byla zajištěna mezinárodní srovnatelnost dat,
- pomoci novým členům v této oblasti.

Jak je v Oslo manuálu uvedeno, na měření inovačních aktivit lze nahlížet subjektivním přístupem, který také doporučuje, nebo objektivním přístupem.

Subjektový přístup sleduje celkové výdaje vynaložené na inovační činnosti za určité časové období. Zahrnuje také výdaje, které se s daným inovačním projektem nepojí. Přináší lepší mezinárodní porovnatelnost dat o inovačních výdajích, díky které lze provést porovnání inovujících a neinovujících podniků. Nevýhodou je zejména nejasná souvislost výsledků se vstupy v často neexistující vazbě inovačního projektu a inovace, která je uvedena na trh.

Objektový přístup bere v úvahu výdaje jako konečné částky na inovace realizované v průběhu daného období. Tento přístup nezahrnuje výdaje na inovace, které byly pozastaveny nebo výdaje na VaV, které nesouvisí s žádným konkrétním projektem. Výhodou je schopnost propojit konkrétní výdaje s výstupy. Naopak nevýhodou je nutnost použít finanční údaje z předchozích let, které by zároveň měly podávat informace o konkrétních projektech.

Z důvodů dosažení větší spolehlivosti je Oslo manuálem doporučeno, aby firmy členily výdaje tzv. metodou „odzdola-nahoru“. Výpočet se provádí tak, že se nejprve vyčíslí výdaje za jednotlivé druhy inovačních činností, a následně se sečtou, přičemž výsledek se musí rovnat celkovým inovačním výdajům daného podniku. Sledování výdajů je rozděleno do následujících šesti skupin:

- *„výdaje na VaV,*
- *výdaje na nehmotnou techniku a know-how,*
- *výdaje na hmotnou techniku,*
- *výdaje na nástroje, průmyslové inženýrství, průmyslový design a zavádění výroby, včetně ostatních výdajů na pilotní provozy a prototypy,*
- *výdaje na školení souvisejícími s inovačními činnostmi,*
- *marketing technicky nových či zdokonalených výrobků.“ (OECD, 2005)*

2.3.3 Ekonomická efektivnost inovačního projektu

Hodnocení ekonomické efektivnosti inovačního projektu poskytuje zpětnou vazbu v průběhu či po ukončení inovace, ale hraje významnou roli i v rozhodování o realizaci dané investice k financování inovačního projektu. K ekonomické efektivnosti investičních projektů jsou nejčastěji používány metody založené na zpracování dat z peněžního toku, a to z důvodu, že se

v nich zohledňují všechny příjmy a výdaje související s investicí. Každá metoda přináší informace o investici do inovačního projektu z různých pohledů a jejich následné vyhodnocení závisí přímo na znalostech a zkušenostech manažera. Mezi tyto metody se začleňují základní finanční ukazatele. Vybrané ukazatele, které budou v praktické části práce použity, jsou blíže představeny v příloze A:

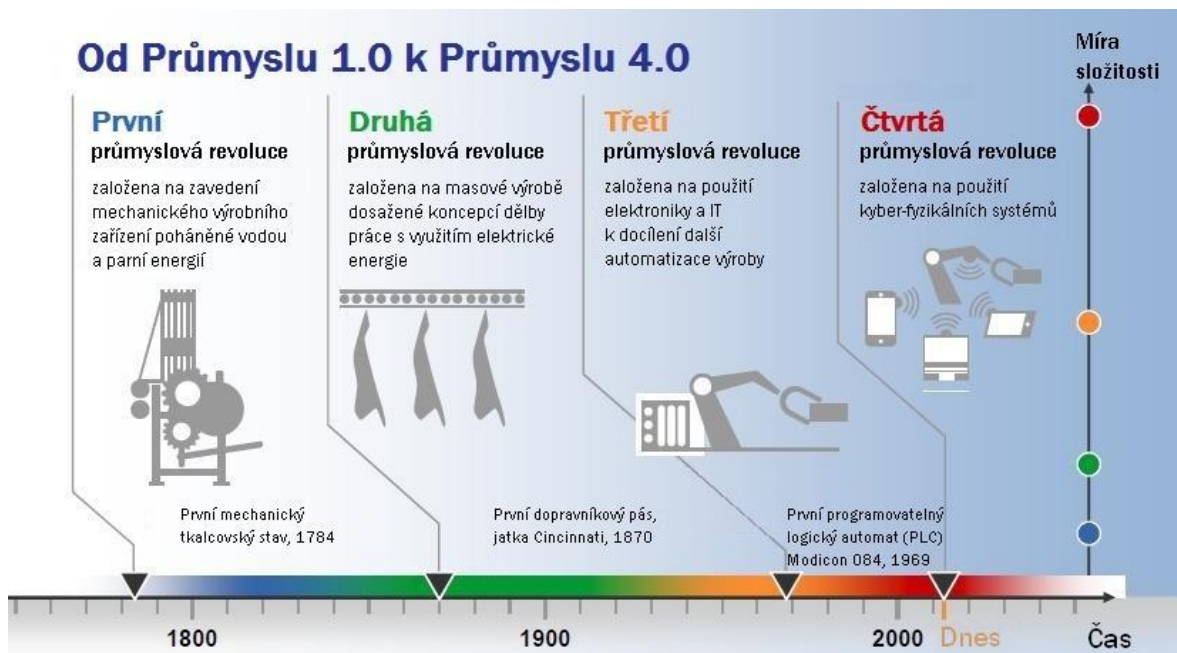
- čistá současná hodnota,
- vnitřní výnosové procento,
- doba návratnosti,
- rentabilita investovaného kapitálu.

Pro každé hodnocení je důležité stanovit zpětnou vazbu a porovnat tak to, co podnik očekával s tím, čeho dosáhl. Vrcholové vedení firmy musí znát inovační potenciál v porovnání s konkurencí. Pro naplnění dlouhodobé strategie je zapotřebí také průběžně hodnotit inovační výkonnost podniku.

Inovace musí být vždy zisková, avšak manažeři by měli dát větší váhu spíše nefinančním ukazatelům, jež vykazují validnější hodnocení inovací v reálném čase.

3 Průmyslové revoluce

Podtitulem konceptu Industry 4.0 by mohlo být „Nová cesta, jak zvýšit produktivitu“ či „Technologie jako příležitost“. První průmyslová revoluce započala koncem 18. století a vyznačovala se použitím energie páry a vody, z nichž vzešel průkopnický parní stroj, který se stal významným zdrojem energie nejen v dopravě, ale právě i v průmyslu, kdy stroje byly poháněné transmisemi od centrálního parního stroje. Došlo tak k přechodu od ruční výroby k mechanické velkovýrobě a změně ve všech hospodářských odvětvích. Druhá průmyslová revoluce proběhla na počátku 20. století, charakteristickou pro ni byla pásová výroba, spalovací výroba a hlavně elektřina. Za prapočátek této revoluce mnoho zdrojů uvádí vynález žárovky Thomase Alva Edisonem v roce 1879. Úplně první montážní linku zavedla firma Cincinnati v roce 1870 (Cejnarová, 2015) a využila tak příležitost masové produkce. V 70. letech minulého století nastartoval další etapu příchod počítačů a mikroprocesorů, jež vyústily v širokou automatizaci jednotlivých výrobních linek. První programovatelný automat Modicon 084 byl představen v roce 1969 společností na vývoj, výrobu a prodej programovatelných automatů, MODICON – Modular Digital Control. Jednalo se o průmyslový počítač s řídicí jednotkou, nazýván také jako PLC (Programmable Logic Controller) (Křena, 2015).



Obrázek 4: Vývoj průmyslové revoluce

Zdroj: ANON. *EngineersJournal* [online]. [cit. 4.12.2016]. Dostupné z: <http://www.engineersjournal.ie/>

Jak již v úvodu bylo zmíněno, čtvrtou průmyslovou revolucí, kterou právě společnost prochází, představují kyberneticko-fyzikální systémy (CPS – cyber-physical systems), díky kterým postupně vznikají tzv. chytré továrny. Klíčovou roli zde hraje internet, který dnešní svět výrazně změnil. V roce 1962 začala agentura ARPA provádět výzkum webové sítě se snahou vyvinout komunikační síť pro počítače. Již v roce 1969 agentura představila svou experimentální síť ARPANET, následně prováděla její testování a o osmnáct let později přišel Internet. Jeho šíření začalo v roce 1994 a během následující dekády se celosvětově rozrůstal (Peterka, 1995). Graficky mapuje časové rozložení jednotlivých revolucí obrázek 4, v podobě grafu, kde na vodorovné ose jsou zaneseny roky, a svislá osa představuje míru složitosti průmyslových revolucí.

3.1 Industry 4.0

Na počátku Industrie 4.0 stál oficiální projekt německé vlády, známý také pod anglickým názvem jako Industry 4.0, který byl poprvé zmíněn v roce 2011 na německém veletrhu Hannover Messe. Projekt vycházel ze snahy propojit automatizované výrobní systémy do průmyslového Internetu věcí (IoT - Internet of Things) a dospět tak k optimalizaci nejen výroby, ale celého obchodního modelu. Původní masová produkce již nepřináší žádnou výhodu, zákazníci mají vlivem vysoké konkurence na trhu stále vyšší nároky a výrobci hledají konkurenční výhodu v jiných oblastech než dříve. Na vývoji celého konceptu se podílejí přední německé firmy Siemens, Bosch, ABB, SAP. Oficiální dokument Industrie 4.0, zpracovaný pracovní skupinou pod vedením Daise a Kagemana, byl veřejnosti poprvé představen v roce 2013 opět na veletrhu Hannover Messe.

Německou iniciativu Industrie 4.0 postupně následovala většina zemí zaměřená na průmysl. Ve Spojených Státech Amerických vzniklo AMP 2.0 – Advanced Manufacturing Partnership 2.0, iniciativa Bílého domu OSTP – Office of Science and Technology Policy z října 2014 a dále neziskové konsorcium zaměřené na standardizaci SMLC Smart Manufacturing Leadership Coalition.

Čína vyhlásila svůj program v květnu 2015 pod názvem Made-in-China 2025, který vypracovala společnost – Siemens A. G. Ministerstvo průmyslu a informačních technologií představilo 94 projektů zaměřených na smart factory, a vydalo soubor zásad k propagaci a implementaci této strategie.

Japonsko pracuje na svém konceptu Industrial Value Chain Initiative na základě spolupráce přes 30 firem (mj. Panasonic, Fujitsu, Mitsubishi, Toshiba), kolektivně řeší standardy a financování společných projektů.

V České republice byl v červenci 2015 zahájen program z iniciativy Ministerstva průmyslu a obchodu, Národní iniciativa Průmysl 4.0, který se snaží o spolupráci všech rezortů na podporu zavedení principů revoluce (Mařík, 2016).

3.1.1 Popis konceptu Industry 4.0

Smyslem tohoto konceptu je vytvoření inteligentní komunikační sítě pro stroje, produkty a polotovary, pracovníky a další systémy, skrze výrobní, ekonomické, obchodní, logistické a další úseky, jejíž subsystémy zároveň fungují autonomně, vzájemně komunikují a improvizovaně reagují. Informace tedy neplyne odspodu nahoru přes komunikační pyramidu, ale síť umožňuje komunikaci kohokoliv s čímkoliv. Aby k této komunikaci mohlo docházet, jsou prvky, které samy neumí komunikovat, zastupovány softwarovými moduly, které jednájí za ně. Integrace v síti je velice flexibilní, mohou do ní vstupovat či odcházet nové prvky bez nutnosti přeprogramování. Avšak koncept Industry 4.0 zasahuje mnohem dál, pod tímto pojmem se uvádějí také cloudová úložiště, datová centra, 3D tisk, tzv. chytré sklady a mnohem více.

Se čtvrtou průmyslovou revolucí souvisí i **trojí průmyslová integrace**:

- Integrace **horizontální** (hodnotového řetězce), jež zabezpečuje koordinaci od podání objednávky zákazníkem, přes naplánování výroby až po expedici a distribuční řetězec,
- integrace **vertikální** (vnitropodniková) od výroby v reálném čase až po rozhodování ve vrcholovém managementu,
- integrace **inženýrské podpory** (životního cyklu) podpora životního cyklu výrobku od prvotního návrhu, výzkumu a vývoje, přes prototypování, rozvrhování výroby, distribuci až po ošetření celého životního cyklu výrobku (Mařík, 2016).

3.1.2 Principy konceptu Industry 4.0

Celý koncept čtvrté revoluce je budován na základě 6 principů, jimiž jsou následující:

- Interoperabilita – schopnost komunikace CPS, pracovníků a veškerých komponent, prostřednictvím IoT a IoS,
- virtualizace – každá jednotka má svoji virtuální interpretaci pomocí kódu, softwarového modulu a spojuje elementy virtuálního světa se světem reálným,
- decentralizace – absence centrálního elementu, autonomní rozhodování, případně vzájemná domluva na rozhodnutí,
- práce v reálném čase – reakce na problémy přetížení komunikačních linek, neschopnost procesorů úkoly včas zpracovat,
- orientace na služby – přechod k SOA, autonomní jednotky samy požadují služby po jiných jednotkách,
- modularita a rekonfigurabilita – nový stroj ve výrobní lince se sám napojí do komunikační sítě a sdělí veškeré informace o dostupnosti a svých schopnostech, stejně tak se i v případě ztráty dovednosti odhlásí z procesu. Celý systém se díky maximální modularitě automaticky zrekonfiguruje.

3.1.3 Klíčové elementy konceptu

Tato podkapitola seznamuje s nejběžnějšími pojmy, které s konceptem Industry 4.0 zásadně souvisí.

CPS – kyberneticko-fyzikální systémy, jedná se o systém, v němž jsou zapojeny inteligentní prvky, prostřednictvím IoT. Toto propojení přináší mnoho výhod. Stroje obstarávají rutinní práci, jsou schopny řešit problémy, rozhodovat se a dle potřeby upravovat spotřebu energií a materiálů. Změny poptávky a jednotlivé specifické požadavky zákazníků budou splněny při nákladech, které běžně vykazuje masová výroba. Další náklady budou ušetřeny v oblasti času, díky rychlé adaptaci na změny a rozhodování se efektivita citelně projeví v celém obchodním řetězci. Zároveň výroby i služby dosáhnou vyšší kvality. Internet služeb bude zákazníky informovat o novinkách, typech a radách, jak udržovat produkt v nejlepším stavu (Technologie, 2016).

Internet věcí, Internet služeb a Internet lidí – hovoří se o několika internetech, ve skutečnosti se jedná o jediný internet s infrastrukturou v rámci celého výrobního úseku. Fyzické prvky jsou vzájemně propojeny připojením k internetu, kde všechny prvky, výrobní zařízení, výrobky i nosiče výrobků, mají svou vlastní IP adresu. Jsou reprezentovány softwarovými entitami, které za ně ve virtuálním světě koordinují činnosti a rozhodují. Internet služeb je soubor systémů založených na online práci a sdílení dat na cloudových úložištích. Využitím cloudů se již data nemusí ukládat na vlastní hard disky a hlavní nespornou výhodou je dostupnost, k níž stačí běžný webový prohlížeč. Ke třetímu typu Internetu lidí IoP se lidé pro komunikaci se stroji připojují pomocí speciálních aplikací, a to i na bázi přirozené řeči, vizuální nebo hmatové informace (MM Průmyslové spektrum, 2016).

RFID technologie - založena na identifikaci objektů s využitím radiofrekvenčních vln. Data jsou uložena v čípech a následně je lze i zpětně načítat či přepisovat. Tato technologie postupně nahrazuje čárové kódy, protože v porovnání s nimi je rychlejší, přesnější, obousměrná a je vybavena i pamětí. Čtecí zařízení je také schopno přečíst až stovky čipů najednou. Celá technologie se skládá ze tří základních prvků – antény, čtečky a transpondéru. Čtečka je připojena k anténě, která do okolí neustále vysílá elektromagnetické vlny. Pokud se v této vzdálenosti nachází čip, automaticky se připojí, následně pošle zpět přes anténu informace o sobě, vlastnosti i historii, které jsou dále zpracovávány. Těmito čipy jsou opatřeny veškeré materiály, výrobky, vozíky i stroje, aby spolu mohly vzájemně komunikovat (Technologie RFID, 2016).

Big Data a Clouds - následkem propojení IoT, IoS a IoP je přenos velkého objemu dat, které jsou důležité pro vyhodnocování a k odvození budoucího vývoje. Big Data a Clouds společně vytvoří efektivní a přehlednou databázi. Nasbíraná data se využívají k plánování zdrojů, projektovém managementu a údržbě. Cloudy jsou výhodné v několika ohledech, a to především v ceně, výkonnosti, nezávislosti na vzdálenosti, údržbě a spolehlivosti celé sítě. Do centrálního Cloudu jsou opět napojeny všechny prvky a mají možnost získat tyto informace. Avšak často se jedná o citlivá data, která jsou přenášena přes internet do vzdálených úložišť, a proto je nutné jejich zabezpečení (Technologie, 2016).

Počítačová bezpečnost – cyber security je základní požadavek pro zabezpečení komunikace, která bývá problémem zejména v malých a středních firmách. Podniky musí mít neustálou kontrolu nad situací ve virtuální sféře a schopnost predikovat potenciální hrozby v oblasti

bezpečnosti. Nutností je zabezpečit celý řetězec zařízení, jejich správu a zašifrovat citlivá obchodní data před útokem malwarů a dalších virů přicházejících z internetu. Pro globální systém je důležité nastavit zodpovědnost za bezpečnost datové infrastruktury na úrovni dílny, podniku, odvětví, státu či mezinárodních organizací.

Získat data z počítače lze i bez použití internetového připojení, jak potvrdil výzkum izraelských vědců. Přesun zvládli provést za pomoci větráčku v počítači a telefonu ve vzdálenosti osmi metrů. Do počítače byl nainstalován software, který reguloval rychlost otáček větráčku a měnil i jeho zvuk. Na principu nul – „hluk“ a jedniček – „ticha“. Software přenášená data zakódoval a přijímací telefon je opět převedl zpět. Při největší vzdálenosti byla rychlost přenosu 600 bitů/hodinu. Důležité počítače jsou většinou odpojeny od internetu, tato metoda zabezpečení se nazývá air gap, často se využívá pro vojenské účely nebo v řídicích systémech jaderných elektráren. Způsobů, jak přenést informace z počítače, je mnoho. Využit se dají například i reproduktory, proto se doporučuje i tzv. audio gap, tedy počítač, který není vybaven reproduktory. Aby celá operace mohla proběhnout, musí se software nejprve do počítače dostat, což je zásadní komplikací, avšak dokonalé zabezpečení počítače neexistuje a nejspíše nikdy ani nebude (Voženílek, 2016).

3.1.4 Digitální závod v Amberku

Výrobní závod společnosti Siemens EWA (Electronics Works Amberg) se sídlem v německém Amberku je dokonalým příkladem konceptu „digitální továrny“ uvedeného do praxe. Zabývá se výrobou programovatelných logických automatů Simatic (PLC) jejichž využití je široké od řízení lyžařských vleků, palubních systémů výletních lodí až po řízení výrobních procesů v nejrůznějších průmyslových odvětvích.

Vedení tohoto výrobního závodu již dnes používá postupy, které se v řadě průmyslových provozů stanou standardem až za několik let. Díky obousměrné komunikaci si výrobky řídí vlastní montáž. Optické QR kódy, které jsou umístěny na každém polotovaru, v sobě nesou informace o potřebných krocích, kterými výrobek musí projít. Průmyslová produkce tak bude v relativně blízké budoucnosti mnohem flexibilnější a současně efektivnější – tedy rychlejší, levnější a kvalitnější.

Kvalita výroby v tomto závodě dosahuje 99,99885 % a díky celé řadě zkušebních stanic je i těch několik vadných kusů bezchybně a efektivně objeveno. Celkem se v závodě ročně vyrobí

na 12 milionů produktů Simatic. Přes vysokou automatizaci závodu jsou pracovníci stále velice důležití, a to především v oblastech vývoje a designu produktů, výrobního plánování a řešení neočekávaných událostí. Tento fakt se ani v budoucnu nezmění, jak sám Karl-Heinz Büttner, vedoucí závodu EWA, říká: *„Pochybuji, že budou v dohledné budoucnosti existovat stroje, které budou schopny myslet nezávisle a pracovat inteligentně bez lidské pomoci“* (Cejnarová, 2015).

3.2 Národní iniciativa Průmysl 4.0

„Náš lidský i politický závazek vůči naší společnosti – udržet a rozvíjet naši konkurenceschopnost a vysokou míru podílu průmyslu na tvorbě HDP i na obchodní výměně – nás předurčuje k tomu, abychom i v procesech nastartovaných čtvrtou průmyslovou revolucí stáli v první řadě“ (Mařík, 2015), tak uvádí iniciativu ministr průmyslu a obchodu s ambicí plně se věnovat největší inovační výzvě dneška a dokázat ji plně využít a realizovat.

Česká republika se řadí k zemím s dlouhou průmyslovou tradicí a průmyslová revoluce jí přináší příležitost k udržení se na globálním konkurenčním trhu. Díky komparativním výhodám je atraktivní zemí pro zřizování poboček globálních firem, ale tento trend by mohl v případě ignorování vývoju v technologiích vést k výraznému poklesu zájmu o spolupráci a investic. To by mělo vliv na makroekonomické a sociální prostředí. Proto je zde snaha o rozvoj podnikatelského a společenského prostředí v oblasti digitalizace. Především vybudovat datovou a komunikační infrastrukturu, změny ve vzdělávacím systému, zavést nové nástroje na trh práce a fiskální podpory firmám na investice do nových technologií (Mařík, 2015).

3.2.1 Změny v technologiích

Iniciativa Průmysl 4.0 si žádá výrazných změn především v následujících oblastech:

- komunikační technologie,
- informační a výpočetní technologie,
- kybernetika a umělá inteligence,
- materiály a biotechnologie.

V souvislosti s ICT technologiemi se stále zmiňuje Mooreův zákon, který říká, že hustota integrace tranzistorů se zdvojnásobí každých 18 měsíců. Tuto celosvětově známou tezi

publikoval v roce 1965 spoluzakladatel společnosti Intel, Gordon Moore. Trend původně předpovídal pro následujících 10 let, avšak toto pravidlo platí již přes 50 let a předpokládá se, že bude platit i nadále (Mooreův zákon, 2015). Z toho plyne, že technologie se zlepšují vzrůstající se vlnou, a proto bude nutné nepřetržitě inovovat.

Grafické znázornění Mooreova zákona ukazuje obrázek 5. Na vodorovné ose jsou zobrazeny roky v odstupech po pěti letech a na svislé ose je zanesený počet tranzistorů.



Obrázek 5: Mooreův zákon - počet tranzistorů na různých procesorech během času
Zdroj: ANON. Svět hardware [online]. [cit. 4.12.2016]. Dostupné z:
<http://www.svehardware.cz/mooreuv-zakon-odhaluje-nejen-vyvoj-pocitacovych-cipu/40367>
Poznámka: Uvedené pojmy v anglickém jazyce jsou názvy procesorů.

Pokrytí celého státu vysokorychlostním internetem pro kvalitní přenos digitálních dat je nutným nikoliv postačujícím předpokladem k implementaci systémů Průmyslu 4.0. Zásadní je znalost a uvědomění si podstaty celého konceptu v ekonomickém i sociálním prostředí.

Významný krok vpřed vzešel ze spolupráce T-Mobile a SimpleCell Networks, kteří budují první českou veřejnou komunikační síť SIGFOX pro internet věcí. T-Mobile se stará o umístění technologií SIGFOX na konstrukce svých mobilních vysílačů, dohled a údržbu sítě. Obě firmy prohlásily, že signál sítě do konce roku 2016 pokryje celou Českou republiku. Typickým využitím v Evropě jsou odečty vody, elektřiny, plynu, parkovací senzory, Industry 4.0, SmartCity, zabezpečovací zařízení, logistika, měření srážek a průtoků na záplavových tocích a jiné (T-Mobile Tiskové Centrum, 2016).

Česká řešení pro potřeby národního trhu ovšem také musí reagovat na globálně standardizované požadavky, jež mají mezinárodní firmy. Je nutná specifikace požadavků, které musí výrobek či služba splňovat tak, aby byly kompatibilní.

Podle slov profesora Maříka je pro Českou republiku důležité: „*Budovat Národní centra kompetence, vytvářet nadkritickou koncentrovanou kapacitu, a to na bázi toho, co je k dispozici. Například centra VaVpI, Centra kompetence TAČR, různá centra excellence, atd.*“ (Mařík, 2016). Výhodným startem se zdá být spolupráce vysokých technických škol a odborných průmyslových firem k vybudování užitečných inovací a rozvoji v reálném podnikatelském světě. Tak jak již učinilo Německo v případě Fraunhoferovy společnosti. Ta je dnes největší evropskou organizací pro aplikovaný VaV, a poskytuje informační a poradenské služby. Spolupracuje s 67 ústavů a výzkumnými instituty po celém Německu. Společnost zaměstnává kolem 24 000 spolupracovníků a operuje s ročním obratem přes 2,1 mld. eur. Jako rozhodující finanční zdroj nadace se částečně užívají příjmy z licenčních práv, jako například z formátu MP3, který vyvinul právě vědecký tým jednoho Fraunhoferova institutu (Facts and Figures, 2016).

3.2.2 Změny na trhu práce

Koncept Průmysl 4.0 se přiklání spíše ke znalostní společnosti a v jeho důsledku je třeba zvážit sociální dopady. Postupným zaváděním bude docházet ke změně náplně práce zaměstnance, jeho role, či jeho dovedností. Je proto důležité přenastavit systém vzdělávání, politiku trhu práce a sociální politiku.

Digitalizace je proces, jehož výsledkem je nahrazení práce kapitálem za účelem vyšší efektivnosti. Studie, kterou uveřejnila Vláda ČR v roce 2015 v reakci na trend digitalizace, uvádí následující, „*Objem mezd přímo vynaložených na proces digitalizace a tvorbu fyzického kapitálu či jeho údržbu je z teoretického hlediska striktně nižší než objem mezd digitalizací zaniklých. Ze stejného teoretického hlediska by ale v uzavřeném modelu měl objem mezd relativně kompenzovat výpadek zaniklých mezd. Ač první teoretický předpoklad, že počet nově vzniklých pracovních míst přímo spojených s procesem digitalizace by měl být menší než počet zaniklých pracovních míst, se v modelu potvrdil, předpoklad vyššího objemu mezd na pracovní místo se potvrdit nepodařilo*“ (Chmelař, 2015).

Nejvíce ohrožené profese jsou právě ty, které lze jednoduše nahradit za pomoci nových informačních technologií. Samozřejmě se s tímto faktem společnost setkává již nyní, ale proti zrušení těchto profesí stále stojí významné výdaje na digitalizaci. V rámci studie vytvořilo Oddělení strategie a trendů Evropské unie seznam profesí, které budou na českém trhu práce v následujícím horizontu 15 – 20 let ovlivněny. Obrázek 6 představuje dvacet profesí, které jsou v České republice nejohroženější v době digitalizace.

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 pojízdných 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

Obrázek 6: Dvacet profesí s největším indexem ohrožení digitalizací
Zdroj: Chmelař, 2015

Naopak profese, u kterých se vliv digitalizace nepředpokládá, a tudíž jejich zrušení nehrozí, jsou převážně z oblasti sociální, organizační, kreativní nebo intelektuální. Blíže je představuje následující obrázek 7.

ISCO-3 Kód	Název profese	Index ohrožení digitalizací
142	Řídicí pracovníci v maloobchodě a velkoobchodě	0,000
221	Lékaři (kromě zubních lékařů)	0,001
222	Všeobecné sestry a porodní asistentky se specializací	0,002
134	Řídicí pracovníci v oblasti vzdělávání, zdravotnictví, v sociálních a jiných oblastech	0,002
122	Řídicí pracovníci v oblasti obchodu, marketingu, výzkumu, vývoje, reklamy a styku s veřejností	0,005
231	Učitelé na vysokých a vyšších odborných školách	0,008
133	Řídicí pracovníci v oblasti informačních a komunikačních technologií	0,008
141	Řídicí pracovníci v oblasti ubytovacích a stravovacích služeb	0,010
131	Řídicí pracovníci v zemědělství, lesnictví, rybářství a v oblasti životního prostředí	0,011
226	Ostatní specialisté v oblasti zdravotnictví	0,011
215	Specialisté v oblasti elektrotechniky, elektroniky a elektronických komunikací	0,015
252	Specialisté v oblasti databází a počítačových sítí	0,021
143	Ostatní řídicí pracovníci	0,021
312	Mistři a příbuzní pracovníci v oblasti těžby, výroby a stavebnictví	0,022
214	Specialisté ve výrobě, stavebnictví a příbuzných oborech	0,044
111	Zákonodárci a nejvyšší úředníci veřejné správy, politických a zájmových organizací	0,048
213	Specialisté v biologických a příbuzných oborech	0,050
263	Specialisté v oblasti sociální, církevní a v příbuzných oblastech	0,054
132	Řídicí pracovníci v průmyslové výrobě, těžbě, stavebnictví, dopravě a v příbuzných oborech	0,054
242	Specialisté v oblasti strategie a personálního řízení	0,056
264	Spisovatelé, novináři a jazykovědci	0,058

Obrázek 7: Dvacet profesí s nejnižším indexem ohrožení digitalizací

Zdroj: Chmelař, 2015

Předpokládaný poměr jsou 2 nová pracovní místa k 5 zaniklým. V důsledku eliminace určitých profesí bude nutné přejít k rekvalifikacím na náročnější pozici, což zvýší náklady státního rozpočtu na opětovné začlenění pracovníka do pracovního procesu, aktivní politiky zaměstnanosti a zajištění sociální ochrany. Proto je důležité, aby stát změny stávajících profesí včas podchytil a aktivně spolupracoval s podnikatelským prostředím a reagoval na jejich požadavky. Vytvářel nové podpůrné nástroje, fondy na rekvalifikace a obměnil systém vzdělávání.

3.2.3 Náзор české veřejnosti

Z ankety, kterou provedl Svazu průmyslu a dopravy ČR a Elektrotechnické asociace ČR u příležitosti konference "Připraveno pro Průmysl 4.0" v únoru 2016 v Praze vyplynulo, že téměř 70 % firem vnímá Průmysl 4.0 jako příležitost, a to zejména ke zvýšení produktivity práce. Necelých 25 % dále předpokládá, že tento koncept vyřeší nedostatek zaměstnanců

s technickým zaměřením. Zároveň už čelí tlaku na snižování zaměstnanosti. Co se týče konkurenceschopnosti, její zlepšení očekává skoro 20 % respondentů. Celých 66 % respondentů očekává podporu od státu při zavádění konceptu Průmysl 4.0 do svých firem, a to zejména daňovou pro vývoj a inovace. Zhruba 40 % respondentů očekává zlepšení v digitální komunikaci se státní správou a podniky, zároveň se však obávají vyšší legislativní zátěže.

Skeptickým bodem při zavádění Průmyslu 4.0 je především v oblasti digitální ekonomiky a aplikovaného výzkumu. Respondenti kritizují absenci koncepce a strategie České republiky, chabý rozvoj datových sítí pro adekvátní komunikaci. 20 % respondentů vyjádřilo svou obavu o výraznější převaze nadnárodních korporací a zvýšení tlaku na české firmy.

Prezident Elektrotechnické asociace ČR Jiří Holoubek, který je také členem představenstva Svazu průmyslu a dopravy ČR, se k tomuto tématu vyjádřil následovně: *"Firmy jsou relativně slušně připraveny na implementaci prvků Průmyslu 4.0 do procesu průmyslové výroby a s tím souvisejících činností. Potřebují však, aby stát vytvořil takové podmínky, aby tato implementace mohla skutečně proběhnout. Anketa potvrdila určité obavy firem, zda je stát připraven k potřebným změnám."* (Mostýn, 2016)

4 Charakteristika vybraného podnikatelského podniku

Společnost TOS VARNSDORF, a. s., sídlí ve Varnsdorfu na severu Čech a už od doby svého založení, které se datuje k roku 1903, se věnuje výrobě obráběcích strojů. Stěžejními pilíři společnosti jsou vývoj, výroba a následný prodej strojů, které jsou doplněny o další služby.

Výrobní program se skládá ze tří skupin produktů, a to:

- stolové obráběcí stroje pro univerzální použití a výkonné obrábění dílců od 5 do 30 tun,
- velké deskové stroje typu WRD pro nejtěžší technologické operace pro obrobky do hmotnosti 130 tun,
- moderní obráběcí centra pro využívání nejmodernějších technologií s nejprogresivnějšími moderními nástroji, které umožňují aplikaci automatické výměny nástrojů, palet a integraci do automatických výrobních systémů (Profil společnosti TOS VARNSDORF, a. s., 2016).

Společnost čítá 7 výrobních hal o rozloze téměř 33 tisíc m², ve kterých zaměstnává okolo 500 zaměstnanců a za uplynulý rok 2015 vykázala obrát 63,3 mil EUR. TOS VARNSDORF, a. s., má po celém světě 7 dceřiných společností a obchodní zastoupení ve více než 50 zemích světa. Dále ještě joint venture s TOS KUMMING Machine Tool Co, Ltd a OOO GRS URAL.

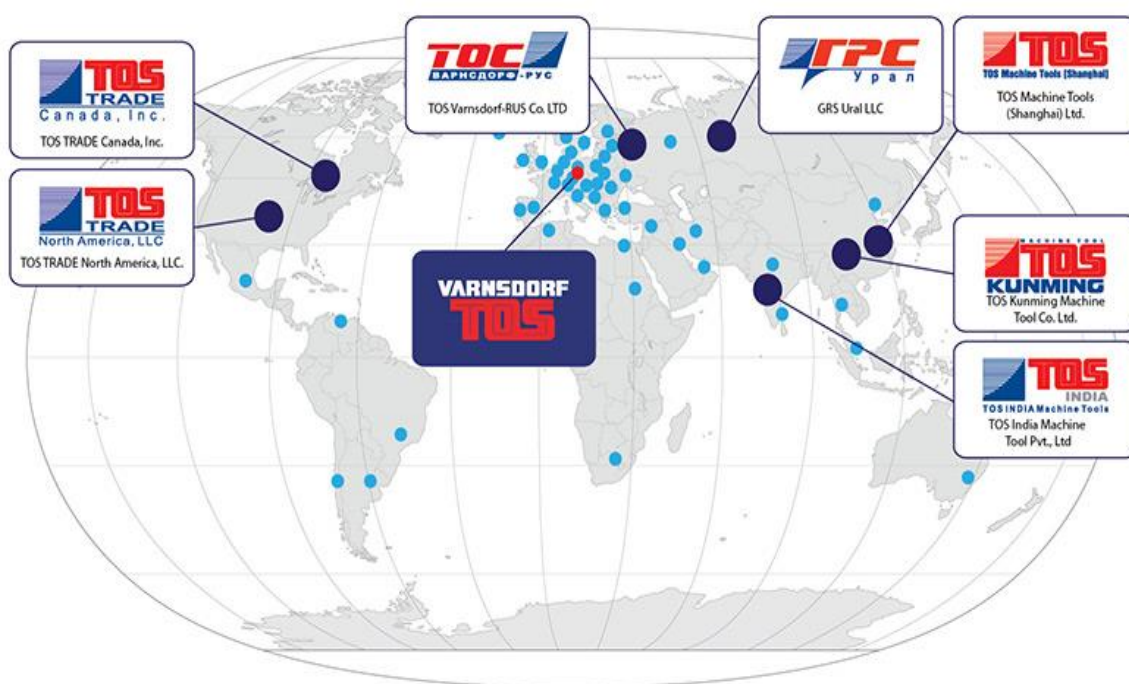
Vedení firmy si uvědomuje, že kvalita výrobku je pro zákazníka velice důležitá. Je nezbytné neustále zdokonalovat technické parametry a rychle reagovat na potřeby zákazníků, které mají po celém světě, proto každoročně investuje miliony korun na podporu výzkumu a vývoje. A to převážně na rozšíření a zkvalitnění výrobních kapacit. Taktéž využívá dotační finanční prostředky ze státního rozpočtu určených na výzkum a vývoj. V rámci programů na podporu již firma pořídila například soustružnicko-frézovací centrum v hodnotě 36 mil. Kč, novou iontovou nitridační pec za 10 mil. Kč a portálové obráběcí centrum v hodnotě 160 mil. Kč. Zároveň vybudovala nové školicí středisko za 49 mil. Kč.

Dále si firma zakládá na předprodejních a poprodejních službách. Zákazníci častěji vyžadují komplexní řešení svých požadavků, od konfigurace stroje, přes návrh a zpracování časové studie, po výrobu příslušných přípravků pro obrobení dílců. Celkové řešení tak zákazníkovi výrazně ušetří náklady a čas (Anon, 2014). Své rezervy firma vnímá především v oblasti

efektivitu výroby, distribuční sítě a portfolia produktů. K řešení těchto nedostatků přistupuje aktivně a neustále hledá nové cesty.

Firma se orientuje převážně na vývoz, přibližně 90 % výrobků exportuje do zahraničí. Na evropský trh směřuje 40 % produkce, hlavními odbytími jsou Německo, Polsko a ČR, dalších 40 % je zasláno do Asie, kde klíčovým trhem je Rusko, a dalších 20 % produkce putuje na trhy Severní a Jižní Ameriky. V současné době má firma dva výrobní podniky mimo ČR, v čínském Kunmingu a ruském Jekatěrinburgu.

Světové rozložení struktury skupiny TOS VARNSDORF je zřetelné na následujícím obrázku 8. TOS VARNSDORF, a. s., majetkově ovládá tři dceřiné společnosti v České republice, jednu na Slovensku a zbylých 6 dceřiných společností strategicky umístěných po celém světě.



Obrázek 8: Struktura skupiny TOS VARNSDORF
Zdroj: profil společnosti TOS VARNSDORF, a. s., 2016

Firma dále aktivně spolupracuje s vysokými školami a výzkumnými centry nejen v ČR, ale i v zahraničí. Výsledky těchto projektů jsou prezentovány na strojírenských veletrzích. Některé z nich byly dokonce oceněny zlatou medailí na MSV Brno, jako například „Nová řada obráběcích strojů TOSTec...“ v roce 2005 nebo „Zrychlení výrobního procesu u horizontálních obráběcích center vyráběných v TOS VARNSDORF a. s.“ v roce 2008.

Prozatím nejvýznamnějším projektem je „Mechatronický koncept vodorovných strojů“, který vznikl na základě spolupráce s ČVUT v Praze v rámci programu Impuls. Závěrečná komise tento projekt označila v roce 2011 za projekt s mezinárodním významem a udělila ocenění Nejlepší spolupráce roku a Inovace roku.

Na tento projekt obsahově navazuje nový projekt „Inprocesní měření“, realizovaný v rámci dotačního programu TIP, který přináší na poli obráběcích strojů další možnosti na vyšší kvalitativní úrovni.

4.1 Používané prvky Průmyslu 4.0 v TOS VARNSDORF, a. s.

Dílicí prvky Průmyslu 4.0 používané ve výrobě, ačkoliv je firma takto neoznačuje.

Mechatronický koncept: spojení inteligentních měřicích a kompenzačních systémů, které je schopno v reálném čase měřit přesnou polohou nástroje a dle změřených korekcí poloautomaticky, pomocí manuálního přenosu dat, uzpůsobit dráhové řízení stroje při obrábění a dosáhnout tak velmi přesného obrobku.

Systém koloběhu nástrojů COSCOM: systém dle požadavků technologických programů říká, jaké nástroje budou potřeba a ty pak obsluha na stroje manuálně dopraví. Dále systém automaticky zjišťuje míru jejich opotřebení a automaticky koriguje obráběcí program. Zjištění provádí podle času užití nástrojů nebo pomocí nástrojových sond. Pokud jejich životnost vyprší, automaticky informuje obsluhu a ta je na stroji manuálně vymění. Tento systém byl pořízen nákupem od jiného dodavatele.

4.2 Zvažované prvky Průmyslu 4.0 pro implementaci

Následující prvky nebyly dosud aplikovány, firma je ve fázi zvažování přínosů a možností realizace vlastního vývoje.

Konfigurátor strojů: zákazník si objedná stroj pomocí konfigurátoru a spolu s nabídkou obdrží přesně zkalkulovanou cenu a dodací lhůtu. Během konfigurace stroje je automaticky ověřena dostupnost jednotlivých dílů pro výrobu, zadány objednávky nákupu, objednaný chybějící dílce, naplánována výroba, montáž a expedice u zákazníka. Projekt je nyní znovu definován, již v minulosti byl uvažován, ale neschválen z důvodu širokého množství požadavků na automatický přenos či sdílení dat.

Adaptabilní systémy obrábění: stroje si samy řídí proces obrábění tak, aby byl maximálně plynulý a pro stroj vyhovující. Současné řídicí systémy strojů umožňují užití tzv. modulů pro adaptivní korekci řezných podmínek tak, aby proces obrábění byl plynulejší a lépe využíval instalované výkonové parametry strojů, moduly ale mají svá omezení. Pokud by tyto již existující moduly měly data o vhodných frekvenčních oblastech, které stroji „vyhovují“, uměly by zcela automaticky dát obsluze stroje návrhy na změnu těchto programů pro dosažení kvalitnějšího procesu obrábění, výrazně by zvýšily efektivitu procesu obrábění.

Kapacitní sledování a plánování zdrojů výroby a nákupu: propojení ERP programu ve firmě s dodavatelským řetězcem. Současný ERP systém ve firmě umožňuje na základě naplánované výroby a dat o předpokládaných objednávkách, kapacitně sledovat očekávané vytížení výrobních kapacit. Tento systém také umožňuje plánovat pro proces výroby polotovary v potřebném množství a čase. Další významný vliv na plynulost a efektivitu celého procesu výroby by systém měl, pokud by uměl automaticky přenášet jednotlivým dodavatelům informace o požadavcích, na základě jejich odpovědí aktualizovat plán výroby a nakonec s ohledem na vytížení jednotlivých kapacitních jednotek navrhnout změny technologie výroby.

4.3 Očekávané přínosy konceptu Průmysl 4.0

Firma vyrábí každému zákazníkovi produkt dle jeho přesných požadavků, a při výrobě 100 až 150 ks ročně to představuje vysoké nároky na změny ve výrobě. Implementací určitých prvků konceptu Průmyslu 4.0 by byly ve firmě očekávány následující zlepšení:

- eliminace chyb a prodlení ve výrobě z důvodu pozdního předání informace o změně mezi jednotlivými úseky, například z konstrukce do nákupu, z technologie do výroby, z nákupu na montáž,
- snížení množství vadných výrobků, vyrobených dílců podle neplatné dokumentace,
- zvýšení produktivity obrábění vlivem využití reálných dat z chování strojů během činnosti,
- zvýšení přesnosti plánování a změn při plánování na základě již ověřených obdobných zakázek,
- zvýšení produktivity montáže na základě drobných změn na vyrobených dílcích, plynoucích z informací o problémech a návrzích na změnu tvaru při montáži předešlých dílců,

- snížení nákladů při změně konstrukce výrobku na základě požadavků vzniklých při výrobě a užívání.

4.4 Vybraný inovační projekt Inprocesní měření

V oblasti výroby se čím dál častěji zvyšují nároky na kvalitu a přesnost výroby tak, aby zároveň minimálně zachovala nízké náklady. Pro obráběcí stroje a jimi produkované výrobky to platí zejména, avšak tyto stroje jsou z hlediska obrobků “slepé”, což v praxi znamená, že stroje stanovené NC programy nadále provádějí, a to bez ohledu na přítomnost obrobku. Následně ale nejsou schopny automaticky zahrnout stav daného obrobku do výrobního procesu, a taktéž přizpůsobit svoji trajektorii. Tato situace se nadále řeší přesunutím hotového obrobku ze stroje na souřadnicový měřicí stroj CMM, kde se přeměří a na základě naměřených hodnot stanoví technolog korekční program k novému obrábění. Se stejným obrobkem se opětovně provede celý proces, ten je však v důsledku neustálého přesouvání a upínání obrobku dosti časově náročný, komplikovaný, přináší s sebou určité nepřesnosti a je pro firmu proto nákladný.

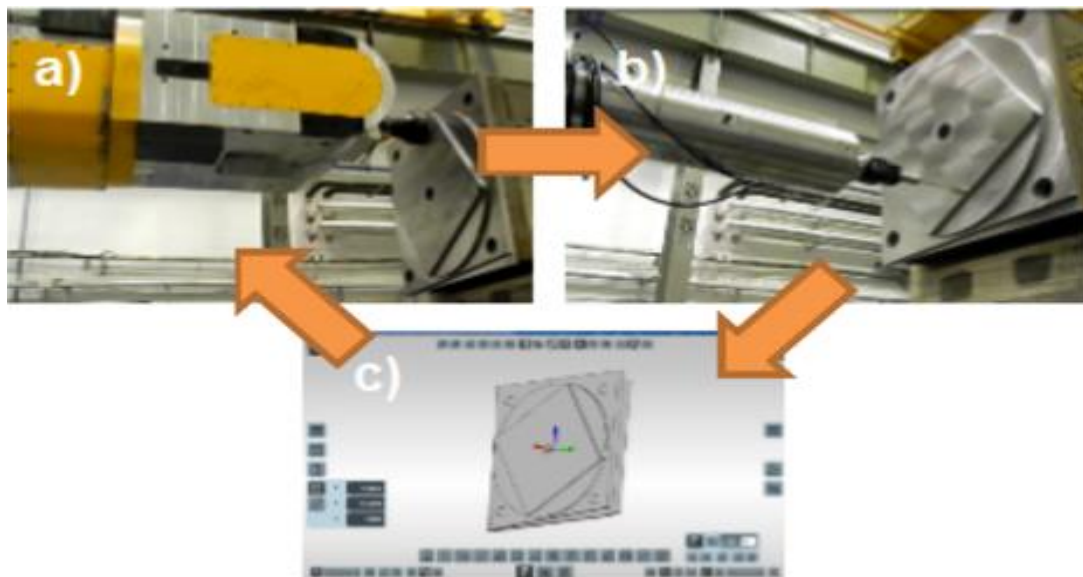
Současné postupy tohoto měření využívají dotykových obrobkových sond, avšak jsou limitovány pouze základním měřením a nepřináší požadovanou přesnost. Naopak vyhodnocování je náročné na přípravu měřicí strategie a korekce výpočtu.

Současné technologie využívané ke zjištění stavu obrobku:

- přesun obrobku ze stroje na CMM,
- dotykové či skenovací sondy na obráběcím stroji,
- kontrola obrobku laser trackem.

Za vhodnou alternativu se nabízí zjistit přesnost obrobku již přímo na stroji a vyhnout se tak přesouvání a upínání obrobku, tedy provést inprocesní měření. Společnou kooperací institutů ČVUT v Praze, Fakulta strojní, VCSVTT a TOS VARNSDORF, a. s., na projektu Inprocesního měření byl vyvinut systém, který synergicky integruje funkci souřadnicového měřicího stroje do klasického obráběcího stroje, jehož výsledkem je schopnost ovládat obráběcí stroj během režimu měření stejně, jako běžný souřadnicový měřicí stroj CMM přímo z metrologického softwaru. Dále okamžitě vyhodnocovat geometrické odchylky obrobku, jež se využijí ke korekci drah obráběcího stroje. Systém je schopen změřit skutečný tvar obrobku, a to v důsledku schopnosti korigovat chyby geometrie již během tohoto měření.

Na následujícím obrázku 9 je znázorněn postup výroby za použití inprocesního měření, který probíhá v následujících krocích, a) obrábění, b) měření, c) vyhodnocení, a opět krok a) korekční obrábění.



Obrázek 9: Schématické znázornění postupu výroby a aplikace inprocesního měření
Zdroj: poskytnuté materiály TOS VARNSDORF, a. s., 2016

V produktovém portfoliu firmy TOS VARNSDORF, a. s., takovýto stroj dosud chyběl a předpokládá se, že jeho zavedením by se pro firmu otevřely širší možnosti spolupráce se zákazníky, příchod zákazníků nových a tak i přispět ke zvýšení konkurenceschopnosti firmy.

4.5 Přínosy systému inprocesního měření

Přední výhodou inprocesního způsobu měření je univerzálnost, která spočívá v možnosti využít jakéhokoliv metrologického stroje různých výrobců podporující standard I++, který je u většiny softwarů běžný. Druhou významnou výhodou je přímé spojení softwaru s řídicím systémem stroje, díky kterému je možno stanovit a zavést korekce stroje pro vybraný geometrický objekt okamžitě po jeho změření.

Výsledky tohoto projektu byly závěrečnou nezávislou komisí Ministerstva průmyslu a obchodu vyhodnoceny jako výborné, s vysokým výzkumným potenciálem a s významným dopadem na konkurenceschopnost i na mezinárodní úrovni. Velice pozitivně komise ocenila úzkou spolupráci mezi aplikační sférou a vysokou školou, která byla klíčová pro dokončení projektu. Komisi MPO bylo doporučeno týmu tohoto projektu nadále v této spolupráci setrvat. Přispívat

tak k novým technologiím, poznatkům a pomáhat českému strojírenství dostat se na vyšší úroveň. Oba partneři po dokončení projektu Inprocesní měření pokračují ve spolupráci na implementaci této metody do ostatních strojů produkce firmy TOS VARNSDORF, a. s.

4.6 Průběh spolupráce na projektu

Partnerem pro řešení projektu bylo Výzkumné centrum pro strojírenskou výrobní techniku a technologii při ČVUT v Praze, které je momentálně nejúspěšnějším výzkumným pracovištěm pro oblast obráběcích strojů v ČR a zaměstnává přes 80 výzkumných pracovníků. Oba partneři projektu během celé doby řešení aktivně spolupracovali.

Spolupráce obou týmů fungovala napříč všemi úrovněmi projektu. Jednotlivými dílčími úkoly se zabývali pracovníci obou partnerů a vytvořili tak další společný subtým. Během kooperace na projektu bylo rozpracováno několik variant, ze kterých se později vybralo nejoptimálnější řešení. Překážkami v průběhu byly v první řadě technické zvládnutí této problematiky a návrh adekvátního řešení napojení funkce souřadnicového měřicího stroje do obráběcího stroje. K těmto překážkám se přistupovalo zodpovědně a obě strany pořádaly pravidelné technické schůzky. Postupem času, v důsledku potřeby různého odborného dohledu, se oba týmy rozšiřovaly o další specialisty. Výnosem spolupráce pro oba partnery byla především možnost vyvinout metody a postupy, kterých by nebyli schopni samostatně dosáhnout.

TOS VARNSDORF, a. s., hodlá dosažených poznatků využít jednak pro zlepšení svých výrobků, ale rovněž i pro zdokonalování nabízených služeb. Dále se předpokládá, že zesílí vztahy se stávajícími zákazníky a taktéž osloví nové zákazníky a docílí tak vyšších prodejů, které se později promítnou do vyšších zisků.

Společnost TOS VARNSDORF, a. s., dokázala, že i v celosvětově krizové době v oblasti obráběcích strojů, která byla způsobena politickou situací a nastolenými opatřeními omezujícími výrobce obráběcích strojů, je možné dosáhnout úspěchů. Protože tato firma patří mezi světové výrobce obráběcích strojů, může výrazně posílit svoji pozici na domácím i světovém trhu, získat konkurenční výhodu. V rámci národní ekonomiky může vytvořit nová pracovní místa pro kvalifikované pracovníky a přispět tak ke zmírnění nezaměstnanosti. Tento projekt představuje zejména finanční a časovou úsporu, neboť nedochází k manipulaci mnohdy rozměrných obrobků, během které může dojít k poškození dané součásti.

Nově vzniklé know-how změní situaci i pro ČVUT v Praze, Fakulty strojní, VCSVTT, které umožní oslovit mnohé další zákazníky s lukrativní nabídkou zvýšení přesnosti jejich stávajících strojů. Vyšší zisky otevřou příležitost k dalšímu rozvoji výzkumné organizace a přispěje tak i k celkovému věhlasu vysoké školy. Další výhodou plynoucí ze spolupráce je aplikace vyvinuté technologie v reálném prostředí a hodnotná zpětná vazba z průmyslu.

Výstup projektu lze zúročit nejen v oboru obráběcích strojů, ale také v jiných výrobních zařízeních či souřadnicových měřicích strojů. Na komercializaci vyvinutého know-how se oba partneři podílejí společně a z pohledu výzkumu představuje projekt bohatý zdroj témat pro mezinárodní publikace. Tržby z prodaných řešení jsou rozděleny mezi oba partnery tak, jak je stanoveno ve smlouvě o využití výsledků projektu.

Po dovršení projektu se oba partneři dohodli na další vzájemné spolupráci, a to v rozšiřování samotného řešení, ale také využitelnosti s ostatními, běžně dostupnými komerčními řídicími systémy firem Heidenhain a Siemens. To je klíčové především pro výrobce ovládající své obráběcí stroje pomocí těchto řídicích systémů, což opět přispěje k dalšímu navozování kontaktů s potenciálně novými klienty.

5 Realizace projektu Inprocesní měření ve firmě

Průběh projektu byl rozdělen do čtyř hlavních etap, a navržen tak, aby etapy, z důvodů účelnosti, na sebe logicky navazovaly a v potřebných obdobích se také vhodně překrývaly.

Rozdělení projektu “Inprocesní měření” do etap:

- návrh funkce CMM na obráběcím stroji,
- implementace CMM na stroj,
- synergie CMM s řídicím systémem,
- testování a verifikace – součástí je také návrh implementace a využití vyvinuté technologie na ostatní stroje.

Tabulka 1: Etapy řešení programového projektu a jejich výsledky

Etapa	Název etapy	Výsledky řešení	Odhadované náklady (v tis. Kč)	Od - do
E1	Návrh funkce CMM na obráběcím stroji	Technologie plné integrace CMM na běžný obráběcí stroj s běžným řídicím systémem.	10 790	01. 2012 – 06. 2013
E2	Implementace CMM na stroj	Prototyp obráběcího stroje s funkcionalitou CMM.	5 860	01. 2013 – 12. 2013
E3	Synergie CMM s řídicím systémem	Technologie přímého využití dat z integrovaného CMM v řídicím systému obráběcího stroje.	4 250	10. 2013 – 06. 2014
E4	Testování a verifikace	Protokoly o dosažené přesnosti obrobku, návrh implementace na ostatní stroje.	3 550	07. 2014 – 12. 2014

Zdroj: upraveno, poskytnuté materiály TOS VARNSDORF, a. s., 2016

Pro časovou úsporu bylo navrženo překrývání 1. a 2. etapy, tedy současné provádění vývoje propojení stroje s přídatnými mechatronickými technologiemi a implementací již vyvinuté

funkcionality CMM na obráběcí stroj. Taktéž je tomu i v případě 2. a 3. etapy, kdy v závěru implementace CMM na stroj má pracovní tým dostatek potřebných dat, aby mohla současně probíhat etapa synergie CMM s řídicím systémem.

5.1 Kritické předpoklady dosažení cíle projektu

Kritické předpoklady vyjadřují, jaké podmínky musí být splněny, aby bylo docíleno účelu projektu. V následujících odstavcích jsou tyto předpoklady stručně charakterizovány, následně navržen způsob řešení případných rizik a vyhodnocení míry rizika pro úspěšné dokončení projektu. Kritické předpoklady jsou rozděleny na materiální, personální, organizační a znalostní.

Materiální předpoklady

- Hlavním předpokladem je časová dispozice výrobních, montážních a jiných prostředků pro výrobu, oživení a testování technologií.
- Potřebné hardwarové a softwarové vybavení účastníků projektu pro vývojové práce.

Zázemí je nyní plně materiálně vybavené pro výzkumné, vývojové, výrobní, montážní a experimentální práce potřebné pro realizaci projektu.

Během řešení bude využíváno stávajícího výrobního, materiálního a softwarového zázemí. Dotační finanční prostředky umožní zajistit personální kapacity a materiál na experimentální práci a na realizaci finálního prototypu stroje. Rizika v oblasti materiálního i softwarového zajištění lze označit za minimální, v případě, že projekt získá dotační podporu.

Personální a znalostní předpoklady

- Zajištění kvalifikovaných odborníků pro výzkum a vývoj.

Firma má dostatečný počet stabilních členů pro oblast výzkumu a vývoje, kteří se již v minulosti podíleli na úspěšném zrealizování mnoha projektů, proto je riziko minimální.

Organizační předpoklady

- Zánik jednoho ze subjektů bez vhodného nástupníka.
- Schopnost úzké spolupráce.
- Odchod jednoho ze subjektů.

Riziko zániku subjektu lze označit za minimální, díky ověřené stabilitě subjektů. Taktéž rizika ve spolupráci či případného opouštění projektu jsou minimální, díky předchozí spolupráci na dílčích projektech a významným výhodám plynoucích z výsledků.

Výzkumné předpoklady

- Správné odborné nasměrování obsahu projektu a návrhu vhodných dílců a uplatněné metody.

Díky zkušenostem účastníků projektu, tematické návaznosti na předchozí projekt a průběžnému vyhodnocování dílčích testů, je možné označit riziko odborného neúspěchu za malé až střední.

Předpoklady ochrany duševního vlastnictví a komercializace

- Ujednání vztahů mezi subjekty v oblasti práv na ochranu duševního vlastnictví a uvedení na trh.
- Účinnost komercializace.

Veškerá práva jsou zanesena ve smlouvě, proto lze tato rizika označit za minimální. Komercializace musí reagovat na analýzu tržních příležitostí, která předchází neúspěšnosti prosazení inovace na trhu. Vzhledem ke skrytým hrozbám trhu je stanovena střední míra rizika.

Legislativní předpoklady

- Stabilní legislativní prostředí.

Legislativa v České republice je bez zásadních výkyvů, a pro úspěch tohoto projektu je tedy riziko minimální.

5.2 Věcná náplň programového projektu

Doba řešení programového projektu byla rozplánována do období tří let, a to od 1. 1. 2012 do 31. 12. 2014. Samotný projekt se skládá ze čtyř hlavních etap, které na sebe smysluplně navazují a občasně se překrývají tak, aby práce byla co nejefektivnější.

Následující tabulka 2 charakterizuje jednoduchý Ganttův diagram pro znázornění naplánované posloupnosti činností. Diagram zobrazuje ve sloupcích časové období jako jednotlivé roky, které jsou pro zpřehlednění rozděleny do čtvrtletí. V řádcích jsou pak zobrazeny dílčí aktivity. Poslední řádek vyčísluje celkové způsobilé náklady během jednotlivých let.

Tabulka 2: Ganttův diagram

Etapy řešení	Začátek	Konec	Doba trvání	2012				2013				2014			
				1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
E1 Návrh funkce CMM na obráběcím stroji	1.1.2012	30.6.2013	547	█				█							
E2 Implementace CMM na stroj	1.1.2013	31.12.2013	365					█							
E3 Synergie CMM s řídicím systémem	1.10.2013	30.6.2014	273									█			
E4 Testování a verifikace	1.7.2014	31.12.2014	184									█			
Celkové způsobilé náklady na jednotlivé roky				8 235 tisíc Kč				9 765 tisíc Kč				6 450 tisíc Kč			

Zdroj: poskytnuté materiály firmou TOS VARNSDORF, a. s.

5.2.1 Specifické cíle

Vedle hlavního cíle projektu obráběcího stroje se schopností inprocesního měření s žádoucí přesností, jenž je doprovázen mnoha dílčími cíli, jsou dále charakterizovány ještě specifické cíle.

- Výrazné zvýšení konkurenční technické převahy, know-how a zlepšení tak konkurenceschopnosti ČR v oblasti obráběcích strojů,

- umocnění spolupráce s vysokými školami a uvedení inovativních myšlenek do praxe,
- začlenění mladých studentů a budoucích pracovníků do reálné části projektu VaV.

5.2.2 Způsob dosažení cílů programového projektu

Pro dosažení cílů byla zvolena metoda systematické vývojové, výzkumné a vědecké činnosti v dané otázce. Řízení projektu bylo připravováno a vedeno firmou TOS VARNSDORF, a. s., a jednotlivé úkoly byly řešeny na základě velice úzké spolupráce obou partnerů.

Pro TOS VARNSDORF, a. s., byla hlavní činností, vzhledem ke zkušenostem, personálnímu a materiálnímu zabezpečení, aplikační stránka projektu. Od konstrukce, výroby a úpravy prototypu stroje, implementace CMM na obráběcí stroj až k testování navrhovaného řešení. Na projektu pracovali kvalifikovaní zaměstnanci pod vedením Ing. Tomáše Kozloka, vedoucího vývojových projektů a zkušeného konstruktéra, jenž se podílel i na předchozích velmi úspěšných projektech.

Zadáním odborně kvalifikovaných pracovníků ČVUT v Praze, Fakulta strojní, VCSVTT, bylo řešit naplánované úkoly. Stěžejní byla zejména teoretická činnost, výzkum a vývoj. Dále návrh funkce CMM na obráběcím stroji, implementace do řídicího systému stroje, jeho synergie s obráběcím strojem a zahrnutí výsledků měření do korekčního obrábění. Praktická činnost byla taktéž velice důležitá, a to zejména při testování a verifikaci navrhovaného řešení. Řešitelem projektu byl Ing. Jan Smolík, Ph.D., zástupce vedoucího VCSVTT a vedoucí Ústavu výrobních strojů a zařízení Ú-12135 (ČVUT v Praze, FS). Z minulosti již má bohaté zkušenosti nejen ve spolupráci na projektech s firmou TOS VARNSDORF, a. s., ale i s KOVOSVIT MAS, a. s., TOSHULIN, a. s. Dalším významným počinem byl úspěšný evropský projekt „ECOFIT“, řešený pod záštitou 6. rámcového programu Evropské unie. Je členem několika výborů a asociací, které aktivně usilují o rozvoj oboru obráběcích strojů, například ve funkci místopředsedy výkonného výboru Společnosti pro obráběcí stroje (SpOS), členem americké asociace strojních inženýrů SME (The Society of Manufacturing Engineers), či hodnotitelské komise CzechInvest a MPO pro dotační projekty Prosperita.

K dosažení cílů v aspektu výroby a vývoje, bylo využito existujícího zázemí obou partnerů, kteří dále financovali materiál a software. Dále byly využity finanční prostředky z dotací, a to na zajištění nákladů na práci ve vývoji, výzkumu, výrobě, montáži a experimentu. Hrazeny byly

cestovní náklady s projektem spojené, náklady na zveřejnění výsledku, pro úpravu prototypu stroje a v poslední řadě náklady na nákup technických prostředků pro realizaci zkoušek a testů.

5.3 Zajištění uplatnění výsledků řešení

Výsledkem projektu je know-how v oblasti strojírenství, jež je využito společností TOS VARNSDORF, a. s., pro výrobu frézovacích a vyvrtávacích strojů. Druhým významným výsledkem je prototyp, v projektu se neuvažuje o přímém obchodním využití prototypu stroje, ale bude později sloužit k účelům dalšího výzkumu a vývoje.

Dalším výstupem projektu je článek v odborném periodiku pro oblast výrobních strojů a článek ve sborníku z akce, přesněji ze seminářů Společnost pro obráběcí stroje.

Projekt Inprocesní měření reaguje na potřeby trhu a konkrétních zákazníků, zjištěných dlouhodobým sledováním doplněných o vlastní zkušenosti při výrobě strojů. Vzhledem k faktu, že výstupem projektu je produkt, který je inovací na celém trhu a nemá tedy prozatím konkurenci, očekává se u výrobců obráběcích strojů vysoký zájem.

Dalším silným atributem jsou technické parametry a celková užitná hodnota produktu, jehož využitím v obráběcích strojích přinese nezpochybnitelný technický náskok před konkurencí, a to nejen na domácím trhu, ale i u zavedených a významných konkurentů.

5.4 Specifikace vlastních a jiných finančních zdrojů

Společnost TOS VARNSDORF, a. s., vložila do projektu vlastní finanční prostředky, dále byly pro řešení programového projektu využity veřejné prostředky z dotace. Většina činností ČVUT v Praze, Fakulta strojní, VCSVTT, byla v oblasti aplikovaného výzkumu a vlastními prostředky do projektu nevstupovala. V průběhu řešení projektu nebyl pořízen žádný hmotný či nehmotný majetek.

5.4.1 Náklady projektu

Během procesu řešení projektu vznikly náklady, které jsou rozděleny do následujících skupin nákladů.

Osobní náklady – zahrnující mzdy pro výzkumné a vývojové zaměstnance obou partnerů a dalšího pomocného personálu, včetně nákladů na povinné zákonné odvody. Projekt vyžaduje

kooperaci nejlepších vývojových a výzkumných pracovníků. Taktéž jsou zahrnuty náklady na pracovníky výroby a pracovníky technické podpory.

Další provozní náklady – do této skupiny jsou zařazeny náklady způsobené přímo činnostmi řešení projektu, a to především náklady na materiál, komponenty, systémy a jiné součásti. Tyto náklady slouží pro výrobu prototypu stroje, technickou přípravu a realizaci celého experimentu. Výše těchto nákladů je stanovena na základě zkušeností při vývoji strojů a experimentů na reálných strojích či v laboratorních podmínkách.

Náklady na služby – představují subdodávky částečných výrobních operací prototypu, služby související s vybavením stroje technologií inprocesního měření, následně přípravou experimentů, pronájmem softwarových licencí a další drobné služby ve spojitosti s řešením projektu.

Cestovní náhrady – tato skupina nákladů obsahuje náklady na cesty, důležité pro jednání o přípravě a realizaci prototypu, realizaci měření a transport měřicí aparatury.

Doplňkové náklady – jsou náklady vzniklé v přímé souvislosti s řešením projektu, jako jsou administrativní náklady, náklady na pomocný personál, infrastrukturu, energii a služby a ostatní náklady.

5.4.2 Podíly způsobilých nákladů

Hlavní část řešení projektu Inprocesní řešení souvisí s aplikovaným výzkumem, jeho podíl je sledován v rámci každé etapy zvlášť.

V první etapě E1 probíhá většina aplikovaného výzkumu v oblasti přídavných mechatronických technologií a vlastního měření pomocí CMM. Součástí nákladů na aplikovaný výzkum jsou také náklady na speciální výzkumné vybavení. V této etapě projektu byly navrženy náklady na aplikovaný výzkum 3 mil. Kč pro TOS VARNSDORF, a. s., a 2 mil. Kč připadá na ČVUT v Praze, celkem ve výši 46 % způsobilých nákladů etapy.

Podíl aplikovaného výzkumu v druhé etapě E2, zaměřené na implementaci CMM na stroj, je významně nižší, jde zejména o zpracování informací. Náklady na aplikovaný výzkum pro TOS VARNSDORF, a. s., činí 0,5 mil. Kč a taktéž pro ČVUT v Praze 0,5 mil. Kč, celkem ve výši 17 % způsobilých nákladů etapy.

Ve třetí etapě E3 je aplikovaný výzkum zaměřen na výzkum v oblasti vyhodnocení měření a generování korekcí pro obrábění. Náklady na aplikovaný výzkum pro TOS VARNSDORF, a. s., činí 1 mil. Kč a pro ČVUT v Praze 1 mil. Kč, celkem ve výši 47 % způsobilých nákladů etapy.

Poslední etapa E4 je zaměřena především na analýzu výsledků a na vytvoření metodiky pro stroje budoucí generace. Vyčíslené náklady ze strany TOS VARNSDORF, a. s., dosahují 0,5 mil. Kč a ze strany ČVUT v Praze 0,8 mil. Kč, celkem 37 % ze způsobilých nákladů čtvrté etapy.

Přehled podílů „Aplikovaného výzkumu“ a „Experimentálního vývoje“ obou partnerů projektu.

TOS VARNSDORF, a. s.

- aplikovaný výzkum 5 000 tis. Kč
- experimentální vývoj 12 145 tis. Kč

ČVUT v Praze

- aplikovaný výzkum 4 300 tis. Kč
- experimentální vývoj 3 005 tis. Kč

Celkový podíl aplikovaného výzkumu na řešení projektu je 38 % z celkových způsobilých nákladů projektu, tj. 9,3 mil. Kč z 24,45 mil. Kč.

5.5 Předpokládané přínosy programového projektu

Přínosy projektu pro oba partnery v 1. až 5. roce (tj. 2015 až 2019) po završení řešení jsou rozděleny do dvou skupin, komerčních a nekomerčních přínosů.

5.5.1 Komerční přínosy

Předpovídané hodnoty tržeb jsou kalkulovány za předpokladu zvýšení množství zrealizovaných zakázek po ukončení projektu. Dále se předpokládá, že produkt bude konkurenceschopný i při navýšené ceně. Ta odráží vyšší náklady na výrobu stroje, ale také vyšší celkovou přidanou hodnotu. V potaz je brána také počáteční nedůvěra zákazníků k této technologii. Jednotlivé ukazatele v průběhu 5 let zobrazuje následující tabulka 3.

Tabulka 3: Předpokládané přínosy po ukončení projektu

UKAZATEL	PŘÍNOSY PO UKONČENÍ PROJEKTU				
	1. ROK	2. ROK	3. ROK	4. ROK	5. ROK
TRŽBY (tis. Kč)	42 000	65 000	85 000	65 000	85 000
ZISK (tis. Kč)	6 300	9 750	12 750	9 750	12 750
EXPORT (tis. Kč)	42 000	40 000	65 000	20 000	40 000
NOVÁ PRACOVNÍ MÍSTA	2	2	1	1	1
PODÍL TRŽEB Z VÝSLEDKŮ NA CELK. TRŽBÁCH (%)	2,6	3,4	4	3,4	4,5

Zdroj: poskytnuté materiály firmou TOS VARNSDORF, a. s.

Z tabulky 3 vyplývá, že veškeré ukazatele mají stoupající tendenci s mírnějším oslabením ve čtvrtém roce. Výrazný je především pokles v exportu, avšak předpokládá se umístění na vedoucí pozici v ČR a kompenzace tržeb z domácího trhu.

5.5.2 Nekomerční přínosy

Důležitými výstupy řešení projektu nejsou pouze výsledky finančního charakteru, ale i pozitivní efekty nekomerčního typu. V tomto případě jsou uvažovány následující:

- společnost TOS VARNSDORF, a. s., posílí svůj konkurenční potenciál a vyšší technickou úroveň taktéž prestiž českého oboru obráběcích strojů ve světě,
- podpora využití výsledků základního a aplikovaného výzkumu vytvořených ve výzkumné organizaci přímo v zásadní inovaci produkce podniku,
- prohlubování spolupráce mezi výzkumnými organizacemi a průmyslem,
- zapojení mladých výzkumných a vývojových pracovníků,
- Výzkumné centrum (VCSVTT), při spolupráci na řešení projektu rozšíří své know-how, které bude aplikovat při spolupráci i s ostatními českými průmyslovými podniky, a tak přispěje ke zdokonalení vlastností produktů.

6 Vývoj finančních ukazatelů

Finanční ukazatele slouží k hodnocení výsledků hospodaření firmy. Poskytují informace, podle kterých se manažeři rozhodují při plánování, či úpravě stávající strategie. Pro vypracování analýzy se pracuje především s účetními výkazy, jenž jsou běžnou součástí výkaznictví každého podniku.

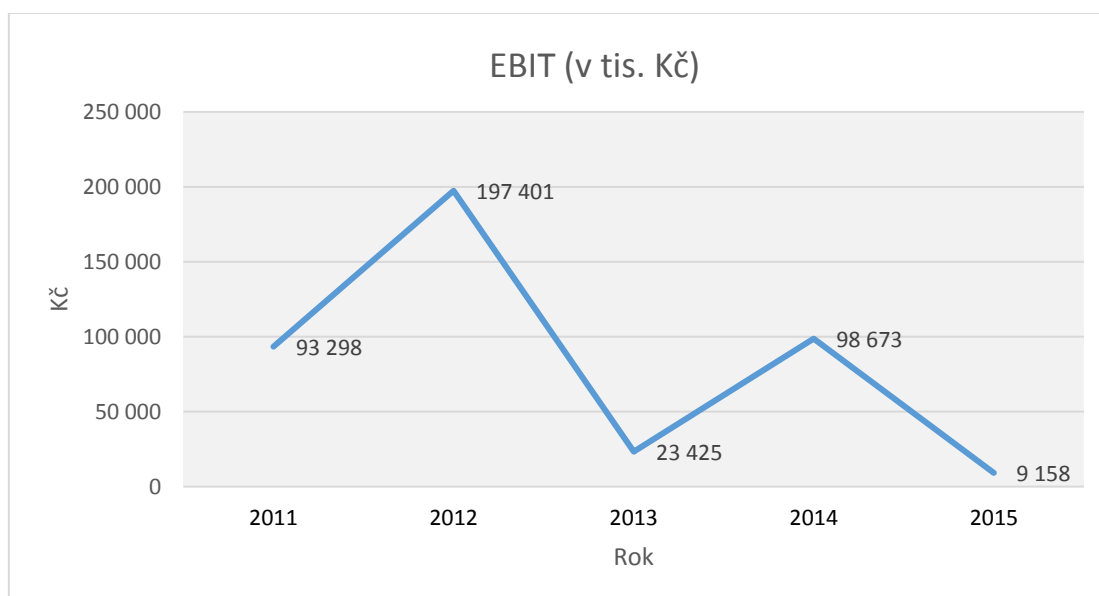
V této diplomové práci jsou použity následující ukazatele, zisk před zdaněním a úroky, zisk po zdanění, rentabilita vlastního kapitálu, rentabilita tržeb. Jejich vyhodnocení je provedeno od roku 2011, tedy roku před zahájením projektu „Inprocesní měření“, až do roku 2015, který odráží první výsledky po ukončení projektu.

6.1 Zisk před zdaněním a úroky

Ukazatel EBIT (Earnings Before Interest and Taxes) představuje hospodářský výsledek podniku před odečtením úroků a daní z příjmů. Jeho výhoda spočívá především v očištění od vlivu zdanění právnických osob, které se v různých zemích liší. Dále dle způsobu financování, které ovlivňuje výši úroků.

Vzorec pro výpočet:

$$\text{EBIT} = \text{čisté výnosy z tržeb} - \text{provozní náklady} \quad (1)$$



Obrázek 10: Vývoj ukazatele EBIT
Zdroj: vlastní zpracování

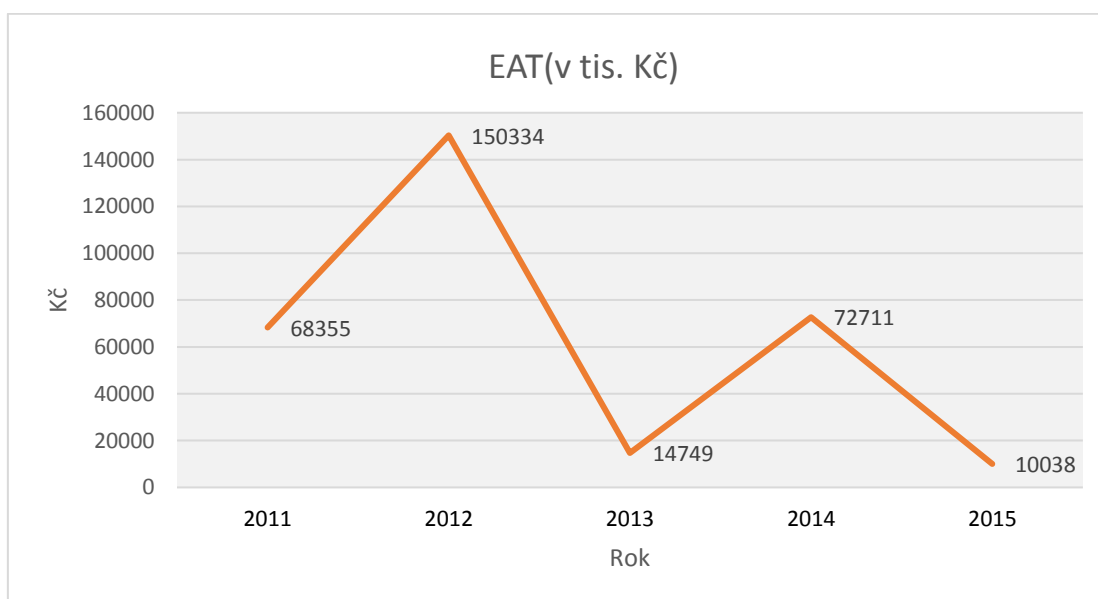
Z obrázku číslo 10 lze vyčíst výrazný nárůst zisku před zdaněním a úroky v meziročním období 2011 a 2012, to odpovídá znovuoživení výroby po ekonomické krizi. Díky vyššímu hospodářskému výsledku také posílil vlastní kapitál. Podíl cizích zdrojů se naopak snížil v důsledku schopnosti podniku opět splácet své bankovní úvěry a další závazky. V roce 2013 následoval propad v důsledku snížení tržeb, oproti předchozímu roku 2012 se prodalo o 24 strojů méně. Dalším důvodem je podpora dceřiné společnosti v Rusku, v podobě prodeje náhradních dílů a polotovarů s výrazně nižším ziskem. Rok 2014 přinesl zlepšení, a to až na úroveň roku 2011. V důsledku snížení exportu došlo v roce 2015 k opětovnému propadu zisku před zdaněním. Tento jev je následkem embarga Evropské unie směrem k Rusku.

6.2 Čistý zisk

Druhým významným ukazatelem je EAT (Earnings After Taxes), který se vztahuje k ukazateli EBIT a očišťuje jeho hodnotu o výši daní.

Vzorec pro výpočet:

$$\text{EAT} = \text{EBIT} - (\text{EBIT} * \text{daňová sazba}) \quad (2)$$



Obrázek 11: Vývoj ukazatele EAT

Zdroj: vlastní zpracování

Při porovnání grafů na obrázcích 10 a 11 je zřetelné, že zisky před zdaněním a po zdanění mají stejný vývoj. Tento jev je následkem konstantní úrovně daně z příjmu právnických osob 19 % v průběhu celého období. Výrazným rokem je rok 2012, kdy zisk po zdanění dosáhl 150 milionů

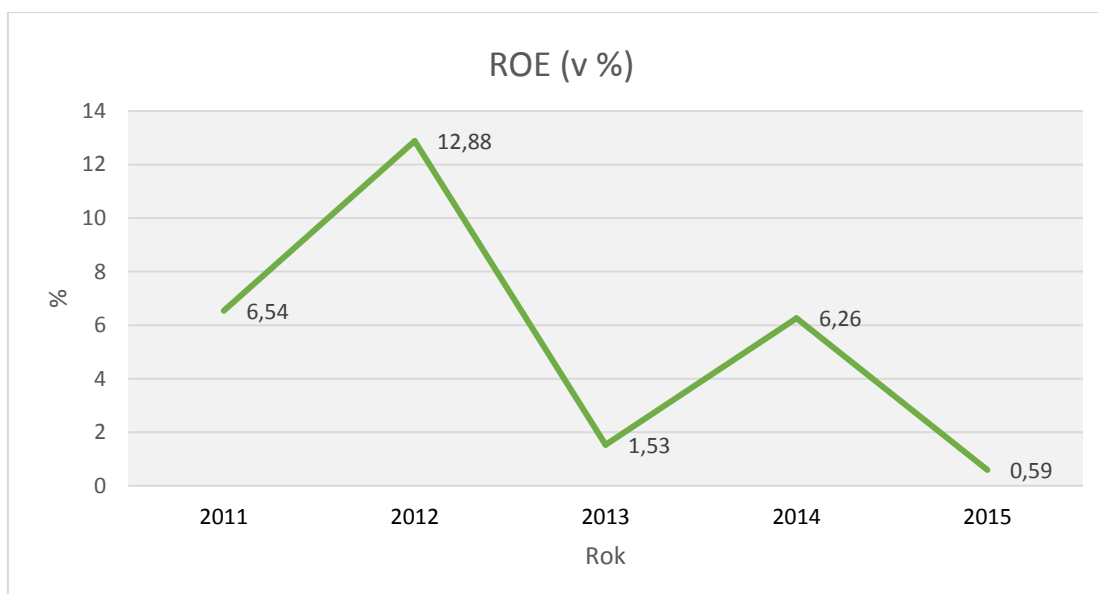
korun. Druhým velice pozitivním rokem byl rok 2014, kdy si výrazně polepšila poptávka v České republice. Na domácím trhu se zaznamenalo zvýšení prodeje až na 20 % celkové produkce.

6.3 Rentabilita vlastního kapitálu

Finanční ukazatel ROE (Return On Equity), představuje výnosnost kapitálu vložený vlastníky podniku, neboli kolik čistého zisku připadá na jednu korunu investovaného kapitálu. Proto je tento ukazatel významný především pro akcionáře.

Vzorec pro výpočet:

$$\text{ROE (v \%)} = (\text{čistý zisk} / \text{vlastní jmění}) * 100 \quad (3)$$



Obrázek 12: Vývoj ukazatele ROE

Zdroj: vlastní zpracování

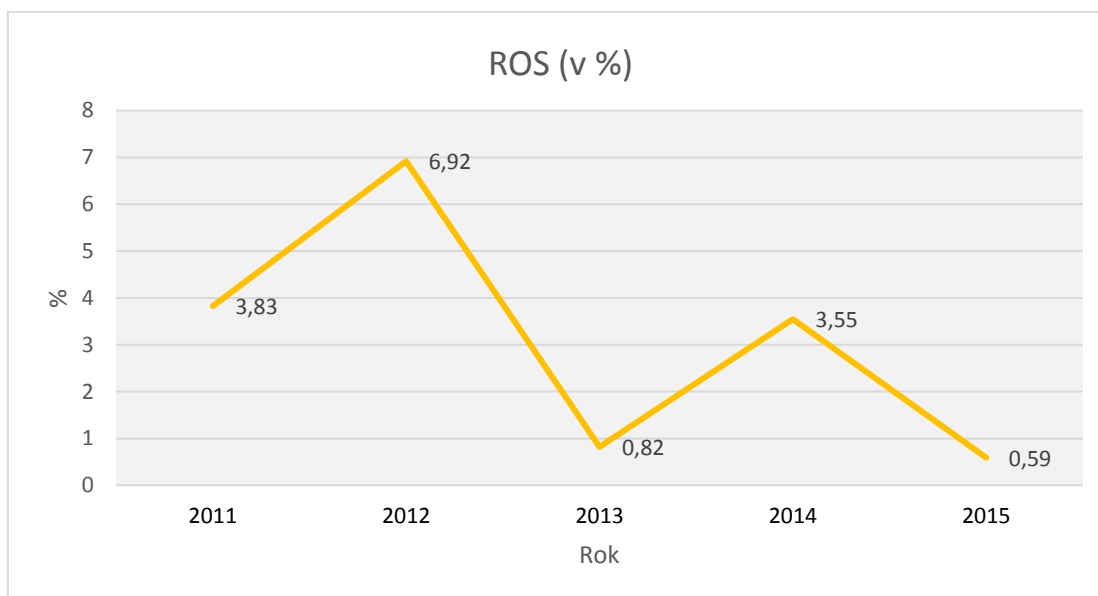
Graf na obrázku 12 ukazuje, že rentabilita vlastního kapitálu měla po období hospodářské krize neustálý nárůst kolem 5 % ročně. V roce 2013 nastal prudký propad vlivem rozsáhlých investic. Následovaly opětovné výkyvy v rozmezí 5 %. Devalvace rublu, jenž výrazně zvýšila ceny strojů, se stala překážkou v investování, a proto se v roce 2015 rentabilita vlastního kapitálu po dlouhé době dostala až pod úroveň 1 %.

6.4 Rentabilita tržeb

Posledním zmíněným ukazatelem je ROS (Return on Sales), který udává, kolik korun čistého zisku připadá na jednu korunu tržeb. Jeho hodnota se pohybuje v rozmezí od 2 % do 5 %.

Vzorec pro výpočet:

$$\text{ROS (v \%)} = (\text{čistý zisk} / \text{tržby}) * 100 \quad (4)$$



Obrázek 13: Vývoj ukazatele ROS

Zdroj: vlastní zpracování

Z obrázku 13 je patrné, že vývoj tržeb se v průběhu let ubíral obdobným směrem, rok 2013 byl zlomovým a rentabilita tržeb klesla na úroveň nižší než 1 %, což bylo daleko pod úroveň roku 2011. Rok 2014 přinesl vyšší počet zakázek a tím vyšší tržby. Samotnému vývozu sice devalvace české koruny, kterou provedla ČNB v roce 2013, společnosti TOS VARNSDORF, a. s., nenapomohla, protože ceníky byly stanoveny v době před intervencí, ale rentabilita tržeb se v roce 2014 výrazněji zlepšila. Tržby společnosti přesáhly 2 mld. korun, počet prodejů vzrostl ze 116 kusů (rok 2013) na 131 kusů. Snížení vývozu do Ruska v důsledku tamní ekonomické situace a propadu kurzu rublu výrazně ovlivnilo tržby v roce 2015. Tento propad exportu představoval meziročně až 60 %. V konečné fázi byly ovlivněny i vývozy do ostatních evropských zemí, které využívají stroje firmy TOS VARNSDORF, a. s., pro výrobu vlastní produkce, kterou nyní nesmí vyvážet do Ruska.

TOS VARNSDORF, a. s., je poměrně stabilní společnost, kterou také jako jiné společnosti zasáhla ekonomická krize, avšak dokázala znovu oživit výrobu a vykazuje pozitivní výsledky. Zhoršení téměř všech ukazatelů nastalo v roce 2013, a to především vlivem prudkého poklesu tržeb. Přesto se výsledek hospodaření pohyboval v kladných hodnotách i v následujících letech. Rok 2014 byl úspěšný a přinesl naplnění ekonomických ukazatelů, které si firma na tento rok stanovila. Proto

společnost i nadále pokračovala v rozsáhlých investicích. Rok 2015 byl celoplošně nepřejícný pro průmyslové výrobce z důvodu výrazného snížení vývozu do Ruska a tyto dopady zasáhly i firmu TOS VARNSDORF, a. s. Konflikty na Středním východě, snížená koupěschopnost a sankce vůči Rusku, ovlivnily zaměření exportu, a to zejména orientování se směrem k Německu.

Zhoršení finančních ukazatelů se dá přisoudit i výrazným investicím v průběhu sledovaného období. Jedná se především o vysoké investice do VaV, nových výrobků a služeb, neustálého zlepšování výroby a školení pracovníků. Do budoucna ale představují tyto investice další příležitosti, zúročení a zlepšení finančních ukazatelů.

Teorie vybraných finančních ukazatelů vztahujících se přímo k investicím je blíže popsána v příloze A. Jejich výpočet je poněkud náročnější, a to především ve správném stanovení klíčových parametrů, jako například doba životnosti, výše diskontu, či odhad budoucích finančních toků. Stanovují se na základě výkazů, plánovaných předpokladů a zkušeností.

Následující tabulka 4 uvádí finanční toky za předpokladu, že by do celé výše nákladů 17 145 tisíc Kč firma vstupovala vlastními zdroji a bez dotace. Úvěr pro tento inovační projekt firma nezvažovala. Pouze v případě nutnosti by volila střednědobý úvěr o úrokové sazbě kolem 2 %. Tato situace byla konzultována s vedoucí oddělení plánování a controllingu.

Tabulka 4: Peněžní toky projektu

Položka CF	2015	2016	2017	2018	2019
Počáteční stav	-17 145	-10 845	-1 095	11 655	21 405
Příjmy za služby a prodané zboží	42 000	65 000	85 000	65 000	85 000
Příjmy celkem	42 000	65 000	85 000	65 000	85 000
Mzdové výdaje	21 420	33 150	43 350	33 150	43 350
Materiální výdaje	2 856	4 420	5 780	4 420	5 780
Provozní výdaje	6 069	9 393	12 283	9 393	12 283
Finanční výdaje	5 355	8 288	10 838	8 288	10 838
Výdaje celkem	35 700	55 250	72 250	55 250	72 250
Rozdíl příjmů a výdajů	6 300	9 750	12 750	9 750	12 750
Konečný zůstatek	-10 845	-1 095	11 655	21 405	34 155

Zdroj: vlastní zpracování na základě poskytnutých materiálů

Poznámka: Hodnoty jsou uvedeny v tisících Kč.

Pro stanovení diskontní sazby investičního projektu je použita metoda, která rozděluje projekty do skupin podle příslušné výše rizika. Inovační projekt byl vyhodnocen jako nízkorizikový a byla mu přidělena diskontní sazba 3 %.

Doba životnosti je vzhledem k typu investice obtížně stanovitelná. Teoreticky by bylo možné dobu označit za neomezenou, ale jak již samotný koncept Průmysl 4.0 napovídá, jakákoliv výroba prochází neustálým vývojem a změnami. Životnost investice je stanovena na 5 let, po tuto dobu se nepředpokládá výrazná změna.

6.5 Čistá současná hodnota

- CF - očekávané peněžní toky v jednotlivých letech životnosti investice,
- i - diskontní sazba investičního projektu: 3 %,
- t - jednotlivá léta životnosti: 1, ..., 5,
- IN - náklady na investici: 17 145 tisíc Kč.

Tabulka 5: Výpočet čisté současné hodnoty

Rok	2015	2016	2017	2018	2019
t	1	2	3	4	5
CF	6 300,00	9 750,00	12 750,00	9 750,00	12 750,00
i	0,03				
(1+i) ^t	1,03	1,06	1,09	1,13	1,16
Diskont. CF	6 116,50	9 190,31	11 668,06	8 662,75	10 998,26
ΣCF	46 635,88				

Zdroj: vlastní zpracování

$46\,636 - 17\,450 = 29\,491$ tisíc Kč

Čistá současná hodnota očekávaných cash flow je 29 491 tisíc Kč.

6.6 Vnitřní výnosové procento

- CF - očekávané peněžní toky v jednotlivých letech životnosti investice,
- i - diskontní sazba investičního projektu: 3 %,
- t - jednotlivá léta životnosti: 1, ..., 5,
- IN - náklady na investici: 17 145 tisíc Kč.

Tabulka 6: Výpočet vnitřního výnosového procenta

Rok	2015	2016	2017	2018	2019
t	1	2	3	4	5
CF	6 300,00	9 750,00	12 750,00	9 750,00	12 750,00
i	0,03				
(1+i) ^t	1,03	1,06	1,09	1,13	1,16
Diskont. CF	6 116,50	9 190,31	11 668,06	8 662,75	10 998,26
ΣCF	46 636				
i	0,25				
(1+i) ^t	1,25	1,56	1,95	2,44	3,05
Diskont. CF	5 040,00	6 240,00	6 528,00	3 993,60	4 177,92
ΣCF	25 980				
i	0,50				
(1+i) ^t	1,50	2,25	3,38	5,06	7,59
Diskont. CF	4 200,00	4 333,33	3 777,78	1 925,93	1 679,01
ΣCF	15 916				
i	0,456				
(1+i) ^t	1,456	2,120	3,087	4,494	6,543
Diskont. CF	4 326,92	4 599,20	4 130,72	2 169,50	1 948,51
ΣCF	17 175				

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky 6 vyplývá, že diskontní sazba 45,6 % odpovídá vztahu pro vnitřní výnosové procento, kdy $17\,145 - 17\,145 = 0$. Stanovená diskontní sazba 3 % je nižší než 45,6 %, a proto je investiční projekt přijatelný.

6.7 Doba návratnosti

- CF - očekávané hodnoty peněžních toků v období t,
- i - diskontní sazba investičního projektu: 3 %,
- t - období 1 až DN,
- DN – doba návratnosti investice: 5 let,
- IN - hodnota čistých počátečních nákladů na investici: 17 145 tisíc Kč.

Tabulka 7: Výpočet doby návratnosti

Rok	2015	2016	2017	2018	2019
t	1	2	3	4	5
CF	6 300,00	9 750,00	12 750,00	9 750,00	12 750,00
i	0,03				
(1+i) ^t	1,03	1,06	1,09	1,13	1,16
Diskont. CF	6 116,50	9 190,31	11 668,06	8 662,75	10 998,26
mezisoučet disk. CF	6 116,50	15 306,81	26 974,87	35 637,62	46 635,88

Zdroj: vlastní zpracování

Z tabulky 7 vyplývá, že inovační projekt bude ziskový od 1. roku po zahájení, v tomto roce bude mezisoučet diskontovaného cash flow kladný 6 116,50 tisíc Kč.

$$17\,450 + 6\,116,5 = 23\,261,5 \text{ tisíc Kč}$$

$$23\,261,5 / 10\,998,26 = 2,1150$$

Doba návratnosti je mírně nad 2 roky. Při stanovené životnosti investice 5 let vyhovuje investice podmínce, kdy doba návratnosti je menší než doba životnosti investice.

6.8 Rentabilita investovaného kapitálu

- EBIT – kumulovaný zisk před zdaněním a úroky: 51 300 tis Kč,
- d – míra zdanění zisku: 19 %,
- IN – náklady na investici: 17 145 tisíc Kč.

$$51\,300 * (1 - 0,19) = 41\,553 \text{ tisíc Kč}$$

$$41\,553 / 17\,145 = 2,42$$

Ukazatel rentability investovaného kapitálu dosahuje úrovně 2,42, která prokazuje vysokou efektivnost vložených prostředků.

Výše zjištěné finanční ukazatele dosahují příznivých hodnot. Vnitřní výnosové procento ve výši 45,6 % zdaleka převyšuje diskontní míru stanovenou pro projekt 3 %. Taktéž rentabilita investovaného kapitálu prokazuje, že projekt Inprocesní měření je z hlediska finanční analýzy přijatelný.

6.9 Vyhodnocení finančních ukazatelů inovace

Výsledky z analýzy investic do inovačního projektu naznačují návratnost investice v průběhu druhého roku po uvedení na trh a kladné cash flow, nicméně výkazy účetnictví

po uplynulých 2 letech se plánovaným výsledkům zdaleka nepřibližují. Jedním z důvodů je nepřesnost při stanovení nákladů a výnosů. Jednotlivé položky nejsou členěny podle výrobku, ale podle druhu, a proto při hodnocení ekonomického efektu vzniká otázka, jaká výše nákladů a výnosů by měla být danému projektu přisouzena.

Dalším důvodem je nespolehlivost predikovaných výsledků v závislosti na obtížném odhadování chování trhu. Zkoumaná inovace je v nabídce od roku 2015, nicméně doposud zákazníci o něj neprojeví dostatečný zájem a prodej se zatím neuskutečnil. Inovační projekt Inprocesní měření ve své podstatě předběhl svou dobu, proto si mnoho potenciálních zákazníků neuvědomuje významné výhody a nevnímá potřebu jeho zavedení do výroby.

Projekt se nachází ve fázi komercializace. Jedním z přínosů by mohla být účast na veletrhu EMO Hannover, který se uskuteční v září 2017. Veletrh se koná každé dva roky a v Evropě je nejvýznamnějším v oboru obráběcích a tvářecích strojů. To dokazuje účast na zatím posledním uskutečněném, EMO Milano 2015, kterého se zúčastnilo 155 362 návštěvníků ze 120 zemí světa (Výstava EMO, 2015).

Účast na veletrhu je jedním z nejvyužívanějších marketingových nástrojů s cílem navázání osobního kontaktu a oslovit tak co nejvíce zákazníků. Poskytne firmě jedinečnou příležitost představit nový produkt, vysvětlit jeho specifické vlastnosti a motivovat k obchodní spolupráci. Dále zde může použít připravovaný prospekt, jehož současná podoba české verze je k nalezení v příloze B. Prospekt obsahuje technické informace a je detailněji zaměřen na specifikaci technologie. Pro účely mezinárodní propagace je důležité použít prospekt v dalších cizojazyčných verzích, alespoň anglické a německé. Účastí na veletrhu zároveň získá významnou zpětnou vazbu od odborníků, případných zákazníků a možnost o něco blíže poznat svoji konkurenci.

Naproti tomu stojí finanční a časová náročnost nejen přípravy, ale i celého průběhu účasti na veletrhu. Nejdůležitějším prvkem účasti je tým, který firmu zastoupí. Takový tým musí vykazovat vysokou informovanost a znalost oboru, prezentační schopnosti a proaktivní jednání. Vlastní firmě by dále měl poskytnout podrobné denní a závěrečné zprávy, které poslouží jako podklady k zjištění efektivity účasti na veletrhu. Například celkové skutečné náklady se s časovým odstupem poměří s počtem kontaktů se zákazníky.

Marketing v oblasti B2B je mnohem individuálnější, než klasický marketing B2C, proto je klíčovým nástrojem komunikačního mixu osobní prodej. Produkty firmy TOS VARNSDORF, a. s., jsou používány ve výrobě a je důležité, aby svým zákazníkům poskytovala další přidanou hodnotu, například ve formě školení jejich zaměstnanců, technické konzultace s firemním odborníkem, podrobné manuály. Zjistit konkrétní účely využití produktů zákazníkem a na základě těchto dat připravit specifickou marketingovou strategii pro každého zákazníka zvlášť. Vzhledem k faktu, že projekt Inprocesní měření řeší problematiku, kterou zákazníci ještě nedokáží ocenit, musí je firma teprve vyškolit. Příležitostí by mohlo být uspořádání workshopu.

Cílit na zákazníky, kteří firmě generují minimální tržby, by bylo spíše ztrátové, proto by firma měla vybrat klíčové zákazníky, například podle Paretova pravidla, kdy 20 % zákazníků generuje 80 % tržeb. Těchto 20 % zákazníků pozvat na pracovní seminář, během kterého by se zákazníci dozvěděli, jak projekt funguje v praxi a předvést jeho výhody. Lze se domnívat, že jedním z důvodů, proč jsou zákazníci s nákupem zdrženliví, je vysoká cena. Proto v další fázi by obchodníci s jednotlivými zákazníky provedli analýzu nákladů na životní cyklus produktu a zákazníci by tak získali příležitost přehodnotit své vnímání o ceně. Tyto náklady zahrnují pořizovací cenu, náklady na zavedení a následné náklady. Do nákladů na zavedení lze zařadit instalaci, výrobní ztráty z prostoje nebo náklady na školení zaměstnanců. Následnými náklady jsou náklady na provoz, údržbu zařízení a opravy. Oproti tomu se stanoví výnosy, které ze zavedení inovovaného produktu plynou. Vyčíslení úspor ve výrobním procesu z hlediska snížení času výroby, minimalizace manipulačních činností, případně úspory v investicích do vlastní výrobní základny. Snížení nákladů na životní cyklus se stane argumentem, které by mohly přesvědčit zákazníka k nákupu i v případě vyšší pořizovací ceny. Nákupní rozhodování v podniku může být v kompetenci několika lidí, od výkonného ředitele, výrobních inženýrů, až po vedoucí nákupního oddělení. Úkolem obchodních prodejců TOS VARNSDORF, a. s., je ovlivnit všechny z těchto osob. Výchozím bodem při vyjednávání o ceně je ceník prodejce, ale výsledná cena se odvíjí od vyjednávacích schopností obou stran.

Dalším faktorem k ovlivnění zákazníka může být poskytnutí finanční výpomoci klíčovému zákazníkovi prostřednictvím úvěrové výhody. V úvahu se musí vzít solventnost, likvidita zákazníka a podmínky splatnosti, aby se předešlo možným rizikovým situacím.

7 Hodnocení nefinančních ukazatelů

V odborné literatuře není definována jednotná metodika hodnocení inovace, protože se jedná o velice jedinečnou záležitost odlišující se v mnoha aspektech v různých firmách. Přesto by se hodnocení inovací nemělo opomíjet. Každý projektový manažer by měl nejprve stanovit cíl inovace, podle cíle a dále povahy firmy nastavit důležitá hodnotící kritéria a ta následně porovnat s docílenými výsledky.

Návrh hodnoticího formuláře v příloze C, je rozdělen do 2 částí, první část řeší samotný inovační projekt. Hodnotící parametry jsou tedy individuální dle charakteru firmy a projektu. Druhá část hodnotí inovační potenciál a vyspělost firmy dle prvků iniciativy Průmysl 4.0. Hodnotící formulář zohledňuje oblast podnikatelského prostředí společnosti a připravenost úspěšně realizovat inovační strategii. Sledovány jsou především oblasti obchodní, technologická, lidských zdrojů a životního prostředí. Doplnuje předchozí finanční hodnocení inovace i z pohledu kvality a strategie. Napomáhá najít nedostatky zrealizované inovace a oblasti, které by se měly zrevidovat.

K jednotlivým otázkám jsou přiřazeny alternativní odpovědi, jejichž počet se různí dle obsáhlosti a charakteru otázky. Podle toho jsou také přiděleny body, od 0 – nejméně příznivý výsledek do 2 – velice příznivý výsledek. Manažer dále přiřadí jednotlivým otázkám jejich váhu podle toho, jak důležitě se otázka jeví vzhledem k interní politice firmy a vytyčeným cílům. Po zvážení otázky přidělí bodové ohodnocení, které odpovídá realitě, případně se jí nejvíce přibližuje. Po zodpovězení všech otázek vypočte celkový počet bodů, který dále porovná s rozmezím hodnocení projektu a přiřadí odpovídající kategorii. Celkem jsou stanoveny 3 kategorie, a to „projekt vyhovuje“, „projekt vyhovuje s výhradami“ a „projekt nevyhovuje“.

Otázky v hodnoticím formuláři druhé fáze jsou uvažovány jako stejně důležité, proto u nich nejsou uvedeny váhy. Výpočet vyhodnocení je prováděno pouhým součtem udělených bodů a následného zařazení do kategorie A, B nebo C.

V rámci vyhodnocování byly použity získané informace z konzultací se zaměstnanci firmy a odpovědi na otázky v rámci rozhovoru. Scénář polostrukturovaného rozhovoru je uveden v příloze D.

7.1 Vyhodnocení 1. fáze

Vyhodnocení projektu v první fázi vykazuje nyní jistá omezení. Jak již bylo zmíněno, inovační projekt Inprocesní měření teprve prochází komercializací a prodej nebyl uskutečněn, z tohoto důvodu není možno s jistotou zodpovědět veškeré otázky obsažené ve formuláři. Pro účely diplomové práce byly otázky zodpovězeny dle současného očekávání.

Na základě předběžného vyhodnocení byl inovační projekt zařazen do první kategorie, „projekt vyhovuje“. Pro tuto kategorii jsou příznačné velmi dobré výsledky a naplnění cílů. Inovaci lze vyzdvihnout právě především z hlediska naplnění cílů, dodržení finančního rozpočtu a časového plánu. Již z předchozí analýzy vyplynulo, že projekt vykazuje jisté nedostatky, tento fakt potvrzuje tvrzení, že je nutné provádět vyhodnocení z finančního i nefinančního hlediska.

Vedoucí vývojových projektů, na otázku, kde vidí mezery v procesu nebo co by s odstupem času provedl jinak, uvedl, že by bylo vhodnější, kdyby mohli VaV provádět rovnou na komerčním systému, například firem Heidenhain nebo Siemens. Z důvodu uzavřenosti systémů nebylo možné provádět zkoušky. Nyní inovační tým pracuje na rozšiřování řešení a využitelnosti u komerčních řídicích systémů. Žádné jiné nedostatky nebyly během diskuze objeveny.

7.2 Vyhodnocení 2. fáze

Na základě vyhodnocení druhé fáze, byla firma zařazena do kategorie A. Bodové ohodnocení leží na hranici mezi kategoriemi A a B, na tuto skutečnost se musí vzít ohled. Významnou roli v této situaci má i bodové rozmezí jednotlivých kategorií. Nicméně lze z výsledků vyvodit, že firma má velice dobré předpoklady k zavádění postupných změn. Zefektivnění výrobního procesu a zkvalitnění podnikatelského prostředí lze potvrdit. Také inovační proces vykazuje vysokou kvalitu a jsou uplatňovány nastavené metodické postupy, které inovačním aktivitám vyhovují. Firmě dále záleží na spokojenosti svých zaměstnanců, snaží se je motivovat, zvyšovat jejich kvalifikaci a uplatňuje otevřenou komunikaci a odměňování inovačního úsilí.

Z konzultací dále vyplynulo, že by se firma měla zaměřit na vylepšení současného systému předávání a vyhodnocování informací, který je zdlouhavý. Tím by docílila snížení nákladů během konstrukce nových výrobků. Taktéž plynulost informací mezi úseky konstrukce a nákupu, technologie a výroby, přispěje k eliminaci chybné výroby dle neplatné dokumentace.

V souvislosti s konceptem Průmysl 4.0 je vhodné zmínit podporu systému vzdělávání firmou TOS VARNSDORF, a. s., ať už v soustavné přípravě na budoucí povolání nebo ve spolupráci s vysokými školami na VaV. Problémovou situací s nedostatkem absolventů škol technického zaměření a nevyhovujícími znalostmi pro potřeby firmy, se TOS VARNSDORF, a. s., rozhodl vyřešit založením firemní střední průmyslové školy. SPŠ TOS VARNSDORF k 1. 9. 2016 otevřela 2 tříleté učební obory a 2 čtyřleté maturitní obory a zájem o vzdělání v tomto ústavu se ukázal být značný. V budoucnosti má firma v úmyslu přidat obory elektro. Nespornou výhodou systému výuky na této škole je začlenění praxe a odborného výcviku i do maturitních oborů. Jedním z cílů školy je, aby studijní obory pružně reagovaly na změny trhu práce a profesních požadavků, proto se na řízení školy podílejí i významné regionální firmy (Rýdl, 2016).

Změny z personálního hlediska ve firmě neplánují, stále vyžadují klasické technické profese s požadavkem na vzdělání, kreativní myšlení, operativní jednání a v neposlední řadě motivaci odvést kvalitní práci. V dlouhém období je očekáván útlum pozic obsluha strojů, manipulant, či administrativní pozice pro manuální přenos informací mezi programy a řešení agendy, které budou automatizovány. A právě lepší využití lidského potenciálu ve výrobě firma vnímá jako jednu z oblastí, na které by bylo dobré se zaměřit, aby byli zaměstnanci schopni s podporou automatizovaného procesu správně koordinovat celý proces.

Národní Iniciativa Průmysl 4.0 se vyjadřuje k problematice vzdělávání, potřebě zkvalitnit celý vzdělávací systém a zavedení nových studijních oborů, přesto hlavní překážkou v otevření nové střední průmyslové školy bylo přesvědčit Ústecký kraj. To se sice nakonec podařilo, ale žádné další podpory se firmě nedostavilo. V současné době fungují ve Varnsdorfu dvě stejné školy, jejichž kapacity přesahují výrazně nižší počet žáků. Tuto situaci je nutné v nejbližší době s Ústeckým krajem vyřešit, jako nejrozumnější řešení se jeví spojit silné stránky obou škol a vytvořit tak jeden ústav. Firma TOS VARNSDORF, a. s., je připravena koupit od Ústeckého kraje svou bývalou budovu učiliště, která nyní patří konkurenční škole, a je schopna poskytnout kvalitní výuku ve strojírenství pro celý region. Naopak Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy by mělo plně podporovat duální výuku, tedy vedle teoretické výuky na akademické půdě, aktivně zapojit firmy do odborné výuky. Jen tak mohou čerství absolventi škol být pro firmu opravdovým přínosem.

Závěr

Koncept Průmysl 4.0 přináší výhody ze zvyšování produktivity, snižování nákladů a chyb, které plynou ze zapojení sofistikovanějších strojů do veškerých procesů firmy. K zamyšlení vyvstává otázka možných hrozeb. Intenzivnější zapojení informačních technologií do komplexního systému firem hrozí útoky počítačových zločinců. Ty by se mohly stát součástí nelegálního konkurenčního boje. Jen v případě několikahodinového výpadku čelí firmy velkým prostojům a finančním ztrátám. Firmy poskytující zabezpečovací systémy neustále vyvíjí nové ochranné softwary, nicméně zločin je vždy o krok napřed. V měřítku velkých společností pak hrozí dopad až na úroveň národního hospodářství.

Oblastí, které se nastávající změny také neodmyslitelně dotknou, je zaměstnanost. Mluví se o nahrazení zaměstnanců efektivnějšími stroji a předpokládá se, že následně zbydou ve firmách převážně pozice programátorské, údržbářské a administrativní. Je jisté, že tato situace bude nastávat postupně, a proto současní zaměstnanci budou mít čas a prostor k rekvalifikaci, k tomu je nutné, aby vláda připravila společnost na tyto změny, přenastavila systém vzdělávání, politiku trhu práce a sociální politiku. A jak již bylo zmíněno v úvodu diplomové práce, ke změnám podílů hospodářského sektoru několikrát docházelo již v minulosti a dnešní společnost se orientuje novým směrem na sektor služeb a znalostní sektor.

Dalším tématem, který tento koncept vyzdvihuje je ochrana životního prostředí. Snižování emisí, minimální odpady, recyklaci, zapojení obnovitelných zdrojů a další řeší firmy již několik let v rámci společenské odpovědnosti firem. Nové technologie a materiály vedoucí k optimalizaci environmentální politiku jen podpoří.

Průmysl 4.0, Doprava 4.0, Vzdělání 4.0, jsou důkazem, že dnes panuje trend přívlastku „4.0“. Přestože většina firem se ke konceptu hlásí, vnímají toto téma spíše jako přirozený vývoj. Je pochopitelné, že využití internetu má dopad nejen pro oblast průmyslu, ale především na celou společnost. Z toho důvodu by měla vláda, spíše než apelovat na firmy, aby zaváděly prvky Průmyslu 4.0 do výroby, sama reálně reagovat na změny potřeb celé společnosti a vytvořit prostředí, které by podporovalo neustálý vývoj, jako je tomu v případě vzdělávání, zaměstnanosti, datové infrastruktury nebo zabezpečení dat. O konceptu Průmysl 4.0 se hojně mluví a přednáší, nicméně jeho úplné zavedení do praxe nastane až v průběhu několika let. Jistotou

je, že technologie jdou neustále vpřed a s nimi i optimalizace výroby, proto bude mít koncept významný přínos zejména pro firmy, které pochopí, co přesně pro ně Průmysl 4.0 znamená.

Cílem diplomové práce bylo vyhodnotit inovačního projekt Inprocesní měření firmy TOS VARNSDORF, a. s., v souladu s principy konceptu Průmysl 4.0.

V teoretické části byly vymezeny základní pojmy nezbytné pro pochopení souvislostí diplomové práce, zejména inovace, modely inovačního procesu, inovační cyklus. Dále byly postupně představeny poznatky z odborné literatury týkající se tématu čtvrté průmyslové revoluce a českého konceptu Průmysl 4.0.

Úkolem praktické části diplomové práce bylo nejprve charakterizovat vybraný podnik TOS VARNSDORF, a. s., a seznámit s inovačním projektem Inprocesní měření. Jedná se o novou technologii, která zvyšuje užité vlastnosti obráběcích strojů, tím urychluje a zpřesňuje proces obrábění a snižuje náklady ve výrobě související s manipulací, ustavování obrobků či pořízení měřicího systému. Tento projekt byl následně zhodnocen z pohledu ekonomických efektů pomocí vybraných finančních ukazatelů, dále z pohledu nefinančních přínosů pomocí hodnoticího formuláře navrženého konkrétně pro tento projekt. Hodnoticí formulář byl rozdělen do dvou fází, přičemž na hodnocení projektu navazuje hodnocení inovační vyspělosti firmy vzhledem k prvkům konceptu Průmysl 4.0.

Cíl diplomové práce byl naplněn. Analyzovaná inovace prozatím nevyvolala pozitivní ekonomický efekt, protože se nachází ještě ve fázi komercializace, avšak lze ji pokládat za úspěšnou z hlediska technického přínosu v oboru obráběcích strojů. Dále bylo zjištěno, že firma TOS VARNSDORF, a. s, má dobré předpoklady pro implementaci konceptu Průmysl 4.0 a zároveň k tomuto tématu přistupuje s rozvahou. Sleduje trendy v oboru, požadavky zákazníků a možnosti maximálního využití příležitostí při současné minimalizaci hrozeb. Uvědomuje si, že pro zákazníka není důležitý název a marketingový popis produktu, ale schopnost řešit jeho požadavky, užité hodnota a celkový přínos. Nepodléhá tlakům na hromadné zavádění konceptu Průmysl 4.0, ale vybírá prvky, které přinesou žádoucí výsledky s ohledem na ekonomickou návratnost.

Zpracování diplomové práce bylo pro autorku velkým přínosem, hlouběji poznala vybranou společnost, kterou dosud vnímala jen okrajově, a uplatnila své teoretické znalosti ze studia v praxi.

Seznam použité literatury

Citace

AMSP, . 2012. Inovace a jejich financování v malé a střední firmě. In: *Asociace malých a středních podniků a živnostníků České republiky* [online]. Praha: AMSP [cit. 2016-11-08].

Dostupné z:

http://www.amsp.cz/uploads/dokumenty_2016/publikace/Inovace_a_jejich_financovani.pdf

ANON, . 2014. Jan Rýdl – TOS VARNSDORF a.s.: Každý jsme nahraditelný, ale firma nikoliv. In: *Svět průmyslu* [online]. Šumperk: Smart Connections s.r.o. [cit. 2016-11-11].

Dostupné z: <http://www.svetprumyslu.cz/exkluzivni-rozhovor-jan-rydl-tos-varnsdorf-as/>

BECK, Jiří a Karel HLAVATÝ. 2008. *Management inovací v teorii, praxi a ve výuce*. Vyd. 1.

Praha: Vysoká škola manažerské informatiky a ekonomiky, 42 s. ISBN 978-80-86847-33-7.

CEJNAROVÁ, Andrea. 2015. *VISIONS: Průmysl 4.0: příležitost a výzva* [online]. Praha:

Siemens, 5(2), sv. [cit. 2015-10-07]. ISBN 1804-364X. ISSN ISSN 1804-364X. Dostupné z:

http://www1.siemens.cz/visions/public/files/visions_leto_2015.pdf

ČVUT v Praze: Ochrana průmyslových práv společných projektů. 2008. . *České vysoké učení*

technické v Praze [online]. Praha [cit. 2016-11-11]. Dostupné z:

<http://intranet.cvut.cz/informace-pro-zamestnance/vav/ps/ochrana>

Duševní vlastnictví: příručka osvědčených postupů : 10 praktických doporučení pro lepší integraci duševního vlastnictví do obchodní činnosti [online]. 2010. [online]. 1. české vyd.

Praha: Úřad průmyslového vlastnictví [cit. 2016-07-07]. ISBN 978-80-7282-084-9. Dostupné

z: www.upv.cz/dms/pdf_dokumenty/ippv/web_dusevni_vlastnictvi.pdf

Facts and Figures. 2016. . *Fraunhofer-Gesellschaft* [online]. [cit. 2016-06-28]. Dostupné z:

<http://www.fraunhofer.de/en/about-fraunhofer/profile/facts-and-figures.html>

HADRABA, Jaroslav. 2005. *Komplexnost, systematičnost a dynamické pojetí*. Praha.

HAKES, Chris. 2013. *Innovation reboot: how to build, manage and assess innovation capability in organisations and teams*. 1 vyd. Milton Keynes UK: Leadership Agenda

Limited. ISBN 978-190-4861-027.

CHMELARĚ, Aleš.,. 2015. Dopady digitalizace na trh práce v ČR a EU. In: *Vláda ČR* [online]. Praha: Vláda ČR [cit. 2016-11-13]. Dostupné z: <https://www.vlada.cz/assets/evropske-zalezitosti/analyzy-EU/Dopady-digitalizace-na-trh-prace-CR-a-EU.pdf>

JÁČ, Ivan, Petra RYDVALOVÁ a Miroslav ŽIŽKA. 2005. *Inovace v malém a středním podnikání*. Vyd. 1. Brno: Computer Press. Business books (Computer Press). ISBN 80-251-0853-8.

KLÍMOVÁ, Viktorie. 2006. *Inovační procesy: distanční studijní opora*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta. ISBN 80-210-4166-8.

KŘENA, Michal. 2015. *Řídicí systémy Modicon psaly historii, vynikají v současnosti a tvoří budoucnost* [online]. Český Těšín: Trade Media International [cit. 2016-06-27]. Dostupné z: http://www.controlengcesko.com/index.php?id=47&no_cache=1&tx_ttnews%5Btt_news%5D=5697&cHash=d8c0e6b395&type=98

MAŘÍK, Vladimír. 2015. *Národní iniciativa Průmysl 4.0* [online]. Praha: Ministerstvo obchodu a průmyslu, **2015**, 42 [cit. 2015-10-07]. Dostupné z: <http://www.spcr.cz/images/priloha001-2.pdf>

MAŘÍK, Vladimír. 2016. *Nečtiny 2016 // Vladimír Mařík: Co se skrývá za Industry 4.0?* [online]. In: YOUTUBE, . [cit. 2016-12-04]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=Fys5TyIrfZ8&list=WL&index=16>

MM Průmyslové spektrum: Internet věcí, služeb a lidí. 2016. **19**(62016). ISSN 1212-2572. Dostupné také z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/internet-veci-sluzeb-a-lidi.html>

Moorův zákon. 2015. . In: *Management Mania* [online]. Plzeň: ManagementMania.com [cit. 2016-06-27]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/mooruv-zakon>

MOSTÝN, Milan. 2016. Většina firem vidí v Průmyslu 4.0 příležitost ve zvýšení produktivity práce. In: *Svaz průmyslu a dopravy České republiky* [online]. Praha: Svaz průmyslu a dopravy ČR [cit. 2016-11-10]. Dostupné z: <http://www.spcr.cz/images/>

Obecné informace o OP PIK. 2016. . *Agentura pro podnikání a inovace: Obecné informace o OP PIK* [online]. [cit. 2016-11-10]. Dostupné z: <http://www.agentura-api.org/op-pik-obecne/>

OECD, Luxembourg. 2005. *Oslo manual guidelines for collecting and interpreting technological innovation data* [online]. 3rd ed. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development [cit. 2016-11-17]. ISBN 978-926-4013-100. Dostupné z: <http://www.oecd.org/sti/inno/oslomanualguidelinesforcollectingandinterpretinginnovationdata3rdedition.htm>

PETERKA, Jiří. 1995. Na počátku byl ARPANET. *Computerworld* [online]. (4) [cit. 2016-07-02]. Dostupné z: <http://www.earchiv.cz/a95/a504c502.php3>

RÝDL, Jan. 2016. Založili jsme raději vlastní Střední průmyslovou školu TOS VARNSDORF. *Prosperita*. RIX, **18**(42016). ISSN 1213-6492.

ŠVEJDA, Pavel. 2007. *Inovační podnikání*. 1. vyd. Praha: Asociace inovačního podnikání ČR. ISBN 9788090315365.

Technologie RFID. 2016. . *BARTECH - Softwarová řešení* [online]. Hodonín: Bartech [cit. 2016-09-27]. Dostupné z: <http://bartech.cz/reseni/technologie-rfid/>

Technológie. 2016. . *Industry 4.0* [online]. Bratislava: SOVA Digital [cit. 2016-09-27]. Dostupné z: <http://industry4.sk/technologie/>

TIDD, Joseph, J BESSANT a Keith PAVITT. 2007. *Řízení inovací: zavádění technologických, tržních a organizačních změn*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, xiv, 549 s. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-80-251-1466-7.

T-Mobile Tiskové Centrum. 2016. . *T-Mobile Tiskové Centrum* [online]. [cit. 2016-07-02]. Dostupné z: <http://www.t-mobile.cz/cs/tiskove-materialy/tiskove-zpravy-t-mobile/sit-sigfox-jiz-pokryva-prahu-brno-a-ostravu.html>

VLČEK, Radim. 2011. *Strategie hodnotových inovací: tvorba, rozvoj a měřitelnost inovací*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing. ISBN 9788074310485.

VOŽENÍLEK, David. 2016. Ani počítač odpojený od internetu není v bezpečí. Stačí větráček a mobil.. *Technet.idnes.cz* [online]. MAFRA [cit. 2016-06-29]. Dostupné z: <http://technet.idnes.cz/>

Výstava EMO. 2015. . *Svaz strojírenské technologie* [online]. Praha: Svaz strojírenské technologie – zájmové sdružení [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: <http://www.sst.cz/cs/aktualne/589-vystava-emo>

ŽIŽLAVSKÝ, Ondřej. 2012. *Manuál hodnocení inovační výkonnosti*. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 9788072047963.

ŽIŽLAVSKÝ, Ondřej. 2011. Vývoj pojetí inovačního procesu podniku. *Trendy v podnikání*. 1(2), 7. ISSN ISSN 1805-0603.

Bibliografie

ANON. *Mechanical engineering: Technology that moves the world* [online]. New York: The Society, 2015, (9), 36-41 [cit. 2016-12-10]. ISSN 00256501. Dostupné z: <https://www.odu.edu/content/dam/odu/col-dept/msve/docs/noormeararticle915.pdf>

BURKITT, Frank. 2014. A Strategist's Guide to the Internet of Things. In: *Strategy+Business* [online]. New York: PwC Strategy& LLC [cit. 2016-11-22]. Dostupné z: <http://www.strategy-business.com/article/00294>

DORST, Wolfgang et al. Implementation Strategy Industrie 4.0: Report on the results of the Industrie 4.0 Platform. In: DORST, Wolfgang et al. *Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie* [online]. Berlin: Bitkom, 2015, s. 104 [cit. 2016-10-16]. Dostupné z: <http://www.zvei.org/Publikationen/Implementation-Strategy-Industrie-40-ENG.pdf>

KOŠTURIÁK, Ján a Ján CHAL. 2008. *Inovace: vaše konkurenční výhoda!*. Vyd. 1. Brno: Computer Press. ISBN 9788025119297.

PORTER, Michael a James HEPPELMANN 2015. How Smart, Connected products Are Transforming Competition. In: *Harvard Business Review* [online]. Brighton: Harvard Business School Publishing [cit. 2016-10-11]. Dostupné z: <https://hbr.org/2015/10/how-smart-connected-products-are-transforming-companies>

Seznam příloh

Příloha A: Vybrané finanční ukazatele.....	85
Příloha B: Prospekt.....	87
Příloha C: Návrh hodnoticího formuláře	89
Příloha D: Scénář polostrukturovaného rozhovoru	97

Přílohy

Příloha A: Vybrané finanční ukazatele

Čistá současná hodnota NPV (1) – jedná se o rozdíl mezi současnou hodnotou očekávaných peněžních toků a nákladů na investici.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF}{(1+i)^t} - IN \quad (1)$$

Kde: CF - očekávané peněžní toky v jednotlivých letech životnosti investice,
i - diskontní sazba investičního projektu,
t - jednotlivá léta životnosti,
IN - náklady na investici.

Jestliže platí $NPV > 0$, investiční projekt je pro podnik přijatelný, požadovaná míra výnosu je zaručena.

Jestliže platí $NPV < 0$ investiční projekt je pro podnik nepřijatelný, nezaručuje požadovanou míru výnosu a jeho přijetí by snižovalo tržní hodnotu podniku.

Jestliže platí $NPV = 0$, investiční projekt je přijatelný, zaručuje požadovanou míru výnosnosti.

Vnitřní výnosové procento IRR (2) – hledaná výnosová míra projektu vyjádřená v procentech, při které se současná hodnota očekávaných peněžních příjmů z investice rovná současné hodnotě výdajů na investici vynaložených. $NPV - IN = 0$

$$IN = \sum_{t=0}^n \frac{CF}{(1+i)^t} \quad (2)$$

Kde: CF - očekávané peněžní toky v jednotlivých letech životnosti investice,
i - diskontní sazba investičního projektu,
t - jednotlivá léta životnosti,
IN - náklady na investici.

Dle IRR jsou za přijatelné investiční projekty považovány ty, které dosahují vyššího výnosu než je požadovaná minimální výnosnost investice.

Doba návratnosti (3) – doba, za kterou cash flow přinese hodnotu rovnající se původním nákladům na investici. Informuje o rizikovosti investice a o stupni likvidity. Pokud je doba návratnosti menší než doba životnosti, je investice vhodná k realizaci.

$$IN = \sum_{t=1}^{DN} \frac{CF}{(1+i)^t} \quad (3)$$

Kde: CF - očekávané hodnoty peněžních toků v období t,
i - diskontní sazba investičního projektu,
t - období 1 až DN,
DN – doba návratnosti investice,
IN - hodnota čistých počátečních nákladů na investici.

Rentabilita investovaného kapitálu ROI (4) – pomocí tohoto ukazatel se hodnotí podnikatelská činnost firmy. Za efekt z investice se považuje zisk. Změny v objemu výroby i změny v nákladech, které investice vyvolává, se promítnou do zisku, který tak dostatečně charakterizuje přínos investice.

$$ROI = \frac{EBIT (1-d)}{IN} \quad (4)$$

Kde: EBIT – kumulovaný zisk před zdaněním a úroky za dobu životnosti investice,
d – míra zdanění zisku,
IN – náklady na investici.

Vypočtená rentabilita se porovnává s požadovanou mírou zúročení. Pokud je vypočtená rentabilita vyšší, investice je výhodná, v opačném případě by neměla být realizována.

Příloha B: Prospekt

VARNSDORF TOS INPROCESNÍ MĚŘENÍ

Implementace na stroj

Jedná se pouze o připojení dotykových sond a elektrické připojení. Nejsou vyžadovány žádné zásahy do mechanické konstrukce.

Je potřeba pořídit metrologický software (tablet s programem vč. joystiku ručního ovládání), dotykové sondy a samotný lasertracker.

Pro správnou funkci je nutné vždy systém nastavit a realizovat dle konkrétních požadavků zákazníka. Dle požadavků pořídit a nastavit jednotlivé komponenty včetně propojení se strojem.

Náklady na implementaci inprocesního měření závisí na konkrétních požadavcích na funkčnost komponent a požadavcích na výslednou přesnost měření.








TOS VARNSDORF a.s. Říčků 177A 40740 Varnsdorf Česká republika Tel.: +420 412 351 203 Fax: +420 412 351 249 E-mail: info@tosvarnsdorf.cz www.tosvarnsdorf.cz	Personální oddělení: Tel.: +420 412 351 222 E-mail: v.holanova@tosvarnsdorf.cz	Marketing a propagace: Tel.: +420 412 351 210 E-mail: marketing@tosvarnsdorf.cz	Service: Tel.: +420 412 351 210 E-mail: servis@tosvarnsdorf.cz	Recepce: Tel.: +420 412 351 406 E-mail: j.honke@tosvarnsdorf.cz
---	---	--	---	--

Údaje a parametry v tomto katalogu nejsou závazné. Všechny zvláštní podmínky platnosti bez předložené specifikace. © 2016

VARNSDORF TOS

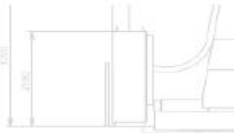
Your partner for future machining







INPROCESNÍ MĚŘENÍ

TOS VARNSDORF a.s.



2016







Řídicí systém stroje

Princip fungování:
Nezávislé měření polohy nástroje/sondy laser trackerem „Leica“ - reálné přesné měření polohy na stroji.



Server pro komunikaci mezi metrologickým a řídicím systémem

Způsob užití:

- Stroj je při měření ovládám pomocí metrologického sw (chová se jako normální 3D měřicí stroj).
- Na základě naměřených hodnot, lze určit skutečné nepřesnosti stroje.
- Naměřené hodnoty lze převést jako korekce polohy do ŘS stroje.
- Je možné následně provést finální obrábění bez nutnosti měnit NC program.



Dotyková sonda z 3D souřadnicového měřicího stroje



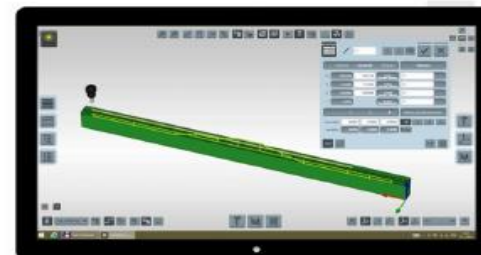
Koutový odražeč pro sledování pozice sondy

Účel užití:
Rychlá a přesná mezioperační kontrola.
Podmínka pro přesné finálové opracování.

Přidaná hodnota:
Provedení kontroly obrobku přímo na stroji šetří čas nutný pro transport obrobku na 3D souřadnicový stroj.
Nezávislé měření polohy sondy v pracovním prostoru = měření imunní vůči nepřesnosti stroje.



Laser tracker pro přesné měření polohy



Metrologický sw pro on-line ovládání stroje při měření

Reálné přesnosti:
Přesnost dle výrobce lasertrackeru je $\pm 15 \mu\text{m} + 6 \mu\text{m}/\text{m}$, typicky $\pm 7,5 \mu\text{m} + 3 \mu\text{m}/\text{m}$.
Ověřená přesnost 20 – 30 μm v celém pracovním prostoru stroje.

Příloha C: Návrh hodnoticího formuláře

Návrh hodnoticího formuláře je rozdělen do 2 částí, první část řeší samotný inovační projekt, dle charakteru firmy a projektu.

Hodnocení inovačního projektu s dopady na firmu

Otázky	Body	Váha	Uděleno
1. Inovační projekt reaguje na potřeby trhu.			
Potřeby ještě nejsou na trhu definovány nebo se projekt týká mezery na trhu	2		
Reaguje na zjištěné potřeby trhu	1		
Nereaguje na potřeby trhu	0		
2. Úroveň novosti výsledků výzkumu a vývoje.			
Úplně nový výsledek výzkumu a vývoje	2		
Zlepšení existujícího výsledku	1		
Úprava již existujícího výsledku bez výrazných změn	0		
3. Míra novosti výsledků výzkumu a vývoje.			
Nové pro daný trh	2		
Nové pouze pro firmu	1		
Žádná novost řešení	0		
4. Během inovačních aktivit tým získal návrhy ke zlepšení či nové podmínky k dalším inovacím.			
Ano	2		
Částečně	1		
Ne	0		
5. Očekávané dopady inovace na obchodní cíle firmy.			
Významný dopad - zvýšení tržního podílu a získání nových trhů	2		
Rozvojový dopad - lepší tržní pozice ve vztahu ke konkurenci	1		
Případné dopady inovace se projeví později, inovace byla nezbytná	0		
6. Zvýšení vývozu v důsledku inovace.			
Více než 15 %	2		
1 – 15 %	1		
Žádné	0		
7. Výsledek inovace má pozitivní vliv na zefektivnění výrobního procesu zákazníků.			
Výrazný vliv	2		
Podstatný vil	1		

Žádný vliv	0		
8. Upevnění vztahu se stávajícími zákazníky.			
Upevnění vztahu s klíčovými zákazníky a získání nových	2		
Upevnění vztahu pouze s klíčovými zákazníky	1		
Inovace nemá žádný vliv na vztah se zákazníky	0		
9. Zvýšení podílu tržeb z prodeje inovovaných výrobků na celkových tržbách. Komentář: sledováno průměrné % z celkových tržeb za 3 roky.			
Více než 5 %	2		
2 – 5 %	1		
Méně než 2 %	0		
10. Dodržení finančního rozpočtu inovace.			
Dodržení rozpočtu dle plánu	2		
Překročení rozpočtu o 10 %	1		
Překročení rozpočtu o více než 10 %	0		
11. Dodržení časového plánu inovačních aktivit.			
Úspěšné dokončení inovace v plánované době	2		
Úspěšné dokončení inovace s vyšším než 10 % prodlením	1		
Nedokončená/přerušená inovace	0		
12. Počet nově vytvořených pracovních pozic.			
Více než 5	2		
1 – 5	1		
Žádné	0		
13. Zavedená inovace z pohledu vlivu na životní prostředí. Komentář: Přímé a nepřímé dopady zejména v oblasti ochrany vody, ovzduší, produkci odpadů, snížen energetické a materiálové náročnosti.			
Inovovaný výrobek/služba přispívá ke snížení energetické a materiálové náročnosti	2		
Inovovaný výrobek/služba přispívá ke snížení energetické nebo materiálové náročnosti	1		
Inovovaný výrobek/služba nemá pozitivní vliv životní prostředí	0		
14. Ocenění inovačního projektu.			
Projekt získal ocenění	2		
Projekt byl přihlášen, ale ocenění nezískal	1		
Projekt nebyl přihlášen	0		
15. Získání finanční podpory.			
Projektu byla udělena finanční podpora ve výši 40% a více	2		
Projektu byla udělena finanční podpora do 40 %	1		
Projektu nebyla udělena finanční podpora	0		
Celkem dosaženo bodů			

Zhodnocení inovačního projektu: Maximální počet bodů dosažených v této sekci bez použití vah je 30. Pro aplikaci vah je navržena hodnoticí škála 1-5, kde 1 znamená nedůležitou otázku, 2 méně důležitou otázku, 3 označuje poměrně důležitou otázku, 4 důležitou otázku a 5 velmi důležitou otázku. Následně se přidělené body vyjádří v procentech. Pozitivní efekt inovace má projekt, který dosáhl alespoň 40 %.

Hodnocení projektu

75 % – 100 % projekt vyhovuje

40 % – 74 % projekt vyhovuje s výhradami

0 % – 39 % projekt nevyhovuje

Kategorie „projekt vyhovuje“: Inovační projekt spadající do této kategorie vyhovuje všem kritériím a naplňuje očekávané požadavky. Od toho inovačního projektu lze předpokládat perspektivní výsledky, jako například zefektivnění výrobního procesu nebo zlepšení firemní konkurenceschopnosti. Přesto mohou být doporučeny některé úpravy projektu, které jsou zrealizovány okamžitě, či slouží pouze jako doporučení pro budoucí inovační projekty.

Kategorie „projekt vyhovuje s výhradami“: Inovační projekt vyhovuje většině stanoveným kritériím, ale obsahuje drobné nedostatky. Manažer je schopen podle hodnoticího formuláře zjistit oblasti, ve kterých je nutné nastavit opravné prostředky. Vedení společnosti může mít stanovené podmínky, které jsou pro něj důležitější a je nutné je naplnit. Inovační projekt nemusí vždy splňovat veškeré požadavky v hodnocení kvalitativních dopadů, pokud ale finanční analýza vykazuje žádané výsledky, záleží pak na vedení, které výsledky jsou pro firmu důležitější.

Kategorie „projekt nevyhovuje“: Inovační projekt vyhodnocený jako nevyhovující, nenaplnil požadované cíle nebo obsahuje výrazné nedostatky. Inovační projekt je nutné opravit, případně dle rozhodnutí manažera a vedení společnosti, přerušit. Následně po odpovídajících změnách je možné projekt opětovně zvážit a zrealizovat. Inovační projekt by měl být znovu zhodnocen.

Druhá část formuláře hodnotí inovační potenciál a vyspělost firmy dle prvků iniciativy Průmysl 4.0.

Hodnocení z hlediska konceptu Průmysl 4.0

Otázky	Body	Uděleno
1. Vlastní oddělení výzkumu a vývoje ve firmě.		
Firma má vlastní oddělení VaV	2	
Firma má oddělení konstrukce	1	
Firma nemá podobná oddělení	0	
2. Spolupráce na VaV s vysokými školami či výzkumnými institucemi.		
Rovnocenná spolupráce	2	
Konzultace, testování, podobné aktivity	1	
Žádná spolupráce	0	
3. Věková struktura a odbornost výzkumných zaměstnanců v řešitelském týmu.		
Zastoupení odborníci s mnohaletými zkušenostmi, doplnění o mladé účastníky či studenty	2	
Zastoupení pracovníci, kteří mají předchozí zkušenosti s řešením projektu a očekává se postupné dozrávání vedoucích řešitelů	1	
Odbornost týmu neodpovídá předpokládaným činnostem a cílům, nejsou zde zastoupení odborníci, kteří by vedli mladé účastníky	0	
4. Reakce inovačních projektů na předchozí průzkumy trhu či potřeby zákazníka.		
Vývoj nové technologie/produktu, které umožní vstup na nové trhy	2	
Vývoj kvalitnější technologie/produktu, rozšíření nabídky	1	
Pasivní reakce, např. v důsledku zastaralé a nevyhovující technologie	0	
5. Ve firmě je používán metodický postup, který jasně stanovuje jednotlivé kroky inovačního procesu, včetně odpovědností za fáze inovačního procesu a zároveň je revidován.		
Metodický postup existuje, je používán a je pravidelně revidován	2	
Metodický postup existuje, je používán, ale není revidován	1	
Metodický postup existuje, ale není používán	0	
Metodický postup ve společnosti neexistuje.	0	
6. Během inovačních aktivit firma používá dokumentaci, která charakterizuje cíle, očekávané výstupy, rozpočet, dobu trvání apod.		
Dokumentace se používá vždy, a to bez ohledu na rozsah inovačního projektu	2	
Dokumentace se používá jen v případě rozsáhlejších inovačních projektů	1	

Dokumentace se nepoužívá	0	
7. Firma má postup k vyhodnocování inovačních námětů a je jednou z částí inovačního procesu.		
Postup vyhodnocování existuje a je důsledně používán	2	
Postup vyhodnocování existuje, ale není důsledně používán	1	
Postup vyhodnocování neexistuje	0	
8. Sdílení informací, zpětných vazeb a nápadů.		
Ve firmě se otevřeně komunikuje, fungují a plně se využívají komunikační kanály a zpětná vazba je častá	2	
Komunikace funguje a firma vlastní komunikační kanály, které ovšem nejsou zaměstnanci vždy plně využity	1	
Komunikace se uskutečňuje převážně na formální rovině, zaměstnanci se zabývají pouze vlastními úkoly a zpětná vazba není tak častá	0	
9. Ve firmě je formálně i neformálně charakterizována typologie inovačních rolí.		
Firma jasně přiděluje inovační role, sleduje vývoj osobností a podporuje kandidáty na inovační role	2	
Druhy inovačních rolí jsou intuitivní, jsou ostatními pracovníky uznávány	1	
Druhy inovačních rolí jsou nejasné, formálně nestanovené, nejsou ostatními pracovníky uznávány	0	
10. Firma má systém pro udržování a zvyšování kvalifikace, který je pravidelně upravován podle potřeb.		
Firma má systém kvalifikace, pravidelně ho upravuje a pracovníci mají kariérní plán	2	
Firma má systém kvalifikace, který ale není pravidelně upravován	1	
Firma si uvědomuje potřebu zvyšování kvalifikace, avšak přistupuje k ní nesystematicky nebo jen v případě nutnosti	0	
11. Firma vnímá potřebu digitálních změn v důsledku průmyslové revoluce a také ji komunikuje.		
Existuje firemní strategie s principy iniciativy Průmysl 4.0 a je ve firmě dokonale komunikovaná	2	
Existuje firemní strategie s principy iniciativy Průmysl 4.0, ale je komunikovaná pouze s vyšším managementem	1	
Existuje povědomí o iniciativě Průmysl 4.0 a uvažuje se o ní do budoucna, avšak momentálně se jí nikdo ve firmě nezabývá	0	
Firma nemá informace i iniciativě Průmysl 4.0 nebo se o ni nezajímá	0	
12. Vedoucí odborník případně tým, zabývající se digitálními změnami.		
Ve firmě je zavedena pozice vedoucího digitálních změn, který se tomuto tématu aktivně věnuje	2	
Firma připravuje pozici vedoucího digitálních změn, případně si tuto problematiku uvědomuje a připravuje řešení	1	
Otázkami digitálních změn se zabývají stávající informatici a o nové specializované pozici se neuvažuje	0	

13. Komunikace a spolupráce se zákazníky v digitálním světě.		
Integrovaný mix marketingových a prodejních kanálů	2	
Prodej prostřednictvím prodejců a prostřednictvím firemního portálu	1	
Prodej se digitálně neuskutečňuje, pouze prostřednictvím prodejců	0	
14. Úroveň digitální zralosti firmy.		
Firma má komplexní kyber-fyzikální systém	2	
Firma má distribuovanou a personalizovanou digitální strategii	1	
Firma nemá definovanou digitální strategii	0	
15. Horizontální integrace subsystémů. Komentář: Systémy zajišťující přijetí a potvrzení objednávky přes výrobní úsek až po expedici produktu a zabezpečení záručního a pozáručního servisu.		
Ano	2	
Částečně	1	
Ne	0	
16. Vertikální integrace subsystémů. Komentář: Nejnižší úroveň automatického řízení fyzických procesů přes management výrobního úseku až po plánování podnikových zdrojů ERP systémy. Komentář: ERP je podnikový informační systém, pomocí kterého podnik řídí své činnosti.		
Ano	2	
Částečně	1	
Ne	0	
17. Druh používaných transakčních technologií. Komentář: Kryptoměna je digitální šifrovaná měna, například Bitcoin. Blockchain je decentralizovaná databáze chráněná proti neoprávněnému zásahu.		
Transakce jsou realizovány v kryptoměně prostřednictvím blockchainu	2	
Firma se připravuje na koncept blockchainu, případně ho využívá k vnitropodnikovým transakcím	1	
Propojení s bankou, realizace plateb je prováděna elektronicky z firemního systému nebo elektronického bankovníctví	0	
18. Digitální bezpečnost dat.		
Firma má zavedenou komplexní bezpečnostní strategii, např. datové prostředí blockchain	2	
Firma má bezpečnostní strategii, která chrání před aktuálními riziky, např. pomocí softwaru, který identifikuje a eliminuje hrozby v cloudu	1	
Firma nemá zabezpečení počítačů před viry a úniky dat, případně chrání jen před zásadními hrozbami přicházejících ze sítě	0	

19. Práce s energiemi a používané technologie.		
Firma používá "řízení chytrých sítí" všech energií, nakupuje energii dle potřeby a za nejvýhodnějších podmínek	2	
Firma používá decentralizovanou výrobu energií	1	
Firma používá "chytré měření" všech energií, dle jehož výsledků řídí spotřebu	1	
Firma sleduje pouze fakturačního měření energií	0	
20. Dílčí cíle inovací jako snížení negativního vlivu na životní prostředí.		
Snížení negativního vlivu na životní prostředí je vždy dílčím cílem inovací	2	
Není dílčím cílem inovací, ale vliv na životní prostředí je sledován	1	
Firma nesleduje vliv na životní prostředí	0	
Celkem dosaženo bodů		

Zhodnocení inovační dospělosti firmy z hlediska parametrů Průmysl 4.0: Maximální počet bodů dosažených v této sekci je 40. Za inovační firmu lze označit takovou firmu, která dosáhla alespoň 50 % z celkového počtu bodů, tedy 20 bodů.

Hodnocení inovační dospělosti

30 – 40 bodů kategorie A

20 – 29 bodů kategorie B

0 – 19 bodů kategorie C

Kategorie A: Do této kategorie lze zařadit firmy, které splňují většinu kritérií pro implementování konceptu Průmysl 4.0. Ve firmě existuje distribuovaná a personalizovaná digitální strategie a integruje data od komunikace se zákazníkem po subdodavatele. S největší pravděpodobností aktivně pracují na svém rozvojovém potenciálu, hledají způsoby dalšího zefektivnění výrobního procesu a zkvalitnění svého podnikatelského prostředí. Nastavený inovační proces vykazuje vysokou kvalitu a jsou uplatňovány metodické postupy. Dále tyto firmy berou ohled na spokojenost svých zaměstnanců, snaží se je motivovat a uplatňují otevřenou komunikaci.

Kategorie B: Do této kategorie se řadí firmy, které pro účinné zavedení konceptu Průmysl 4.0 musí podstoupit řadu změn. Zároveň mají tyto firmy inovační potenciál na střední úrovni, uvědomují si důležitost rozvíjení potenciálu svého interního prostředí.

Svou digitální strategii mají nejspíše definovanou, avšak její realizace není úplná. Firmy vykazují určitou snahu motivovat zaměstnance, mají nastavený systém odměňování a zvyšování kvalifikace, ale je možné, že potenciál zaměstnanců není plně využit. Přesto mají firmy dobré předpoklady zlepšit svoji konkurenceschopnost na trhu ve středně a dlouhodobém horizontu.

Kategorie C: Firmy v této kategorii nejsou připraveny na implementaci konceptu Průmysl 4.0 a s ním spojené inovační aktivity. Firma využívá služeb internetového prostředí, informační systémy používá k řízení výroby, ale nemá definovanou digitální strategii nebo o ní teprve uvažuje. Pokud by měly zájem o zlepšení v této oblasti, musely by nejprve provést razantní změny v organizaci a v přístupu k inovačním aktivitám. Manažer by měl vytvořit metodiku vedení, při zavádění inovačních změn a systematicky rozvíjet inovační potenciál firmy. Dále tyto firmy vykazují nedostatky i v jiných oblastech strategie a řízení lidských zdrojů.

Příloha D: Scénář polostrukturovaného rozhovoru

Dobrý den,

jsem studentkou Ekonomické fakulty Technické univerzity v Liberci, ve které pracuji na diplomové práci zaměřené na téma „*Proces zavedení inovačního projektu Průmysl 4.0 do výrobního podniku*“. Její součástí je zjištění stavu připravenosti podniků v ČR na adaptaci iniciativy Průmysl 4.0, se zaměřením na oblast strojírenství.

Jinými slovy, mým cílem je zjistit, co si o tomto konceptu myslí odborná veřejnost z českých firem, zda se na něj orientují, a jak vidí jeho budoucnost. Dovoluji se na Vás proto obrátit s prosbou o následující rozhovor.

Struktura otázek:

1. - 3. otázka – názor na čtvrtou průmyslovou revoluci a Průmysl 4.0
4. - 5. otázka – konkrétní poznatky z firemního prostředí
6. -7. otázka – dopady na pracovní trh z pohledu firmy
8. - 9. otázka – dopady na trh ČR a mezinárodní spolupráci
10. otázka – výhled na průmyslové trendy

Veškeré údaje, budou použity za účelem zpracování diplomové práce.

- 1. Mnohé součásti čtvrté průmyslové revoluce jsou již běžné, například datové služby či cloudy, přesto se teď iniciativa Průmysl 4.0 stala jakýmsi fenoménem. Spousta odborníků reaguje negativně. Jak na toto téma nahlížíte Vy? Je podle Vás Průmysl 4.0 důležitým tématem?**

Téma Průmysl 4.0 je dle mého názoru marketingová (uměle vyvolaná) bublina. Současný stav digitalizace podniků (včetně interakce s lidskou obsluhou) je přesně na takové úrovni, která je z pohledu ekonomické efektivity nezbytná.

Myšlenka automatické adaptivní továrny, která v reálném čase vyrábí vysoce customizované výrobky a plně se přizpůsobuje měnícím se situacím v nákupu, výrobě a prodeji je bezesporu „nádherná“, ale v reálném životě podnikajících firem jde v první řadě o ekonomickou efektivitu (zda je firma zisková).

Představa, že firmy budou bezhlavě zavádět prvky Průmyslu 4.0 do výroby (investovat peníze) bez ohledu na ekonomickou návratnost (zda se jim to vyplatí), jen proto, že někdo řekl, že to je jediná cesta pro úspěch v budoucnu, je zcestná. Firmy velmi reálně znají požadavky svých zákazníků a reagují na ně (to je jejich automatická činnost, pokud chtějí být konkurenceschopní).

Na druhou stranu, toto téma přináší řadu nových myšlenek a informací, jak a kam dál lze v budoucnu výrobní podniky jako takové posouvat.

2. Jaké reálné výhody by podle Vás mohly projekty v konceptu Průmysl 4.0 pro podniky, jakým je ten Váš, přinést?

Naše firma vytváří vysoce customizované výrobky (každý zákazník dostává přesně přizpůsobený produkt na své požadavky). Tj. nároky na změny ve výrobě jsou enormní, ročně vyrábíme 100 až 150 ks takovýchto strojů. A samozřejmě současný systém řízení těchto změn v reálném čase při výrobě není bez problémů.

Odhaduji, že instalaci určitých prvků Průmyslu 4.0 lze odstranit zejména tyto problémy:

- Chyby výroby (a zpoždění) z důvodu pozdního předání informace o změně (z konstrukce do nákupu, z technologie do výroby, z nákupu na montáž).*
- Snížení množství „zmetků“, vyrobených dílců dle staré již neplatné dokumentace.*
- Zvýšení produktivity obrábění (na základě reálných dat z chování strojů při obrábění – řezné parametry, opotřebení nástrojů, znalost skutečných rozměrů z již dříve vyrobených obdobných kusů.*
- Zvýšení přesnosti plánování a změn při plánování na základě již ověřených (v minulosti realizovaných) obdobných zakázkách.*
- Zvýšení produktivity montáže na základě drobných změn na vyrobených dílcích (z informací o problémech a návrzích na změnu tvaru při montáži předešlých dílcích).*
- Snížení nákladů na nové výrobky při změně konstrukce výrobku dle změn z výroby a užívání (na základě požadavků vzniklých při výrobě a užívání – současný systém předávání informací a jejich vyhodnocování je zdlouhavé, případně nefunguje vůbec.*

3. Vidíte nějaké nedostatky či hrozby v konceptu Průmysl 4.0?

Samotný koncept je v pořádku (myšlenka je to dobrá). Hlavním problémem je v současném přílišném zanícení a tlaku na implementaci.

Spolu s obrovským mediálním tlakem se objevila řada firem, které nabízejí velmi intenzivně implementaci různých prvků Průmyslu 4.0 do firem – slogany „když ne dnes, tak zítra může být pozdě“ ... nejsou ničím výjimečným.

Firmy pak mohou podlehnout tomuto všeobecnému „nadšení“ a implementovat něco, co nebude fungovat tak dobře, jak bylo slibováno – nedostaví se potřebný ekonomický efekt.

Tyto výsledky mohou vést k vystřízlivění (co se týče očekávání), a nebo v určitých případech až dokonce k naprostému odmítnutí konceptu 4.0 jako celku.

4. Jaké jsou Vaše konkrétní zkušenosti se čtvrtou průmyslovou revolucí ve Vaší firmě?

Obecně mimo naši firmu žádné hmatatelné zkušenosti nemám. Všechny mně známé projekty jsou ve fázi přípravy (maximálně v začátcích realizace).

Naše firma je na tom obdobně. Několik nedávných a současných projektů nese prvky Průmyslu 4.0 – jsou to tyto:

1) *Mechatronický koncept: myšlenka spojení inteligentních měřících a kompenzačních systémů, které v reálném čase (dle skutečných deformací stroje) kompenzují jeho úchylky a tím ve výsledku zajišťují velmi přesné obrábění – je dokončen, princip ověřen, ke komerčnímu využití zatím nedošlo. Hlavním problémem je neúměrně vysoká pořizovací cena, která i při vysoké přidané hodnotě tohoto konceptu pro zákazníka (výrazné zkrácení výrobního času dílce, vysoká dosažená přesnost dílců) znemožňuje jeho prodej.*

2) *Konfigurátor strojů: myšlenka o tom, že pokud si zákazník objedná stroj pomocí tohoto konfigurátoru, dostane spolu s nabídkou také již přesně zkalkulovanou cenu a dodací lhůtu na tento nově objednaný stroj. Celé to je o tom, že při konfiguraci stroje budou ihned automaticky ověřeny dostupnosti jednotlivých dílů pro výrobu, zadány objednávky pro nákup, objednány ostatní chybějící dílce, naplánována výroba, montáž a expedice u zákazníka – projekt pozastaven (bude znovu definován), protože současná šíře požadavků na automatický přenos či sdílení dat je pro nás neřešitelná.*

3) *In-procesní měření: myšlenka v tom, proč po obrobení dílce, provádět jeho kontrolu na jiném (měřícím) stroji, když můžeme dílec změřit přímo na stroji a dle naměřených odchylek kompenzovat automaticky stroj tak, aby provedl finálové obrábění v požadované vysoké přesnosti – projekt je dokončen, princip ověřen. Nyní jsme ve fázi finalizace komerční nabídky pro zákazníky (přesné určení ceny dle požadavků zákazníků na finálovou přesnost). Tento projekt umožňuje u zákazníků výrazně snížit průběžné časy výroby (minimalizace manipulačních činností s dílci mezi obráběcím a měřícím strojem), nebo odstranění nutnosti vůbec kontrolní měřicí stroj používat.*

5. Snažíte se aktivně implementovat principy iniciativy Průmysl 4.0 nebo necháváte tomuto vývoji přirozený průběh?

Ano i ne. Jde o to, že neustále sledujeme trendy v oboru, požadavky zákazníků a řešíme, které z těchto příležitostí / hrozeb můžeme využít / minimalizovat riziko.

Tj. nejsme ve vleku událostí, aktivně si vybíráme, jaké vývojové projekty budeme řešit. Ale rozhodně nikde nemáme filtr, že toto ještě spadá pod kolonku „Průmysl 4.0“ a toto již ne. A i když to do této kolonky patří, tak to zákazníkům neříkáme - není to potřeba. Zákazníka (reálného zákazníka) nezajímá, jaké má daný projekt jméno, ale zda bude dostatečně dobře řešit jeho požadavky.

6. Iniciativa Průmysl 4.0 se také zaobírá nutností změny ve vzdělávání, v odborné přípravě a na pracovním trhu. Jaké zaměstnance potřebujete vy? Jsou to již ti systémoví architekti, interdisciplinární, kreativní pracovníci nebo stále ti manuální pracovníci?

Zde bych rád zdůraznil, že i když v současné době máme největší nedostatek na technických pozicích ve výrobě a na montáži našich strojů, tak rozhodně nejde jen o „manuální práci“.

Protože ve výrobě obráběcích strojů naší kategorie potřebujeme lidi, kteří nejen že výborně umí svou „manuální práci“ (obráběč kovů, montážní pracovník), ale zároveň rozumí celému procesu výroby, znají souvislosti a umí používat svůj „selský rozum“.

Ale pokud chápu správně vaši otázku, tak zatím žádné převratné změny v poptávce po zaměstnancích nechystáme. Stále potřebujeme ty „normální“ technické profese, které ale provádějí dostatečně inteligentní pracovníci se zájmem o odvedení co nejlepší práce (takovíto lidé umí výborně řešit ty každodenní problémy a operativu, která je nedílnou součástí vysoce zakázkové výroby).

Tedy žádné změny v požadavcích, ale vzdělané, kreativní a široce se orientující pracovníky potřebujeme neustále.

7. Často se mluví o tom, že v budoucnosti zaniknou mnohé profese, máte představu, jaké pracovní pozice (jestli) to budou ve Vaší firmě?

Ano, očekávám určitý útlum na pozicích operátor (obsluha) strojů, manipulant apod. Obdobná je i situace na některých kancelářských místech, kde lidé dnes řeší hlavně manuální přenos informací mezi různými programy a řeší agendy, které bude možné v budoucnu automatizovat.

Tedy jde o místa, kde ani v současné době neumíme dobře využít lidský potenciál pro hledání nových (někdy nekonvenčních) řešení různých situací, které nelze předem jasně specifikovat.

8. Může, podle Vás, Průmysl 4.0 přispět ke zvýšení atraktivity ČR jako obchodního partnera? Jestliže ano, jak?

Rozhodně ano. Celou dobu zde hovořím o konkurenceschopnosti firmy – tedy její schopnosti uspět na trhu. Zcela stejné podmínky platí pro celou ČR.

Samozřejmě pojem ČR zde chápu jako soubor firem (přes různá odvětví), které at společně nebo odděleně budou aplikovat různé prvky pojmu Průmysl 4.0.

Ale znovu zdůrazňuji, že nejde o pojem Průmysl 4.0 samotný, ale o to, co představuje. Zde skutečně je klíčové, aby firmy automatizovaly, inovovaly a jinak vylepšovaly jen ty procesy, které skutečně přinášejí přidanou hodnotu pro ně a pro zákazníky.

To, že tyto činnosti zákonitě představují aplikaci adaptivního řízení a propojení automatizovaných strojů a zařízení s lidskou obsluhou tak, aby tyto výrobní systémy byly schopné zajistit maximálně customizovanou výrobu při řešení všech možných problémů a změn, které výrobní proces přináší, je logické.

Tedy směřování k výrobě charakteru Průmysl 4.0 je dle mého názoru zcela přirozený (normální) proces vývoje ve světě, který akorát někdo již dnes pojmenoval.

9. Myslíte si, že by Průmysl 4.0 mohl být v některých oblastech naopak překážkou v mezinárodním obchodě?

Toto si nemyslím. Samozřejmě s rozvojem moderních komunikačních technologií dochází k útlumu skutečného kontaktu lidí s lidmi. A toto setkávání je dle mě nezbytné pro fungování mezinárodního obchodu, kde klíčovou roli vždy hrají vztahy s obchodními partnery a tyto vztahy se musí nadále budovat a udržovat.

Ale jiný nový způsob procesu výroby (tedy aplikace konceptu Průmysl 4.0) tento fenomén nijak neohrožuje. Jde spíše o další doplnění mozaiky prostředků, které dnes pro výrobu, prodej a nákup normálně používáme.

10. Vývoj jde neustále dopředu, ale jsou podle Vás momentálně nějaké trendy, na které by bylo dobré se zaměřit?

Právě na lepší využití lidského potenciálu při výrobě čehokoliv (vlastně při jakékoliv lidské činnosti). Tato oblast představuje dle mého názoru jeden z největších oblastí pro další rozvoj.

Právě široce vzdělaní pracovníci s rozhledem a se zdravým rozumem jsou schopni za pomoci „automatizovaného procesu výroby“, který jim dává potřebné informace o svém stavu, aby mohli správně koordinovat funkci celého procesu výroby (ve spojení s dodavateli, ale i zákazníky) mohou být tím nejlepším dnešním trendem.

Dle mě je velice zajímavé právě to, že přesně tyto aspekty představuje koncept Průmysl 4.0.

Děkuji Vám za Váš čas a spolupráci.

Otázky byly zodpovězeny vedoucím odboru marketingu a propagace firmy TOS VARNSDORF, a. s. Odpovědi posloužily k hlubšímu porozumění řešeného tématu a byly použity pro zpracování praktické části diplomové práce.