

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: P0715D270029 Průmyslové inženýrství a management

Školící pracoviště: KPV

DISERTAČNÍ PRÁCE

**Komplexní metodika návratnosti investice do robotických řešení v průmyslových
podnicích**

Autor: **Ing. David Ženíšek**

Školitel: **Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.**

Konzultant specialista: **Ing. Tomáš Broum, Ph.D.**

Akademický rok 2022/2023

PROHLÁŠENÍ O AUTORSTVÍ

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě písemnou práci ke státní doktorské zkoušce, zpracovanou na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci na téma:

Komplexní metodika návratnosti investice do robotických řešení v průmyslových podnicích

vypracoval samostatně, pod odborným dohledem školitele a s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této práce.

V Plzni dne:.....

.....

Podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Především děkuji svému vedoucímu disertační práce Doc. Ing. Michalovi Šimonovi, Ph.D. za odborné vedení, rady a připomínky, které mi poskytnul během psaní této disertační práce. Dále děkuji Ing. Tomáši Broumovi, Ph.D. za odborné konzultace k práci a Ing. Michalu Froňkovi za informace z praxe.

ANOTACE

AUTOR	Příjmení (včetně titulů) Ing. Ženíšek	Jméno David
STUDIJNÍ OBOR	Průmyslové inženýrství a management	
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Jméno Michal
PRACOVÍŠTĚ VEDOUcíHO	ZČU v Plzni, Katedra průmyslového inženýrství a managementu	
DRUH PRÁCE	Disertační práce	
NÁZEV PRÁCE	Komplexní metodika návratnosti investice do robotických řešení v průmyslových podnicích.	

Fakulta: Strojní

Katedra: Průmyslové inženýrství a management

Rok odevzdání: 2023

Počet stránek (A4 a ekvivalentů A4)

Celkem	134	Textová část	132	Grafická část	2
---------------	-----	---------------------	-----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Disertační práce se zabývá návratností robotizace v průmyslových podnicích. Cílem této práce je navržení komplexní metodiky návratnosti robotizace pro průmyslové podniky, která by co nejlépe vystihla realitu. Práce identifikuje, klasifikuje a kvantifikuje klíčové faktory, které ovlivňují finanční návratnost investice do robotizace, a představuje metodiku, který umožní podnikům efektivně a přesně vyhodnotit finanční přínosy zavedení robotických řešení.
KLÍČOVÁ SLOVA	Automatizace, Návratnost, Průmysl 4.0, Robotizace, Produktivita

SUMMARY

AUTHOR	Surname (including of Degrees) Ing. Ženíšek	Name David
FIELD OF STUDY	Industrial Engineering and Management	
SUPERVISOR	Surname (including of Degrees) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Name Michal
INSTITUTION	University of West Bohemia in Pilsen, Department of Industrial Engineering and Management	
TYPE OF WORK	Dissertation	
TITLE OF THE WORK	Comprehensive methodology of return on investment in robotic solutions in industrial companies	

Faculty: Mechanical Engineering
Department: Industrial Engineering and Management
Submitted in: 2023

Number of pages (A4 a eq. A4)

Totally	134	Text part	132	Graphical part	2
----------------	-----	------------------	-----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The dissertation focuses on return of robotization in industrial enterprises. The aim of this work is to propose a comprehensive methodology of return for industrial enterprises, which would describe reality as best as possible. The work identifies, classifies and quantifies the key factors that influence the financial return on investment in robotics, and presents a model that will enable businesses to effectively and accurately evaluate the financial benefits of implementing robotic solutions.
KEY WORDS	Automatization, Return on Investment, Robots, Performance, Industry 4.0

KURZFASSUNG

AUTOR	Nachname Ing. Ženíšek	Name David
STUDIENFACH	Industrial Engineering and Management	
BETREUER	Nachname Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Name Michal
INSTITUTION	ZČU – FST – KPV	
ART DER ARBEIT	Dissertation	
TITEL	Umfassende Methodik zur Kapitalrendite in Roboterlösungen in Industrieunternehmen.	

Fakultät: Maschinenbau

Kathedr: Industrial Engineering and Management

Abgeben: 2023

ANZAHL VON SEITEN (A4 a eq. A4)

Total	134	Text teile	132	Grafik	2
--------------	-----	-------------------	-----	---------------	---

KURZBESCHREIBUNG	Die Dissertation befasst sich mit der Rückkehr der Robotisierung in Industrieunternehmen. Ziel dieser Arbeit ist es, eine umfassende Renditemethodik für Industrieunternehmen vorzuschlagen, die die Realität bestmöglich abbildet. Die Arbeit identifiziert, klassifiziert und quantifiziert die Schlüsselfaktoren, die den finanziellen Return on Investment in Robotik beeinflussen, und stellt ein Modell vor, das es Unternehmen ermöglicht, die finanziellen Vorteile der Implementierung von Robotiklösungen effektiv und genau zu bewerten.
SCHLÜSSELWÖRTER	Automatisierung, Return on Investment, Industrie 4.0, Robotisierung, Leistung

Obsah

Seznam obrázků	8
Seznam tabulek	9
Glosář	10
Seznam zkratk	13
Úvod	14
1 Cíl práce	15
2 Přehled současného stavu problematiky a teoretická východiska práce	16
2.1 Průmysl 4.0: Význam robotiky a automatizace	16
2.1.1 Historie průmyslových revolucí	16
2.1.2 Klíčové prvky a technologie Průmyslu 4.0	17
2.2 Průmyslové roboty	22
2.2.1 Historie robotů	22
2.2.2 Charakteristika, druhy a členění průmyslových robotů	23
2.2.3 Trendy v oblasti robotizace	24
2.2.4 Výzvy a omezení při investování do průmyslových robotů	28
2.3 Návrh návratnosti	30
2.3.1 Pohled odborné literatury	31
2.3.2 Aplikace metod dle odborné literatury	34
2.3.3 Průzkum webu	36
2.3.4 Konzultace z praxe implementací	39
2.4 Zhodnocení a teoretická východiska práce	40
3 Výzkumný záměr disertační práce a hypotézy	41
3.1 Vědecké metody použité v práci	42
3.2 Teze	43
3.3 Metodika a dílčí cíle DP	44
3.4 Hypotézy práce	45
4 Návrh komplexní metodiky návratnosti	46
4.1 Tvorba metodiky	46
4.1.1 Výběr klíčových ukazatelů návratnosti	46
4.1.2 Vymezení metodiky a jejího ověřování	47
4.1.3 Sběr případových studií	48
4.1.4 Dodatečná identifikace faktorů	48

4.1.5	Identifikace složek faktorů.....	52
4.1.6	Zhodnocení výstupů metodik.....	54
4.1.7	Ověření zjistitelnosti	55
4.1.8	Konečné doporučení metodiky	55
4.2	Metodika návratnosti investice do robotického řešení.....	55
4.3	Ukázka aplikace komplexní metodiky na případové studii 1	59
4.3.1	Stanovení investičních složek	60
4.3.2	Stanovení provozních nákladů a úspor	61
4.3.3	Výpočet ukazatelů.....	64
4.3.4	Vyhodnocení případové studie 1	69
5	Ověření navržené metodiky a ověření hypotéz.....	71
5.1	Shrnutí případových studií	71
5.2	Vyhodnocení hypotéz.....	76
5.2.1	Hypotézu č. 1	76
5.2.2	Hypotéza č. 2	85
5.2.3	Hypotéza č. 3	90
6	Přínosy disertační práce	93
6.1	Teoretické přínosy práce	93
6.2	Praktické přínosy práce	93
7	Doporučení pro další výzkum.....	95
	Diskuze	96
	Závěr	97
	Seznam použité literatury	98
	Publikační činnost autora.....	106
	Seznam příloh	108

Seznam obrázků

Obrázek 2-1 Pracovní pozice s vysokým rizikem automatizace [25]	20
Obrázek 2-2: Poměr pracovních pozic v jednotlivých odvětvích s potenciálním rizikem automatizace podle automatizačních vln [25].....	21
Obrázek 2-3: Automatizace dle pracovní náplně v automatizačních vlnách [25]	21
Obrázek 2-4 - Podíly rizikových pracovních pozic v důsledku automatizace [26]	22
Obrázek 2-5- Typické roboty s pevnou základnou [34]	24
Obrázek 2-6- Meziroční počty instalovaných robotů ve světě [30].....	25
Obrázek 2-7: Průměrný podíl kapitálových investic do automatizace dle sektoru [36]	25
Obrázek 2-8 - Geografické rozdělení trhu průmyslových robotů [39]	27
Obrázek 2-9: Top 6 výzev pro automatizaci dle sektoru v % [36]	30
Obrázek 4-1: Proces nové metodiky návratnosti investice do robotů.....	56
Obrázek 4-2 - Proces nové metodiky	59
Obrázek 5-1: Vývoj míry inflace [102]	80
Obrázek 5-2- Srovnání počtu faktorů ve složkách.....	83
Obrázek 5-3 - Srovnání počtu faktorů souhrnně.....	84
Obrázek 5-4: Porovnání výstupů ROI metodik	87
Obrázek 5-5:: Porovnání výstupů ČCF metodik.....	87
Obrázek 5-6: Porovnání výstupů PDN metodik	88
Obrázek 5-7: Porovnání výstupů IRR metodik.....	88
Obrázek 5-8: Porovnání výstupů NPV metodik	89
Obrázek 5-9: Porovnání výstupů DDN metodik.....	89
Obrázek 5-10: Vyhodnocení dotazníku zjistitelnosti složek	90
Obrázek 5-11: Vyhodnocení průměrné zjistitelnosti složek.....	91

Seznam tabulek

Tabulka 4-1: Proces tvorby nové metodiky	46
Tabulka 4-2: Faktory dle vlastních nákladů výroby [92].....	49
Tabulka 4-3: Identifikované náklady dle Landscheidt a Kans pro TCO [80].....	50
Tabulka 4-4: Příklady faktorů a jejich zdrojů ve složkách	58
Tabulka 4-5: Investiční náklady v případové studii 1	61
Tabulka 4-6: Původní provozní složky v případové studii 1	62
Tabulka 4-7: Nově identifikované provozní složky v případové studii 1	64
Tabulka 4-8: Cash Flow původní a nové metodiky v případové studii 1	65
Tabulka 4-9: Vyhodnocení metodik případové studie 1	70
Tabulka 5-1: Porovnání vstupů případových studií	72
Tabulka 5-2: Srovnání identifikovaných faktorů	73
Tabulka 5-3: Srovnání doporučení metodik na případových studiích	74
Tabulka 5-4: Shrnutí doporučení případových studií	74
Tabulka 5-5: Členění investičních složek a faktorů v případových studiích	77
Tabulka 5-6: Vliv provozních složek v případových studiích na provozní skupinu	78
Tabulka 5-7: Srovnání provozních složek dle metodik případových studií	79
Tabulka 5-8: Přehled klíčivosti složek faktorů	81
Tabulka 5-9: Porovnání zohledněných faktorů.....	81
Tabulka 5-10: Porovnání zohledněných složek	82
Tabulka 5-11: Vyhodnocení zanedbávání složek faktorů.....	84
Tabulka 5-12: Souhrnné vyhodnocení zanedbávaných faktorů.....	85
Tabulka 5-13: Srovnání výstupů případových studií	86
Tabulka 5-14: Přehled klíčivosti a zjistitelnosti složek faktorů.....	92

Glosář

Cash Flow	Cash Flow se v případě investic odkazuje na pohyb peněžních prostředků do a z podniku v důsledku investice. Znamená to příjmy a výdaje peněžních prostředků během určitého období, které souvisí s investicí a jejím důsledkem. [1]
Kobot	Průmyslový kolaborativní robot (zkráceně kobot, někdy také cobot), který je specificky navržen tak, aby mohl spolupracovat s člověkem na sdíleném pracovišti. Je specificky navržen tak, aby mohl spolupracovat s lidmi ve sdíleném prostředí. [2]
Efektivita	Efektivita představuje stupeň (či úroveň), v němž jsou dosaženy požadované výsledky. [3]
Náklady	Náklad je finanční hodnota zdrojů, které jsou spotřebovány nebo vynaloženy k dosažení určitého cíle. Sledování nákladů je klíčové pro správné vyhodnocení investičního projektu. Sledování nákladů je důležité pro posouzení, zda investice přináší přiměřený výnos ve srovnání s náklady, které do ní byly vloženy. [4]
Návratnost	Hodnocení výkonnosti investice, vycházející z ekonomických vstupů.
Produktivita	Vztah mezi výstupním množstvím (tj. správně vyrobenými výrobky, které splňují jejich specifikace) a vstupním množstvím (tj. všemi zdroji, které jsou spotřebovány v transformačním procesu). [5]
Průmysl 4.0	Iniciativa, termín reagující na čtvrtou průmyslovou revoluci. Jde o transformaci výroby ze samostatných automatizovaných jednotek na plně integrovaná automatizovaná průběžně optimalizovaná výrobní prostředí. [6]
Robot	Automaticky ovládaný, přeprogramovatelný víceúčelový manipulátor programovatelný ve třech nebo více osách, který může být buď pevně umístěný, nebo mobilní pro použití v aplikacích průmyslové automatizace. V množném čísle lze

	skloňovat jako „roboty“ i „roboti“. [7] V práci bude množné číslo skloňováno jako „roboty“.
Robotika	Disciplína, která pomáhá člověku řešit jeho problémy s ulehčováním práce a se zvyšováním produktivity práce, a to cestou využitím technických prostředků jako výsledků duševní a rozumové činnosti celých generací vynálezců, konstruktérů a techniků. Robotika jako vědecká a technická disciplína je věda o robotech, jejich designu, výrobě a aplikacích. Robotika úzce souvisí s elektronikou, mechanikou a softwarem. [8]
Robotizace	Implementování a využívání robotů na pracovištích. Robotizace pracoviště je například nahrazení dělníků, kteří vykonávají manuální činnosti, jedním nebo několika manipulátory apod. [9]
Tržby	Tržby společnost generuje z prodeje svých produktů nebo poskytování služeb zákazníkům. Jedná se o finanční hodnotu veškerých prodejů, které společnost uskutečňuje za určité období. Tržby jsou důležitým ukazatelem finančního výkonu společnosti a jejich sledování je klíčové pro posouzení hospodářského úspěchu a ziskovosti podnikání. [4]
Účinnost	Účinnost představuje, jak dobře jsou využívány zdroje transformačního procesu. [3]
Úspory	Úspory jsou finanční prostředky, které jsou ušetřeny v porovnání s původními náklady nebo předchozími obdobími. Úspory jsou důsledkem provedených opatření nebo investic, které snižují náklady na daný proces nebo činnost. Úspory mohou vzniknout například díky optimalizaci výrobních procesů, snížení spotřeby energie nebo efektivnějšímu využívání zdrojů. Sledování úspor je důležité, protože přispívají k celkové návratnosti investice a mohou ovlivnit její rentabilitu. [1]

Výkonnost	Výkonnost je zastřešujícím pojmem excelence a zahrnuje ziskovost a produktivitu, jakož i další faktory, které nesouvisí s náklady, jako je kvalita, rychlost, dodávka a flexibilita. [5]
Ziskovost	Ziskovost (profitabilita) se také považuje za vztah mezi výstupem a vstupem, jedná se však o peněžní vztah, v němž jsou zahrnuty vlivy cenových faktorů (tj. zotavení cen). [5]
Zisk	Zisk je kladný rozdíl výnosů a nákladů, které spolu věcně a časově souvisí. Sledování zisků je klíčové pro posouzení výnosnosti investice a měření jejího úspěchu. Zisky jsou veškeré výnosy po odečtení všech nákladů. [4]
Ztráta	Ztráta je finanční nedostatek nebo negativní rozdíl mezi výnosy a náklady, který vzniká, když výnosy převyšují náklady. V některých případech lze sledovat i ztráty, jako například ušlé zisky v důsledku dočasného snížení produkce po instalaci robota. [10]

Seznam zkratk

BZ	Bod zvratu
CAGR	Compound Annual Growth Rate
CPS	Cyber Physical Systems
ČCF	Čistý Cash Flow
ČSH	Čistá současná hodnota
ČSN	Česká technická norma
CF	Cash Flow
DCF	Diskontované Cash Flow
DDN	Diskontovaná doba návratnosti
EVA	Earned Value Added
BCG	Boston Consulting Group
IFR	International Federation of Robots
IoT	Internet of Things
IRR	Internal Rate of Return
LCC	Life Cycle Cost
ISO	International Organization for Standardization
IT	Information Technologies
OECD	Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj
OEM	Original Equipment Manufacturer
NPV	Net Present Value
PDN	Prostá doba návratnosti
PwC	PricewaterhouseCoopers
ROE	Return on Equity
ROI	Return on Investment
TOC	Total Cost of Ownership
VNV	Vlastní náklady výroby
WACC	Weighted Average Cost of Capital

Úvod

Moderní technologie zásadně ovlivňují výrobu na celém světě. Každá průmyslová revoluce s sebou přinesla výrazné změny a během pár desetiletí zásadně změnila průmysl na celém světě. Dnešní doba je ještě stále výrazně ovlivněna čtvrtou průmyslovou revolucí (také nazývanou Průmysl 4.0), která s sebou přináší implementaci technologií, které mají zásadní vliv na výkonnost pracovníka a pracoviště. Mezi tyto prvky se řadí také automatizace pomocí robotů, kde lidé a roboty nejen koexistují, ale také spolupracují (kolaborují). Některé studie ukazují, že ve 30. letech 20. století přijde 3. vlna automatizace, tzv. autonomická vlna, která bude mít zásadní vliv na manuální a rutinně prováděnou práci, což bude mít vliv zejména na průmyslové podniky. Robotická řešení jsou stále častěji nasazována například tam, kde je pro člověka nebezpečné prostředí, je vyžadována kvalita, které člověk nedokáže dosáhnout, či a především tam, kde se to vyplatí.

Robotizace a automatizace průmyslových procesů představují nezbytnou součást moderního průmyslu, která hraje klíčovou roli ve zvyšování produktivity, efektivity a konkurenceschopnosti podniků. Stanovení finanční návratnosti investice do robotizace je zásadní pro podniky, které se rozhodují o investování do těchto technologií. Finanční návratnost investice umožňuje podnikům posoudit, zda jsou investice do robotizace vhodné, udržitelné a zda přinesou očekávané finanční výsledky. Rešerše však ukazuje, že v oblasti návratnosti investic do robotů bylo provedeno poměrně málo výzkumu. Z tohoto důvodu je téma návratnosti do robotizace velmi aktuální a v rámci rámcového tématu „Vliv moderních technologií na výkonnost pracoviště a pracovníka“ dává smysl se jím dále zabývat.

V práci je nejprve, v první kapitole, představen obecný cíl práce. Následně, v druhé kapitole, je přehled současného stavu problematiky, který blíže zkoumá tři stěžejní témata: Průmysl 4.0, průmyslové roboty a návratnost. Ve třetí kapitole je specifikován výzkumný záměr disertační práce s hypotézami, tezemi a dílčími cíli. Ve čtvrté kapitole je představen proces tvorby nové metodiky, metodika samotná, a následně je ukázkově implementována na případové studii. V páté kapitole jsou shrnuty a srovnány výstupy, ověřena metodika a hypotézy pomocí šesti případových studií. Nakonec jsou shrnuty přínosy disertační práce, doporučení pro další výzkum, diskuze a závěr.

1 Cíl práce

Rámcovým tématem této disertační práce je „Vliv implementace moderních technologií na výkonnost pracoviště a pracovníka“. Jelikož se jedná o velmi širokou problematiku, je práce zaměřena na jeden z aktuálně nejskloňovanějších trendů, spojených s inovacemi v průmyslu dnešní doby, a to Průmysl 4.0. V rámci tohoto trendu se práce zaměří na jeden z klíčových prvků – automatizaci pomocí robotů, který má a bude mít významný vliv na výkonnost průmyslových podniků. Zde se bude práce blíže zabývat jedním z hlavních faktorů při rozhodování o implementaci – návratností. Oblast návratnosti robotizace je v literatuře popsána jen velmi obecně, s odkazy na všeobecné postupy a doporučení výpočtu návratnosti. Nenabízí žádné konkrétní doporučení a specifické kroky, které by podniky, které chtějí robotizovat pracoviště, mohly sledovat. Tyto investice přitom mají svá specifika a faktory, které by mělo být možné zapracovat do metodiky, která by posloužila podnikům jako praktický nástroj.

Cílem práce tedy je: **Tvorba komplexní metodiky návratnosti investice do robotických řešení v průmyslových podnicích.**

Práce postupně identifikuje a kvantifikuje a klasifikuje ekonomické faktory, které ovlivňují finanční návratnost investice do robotizace, a navrhuje metodiku, která umožní podnikům efektivně a přesně vyhodnotit finanční přínosy zavedení robotických řešení. Vytvořená metodika by měla poskytnout podnikům praktický nástroj pro informované investiční rozhodování a podpořit je v objektivním rozhodování o investici, což je klíčové pro udržení konkurenceschopnosti a růstu v dynamickém průmyslovém prostředí.

Práce se bude orientovat na výrobní podniky z oblasti strojírenství, automobilového a elektrotechnického průmyslu, ze kterých byly získány případové studie. V rešeršní části je postupně probrán Průmysl 4.0, robotizace a pohled na návratnost robotů. Na základě rešerše jsou pak stanoveny teze, dílčí cíle a hypotézy. Následně je navržena metodika a na ní zpracovány případové studie, pomocí nichž budou verifikovány hypotézy. V závěru pak bude vše shrnuto a vyhodnoceno.

2 Přehled současného stavu problematiky a teoretická

východiska práce

Tato kapitola se zabývá rešerší současného stavu problematiky a teoretickými východisky práce. Postupně budou probrána klíčová témata Průmysl 4.0, roboty a návratnost.

2.1 Průmysl 4.0: Význam robotiky a automatizace

Průmysl 4.0, také známý jako čtvrtá průmyslová revoluce, představuje novou éru výroby a průmyslu, která je založena na pokročilých technologiích, jako je internet věcí (IoT), umělá inteligence (AI), kyberneticko-fyzikální systémy (CPS) a cloud computing. Tato revoluce přináší značné přínosy, jako je zvýšená efektivita, snížené náklady a zlepšená konkurenceschopnost. Robotika a automatizace hrají klíčovou roli v Průmyslu 4.0, protože umožňují podnikům dosáhnout těchto cílů. [11] [12]

2.1.1 Historie průmyslových revolucí

Během historie lidstva procházel průmysl jednotlivými vývojovými fázemi. Tyto fáze, obvykle vymezené významnými technologickými pokroky v průmyslu, jsou nazývány průmyslové revoluce.

První taková revoluce odstartovala v Anglii změnou používání energetických zdrojů, dopravy, transferu informací a především - industrializací výroby, a to díky vynálezu parního pohonu. [13]

Druhá průmyslová revoluce (někdy také nazývaná revolucí technických věd) začala kolem roku 1870 a je spojená s elektrifikací a montážní linkou. Výsledkem byla hromadná výroba, založená na dělbě práce a elektrifikací výrobních linek. Věda v této době začala být spojována s průmyslem. [14]

Třetí průmyslová revoluce je spojována s automatizací, elektronikou a rozmachem informačních technologií. Toto období by se dalo datovat od konce druhé světové války až do osmdesátých let dvacátého století. Význačným zde byl vznik prvního programovatelného logického automatu (malého průmyslového počítače) neboli PLC. [15]

Čtvrtá průmyslová revoluce byla odstartována masivním rozšířením internetu a jeho průnikem do všech oblastí lidské činnosti. Hlavními prvky jsou internet věcí (IoT), cloud, big data, umělá inteligence, kyber-fyzické systémy, virtuální dvojčata, 3D tiskárny, autonomní roboty a další. [16]

Celý koncept Průmyslu 4.0 je charakterizován rozsáhlou problematikou a můžeme ho definovat několika způsoby, což ho vystavuje několika problémům. Jednomyslná definice však zatím nebyla přijata, avšak klíčové prvky a technologie se v definicích opakují. [12]

Kagermann, Wahlster a Helbig byli první, kdo komplexně definovali Průmysl 4.0 v dokumentu Recommendations for implementing strategic initiative Industrie 4.0, vydaném v Hannoveru v Německu, národní akademií věd a techniky v roce 2013. Uvádějí, že zavedením internetu věcí a služeb do výrobního prostředí představuje čtvrtou průmyslovou revoluci. Předvídají, že podniky budou zavádět globální sítě, do kterých budou začleněny stroje a výrobní zařízení, skladové systémy a výrobní zařízení ve formě kybernetických fyzických systémů (CPS). CPS umožní vzájemnou komunikaci mezi stroji, výměnu informací, spouštění akcí, vzájemné interakce, ovládání a optimalizaci. To vše povede k vylepšení procesů v průmyslu, ať už jde o výrobu, strojírenství, využití materiálů, či řízení dodavatelského řetězce a životního cyklu. Budou vznikat inteligentní továrny, využívající zcela nový přístup k výrobě. [17]

2.1.2 Klíčové prvky a technologie Průmyslu 4.0

Autoři Rüßmann a spol. zmiňují 9 hlavních pilířů, které Průmysl 4.0 integruje do plně automatizovaného a optimalizovaného výrobního toku, vedoucího k vyšší efektivitě a změně tradičních výrobních vztahů mezi dodavateli, výrobcí a zákazníky, stejně jako mezi člověkem a strojem. Těmito pilíři jsou:

- autonomní roboti,
- simulace,
- horizontální a vertikální integrace systému,
- průmyslový internet věcí,
- kybernetická bezpečnost,
- cloudová úložiště
- aditivní výroba,
- rozšířená realita,
- velká data a analýza. [18]

Shafiq, Sanin, Szczerbicki a Toro uvádějí, že koncept průmyslu 4.0 nemá jednoznačné označení, název či charakteristiky. Ty se liší podle jednotlivých iniciativ, podniků i odborníků. Cíle konceptu však většinou vedou k podobným cílům, jimiž jsou:

- masové přizpůsobování vyráběných produktů díky IT,

- automatické a flexibilní přizpůsobování výrobního řetězce,
- sledování součástí a produktů,
- usnadnění komunikace mezi součástmi/díly, produkty a stroji,
- aplikování paradigmatu vzájemného ovlivňování člověk-stroj (HMI),
- dosažení optimalizace výroby s podporou IoT v inteligentních továrnách,
- poskytování nových typů služeb a obchodních modelů interakce v hodnotovém řetězci.

Očekávanými přínosy potom mohou být flexibilita, zkrácení dodací lhůty, vyšší produktivita, nižší náklady, rychlejší vývoj a inovace produktů. [19]

Zásadním prvkem Průmyslu 4.0 jsou autonomní výrobní metody využívající roboty, kteří mohou inteligentně plnit úkoly, se zaměřením na bezpečnost, flexibilitu, univerzálnost a spolupráci. Bez nutnosti izolovat svůj pracovní prostor se jeho integrace do lidských pracovních prostor stává ekonomičtější a produktivnější a otevírá mnoho možných aplikací v průmyslových odvětvích. Více průmyslových robotů se vyvíjí s nejnovějšími technologickými inovacemi, které usnadňují průmyslovou revoluci. Inteligentní roboty nenahradí pouze lidi v jednoduše strukturovaných pracovních postupech v uzavřených oblastech. V Průmyslu 4.0 budou roboti a lidé pracovat ruku v ruce na vzájemně provázaných úkolech za využívání inteligentních rozhraní senzor-člověk-stroj. Využití robotů se rozšiřuje a zahrnuje různé funkce: výrobu, logistiku a správu kanceláří (pro distribuci dokumentů), a lze je dálkově ovládat. Dojde-li k problému, pracovník obdrží na svém mobilním telefonu zprávu, která je propojena s webovou kamerou, aby mohl problémy vidět a dát pokyny, aby robot pokračoval ve výrobě, dokud se příští den nevrátí. Zařízení tedy pracuje 24 hodin denně, zatímco pracovníci jsou tam pouze během dne. [20]

Automatizace nebo také technologie šetřící práci je technologie, pomocí které se proces nebo postup provádí s minimální lidskou pomocí. [21] Jde o použití různých řídicích systémů pro provoz zařízení, jako jsou stroje, procesy v továrnách, kotle a pece na tepelné zpracování, přepínání telefonních sítí, řízení a stabilizace lodí, letadel a dalších aplikací a vozidel s minimem lidské intervence. [22] Automatizace probíhá v měřítku napříč průmyslovými odvětvími a zeměmi, kde se vyvíjejí nebo vznikají příslušné technologie. Očekává se, že se automatizace bude dále rozšiřovat po celém světě napříč průmysly a zeměmi.

Nedávná studie McKinsey Global Institute (MGI) identifikovala významný automatizační potenciál v celé řadě průmyslových odvětví. Již dnes vidíme, že rychlost zavádění

automatizace se však v jednotlivých zemích liší. Roboti se stanou hlavními aktivátory automatizace s velkým ekonomickým dopadem. [23]

Alex Owen-Hill píše, že automatizace znamená použití počítačového softwaru, strojů nebo jiné technologie k provedení úkolu, který by jinak vykonal lidský pracovník. Existuje mnoho typů automatizace, od plně mechanického po plně virtuální a od velmi jednoduchého až po velmi komplexní. [24] Tato práce se však bude zaměřovat na automatizaci mechanickou.

Podle průzkumů a analýz PwC [25] umělá inteligence (AI), robotika a další formy „inteligentní automatizace“ postupují rychlým tempem a mají potenciál přinést velké výhody pro ekonomiku tím, že zvýší produktivitu a vytvoří nové a lepší produkty a služby. Tyto technologie by mohly do roku 2030 přispět až 14 % k celosvětovému HDP, což odpovídá přibližně 15 bilionům dolarů při dnešních hodnotách. Pro vyspělé ekonomiky jako jsou USA, EU a Japonsko by tyto technologie mohly být klíčem k zvrácení propadu růstu produktivity, ke kterému došlo od světové finanční krize. Mohly by však také způsobit mnoho negativních vlivů, v neposlední řadě na trh práce.

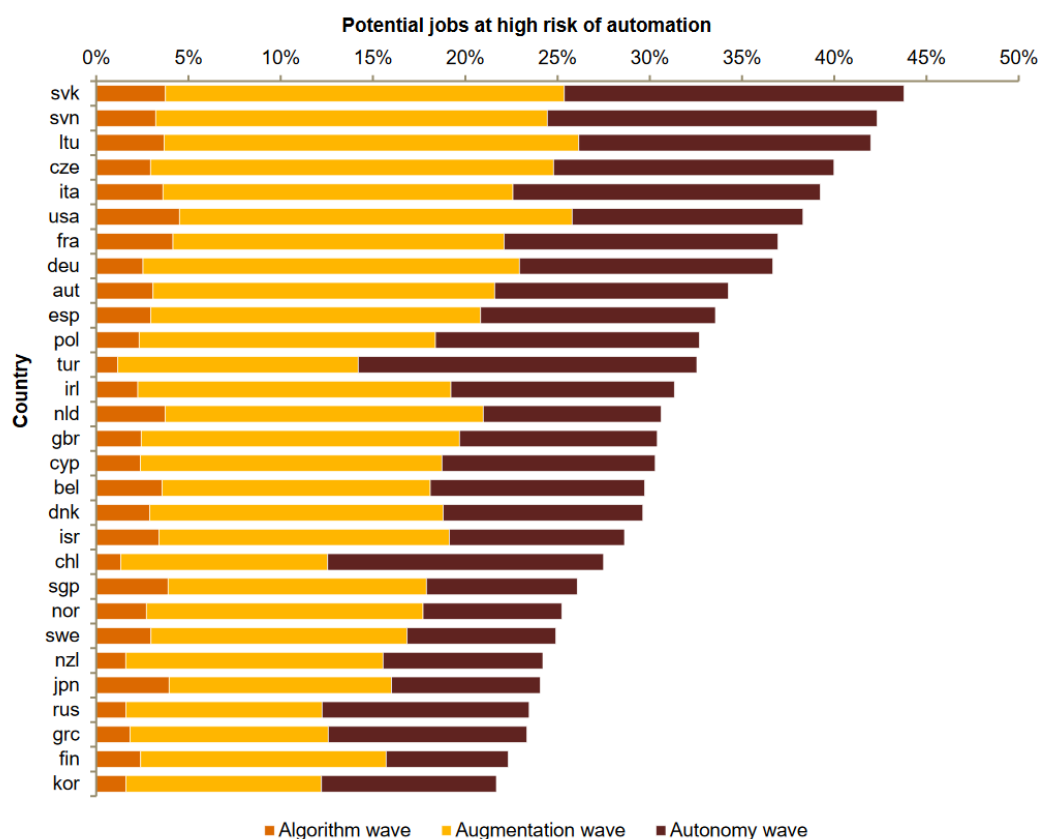
PwC [25] ve zprávě dále uvádí, že automatizace se může v období do 30. let 20. století rozvinout ve třech překrývajících se vlnách:

1. **Algoritmová vlna:** zaměřená na automatizaci jednoduchých výpočetních úkolů a analýzu strukturovaných dat v oblastech, jako jsou finance, informace a komunikace. Tato vlna již probíhá.
2. **Augmentační vlna:** zaměřená na automatizaci opakovatelných úkolů, jako je vyplňování formulářů, komunikace a výměna informací prostřednictvím dynamické technologické podpory, a statistická analýza nestrukturovaných dat v polořízených prostředích, jako jsou letecké drony a roboti ve skladech – tato vlna již probíhá a měla by se plně naplnit ve 2020.
3. **Autonomická vlna:** zaměřená na automatizaci fyzické práce a manuální obratnosti a řešení problémů v dynamických situacích v reálném světě, které vyžadují pohotové akce, například ve výrobě a dopravě (např. vozidla bez řidiče) - tyto technologie jsou již ve vývoji, avšak nasazení na úrovni celé ekonomiky se očekává teprve ve 30. letech 20. století.

Tyto odhady jsou založeny především na technické proveditelnosti automatizace, takže v praxi může být skutečný rozsah automatizace menší kvůli různým ekonomickým, právním,

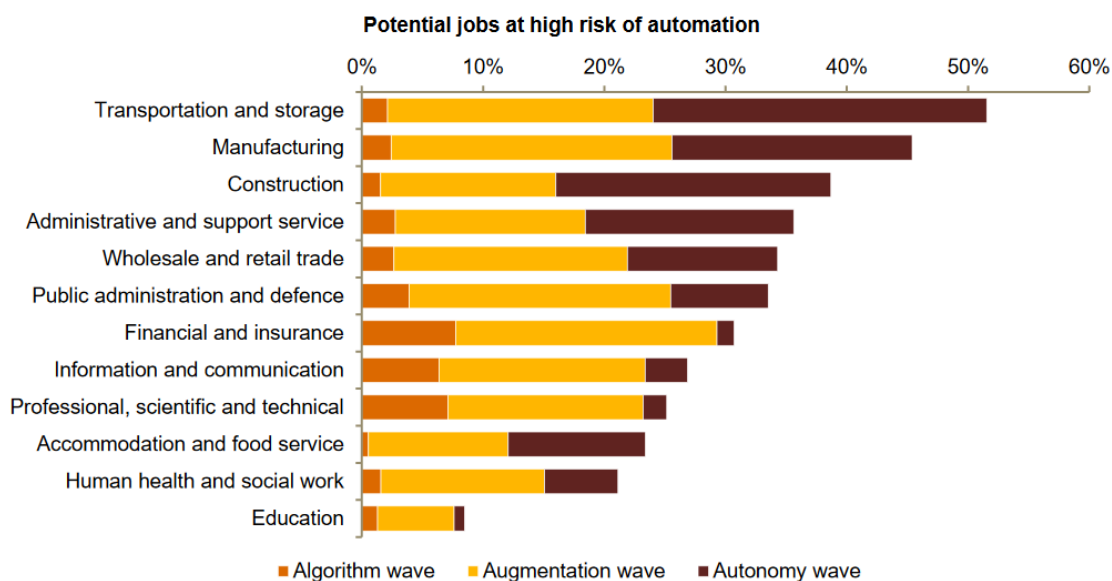
regulačním a organizačním omezením. To, že něco lze teoreticky automatizovat, neznamená, že to bude v praxi ekonomicky nebo politicky životaschopné.

Obrázek 2-1 Pracovní pozice s vysokým rizikem automatizace ukazuje, jak se změnil odhadovaný podíl stávajících pracovních míst s vysokým rizikem automatizace do počátku 20. let 20. století a jak se v jednotlivých zemích výrazně liší. Tyto odhady se pohybují od přibližně 20-25 % v některých východoasijských a severovýchodních ekonomikách s relativně vysokou průměrnou úrovní vzdělání až po více než 40 % ve východoevropských ekonomikách, kde průmyslová produkce, která se snadněji automatizuje, stále představuje relativně vysokou úroveň podílu na celkové zaměstnanosti. Země jako Spojené království a USA, které mají ekonomiky ovládané službami, ale také relativně více pracovníků s nižší kvalifikací, by z dlouhodobého hlediska mohly vidět střední úroveň automatizace.



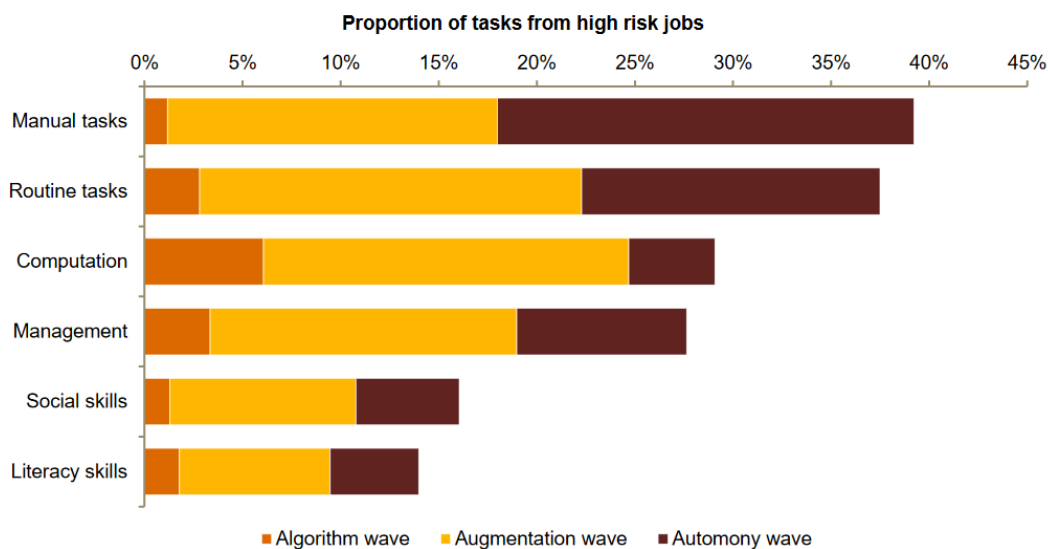
Obrázek 2-1 Pracovní pozice s vysokým rizikem automatizace [25]

Průzkum také ukázal významné variace v potenciálních úrovních automatizace mezi průmyslovými odvětvími, jak ukazuje Obrázek 2-2: Poměr pracovních pozic v jednotlivých odvětvích s potenciálním rizikem automatizace podle automatizačních vln [25]. Zde nutno upozornit, že vrchní tři odvětví tvoří páteř české ekonomiky.



Obrázek 2-2: Poměr pracovních pozic v jednotlivých odvětvích s potenciálním rizikem automatizace podle automatizačních vln [25]

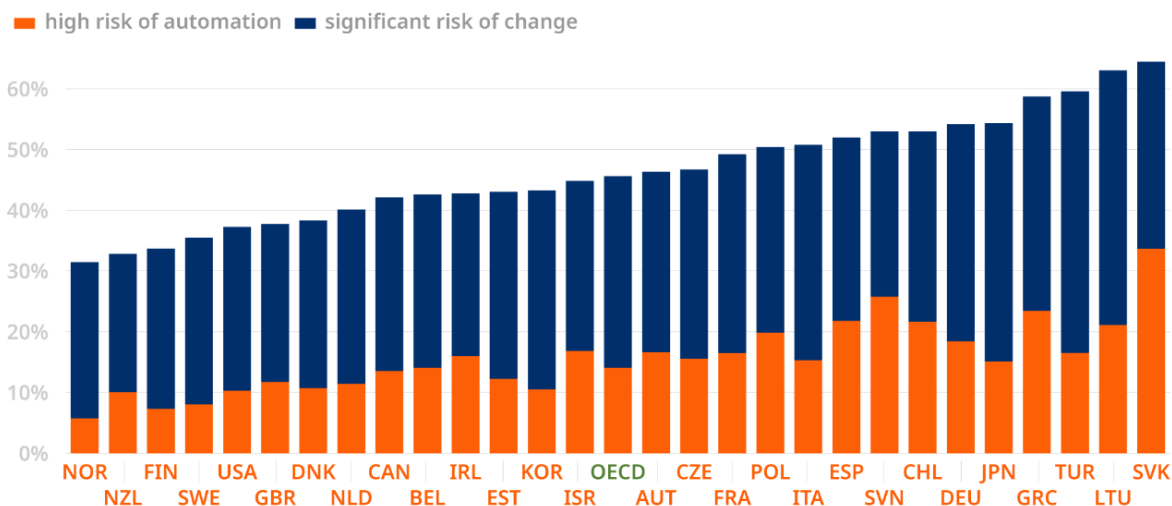
Vliv jednotlivých vln na pracovní pozice lze také značně rozlišit u rozdílných náplní práce. Zdaleka nejvíce budou postiženy pracovní pozice s manuální a rutinní náplní práce, jak popisuje Obrázek 2-3: Automatizace dle pracovní náplně v [25].



Obrázek 2-3: Automatizace dle pracovní náplně v automatizačních vlnách [25]

Dle výhledové zprávy OECD z roku 2019 hrozí 14% pracovních míst vysoké riziko automatizace, zatímco 32% pracovních míst by mohlo být radikálně transformováno. [26]

Large shares of jobs are at risk of automation or significant change



Obrázek 2-4 - Podíly rizikových pracovních pozic v důsledku automatizace [26]

2.2 Průmyslové roboty

Průmyslové roboty jsou klíčovou součástí moderního průmyslu a stále více se uplatňují v různých odvětvích. Robotizace výroby umožňuje zvýšení efektivity, snížení nákladů a zlepšení kvality výsledných produktů [27]. V této rešerši se zaměříme na historii průmyslových robotů, význam průmyslových robotů pro investice v průmyslovém podniku, druhy robotů a jejich uplatnění, a také na důležité faktory, které by měly být zohledněny při plánování a realizaci investic do robotiky.

2.2.1 Historie robotů

Abychom lépe pochopili vztah automatizace a robotizace, stojí zato se podívat na některá data z moderní historie:

- 1588 – první výrobní automat – vibrační podavač obilí
- 1801 – vynalezení prvního automatického dopravního stroje
- 1914 – vznik první montážní automatické linky v automobilce Ford
- 1928 – první uplatnění automatů v automatické montáži Smithovy továrny v Milwaukee
- 1938 – Claude E. Shannon položil základy číslicově řízených strojů
- 1946 – dodání prvního počítače ENIAC americké vládě
- 1949 až 1952 – John Parsons vyvinul systém řízení polohy včetně obráběcího stroje
- 1956 – založení pobočky FUJITSU Fanuc pro vývoj NC ovladačů
- 1958 – vznik programovacího jazyka APT

- 1961 – americká firma AMF přichází na trh s mnohoúčelovým automatem pod názvem průmyslový robot „VERSETRAN“, který zastává funkci člověka u stroje
- 1974 – instalace prvního průmyslového robota v továrně Fanuc
- 1984 – vznik CNC systémů s grafickými programovacími prostředky
- 2003 – v Evropě je instalováno 20 tisíc robotů
- 2008 – ve světě je instalováno 200 tisíc robotů
- 2009 – firma Universal Robots prodává první kolaborativní roboty
- 2015 – firma Fanuc instaluje po celém světě 400 tisíc robotů a firmy Yaskawa a ABB Robotics 300 tisíc robotů [28], [29]
- 2021 – celosvětově bylo v tomto roce nainstalováno přes půl milionu robotů [30]

Slovo „robot“ bylo poprvé použito pro označení fiktivního humanoidu v roce 1920 v české hře R.U.R. (Rossumovi Univerzální Roboti) Karla Čapka, skutečným autorem výrazu robot však byl Karlův bratr Josef Čapek. [31]

2.2.2 Charakteristika, druhy a členění průmyslových robotů

Dle Kolíbala jsou základní charakteristiky robotů následující:

- Přeprogramovatelnost: naprogramované pohyby nebo pomocné funkce mohou být měněny bez fyzických změn;
- Víceúčelovost: je možné přizpůsobit roboty jiné aplikaci s fyzickými změnami;
- Možnost fyzických úprav: změna mechanické struktury nebo řídicího systému s výjimkou změn programovacích kazet, ROM atd.
- Pohyb po osách: směr používaný ke specifikaci pohybu robota je v lineárním nebo rotačním režimu. [28]

Autoři dělí průmyslové roboty do různých kategorií podle účelu a konstrukce. Základní dělení robotů je například na:

- Klasické průmyslové roboty s pevnou základnou, které se používají v automobilovém průmyslu, elektronice a strojírenství pro svařování, montáž, manipulaci s materiálem a další úkoly.
- Mobilní roboty, které se vyznačují schopností pohybovat se v prostoru a uplatňují se například v logistice a skladování.
- Kolaborativní roboty, které jsou navrženy pro spolupráci s lidskými pracovníky a mohou být snadno přizpůsobeny různým úkolům. [32] [33]

Na obrázku níže jsou k vidění některé typické roboty s pevnou základnou. [34]



Obrázek 2-5- Typické roboty s pevnou základnou: SCARA, Kartézský/Portální, Paralelní/Delta, Kloubový robot, Kobot [34]

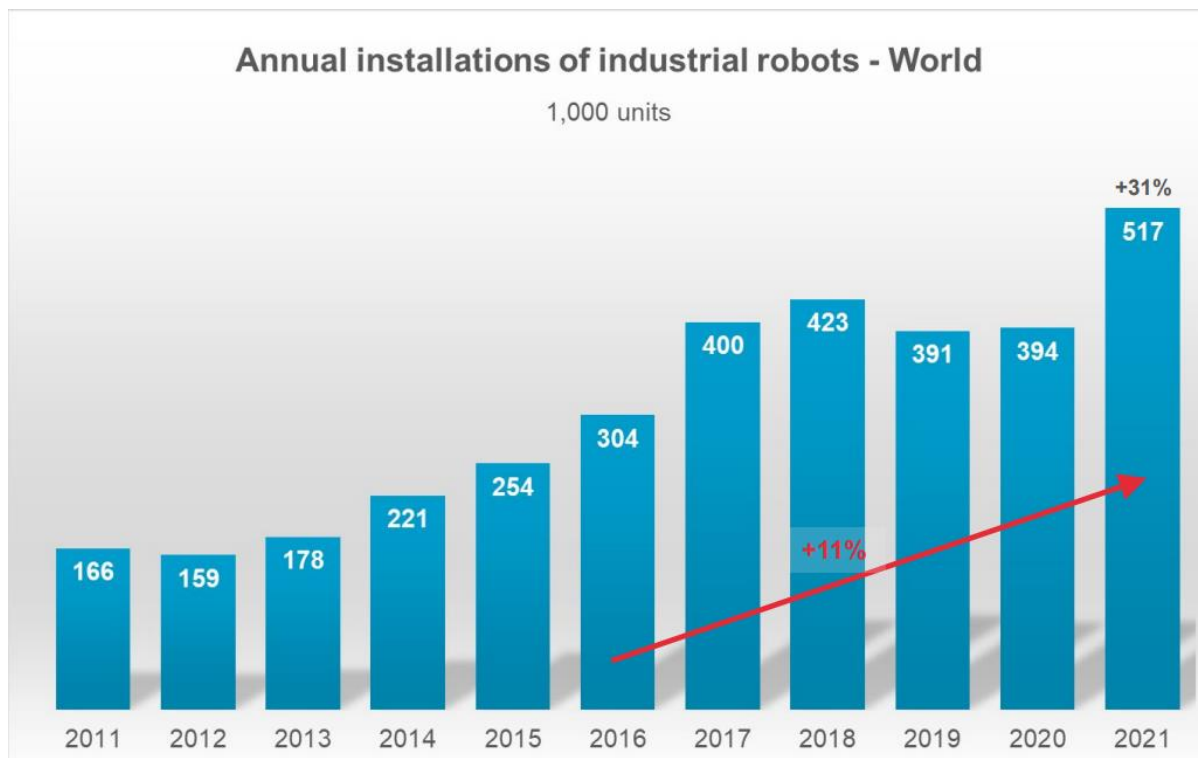
Podle Lee [35] lze roboty dále rozlišit dle úrovně robotické aplikace:

1. Konvenční – robot se nachází v ochranné zóně a je zamezen přístup operátora,
2. Koexistence – obsluze jiného pracoviště je povolen vstup do pracovního prostoru robota,
3. Kooperace – obsluha a robot pracují na stejném pracovišti, ale bez vzájemné spolupráce,
4. Kolaborace – přímá spolupráce obsluhy s kobotem.

2.2.3 Trendy v oblasti robotizace

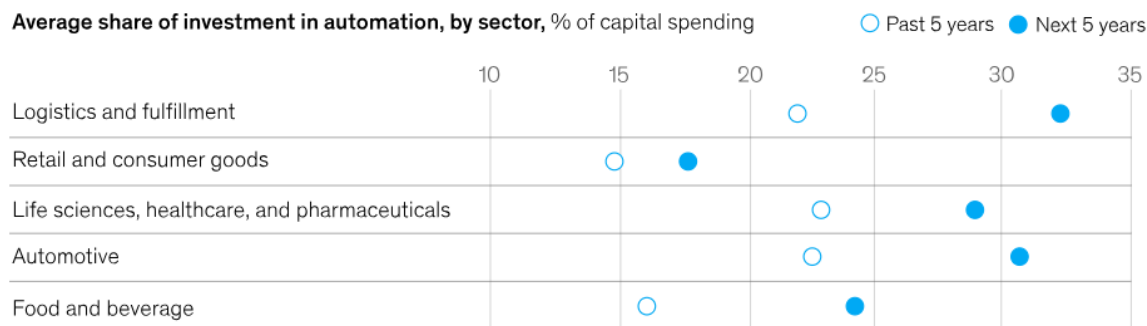
Trh s roboty je jedním z nejrychleji rostoucích segmentů průmyslové automatizace. Potřeba více automatizace a robotů je hnána faktory, jako jsou problémy se zásobovacím řetězcem, změny pracovní síly, nátlak na snižování nákladů, digitalizace a hromadná individualizace (vysoká flexibilita výroby). Vznikla široká škála typů robotů, jejich schopností a cenových hladin, které se snaží tyto faktory řešit a uspokojovat potřeby aplikací a průmyslových odvětví od automobilového průmyslu přes potravinářství až po životní vědy. Jen za rok 2021 přibylo přes půl milionu nově instalovaných robotů ve světě a meziročně se počet zvyšoval o 11%

v posledních pěti letech, jak ukazuje Obrázek 2-6- Meziroční počty instalovaných robotů ve světě. [30]



Obrázek 2-6- Meziroční počty instalovaných robotů ve světě [30]

McKinsey [36] ve svém mezinárodním průzkumu v oblasti robotiky ukazuje, že respondenti plánují zvyšovat investice do robotizace a automatizace. Zatímco v předchozích 5 letech byl mezioborově průměrný podíl kapitálových investic do automatizace kolem 20%, v následujících letech je očekáván podíl 25%, přičemž sektory, jako je logistika a automotive očekávají zvýšení podílu přes 30%, viz Obrázek 2-7: Průměrný podíl kapitálových investic do automatizace dle sektoru .



Obrázek 2-7: Průměrný podíl kapitálových investic do automatizace dle sektoru [36]

Dále uvádí, že dostupnost robotů roste díky technologickému pokroku, který podporuje nárůst počtu aplikací. Nyní existují roboty pro většinu aplikací od manipulace s materiálem až po montáž. Kromě toho došlo k vylepšení senzorů, jako jsou hmatové a vizuální systémy, které zvyšují sadu aplikací pro roboty a usnadňují jejich implementaci. Zvýšil se také výpočetní výkon, což robotům umožnilo umělou inteligenci. Toto vše vede ke zlepšení využitelnosti, usnadnění připojení a provozu. V závěru zpráva uvádí, že navzdory významným kapitálovým závazkům, bojuje mnoho společností s převedením záměrů automatizace k činům kvůli problémům souvisejícím se znalostmi v oblasti návratnosti investic.

Investice do průmyslových robotů představují pro podniky příležitost zvýšit konkurenceschopnost a produktivitu, což vede ke zvýšení zisku a růstu. Průmyslové roboty také umožňují podnikům snížit náklady na lidské zdroje, jelikož roboty mohou pracovat nepřetržitě a s vyšší přesností než lidé. [37]

Trh průmyslových robotů roste rekordním tempem a očekává se, že bude pokračovat ve dvouciferném růstu v následujících letech [30]. Růst robotů byl tažen především následujícími trendy:

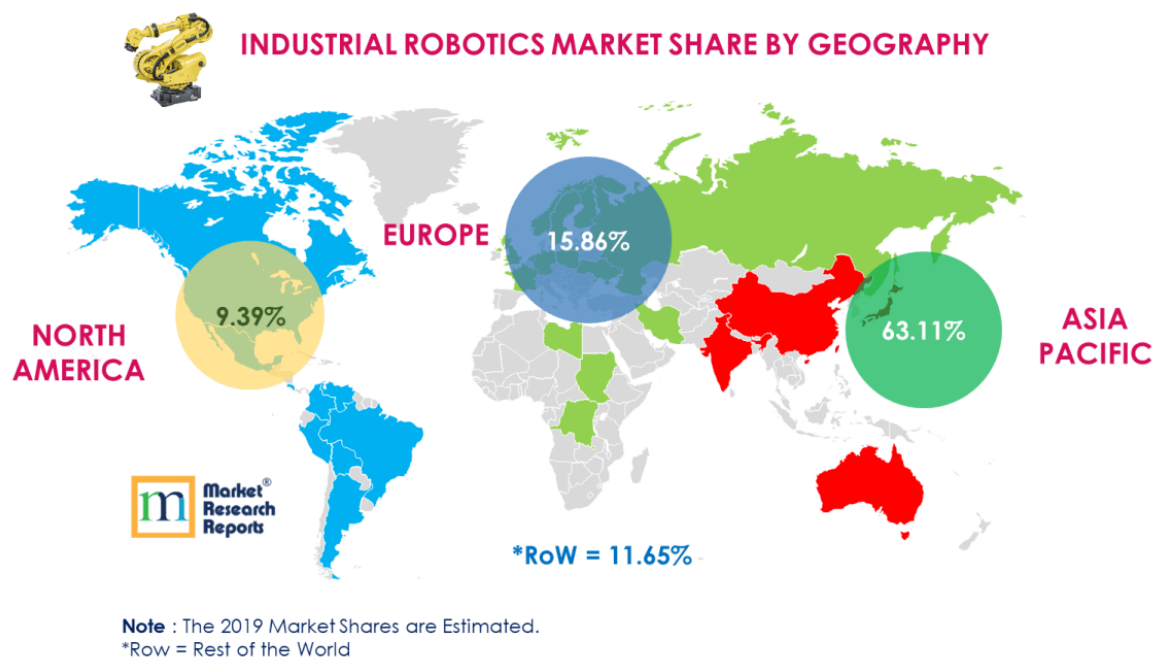
- **Snížení cen** – menší a levnější robotické aplikace jsou velmi žádané. Konečně, nižší náklady na výrobu robotů (např. zvýšením výroby v regionech s nižšími náklady) vedou ke snižování cen (více než 50% pokles průměrných nákladů na robotiku od roku 1990).
- **Rostoucí rozmanitost modelů** – od prvního elektrického pětiosého robota řízeného mikroprocesory v roce 1974 se rozšířilo portfolio robotů více než 300 modelů dnes. A co víc, roboty se nejen zvětšily a dokážou zvládnout těžší břemena (kvůli exponenciálnímu nárůstu možného zatížení z 6 kg na 1 000 kg), ale také mají více os a vyžadují méně ovladačů, jako v některých případech, kdy je možné více než 30 os synchronizovat jedním kontrolérem.
- **Větší technické schopnosti** – vyšší přesnost například umožňuje nové aplikace (např. při výrobě elektroniky) a bezpečnější používání (např. úkony, při kterých člověk spolupracuje blízce se strojem, které dříve nemohly být automatizovány). Mobilita je dalším technickým pokrokem, který otevírá oblast automatizace intralogistiky aplikacím robotiky.
- **Zvyšující se náklady na pracovní sílu** – vzhledem k tomu, že náklady na pracovní sílu rostou nejen v průmyslových zemích (např. V USA od roku 1990 o 24 % v nárůstu výrobních nákladů na pracovní sílu), ale také v tradičních zemích poskytujících levnou

pracovní sílu, jako je Čína nebo Indie, návratnost robotiky se stává ještě atraktivnější. Samotný výrazný nárůst mzdových nákladů je způsoben nejen rostoucím nedostatkem lidí / pracovníků a dovedností, ale také náklady spojenými s fluktuací, protože již není neobvyklé, že lidé přecházejí z jednoho zaměstnání do druhého.

- **Přístupný talent** – zatímco robotičtí inženýři byli kdysi vzácní a nákladní odborníci, lidé s dovednostmi potřebnými pro navrhování, instalaci, provozování a údržbu robotických výrobních systémů jsou stále dostupnější.
- **Snadná integrace** – díky pokrokům v informačních technologiích, technikám vývoje softwaru a síťovým technologiím je montáž, instalace a údržba robotů rychlejší a levnější než dříve.

Sedláček píše, že dnes dokáže průmyslová robotika manipulovat s materiálem, zvládne obráběcí i další procesy, ale má některá omezení. Limitující jsou rychlost a nosnost, i když některé stroje dokážou zvedat součásti o hmotnosti 2,3 t. [38]

Dle Market Research Reports [39] se očekává, že globální trh průmyslové robotiky dosáhne do roku 2026 42,29 miliard USD, pokud jde o robotické stroje, a 138,03 miliard USD pokud jde o robotické systémy, což představuje 2019–2026 složenou roční míru růstu (CAGR) ve výši 11,57 % a 12,59 %. Očekává se, že roční zásilka bude během stejného období vykazovat CAGR 17,09 % a v roce 2026 se zvýší na více než 1,51 milionu kusů.



Obrázek 2-8 - Geografické rozdělení trhu průmyslových robotů [39]

Budoucnost průmyslových robotů je spojena s pokračujícím vývojem technologií, jako je umělá inteligence, senzory a komunikační systémy. Tento vývoj umožňuje vytvoření stále sofistikovanějších a autonomnějších robotů, které mohou zvládat složitější úkoly a lépe spolupracovat s lidmi. Při investování do průmyslových robotů je důležité sledovat tyto trendy a zohlednit je při plánování budoucích investic. [40] [41]

2.2.4 Výzvy a omezení při investování do průmyslových robotů

Při investování do průmyslových robotů je důležité zohlednit také možné výzvy a omezení, které mohou ovlivnit úspěšnost a efektivitu investice. Mezi tyto výzvy patří:

- **Právní a etické otázky:** Vzhledem k rostoucímu významu průmyslových robotů a jejich dopadu na trh práce a společnost je důležité zohlednit právní a etické aspekty investice, jako jsou ochrana osobních údajů, zodpovědnost za chyby a bezpečnost pracovníků.
- **Odpovědnost za udržitelnost a životní prostředí:** Při investování do průmyslových robotů je třeba zohlednit jejich potenciální dopad na životní prostředí a udržitelnost. To zahrnuje minimalizaci energetické spotřeby, snižování emisí a recyklaci materiálů.
- **Dostupnost kvalifikovaných pracovníků:** Implementace průmyslových robotů vyžaduje kvalifikované pracovníky, kteří jsou schopni navrhovat, instalovat, provozovat a udržovat tyto systémy. Při investování do průmyslových robotů je třeba zvážit, zda je k dispozici dostatek odborníků a zda je podnik schopen zajistit potřebné školení a vzdělávání. [42] [43]

Implementace průmyslových robotů přináší řadu výzev pro průmyslové podniky. Mezi tyto výzvy patří náklady na pořízení a instalaci robotů, potřeba vyššího technického know-how, zabezpečení a ochrana dat, právní a etické otázky [44]. Navíc, průmyslové podniky musí zohlednit dopad robotů na pracovní prostředí, zdraví a bezpečnost pracovníků a společenské vnímání robotiky [45]

Průmyslové roboty mohou vést ke snížení nákladů na výrobu, protože mohou nahradit nákladnou lidskou práci a zvýšit efektivitu výrobních procesů [46]. Roboty také snižují náklady na údržbu a opravy tím, že minimalizují chyby a zlepšují kvalitu výrobků. Navíc, roboty mohou snížit náklady na energii a materiály prostřednictvím optimalizace procesů a využití zdrojů [47].

Vliv průmyslových robotů na trh práce a společnost

Investice do průmyslových robotů může mít významný dopad na trh práce a společnost. Zatímco robotizace může vést ke zvýšení produktivity a snížení nákladů, může také vést ke ztrátě pracovních míst v důsledku automatizace a nahrazení lidských pracovníků. Při plánování investic do průmyslových robotů je důležité zohlednit možné sociální a ekonomické důsledky. [48] [49]

Na jedné straně mohou roboty nahradit manuální a rutinní úkoly, což může vést ke ztrátě pracovních míst [50]. Na druhé straně však vytvářejí nové pracovní příležitosti, jako je vývoj, údržba a řízení robotických systémů. [51] Důležitým aspektem tohoto vlivu je potřeba přeškolit a připravit pracovníky na nové dovednosti, které vyžadují práce spojené s robotikou a automatizací [52]

Průmyslové roboty mohou značně zvýšit produktivitu průmyslových podniků tím, že zlepšují rychlost, přesnost a efektivitu výrobních procesů [53]. Roboty jsou schopny provádět úkoly 24/7 bez únavy, což vede k zvýšení produkce. Tento vliv je patrný napříč různými průmyslovými odvětvími, jako je automobilový průmysl, elektronika, strojírenství a další [54].

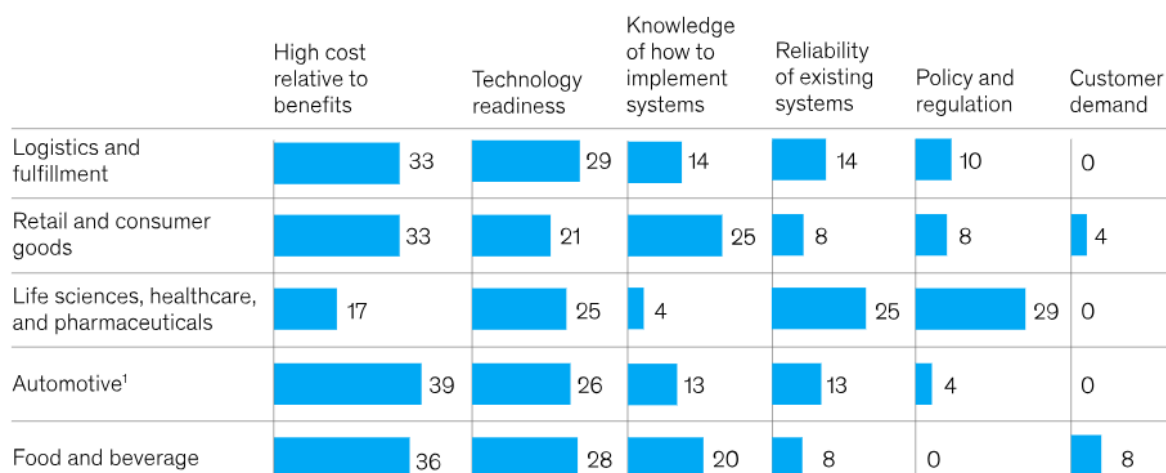
Strategie pro úspěšnou implementaci průmyslových robotů

Při investování do průmyslových robotů je klíčové zvolit správnou strategii implementace. Některé z doporučených strategií zahrnují:

- **Postupná integrace:** Místo náhlé a rozsáhlé automatizace může být vhodnější postupně integrovat průmyslové roboty do výrobního procesu a přizpůsobovat se novým technologiím a postupům.
- **Spolupráce s lidskými pracovníky:** Robotizace by měla být chápána jako doplněk lidské práce, nikoli jako její náhrada. Je důležité najít rovnováhu mezi automatizací a lidskou prací, aby se maximalizovaly výhody a minimalizovaly negativní důsledky.
- **Investice do školení a vzdělávání:** Pro úspěšnou implementaci průmyslových robotů je nezbytné investovat do školení a vzdělávání pracovníků, aby mohli efektivně pracovat s novými technologiemi a postupy. [55] [56]

Dle průzkumu Mckinsey z roku 2022, byla obecně za největší výzvu, při implementaci robotů a automatizace, vysoká cena, relativní k benefitům. Dalšími výzvami pak byly technologická připravenost, znalosti spojené s implementací systémů, spolehlivost, regulace a poptávka. [36]

Konkrétní výsledky průzkumu ukazují Obrázek 2-9: Top 6 výzev pro automatizaci dle sektoru v % .



Obrázek 2-9: Top 6 výzev pro automatizaci dle sektoru v % [36]

2.3 Návravnost

Průmyslové roboty se v posledních letech staly důležitým prvkem moderního průmyslu, což vede k potřebě efektivního hodnocení jejich ekonomické návratnosti. Návratnost je nedílnou součástí investičního rozhodování, které je v současné teorii finančního řízení podniku označován jako kapitálové plánování (capital budgeting). [57] Návratnost obecně odkazuje na širší spektrum ukazatelů, které hodnotí výkonnost v určitém kontextu, nejčastěji výkonnost investice, projektu, ale také firmy či podnikání. Definice se různí, Botchkarev a Andru například píše, že návratností investice lze chápat jakýkoliv druh (finanční i nefinanční) přínosu/efektu/výsledku či vlivu/hodnoty pro podnik. [58] Pearce tvrdí, že v podnikání je účelem návratnosti měřit míru návratnosti peněz investovaných do ekonomické jednotky za období, a to za účelem rozhodnutí, zda investovat či nikoliv. Návratnost se také používá jako ukazatel pro srovnání různých investic v rámci portfolia. [59] **V této práci se budeme držet návratnosti, chápané jako hodnocení výkonnosti investice, vycházející z ekonomických vstupů.**

Tato kapitola se bude zabývat tím, jak se na finanční návratnost dívá literatura a praxe, jak je chápána a počítána. Co je pro finanční stanovení návratnosti klíčové a kde je prostor pro další výzkum v oblasti průmyslových podniků.

2.3.1 Pohled odborné literatury

Při hodnocení návratnosti investice existuje celá řada metod a pohledů. Odborná literatura nabízí řadu způsobů, jak nahlížet na problematiku investic do aktiv a jejich hodnocení. Jedním takovým pohledem na členění je rozdělení nástrojů (ukazatelů) na „základní nástroje“, které jsou jednoduše stanovitelné a hojně používané (sem patří například: ČSH, IRR, ROI, doba návratnosti a další) a „suplementární nástroje“, které jsou středně až velmi obtížně zjistitelné a méně v praxi používané (sem patří například: Simulace, Lineární programování, PERT/CPM, komplexní matematické modelování a další). [60] [61]

Jelikož cílem práce je tvorba metodiky, která bude ověřována na případových studiích v různých druzích průmyslových podniků, autor se dále bude zaměřovat na tzv. „základní nástroje“, což jsou ukazatele, které jsou v praxi nejpoužívanější a v literatuře dobře zavedené.

Tyto dobře etablované ukazatele literatura člení na statické a dynamické a to podle toho, zda přihlížejí či nepřihlížejí k faktoru času. [62] [63] [64] [65] a další. Názvy a zkratky ukazatelů převzal autor tak, aby byly co nejsnáze srozumitelné čtenáři.

Do statických ukazatelů se řadí:

Total Cost of Ownership (TCO)

Metoda celkových nákladů spojených s vlastnictvím TCO (Total Cost of Ownership), je jsou zejména oblíbená v oblasti IT. Prostřednictvím TCO se vyjadřují kompletní náklady na investici a její provoz, zohledňující nejen pořizovací cenu, ale také náklady vznikající vlastnictvím hodnocených statků.

Obecně metody určené k hodnocení investic vycházejí z odhadovaného cash-flow v jednotlivých letech. Zohledňují tak všechny výnosy plynoucí z investice. Náklady, které jsou zahrnuty do výpočtu, však hodnotí pouze účetní položky. V případě TCO lze zahrnout i neúčetní položky. [62]

Life Cycle Cost (LCC)

Obdobou TCO je LCC (Life Cycle Cost). Tento ukazatel je používán k vyčíslení celkových nákladů spojených s výrobou, provozem a údržbou výrobku nebo služby po celou jejich životnost. Tato metoda bere v úvahu jak přímé náklady (např. nákupní cena, provozní náklady), tak i nepřímé náklady (např. náklady na údržbu, opravy, obnovu) a snaží se poskytnout komplexní pohled na náklady spojené s celým životním cyklem daného produktu. [66] [67]

[47]. Základní rozdíl mezi TCO a LCC je tedy v zorném úhlu a rozsahu analýzy. TCO se zaměřuje na celkové náklady vlastnictví a provozu produktu, zatímco LCC se zaměřuje na celý životní cyklus produktu a zahrnuje všechny náklady od pořízení po likvidaci. LCC je tak specifičtější a detailnější přístup, který může poskytnout podrobnější informace pro rozhodování.

Čisté Cash Flow (ČCF)

Čisté Cash Flow (také čistý příjem z investice) reprezentuje součet všech peněžních toků souvisejících s investicí, poníženého o počáteční výdaje. Standardně podmínkou doporučení investice je, aby čistý příjem vyšel kladný, neboli součet peněžních toků převýšil počáteční investici. V případě více variant se upřednostňuje varianta s největším čistým Cash Flow. [4]

Return on Investment (ROI)

ROI (česky „návrátlost investice“) je jednoduchým ukazatelem finanční výkonnosti, který porovnává zisk z investice s náklady na ni [68]. ROI se často používá pro srovnání různých investičních alternativ. Výpočet ROI se provádí jako poměr mezi ziskem a náklady a vychází v procentech.

Podle Kleinové [69] a Kislingerové [4] ROI (někdy též ROI index) označujeme poměr vydělaných peněz k penězům investovaným a je to vrcholový ukazatel komplexní efektivity podniku. ROI tedy udává výnos v procentech z utracené částky. Z ekonomického hlediska jde o jeden ze způsobů, jak uvést do souvislosti zisky a investovaný kapitál. [59]

Způsoby využití ROI se liší dle různých autorů. Zatímco například Kleinová říká, že úspory díky investici neznamenají nezbytně zisk a tedy je nelze použít do jmenovatele, v praxi, například v IT a zahraničních člancích se úspory, někdy i potenciální úspory v čitateli používají. [70]

Prostá doba návratnosti (PDN)

Prostá doba návratnosti udává dobu, za kterou se příjmy plynoucí z investice vyrovnají investičním výdajům. Při výpočtu se porovnává roční cash flow s počáteční investicí, přičemž bodu zvrátání, tedy okamžiku zaplacení investice je dosaženo v okamžiku, kdy se kumulované Cash Flow vyrovná počáteční investici. Je podstatné mít na paměti, že životnost investice (majetku) musí být dlouhá minimálně jako návratnost investice. [4]

Bod Zvratu (BZ)

V neposlední řadě bychom také neměli vynechat zmínku o bodu zvratu (z anglického Break Even Point), který se používá ke stanovení objemu produkce nebo času, při kterém nevzniká podniku žádný zisk ani ztráta. V případě investice je to moment, kdy se podniku investice zaplatí (vrátí peníze), avšak ještě negeneruje žádný zisk. Investicí do robotického zařízení zásadně ovlivníme fixní (resp. investiční) a variabilní (resp. provozní) náklady. Více o výpočtu bodu zvratu probírá např. Klouda [1], Beneš [71] a další.

Do dynamických ukazatelů se řadí:

Net Present Value (NPV)

Net Present Value (NPV) česky čistá současná hodnota (ČSH), je metoda hodnocení investičních projektů, která se zaměřuje na současnou hodnotu všech budoucích příjmů a výdajů spojených s projektem [72]. Při výpočtu NPV se diskontuje hodnota budoucích hotovostních toků, aby se zohlednila časová hodnota peněz. Pokud je NPV kladné, projekt se považuje za ekonomicky životaschopný.

Metoda určuje rozdíl mezi diskontovanými výnosy z investice a počátečními investičními náklady. Podle NPV lze říct, že doporučeníhodné jsou ty investice, které mají vyšší hodnotu než 0. Čím vyšší hodnota NPV, tím je investice hodnocena jako lepší.

Internal Rate of Return (IRR)

Internal Rate of Return (IRR), česky vnitřní výnosové procento je metoda, při které jako výslednou hodnotu získáme procento, které v sobě odráží diskontní hodnotu, při které jsou přínosy investice rovny počátečním investičním nákladům. Vzorec pro výpočet IRR vychází z NPV. Vnitřní výnosové procento je taková diskontní míra, při které je čistá současná hodnota investice rovna 0. Pro IRR platí, že čím vyšší hodnoty nabývá, tím více se relativně vyplatí a lze investici doporučit. [72]

Diskontovaná doba návratnosti (DDN)

Metoda udává dobu, za kterou se investice splatí ze svých peněžních příjmů (současné hodnoty příjmů). Investiční projekt lze považovat za přijatelný, pokud je splněno kritérium, že doba návratnosti je menší nebo rovna době jeho životnosti, čím je doba návratnosti kratší, tím je investice pro podnik výhodnější. [57]

2.3.2 Aplikace metod dle odborné literatury

Metody hodnocení návratnosti průmyslových robotů jsou důležité nástroje pro podniky, které se rozhodují o investicích do průmyslových robotů. Tyto metody umožňují podnikům lépe porozumět ekonomickým důsledkům investic a informovat rozhodování o investicích. [73] [74] [72]. Tyto metody pomáhají podnikům při rozhodování o investicích do průmyslových robotů a jejich efektivním využívání. Každá metoda má své vlastní specifika a je vhodná pro různé účely a situace. Pro správné rozhodování je důležité zvážit všechny dostupné metody a vybrat tu nejvhodnější pro konkrétní situaci a cíle podniku.

Různé metody hodnocení návratnosti průmyslových robotů se mohou aplikovat na různé aspekty investičního rozhodování. NPV a IRR jsou nejčastěji používané pro hodnocení celkové ekonomické životaschopnosti investice do průmyslových robotů. [75]. Tyto metody se často používají společně, protože IRR poskytuje informace o relativní atraktivitě investice, zatímco NPV poskytuje informace o absolutní hodnotě investice.

ROI se často používá pro srovnání různých investičních alternativ a může být užitečný pro hodnocení ziskovosti investice do průmyslových robotů ve srovnání s jinými možnostmi. [76]

LCC a TOC jsou metodami zaměřenými na dlouhodobé náklady spojené s průmyslovými roboty. Tyto metody se často používají pro plánování a optimalizaci životního cyklu průmyslových robotů, například pro rozhodování o údržbě, modernizaci a likvidaci robotů [68].

Systematické rešerše [63] [64] [65] ukazují, že velké a nadnárodní podniky spíše mají a vkládají úsilí, investice a zkušené lidi do investičního rozhodování, nežli malé a střední podniky. Toto úsilí je také úměrné velikosti investičního projektu. Zatímco velké podniky častěji pracují s dynamickými ukazateli, menší podniky zase naopak častěji sledují ty statické, přičemž nejčastěji používanými statickými ukazateli jsou: prostá doba návratnosti, ROI a Čistý Cash Flow. Dynamickými jsou zase: IRR, ČSH a Diskontované Cash Flow.

Multikriteriální rozhodování při výběru průmyslových robotů a návratnost

Rešerše literatury na téma výběru průmyslových robotů za pomoci multikriteriálního rozhodování ukazuje, že existuje celá řada přístupů. Soltan, Janada a Omar [77] uvádějí ve své systematické rešerši z roku 2023 na 30 MDCM (Multiple Criteria Decision Making) metod, beroucích v potaz různá finanční i nefinanční kritéria. MDCM, nejbližší se zaměřující na investiční rozhodování a návratnost bylo představeno Vijayakumar a kolektivem [78], které se

zaměřuje na finanční faktory. Faktory zde zahrnuté jsou: čistá současná hodnota, míra výnosnosti, doba návratnosti, cost-benefit analýza a velikost investice. Nedostatkem této navržené metody však je, že u kritérií často nespecifikuje, zda se jedná o diskontované, tedy dynamické ukazatele či o statické. Konkrétními složkami výpočtu kritérií (ukazatelů) se metodika již dále nezabývá.

Všeobecnou nevýhodou nalezených multikriteriálních metodik pro robotizaci je, že zpravidla jen obecně hovoří o kritériích a jak je stanovit, naopak přesněji pak hovoří o konkrétním způsobu výpočtu výsledku. Výrazný nedostatek je pak v oblasti multikriteriálního rozhodování na základě ukazatelů návratnosti. To dává prostor pro navržení metodiky, která by přesně doporučila kritéria návratnosti a jejich konkrétní složky, kterými se podnik má při výpočtu návratnosti robotizace zabývat.

Identifikace složek pro výpočet návratnosti robotizace

Rešerše identifikace složek pro výpočet návratnosti robotizace ukazuje, že již existuje několik směrů, avšak žádný se nezdá být vhodný pro využití v oblasti návratnosti.

Barravecchia, Mastrogiacomo Franceschini [79] a navrhuji obecný nákladový model zaměřený na odhad nákladů na výrobek, přičemž bere v potaz následující nákladové složky: náklady na výrobu, náklady na přestavbu, náklady spojené s defekty, výhledové náklady, retrospektivní náklady a náklady na blahobyt pracovníků. Tyto složky pracují s devatenácti parametry, mezi něž patří například Total Life Cycle Cost, což je sám o sobě velmi obsáhlý ukazatel, a dále řada parametrů, která je velmi obtížně odhadnutelná, například náklady spojené s blahobytem (wellbeing costs) či procento produktivity učení (Productivity learning percentage). Samotní autoři na konci článku uznávají, že řada parametrů je velmi obtížně odhadnutelná, což může zkreslit výsledek.

Landscheidt a Kans [80] identifikují pro výpočet TCO robotizace 32 nákladových složek, spadajících do tří základních skupin – pořízení, provoz, likvidace, přičemž. Dále, na základě interview ve dvou společnostech, uvádějí, že klíčovými nákladovými faktory pro zjednodušený výpočet TCO jsou: pořizovací cena, výše mezd operátorů, náklady na náhradní díly a náklady na energie. Sami však uvádějí, že tento závěr je podložen jen dvěma společnostmi, přičemž pouze jedna byla schopna dodat kvantitativní data. Dále shledávají, že získání dat vhodných pro analýzu je velmi obtížné. Zároveň je zde třeba uvést, že autoři nebrali v úvahu inflaci či diskont peněz pomocí WACC.

Na základě výše uvedeného je tedy možné konstatovat, že existuje mezera v oblasti identifikace klíčových faktorů ovlivňujících návratnost investice do robotů.

2.3.3 Průzkum webu

Při průzkumu webů, zabývajících se robotizací (webů propagujících robotizaci, či webu přímo dodavatelů robotů), byla objevena řada kalkulátorů návratnosti investic. Všechny tyto kalkulátory pracují na podobném principu. Kalkulátory byly k nalezení na následujících webových adresách:

- Association for Advancing Automation (A3) – automate.org [81]
- T.I.E. Industrial – robots.com [82]
- Applied Controls, Inc. – appliedc.com [83]
- MSI TEC – msitec.com [84]
- YASKAWA –yaskawapartners.com [85]

Všechny tyto nabízené kalkulátory se zabývají výpočtem návratnosti investice, který nazývají ROI, což je však nepřesný údaj. Tyto kalkulátory však literaturou definované „ROI“ nepočítají, spíše používají zkratku ROI (Return on Investments – návratnost investice), jako vyjádření účelu kalkulace. Informace (hodnoty), které v nich jsou vypočítány, jsou:

- doba návratnosti investice,
- výše úspory nákladů za specifikované období.

V případě online kalkulátorů je cash flow počítáno pomocí prosté doby návratnosti jako:

$$\sum_{t=1}^{T_{OP}} (\text{PNSŘ} - \text{PNRŘ}) - \text{IDRŘ} = 0$$

(1)

Kde:

- PNSŘ ... provozní náklady současného řešení,
- IDRŘ ... investice do robotického řešení,
- PNRŘ ... provozní náklady robotického řešení,
- T_{OP} ... doba očekávaného provozu

Úplné náklady na robotické (ÚNRŘ) řešení jsou pak počítány jako:

$$\text{ÚNRŘ} = \sum_{t=1}^{T_{OP}} (\text{PNSŘ} - \text{PNRŘ}) - \text{IDRŘ}$$

(2)

V následující části jsou uvedeny vstupy, které berou jednotlivé kalkulátory v potaz. Příloha H a I obsahuje printscreen kalkulátorů z webu.

Association for Advancing Automation sleduje:

Proměnné za celkové náklady na systém

- Celkové náklady na zakoupené robotické řešení
- Počet robotů

Proměnné pro aktuální provozní náklady

- Směnnost
- Průměrné pracovní náklady na operátora, včetně ostatních nákladů
- Počet operátorů ze směny odebraných
- % pracovníků, které zůstane pro údržbu robotického systému
- % očekávaný přírůstek produktivity
- Ostatní očekávané úspory

Výstupem kalkulátoru jsou:

- Bod zvratu v měsících
- Úspory na personálních nákladech
- Úspory produktivity
- Tabulka ROI s hodnotami jednotlivých let pro: náklady na systém, údržbové náklady, provozní náklady (s uvažovanou 2% roční inflací nákladů na energie), úspory na personálních nákladech (s uvažovanou 2% roční inflací), úspory produktivity, ostatní úspory, roční Cash Flow a kumulativní Cash Flow.

Společnost T.I.E. Industrial na svém webu používá kalkulátor ROI (návrstnost investice), který bere v potaz následující:

Celkové náklady systému:

- Celkovou navrženou cenu za robota + příslušenství
- Počet robotů v systému

Operativní náklady:

- Současný proces
 - Počet pracovníků na směnu
 - Počet směn
 - Roční náklady na jednoho zaměstnance (včetně odhadovaných benefitů a bonusů)
- Náklady na řešení roboty
 - Počet operátorů robotů
 - Počet směn ve dni
 - Roční náklady na jednoho operátora (včetně odhadovaných benefitů a bonusů)
 - Odhadované náklady na elektřinu (které uvažují o nákladech na elektřinu 0,5\$/hodinu na robota.

Výstupem této kalkulace jsou:

- Doba návratnosti (v měsících).
- Odhadované čisté ušetřené náklady během prvního roku a během pěti let. U výsledku upozorňují, že tyto výpočty neberou v úvahu: inflaci, zvyšující se životní náklady, operační náklady robotického řešení, údržbu a další.

V popisu je dále uvedeno, že typická doba návratnosti jakéhokoliv robotického systému, nového i použitého, je mezi 6-18 měsíci, v závislosti na vstupní investici. Je uváděno, že robotický systém je schopný dosahovat 95% účinnosti, zatímco manuální pracovník pouze 20-25% během jakékoliv směny. To je způsobeno povinnými přestávkami, dovolenou, únavou a dalšími faktory. V závislosti na práci může robot zvládnout práci až čtyř lidí za směnu, což při třisměnném provozu dělá dvanáct lidí. RobotWorx dále uvádějí, že by robot měl být funkční alespoň 20 let.

Ostatní kalkulátory jsou vesměs stejné. Jediný Yaskawapartners kalkulátor zohledňuje úspory.

Do výpočtu zahrnuje cíle úspor:

- Cílovou dobu návratnosti v měsících
- Cílovou propustnost (z anglického jazyka Throughput Gain – míra produkce či míra v jaké je něco zpracováno) za směnu
- Přibližné roční úspory na odpad a reklamace
- Přibližné roční úspory za materiál
- Jiné roční úspory

2.3.4 Konzultace z praxe implementací

Pan Vít Pavelka, Business Development Manager z oddělení robotiky ve společnosti Amtech (dodavatel robotů) v rozhovoru řekl, že z jeho zkušenosti společnosti prodávající roboty kalkulace neprovádějí, případně využijí zjednodušený kalkulátor ROI z webu. Výpočty zpravidla nechávají na zákaznících, případně je s nimi konzultují. **Ze strany Amtech se však snaží poskytnout kompletní informace o nákladech spojených s robotizací, například náklady na údržbu, ceny náhradních dílů, náklady na školení programátorů/operátorů a podobně.** Dle jeho slov se očekávaná návratnost různí, často mají společnosti předepsanou maximální dobu návratnosti mateřskou společností 1 rok, což dle jeho názoru není optimální. Optimální je dle jeho slov očekávaná návratnost v rozmezí 2-3 let. Podstatné faktory jsou zejména směnnost, kdy u jednosměnných provozů se automatizace obvykle v porovnání s cenou práce manuálních pracovníků příliš nevyplácí, avšak najdou se i případy, kdy robotizace dosáhla vyšší stability procesu či flexibility. Společnosti často uvažují pouze o ceně práce, ale neberou v potaz fluktuaci a s ní spojené náklady na PR, HR, a na výkonnost lidí, která se v prvních týdnech v nové práci pohybuje pod průměrem.

Dle zkušenosti Ing. Michala Froňka, projektového koordinátora ze společnosti Fanuc (dodavatel robotů), si zákazníci zpravidla sami počítají návratnost robotů, případně vliv na produktivitu, způsobený roboty. Očekávaná doba návratnosti bývá dle jeho slov do 2 let.

Za zmínku dále stojí pár postřehů ze společností, kde jsou roboty instalovány. Ve společnosti Witte Nejdek počítají návratnost robotů pomocí náhrady mzdy. Společnost Daikin implementuje roboty pouze na problematická pracoviště primárně z důvodů kvality či bezpečnosti, nikoliv však z výkonových důvodů. Zástupce společnosti System Centralfluid uvedl, že komplexnost výpočtu návratnosti, z jeho zkušenosti, závisí na mnoha faktorech, jmenovitě:

- objem investice, vůči rozpočtu podniku,
- nutnost investice vůči produkci (jde o investici dobrovolnou, či nezbytnou),
- současnému finančnímu zdraví a rozpočtu podniku,

- velikosti podniku,
- a další.

2.4 Zhodnocení a teoretická východiska práce

Koncepce Průmyslu 4.0 je založena na transformaci výroby ze samostatných automatizovaných jednotek na plně integrovaná automatizovaná a průběžně optimalizovaná výrobní prostředí. Jinými slovy jde o spojení virtuálního kybernetického světa se světem fyzické reality, což s sebou přináší významné interakce systémů s celou společností, tedy i se světem sociálním. Jedním ze základních pilířů této koncepce je automatizace pomocí robotů (robotizace), kteří mají a budou mít výrazný vliv na výrobní průmysl. Řada pracovních míst, především rutinní a manuálně zaměřené v průmyslovém odvětví, bude výrazně ovlivněna a mnoho pracovních pozic úplně zanikne.

Cena robotů a kobotů každoročně klesá, což můžeme přisuzovat jejich každoročně rostoucímu odbytu. Hlavními odbytišti jsou strojní, elektrotechnické odvětví a automobilový průmysl. Z analýz je zároveň patrná rostoucí rozmanitost modelů, lepší technické schopnosti a využitelnosti při přístupnějším talentu (tj. lidí s náležitou odborností) – instalace, údržba a provoz jsou stále více dostupné a tedy celková integrace robotických řešení je stále snazší. Jedním z hlavních důvodů robotizace je snížení nákladů.

Návratnost investice do robotů je jedním z klíčových faktorů při rozhodování o investicích. Existuje řada přístupů pro výpočet návratnosti investice, které jsou počítány buďto dynamicky nebo staticky, dle toho, zda zahrnují časový pohled na peníze. Nejčastěji využívanými ukazateli jsou Prostá doba návratnosti (PDN), Čisté Cash Flow (ČCF), a Return on Investment (ROI) a diskontovaná doba návratnosti (DDN), Internal Rate of Return (IRR), Net Present Value (NPV) a Diskontované Cash Flow. Podniky při výpočtu těchto ukazatelů často uvažují jen velmi omezené množství složek nákladů a úspor, a navíc se často dívají na návratnost jen jednoho ze tří úhlů – času, absolutně (v Kč) či relativně (v %).

Na základě této rešerše autor shledává, že existuje prostor pro výzkum v této oblasti, jelikož neexistuje komplexní multikriteriální metodika, která by se podrobněji dívala na ekonomické faktory výpočtu a umožnila transparentně a objektivně stanovit, návratnost investice ze tří základních pohledů – času, absolutně (v Kč) a relativně (v procentech) a doporučit faktory zahrnované do výpočtu.

3 Výzkumný záměr disertační práce a hypotézy

Při rozvoji komplexní metodiky návratnosti investice do robotických řešení v průmyslových podnicích je mimo jiné důležité vzít v úvahu specifika jednotlivých průmyslových odvětví a velikosti podniků. Různé průmyslové odvětví mohou mít odlišné nároky na robotizaci, například vzhledem k různým výrobním procesům, požadavkům na kvalitu výrobků nebo regulačním omezením. Velikost podniku také může ovlivnit schopnost podniku investovat do robotizace a dosáhnout finanční návratnosti. [86]

Komplexní metodika návratnosti investice do robotických řešení by měla být schopna poskytnout flexibilní a přizpůsobitelný přístup k hodnocení finanční návratnosti investice, který bude aplikovatelný pro širokou škálu průmyslových podniků. To zahrnuje integraci různých finančních ukazatelů, jako jsou ROI, VZZ, NPV a další, do jednoho komplexního modelu, který umožňuje srovnání různých investičních alternativ a posouzení jejich finančního dopadu na podnik [64].

Výsledná metodika návratnosti investice do robotických řešení by měla být validována a ověřena pomocí případových studií průmyslových podniků, které již realizovaly investice do robotizace. Tímto způsobem bude možné získat zpětnou vazbu a porovnat výsledky získané metodikou s reálnými investičními výsledky podniků. Tato validace a ověření pomůže zajistit, že navržená metodika je relevantní, robustní a užitečná pro průmyslové podniky při rozhodování o investicích do robotizace. [87]

V souladu s hlavním cílem práce, kterým je vypracování komplexní metodiky návratnosti investice do robotických řešení v průmyslových podnicích s důrazem na finanční aspekty, by výzkum měl být zaměřen na identifikaci nejlepších postupů a metod pro hodnocení finanční návratnosti investice. To může zahrnovat analýzu existujících literárních zdrojů, průmyslových zkušeností a odborných názorů, které by mohly přispět k vytvoření robustní a ucelené metodiky. [88]

Výsledkem tohoto výzkumu by měla být metodika, která je snadno srozumitelná, přizpůsobitelná různým průmyslovým odvětvím a podnikům různých velikostí, a která je schopna poskytnout přesvědčivé a důvěryhodné výsledky pro podporu investičního rozhodování v oblasti robotizace. Tato práce by tak měla přispět k lepšímu porozumění finančních aspektů investic do robotizace a posílit konkurenceschopnost průmyslových podniků v době narůstajícího významu automatizace a digitalizace výrobních procesů [11].

3.1 Vědecké metody použité v práci

V průběhu této práce je použita řada vědeckých metod a přístupů.

Literární rešerše

Systematický sběr, hodnocení a syntéza existujících literárních pramenů a zdrojů k určitému tématu nebo výzkumné otázce. Literární rešerše, je použita napříč celou prací, zejména pak pro vytvoření přehledu o současném stavu problematiky a teoretických východiscích práce v kapitole 2.

Dedukce

Logický proces odvozování závěrů na základě předem daných informací, pravidel a postupů. Dedukcí byly stanoveny teze práce ve třetí kapitole Výzkumný záměr disertační práce a hypotéz. [89]

Case Studies

Podrobný a systematický výzkum konkrétního jednotlivého případu s cílem porozumět jeho specifickým charakteristikám a procesům. Case Studies jsou použity pro ověření metodiky a poskytují informace o konkrétních případech zvažované robotizace v průmyslových podnicích. Design a tvorba case study je popsána v kapitole 4.3 Ukázka aplikace komplexní metodiky na případové studii 1, jednotlivé případové studie jsou pak uvedeny v příloze. [90]

Kvantitativní analýza

Kvantitativní analýza je metoda vědeckého výzkumu, která se zaměřuje na sběr, analýzu a interpretaci kvantitativních dat za účelem porozumění vzorcům, vztahům a trendům. Kvantitativní analýza byla využita při ověřování navržené metodiky a k potvrzení 1. a 2. hypotézy v kapitole Ověření navržené metodiky a ověření hypotéz.

Empirická a kvalitativní analýza

Sběr a analýza empirických dat nebo důkazů založených na pozorováních nebo experimentech za účelem testování hypotéz nebo odpovědí na výzkumné otázky.

Kvalitativní a empirickou analýzou byla posbírána data pro jednotlivé případové studie, konkrétně formou dotazování přes email, rozhovory a pozorování. A pomocí clusterování, tedy členění na základě podobnosti a to kvantitativní metodou, byly náklady rozřazeny do jednotlivých složek.

Benchmarking

Proces porovnávání výkonu, postupů nebo produktů s praktikami nebo standardy v daném odvětví za účelem zlepšení vlastních výsledků. Benchmarking byl použit pro srovnání použitých metodik mezi případovými studii.

Deskriptivní analýza

Popisné zpracování dat nebo informací za účelem poskytnutí detailních charakteristik, vlastností a trendů. Deskriptivní analýza byla použita pro srovnání a vyhodnocení případových studií a porovnání původních metodik s novou metodikou.

Dotazníkové šetření

Metoda sběru dat pomocí dotazníků nebo dotazování respondentů za účelem získání kvantitativních nebo kvalitativních informací o jejich názorech, postojích, chování nebo zkušenostech. Dotazníkové šetření bylo použito pro vyhodnocení zjistitelnosti složek nové metodiky v kapitole Ověření navržené metodiky a ověření hypotéz a to konkrétně pro hypotézu č. 3.

Indukce

Indukce je logický proces, který se používá k odvozování obecných zákonitostí, hypotéz nebo pravidel na základě pozorování specifických případů. [91] [89] Indukce pak byla použita pro vyhodnocení hypotéz v kapitole Vyhodnocení hypotéz.

3.2 Teze

Na základě prostudování dostupné literatury odpovídající současnému stavu poznání lze stanovit následující teze:

- Roboty jsou nedílnou součástí konceptu Průmyslu 4.0
- Cena robotů každoročně klesá a i budoucí vývoj předpokládá podobný trend.
- Množství prodaných robotů a kobotů každoročně roste.
- Roboty vážně ovlivňují pozice s manuální a rutinní náplní práce v průmyslových podnicích.
- Implementace robotického řešení je pro podniky stále dostupnější.
- Investice do robotického řešení mají i neekonomické podněty.
- Návržnost je hodnocení výkonnosti investice, vycházející z ekonomických vstupů.
- Návržnost je klíčová při investici do robotického řešení

3.3 Metodika a dílčí cíle DP

Cílem práce je vytvoření komplexní metodiky návratnosti investice do robotických řešení v průmyslových podnicích.

V rámci dosažení tohoto hlavního cíle byl navržen hrubý rámec metodiky, jehož postupné kroky jsou:

1. Stanovení klíčových faktorů metodiky a stanovení faktorů ovlivňujících návratnost investice do robotického řešení vázaných na tato kritéria.

V této části práce bude třeba identifikovat klíčové faktory, jako jsou bezpečnost, kvalita, náklady a podobně, a k nim přiřadit vysledovatelné podstatné faktory.

Dílčí cíl 1 – Identifikace složek, a jejich zjistitelných faktorů, ovlivňujících návratnost investice do robotického řešení.

2. Tvorba metodiky návratnosti investice do robotického řešení

V této části je třeba vytvořit vhodnou multikriteriální metodiku, která zahrne kritéria a zjistitelné faktory. V rámci této metodiky bude vytvořen výpočtový vztah.

Dílčí cíl 2 – Metodika stanovení návratnosti investice do robotického řešení

3. Verifikace navržené metodiky

Ve třetím kroku bude nová metodika stanovení návratnosti robotických řešení ověřena na případových studiích v reálných podnicích, kde byly relativně nedávno instalovány roboty a kde lze zjistit potřebné faktory. Výstupy metodik pak budou porovnány a vyhodnoceny.

Dílčí cíl 3 – Verifikace metodiky návratnosti investice do robotického řešení

3.4 Hypotézy práce

Vzhledem k cíli disertační práce byly stanoveny hypotézy, které budou v rámci následujícího postupu disertační práce ověřovány na šesti podnicích, které v nedávné době uvažovaly o investici do robotizace či investici realizovaly. Tyto hypotézy jsou následující:

Hypotéza č. 1:

- **Podniky zanedbávají mnoho klíčových i neklíčových faktorů ovlivňujících návratnost investice do robotů.**

Bude procentuálně vyjádřeno, kolik klíčových a neklíčových faktorů, ovlivňujících metodiku, je zanedbáno ve stávajících kalkulacích, oproti novému návrhu metodiky.

Hypotéza č. 2:

- **Používané metodiky návratnosti investice do robotů mají významnou odchylku výsledku ukazatelů od navržené metodiky.**

Budou srovnány výpočty několika stávajících metodik s nově navrženou metodikou a bude porovnána odchylka.

Hypotéza č. 3:

- **Podniky považují klíčové faktory za zjistitelné.**

Pomocí dotazníku bude vyhodnoceno, zda podniky považují klíčové a neklíčové faktory za zjistitelné.

4 Návrh komplexní metodiky návratnosti

V této kapitole bude představen postup tvorby nové metodiky a jeho jednotlivé kroky, následně bude představena navržená metodika a ukázka její aplikace, včetně konkrétních kroků výpočtu na případové studii č.1.

4.1 Tvorba metodiky

Tato část práce se bude zabývat tvorbou komplexní metodiky návratnosti investice do robotizace. Samotná tvorba metodiky bude sledovat tyto kroky, navržené autorem:

Tabulka 4-1: Proces tvorby nové metodiky [zdroj: vlastní zpracování]

Stanovení klíčových ukazatelů návratnosti	<ul style="list-style-type: none">• Volba vhodných ukazatelů návratnosti• Statické i dynamické sledování v čase• Pohled na návratnost ve třech úhlech - Kč, %, čas
Vymezení metodiky a pozdějšího ověřování	<ul style="list-style-type: none">• Vydefinování zásadních podmínek metodiky a jejího ověřování
Sběr případových studií	<ul style="list-style-type: none">• Sběr 6 případových studií splňujících vymezení• Získání informací o výchozím výpočtu návratnosti podniku a použitých faktorech
Dodatečná identifikace faktorů	<ul style="list-style-type: none">• Dodatečné zjištění opomenutých a dále zjištěných faktorů ovlivňujících návratnost v případových studiích.
Identifikace složek faktorů	<ul style="list-style-type: none">• Clusterování zjištěných faktorů do složek, kam funkčně spadají• Stanovení klíčivosti složek a faktorů• -->Odpověď na hypotézu č.1 (zanedbávání klíčových faktorů)
Srovnání výstupů metodik	<ul style="list-style-type: none">• Srovnání výstupů původních metodik a nové metodiky• Výpočet % rozdílu od původních výstupů• -->Odpověď na hypotézu č.2 (významnost odchylek ukazatelů)
Ověření zjistitelnosti	<ul style="list-style-type: none">• Dotazníkové šetření v podnicích, kde byly provedeny případové studie, zda sledávají klíčové faktory zjistitelnými.• --->Odpověď na hypotézu č.3 (zjistitelnost klíčových faktorů)
Končené doporučení metodiky	<ul style="list-style-type: none">• Konečné doporučení metodiky na základě předchozích kroků.

4.1.1 Výběr klíčových ukazatelů návratnosti

Prvním krokem tvorby nové metodiky je volba vhodných ukazatelů návratnosti. Tyto ukazatele byly rozebrány podrobně v kapitole 2.3.1 Pohled odborné literatury na návratnost. Cílem nové komplexní metodiky je získat výstupy ve třech úhlech pohledu a to relativně (v %) , absolutně (v peněžních jednotkách) a v čase (roky), díky čemuž podnik získá komplexní pohled na návratnost. Systematické rešerše uvádějí, že podniky, v závislosti na velikosti, komplexnosti a nákladnosti projektu používají statické či dynamické ukazatele proto byly zahrnuty obě tyto

skupiny. Na základě těchto rešerší byly vybrány 3 nejčastěji používané ukazatele ze skupiny statických ukazatelů:

- Čisté Cash Flow (ČCF) – ukazující čisté příjmy z investice v peněžních jednotkách (Kč),
- Return on Investment (ROI) – reprezentuje finanční výkonnost v %,
- Prostá Doba Návrtnosti (PDN) – udává dobu, za kterou se investice podniku navrátí,

a 3 nejčastěji používané ukazatele dynamické (beroucí v potaz časovou hodnotu peněz):

- Net Present Value (NPV) – udává čistou současnou hodnotu investice v peněžních jednotkách (Kč)
- Internal Rate of Return (IRR) – vnitřní výnosové procento v %
- Diskontovaná Doba Návrtnosti (DDN) – udává dobu návratnosti při diskontování budoucího Cash Flow.

Těchto 6 ukazatelů bude zpracováno do metodiky. Názvy ukazatelů byly voleny na základě standardně používaných výrazů (viz rešerše pohledu literatury na návratnost v kapitole 2.3.1 Pohled odborné literatury).

4.1.2 Vymezení metodiky a jejího ověřování

Aby bylo možné ověřování provést kvalitně, jednotlivé studie mezi sebou porovnat na základě stejných výchozích podmínek, bylo třeba stanovit několik vymezení:

1. Metodika je stavěna na robotizaci již existujících pracovišť, nikoliv na návrh nových robotických pracovišť.
2. Žádná ze sledovaných případových studií neměla robotizací vliv na takt linky, jinými slovy nejednalo se o úzké místo, které by zvýšilo produktivitu linky.
3. Robotizace v žádné ze sledovaných případových studií neměla vliv na kvalitu výrobků či zmetkovitost, tedy nezpůsobila žádné stanovitelné vedlejší náklady či úspory.
4. Vypočítané ukazatele byly vždy počítané na základě požadované doby návratnosti, jelikož v této metodice je klíčová doba návratnosti. Jediné, kdy se ukazatel stanovoval nad tento rámec byl výpočet prosté doby návratnosti a diskontované doby návratnosti, jelikož to tento ukazatel z logiky věci vyžadoval.
5. Pro komplexní zhodnocení nové metodiky byly, vedle původně sledovaných ukazatelů vypočítány i ostatní ukazatele (v původních metodikách), aby bylo možné porovnat

všechny výstupy nové metodiky. Pro účely dynamických ukazatelů byla dodatečně zjištěna hodnota WACC.

- Hodnota WACC byla stanovena podnikem samotným a reprezentuje minimální požadovanou míru výnosnosti investice. Jinými slovy také zastupuje součet % vyjádření nákladů na vlastní kapitál a na cizí kapitál. Tímto je zde pokryta možnost nákupu robota pomocí úvěru či leasingu.

4.1.3 Sběr případových studií

Pro tvorbu a ověření metodiky bude sesbíráno 6 případových studií robotizace (provedené či zamýšlené) v průmyslových podnicích různých velikostí. Studie představí základní charakteristiky společnosti, charakteristiky výchozího pracoviště, charakteristikou robotizovaného pracoviště, cílem robotizace, použité metodě stanovení návratnosti a dalších požadavků, rozepsanými náklady a úsporami dle původní metodiky. Tyto případové studie jsou zpracovány v příloze A-F

4.1.4 Dodatečná identifikace faktorů

Dalším krokem, po sběru případových studií a jejich vstupů, je revize faktorů ovlivňujících návratnost. Faktory jsou přehodnoceny dvěma způsoby:

- Kvalitativně – je prověřeno, zda počítané náklady skutečně odpovídají realitě. Nepřesnost může být způsobena například chybným stanovením (např. namísto úspory mzdy českého operátora je počítána úspora mzdy francouzského operátora pro uspořené operátory v Česku)
- Kvantitativně – jsou doplněny další zjistitelné, chybějící faktory.

Jako vhodný výchozí bod pro potenciální identifikaci faktorů může posloužit rešerše literatury, která nabízí dva možné pohledy, kterými se lze inspirovat. Prvním je pohled stanovení vlastních nákladů na výrobu (VNV), které jsou založeny na výpočtu přímých materiálových nákladů, přímých mezd a výrobních režijních nákladů, které jsou následně rozděleny do jednotlivých složek. Tímto způsobem lze identifikovat 18 faktorů [92], jak zobrazuje následující tabulka.

Složky VNV	Faktor
Přímý materiál	Úroveň přesnosti zpracování
Přímé mzdy	Počet pracovníků
	Kvalifikace
	Rychlost robotů a jejich vliv na časový standard operace
	Počet operací zvládnutelných robotem
Náklady na režijní materiál	Úroveň přesnosti zpracování
	Typ, počet a vhodnost robotů
	Provozní materiál robotů
Strojní náklady	Typ, počet, velikost a vhodnost robotů
	Rychlost robotů
	Počet zvládnutelných operací robotem
Náklady na nástroje	Nové nástroje pro roboty
	Rychlost robotů
	Používání nástrojů
	Množství operací zvládnutelných s nástrojem
Náklady na netechnologické operace	Prostory
	Manipulace
	Kontrola

Tabulka 4-2: Faktory dle vlastních nákladů výroby [92]

Druhý pohled poskytuje Landscheidt a Kans [80], který identifikuje možné nákladové ukazatele pro metodu TCO:

Etapa životního cyklu	Náklady
Vlastnictví	Pořizovací náklady (cena nákupu a projektu)
	Náklady na prostor (plocha a množství)
	Daně
	Platební alternativy (leasing, nákup z vlastního kapitálu, etc.)
	Náklady spojené s dokumentací
	Náklady spojené s dodavateli
	Amortizace
	Náklady spojené s obchodními podmínkami a jejich plněním
	Náklady spojené s testováním a pilotní studií
Provoz	Náklady na úklid
	Náklady na údržbu
	Náklady na náhradní díly
	Podpora
	Náklady spojené s opotřebením nástrojů
	Náklady na provoz nástrojů (například při svařování)
	Náklady spojené se zbožím pro zákazníka
	Náklady na výcvik operátorů
	Náklady spojené s OEE
	Spotřeba energií
	Náklady spojené s náběhy výroby
	Náklady spojené s kalibrací a nastavováním
	Ztráta z nedostupnosti
Ztráta z nekvality	
Likvidace	Očekávaná životnost robota
	Možný odprodej robota
	Náklady na likvidaci

Tabulka 4-3: Identifikované náklady dle Landscheidt a Kans pro TCO [80]

Landscheidt a Kans [80] však dále uvádějí, že jako nejvýznamnější se jeví náklady na pořízení, mzdy operátorů, náklady na náhradní díly a náklady na energie spojené s provozem.

Identifikace hodnot jednotlivých faktorů může probíhat více způsoby, přičemž tyto způsoby lze stanovit interně (v podniku) či externě (dodavatelem, bankovním poradcem, atd.). Těmito způsoby jsou například:

Odborný odhad

Metoda odborného odhadu je analytický postup, který využívá odborných znalostí a zkušeností expertů k určení hodnoty a rozložení nákladů na základě jejich subjektivního posouzení. Tato metoda je vhodná pro situace, kdy není k dispozici dostatek konkrétních dat nebo kdy je obtížné použít matematické techniky. Je flexibilní a umožňuje zohlednit specifické podmínky a nuance dané oblasti, ale je důležité být obezřetný ohledně možných zkreslení a ověřit výsledky pomocí dalších metod, pokud je to možné.

Přesné stanovení

Tato metoda se opírá o konkrétní data, měření a matematické techniky, jako je analýza nákladů, statistické metody nebo lineární programování. Cílem je minimalizovat subjektivitu a chyby spojené s odhady a poskytnout pevný základ pro rozhodování založené na kvantifikovatelných informacích. Metoda přesného stanovení vyžaduje dostatečnou dostupnost dat a znalost matematických nástrojů, ale poskytuje výsledky s vysokou mírou spolehlivosti a objektivity.

Vycházení z historie, či jiného podobného (známého) scénáře (tzv. benchmark)

Tento analytický přístup, využívá předchozích zkušeností, dat a výsledků k posouzení a odhadu nákladů a výsledků budoucích projektů nebo situací. Tato metoda spočívá ve srovnání aktuálních podmínek s předchozími známými scénáři nebo normami a identifikaci podobností a rozdílů. Na základě těchto srovnání a analýzy lze odhadnout náklady a výsledky pro nový projekt nebo situaci. Metoda benchmarku poskytuje referenční rámec a umožňuje porovnání s předchozími úspěchy, standardy odvětví nebo nejlepšími postupy. Je důležité, aby byl benchmark vybrán s ohledem na podobné charakteristiky, kontext a kvalitu dat, aby byl odhad relevantní a přesný.

Vyčíslení pomocí norem,

Tento přístup pomáhá stanovit hodnoty na základě přesně stanovených standardů, směrnic nebo předem definovaných norem. Tato metoda se opírá o přesné měření, výpočty a kvantifikaci nákladů na základě objektivních kritérií a pravidel. Normy mohou být stanoveny vnitřně v organizaci, v rámci odvětvových standardů nebo na základě předchozích zkušeností. Metoda vyčíslení pomocí norem umožňuje objektivní a srovnatelné stanovení nákladů a hodnot, což usnadňuje porovnání, analýzu a rozhodování. Je důležité, aby normy byly relevantní, aktuální a přesně definované, aby poskytovaly spolehlivý rámec pro vyčíslení nákladů a hodnot v různých situacích a projektech. [89] [91]

4.1.5 Identifikace složek faktorů

Sledování a správné zhodnocení faktorů umožňuje investory a manažery efektivně hodnotit výnosnost investičních projektů a rozhodovat o jejich proveditelnosti a prioritě v rámci celkového obchodního plánu. Průmyslová automatizace a nasazení robotů představují významné investiční rozhodnutí, a proto je důležité správně identifikovat a kategorizovat náklady, úspory a zisky (případně ztráty), které mají vliv na návratnost takových investic.

Aby byla metodika přehledná a srozumitelná, jsou faktory rozčleněny do dvou úrovní, přičemž první úrovní hierarchie je členění dle standardního členění, jaké je běžně používáno při výpočtu ukazatelů návratnosti (jako čistá současná hodnota (NPV), vnitřní výnosové procento (IRR) nebo doba návratnosti (Payback Period), a to na skupiny:

- investiční složky,
- provozní složky,
- složky se složeným efektem. [57] [93].

Nyní budou tyto skupiny blíže popsány:

- **Investiční složky**

Investiční složky obsahují takové faktory, které obecně vznikají při expanzi, zlepšování, růstu nebo pro pořízování nového majetku. Z pohledu investice jsou jednorázové a vztahují se k nultému roku investice. Z pohledu nákladů sem patří například náklady na pořízení samotných robotů, včetně jejich nákupní ceny, nákladů na instalaci, školení zaměstnanců a případně i úpravy infrastruktury pro jejich provoz. Za jednorázový příjem bychom mohli považovat například prodej původního vybavení, které se nyní robotizuje a již nebude využito. Správné zohlednění těchto investičních složek je klíčové pro přesné hodnocení návratnosti investic.

- **Provozní složky**

Provozní složky obsahují faktory, které vyplývají ze zajištění a provozu pracoviště. Při hodnocení návratnosti investic do robotů v průmyslových podnicích je důležité zahrnout tyto provozní faktory, které jsou spojené s provozem a údržbou robotů. Do těchto složek jsou zahrnovány například z pohledu nákladů: náklady na energii, servis a opravy, náklady na programování a aktualizace software, a také náklady na případné školení a přeškolení zaměstnanců, kteří budou spolupracovat s roboty. Úspory mohou vzniknout například díky optimalizaci výrobních procesů, snížení spotřeby energie

nebo efektivnějšímu využívání zdrojů. Příjmy zase můžou vzniknout například díky optimalizaci procesu, díky které se zvýší produkce linky.

- **Složky se složeným efektem**

Složený efekt (Compound Effect) má zásadní dopady na hodnotu peněz, investic a financování v různých ekonomických a finančních kontextech. Je charakterizován tím, že každý nový stav nebo hodnota je vypočtena na základě předchozího stavu s použitím určitého růstového nebo kumulativního faktoru. To vede ke geometrickému nebo exponenciálnímu růstu, kdy se hodnota zvyšuje rychleji a rychleji. V oblasti návratnosti lze identifikovat dva zásadní faktory, resp. složky návratnosti, kterými jsou: inflace a WACC. [94]

Inflace představuje zvyšování cen zboží a služeb v ekonomice. Při hodnocení návratnosti investic je důležité zohlednit vliv inflace na náklady, výnosy a úspory spojené s investicí. Inflace může ovlivnit jak investiční, tak provozní náklady projektu a mít tak významný dopad na celkovou návratnost investice. Standardně při výpočtu návratnosti se však inflace zohledňuje u provozních nákladů, jelikož počáteční investice je zaplacená v roce 0 a inflace se jí tak ještě nedotýká. Zohlednění inflace jako složky je nezbytné pro správné vyhodnocení skutečné hodnoty investice v inflačním prostředí, v čase nám totiž zvyšuje jak náklady a úspory, tak nám snižuje zisky. [94]

Weighted Average Cost of Capital (WACC) je metoda používaná k určení váženého průměrného nákladu kapitálu společnosti a je používána u dynamických metod hodnocení návratnosti investic.

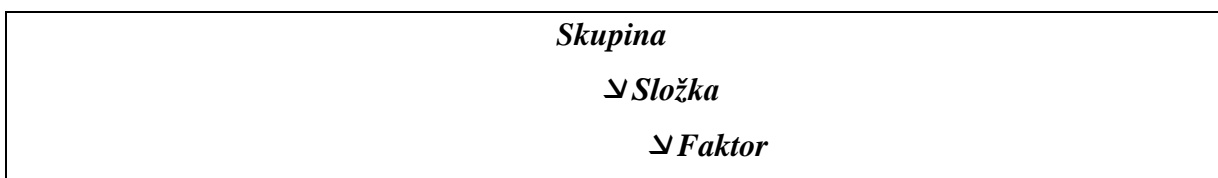
WACC zahrnuje kombinaci nákladů vlastního kapitálu a nákladů cizího kapitálu a využívá se k diskontování budoucích peněžních toků a hodnocení návratnosti investic. Je to ukazatel, který vyjadřuje minimální očekávanou výnosnost, kterou by měl projekt dosáhnout, aby byl považován za hodnototvorný.

Pro výpočet WACC je potřeba určit váhu vlastního kapitálu a váhu cizího kapitálu ve firmě. Váha vlastního kapitálu je stanovena poměrem tržní hodnoty vlastního kapitálu k celkové tržní hodnotě firmy, zatímco váha cizího kapitálu je určena poměrem tržní hodnoty dluhu k celkové tržní hodnotě firmy. Náklady vlastního kapitálu jsou obvykle odhadovány na základě průměrného výnosu požadovaného investory a náklady cizího kapitálu jsou odvozeny z úrokových sazeb na dluhové závazky společnosti. [94] [57]

Druhou úrovní členění, jsou již funkční složky, které jsou vytvořeny na základě clusterování empiricky zjištěných nákladů a úspor, eventuálně také příjmů. Clusterování je analytická metoda, která se používá k rozdělení objektů nebo datových bodů do skupin nazývaných clustery [95]. Toto rozdělení jednotek do skupin na základě jejich podobnosti provedeme pomocí kvalitativní metody, přičemž členění bude vycházet z funkční klasifikace nákladů [96], což je způsob jak třídít a seskupovat náklady na základě jejich funkčního účelu nebo příslušnosti k určité činnosti či oblasti. Tímto přístupem jsou faktory rozděleny do skupin na základě toho, jak přispívají k různým funkcím nebo aktivitám podniku. Při ověřování na případových studiích pak bude uváděn charakter složky (například, že se jedná o mzdové úspory). V metodice však bude uváděn obecný název (například mzdy). Zde je třeba podotknout, že při aplikaci metodiky podnikem se clustery mohou přizpůsobit požadavkům/situaci podniku.

Po naclusterování faktorů výpočtu nové i původní metodiky bude vyhodnoceno, jaký je jejich celkový vliv a tedy, zda je lze považovat za klíčové či nikoliv. Dále bude porovnáno, jak moc jsou faktory zanedbávány, díky čemuž bude získána odpověď na hypotézu č.1.

Struktura členění se tedy bude řídit následující hierarchií:



4.1.6 Zhodnocení výstupů metodik

Poté, co budou vyhodnoceny metodiky na případových studiích proběhne srovnání jejich výstupů a bude stanoveno, zda se od sebe výstupy významně odlišují, čímž bude získána odpověď na hypotézu č.2. Vzhledem k omezenému počtu případových studií (6), není možné statisticky vyhodnotit významnost pomocí odchylky. Abychom tedy stanovili způsob, jakým bude odlišnost stanovena, podíváme se na doporučení v oblasti auditorství. Mezinárodní auditorský standard ISA 320 [97] definuje významnost jako opomenutí či zkresení, které může ovlivnit ekonomické rozhodování. Komora auditorů České republiky (KAČR) ve formuláři č.170 – Stanovení významnosti navrhuje považovat za nepodstatné 1-5%. Ve finančním auditorství je používána hrubá zásada „pravidlo 5%“, které říká, že překročí-li rozdíly výstupů 5% je třeba se jimi zabývat a lze je považovat za významné. [98], [99] Toto pravidlo poslouží ke stanovení významnosti.

4.1.7 Ověření zjistitelnosti

Sedmým krokem je ověření zjistitelnosti faktorů, což bude provedeno pomocí dotazníkového šetření ve společnostech, kde byly vypracovány případové studie. Podniky vyhodnotí, zda navržené faktory jsou zjistitelné či nikoliv, čímž bude získána odpověď na hypotézu č.3, a to sice, zda jsou klíčové faktory také zjistitelné.

Firmy budou hodnotit u jednotlivých navržených složek faktorů zjistitelnost pomocí stupnice 1-5, přičemž jednotlivé body jsou definovány:

1. Neodhadnutelné (údaj si netroufneme ani odhadnout)
2. Obtížně odhadnutelné (údaj lze odhadnout, ale spolehlivost a přesnost nejsou příliš velké)
3. Odhadnutelné (údaj lze celkem rozumně odhadnout a je dobrá šance, že se bude blížit realitě)
4. Stanovitelné (hodnotu dovedeme celkem reálně odhadnout a odhad i podložit čísly).
5. Přesně stanovitelné (hodnotu dovedeme celkem spolehlivě vyčíslit).

Výsledky dotazníku pak budou dány do vztahu s klíčovostí faktorů.

4.1.8 Konečné doporučení metodiky

Výstupem všech předchozích kroků bude navržení metodiky, která: (pokud se potvrdí hypotéza č. 1) bude zdůrazňovat specifikaci klíčových faktorů, (pokud se potvrdí hypotéza č. 3) které jsou podniky zjistitelné, (pokud se potvrdí hypotéza č. 2) a povedou k přesnějším výpočtům návratnosti, a to v relativním (%), absolutním (Kč) a časovém pohledu, dynamicky a staticky.

4.2 Metodika návratnosti investice do robotického řešení

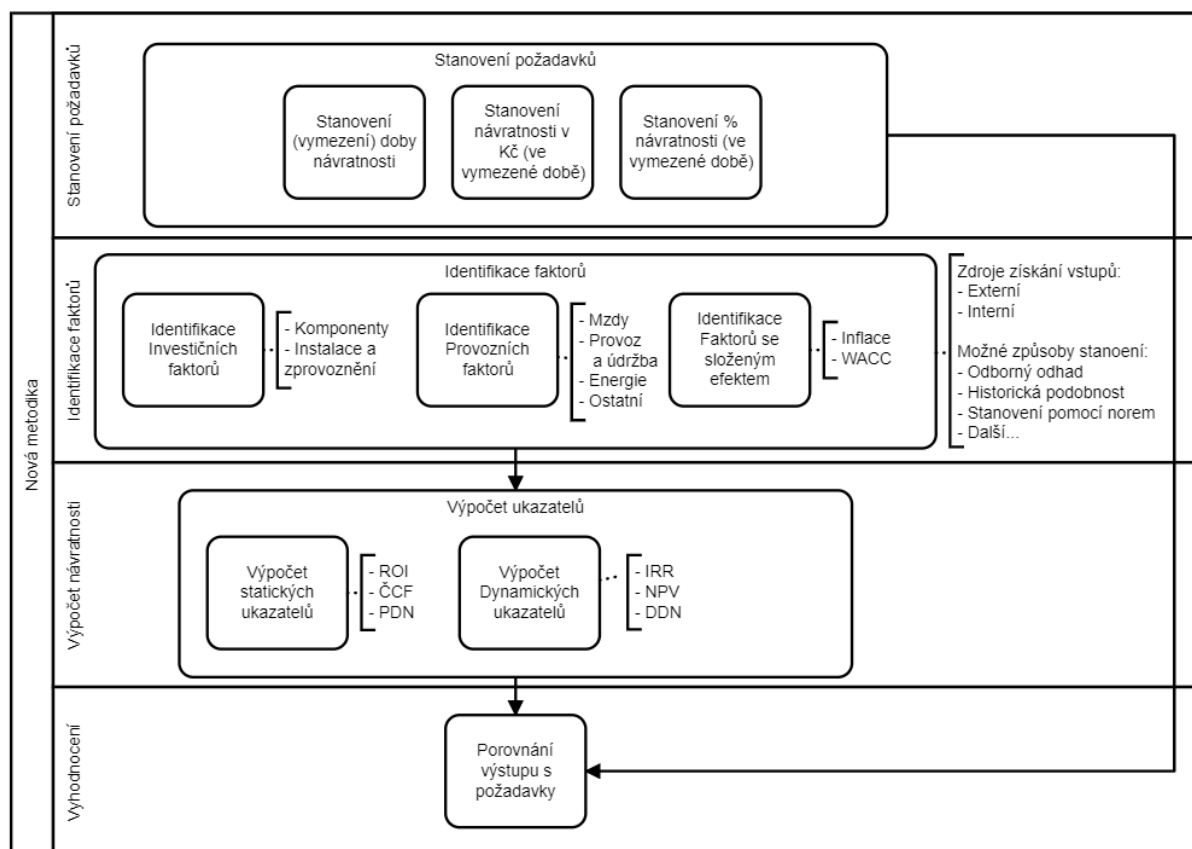
Jelikož každý podnik může sledovat jiný pohled na návratnost (či kombinaci těchto pohledů), je nová metodika navržena tak, aby využila šest nejčastěji používaných ukazatelů, přičemž tři z nich jsou statické a tři jsou dynamické. Tato robustní metodika odpoví statickým a dynamickým pohledem zároveň na to:

- Kolik absolutně investice přinese (pomocí ČCF a NPV)
- Kolik relativně investice přinese (pomocí ROI a IRR)
- Za jak dlouho se investice navrátí (pomocí PDN a DDN)

Cílem této metodiky je dát podniku postup, díky kterému bude mít spolehlivé podklady, postup a výstupy pro stanovení návratnosti investice.

Zásadní pro správný výpočet je identifikace a vyčíslení faktorů, vstupujících do kalkulace. Z tohoto důvodu je v metodice doporučena struktura vycházející ze standardních složek výpočtu návratnosti (investiční, provozní a složky se složeným efektem), která je dále rozpadlá do složek, které vznikly na základě clusterování. Vzhledem k charakteru faktorů a jejich podobnosti bylo navrženo sedm konkrétních složek s jednoznačným vymezením (komponenty, instalace a zprovoznění, mzdy, energie, provoz a údržba, inflace a WACC) a jedna složka „ostatní“, která zastřešuje všechny ostatní identifikované faktory, které svým charakterem a funkcí nezapadali do blíže definovaných složek.

Na základě vymezených podmínek v předchozí podkapitole 4.1, byla navržena metodika, která bude ověřena na 6 případových studií (které jsou k nalezení v přílohách A-F) Nová metodika je znázorněna v následujícím diagramu:



Obrázek 4-1: Proces nové metodiky návratnosti investice do robotů [zdroj: vlastní zpracování]

Postupnými kroky jsou:

1. **Stanovení požadavků podniku**, které by měly být:
 - a. Doby návratnosti
 - b. % návratnosti

c. Kč návratnosti

Tyto požadavky je doporučeno vyhodnotit z obou pohledů, jak dynamického, tak statického, podnik se však může rozhodnout sledovat pouze jeden pohled.

2. Identifikace faktorů

Jak bylo vysvětleno v kapitole 4.1.5 Identifikace složek faktorů, faktory byly roztrženy do skupin: investiční složky, provozní složky a složky se složeným efektem. Následně, pomocí clusterování faktorů z případových studií byly identifikovány funkční složky, které byly do těchto skupin zařazeny. Konečná struktura klasifikace faktorů tedy je:

- a. Investiční složky
 - i. Komponenty
 - ii. Instalace a zprovoznění
- b. Provozní složky:
 - i. Mzdy
 - ii. Provoz a údržbu
 - iii. Energie
 - iv. Ostatní
- c. Složky se složeným efektem
 - i. Inflace
 - ii. WACC

Tyto faktory mohou být stanoveny externě (například dodavatelem robotického řešení) či interně (v podniku, například oddělením controllingu), a to za pomoci: odborného odhadu, přesným stanovením, stanovením na základě historické podobnosti, stanovením pomocí norem a dalšími způsoby (viz kapitola Identifikace složek faktorů). Je třeba zmínit, že faktory mohou nabývat různého charakteru, standardně u investičních složek (komponenty, jejich instalace a zprovoznění) dochází k nákladům, v provozních složkách zase u mezd dochází k standardně k úsporám, u provozu, údržby a energií k nárůstu nákladů a u ostatních také k úsporám. Inflace a WACC mají podobu procent. Jelikož ale lze předpokládat také scénáře, kdy například u provozu a údržby může dojít k úsporám a složka „ostatní“ bude mít naopak charakter nákladů, budou v metodice uváděny složky pouze obecně, bez charakteru a při konkrétním vyhodnocování pak s charakterem.

V tabulce níže jsou uvedeny příklady faktorů vycházející z případových studií a pravděpodobný zdroj vstupů:

Tabulka 4-4: Příklady faktorů a jejich zdrojů ve složkách [zdroj: vlastní zpracování]

Složka	Příklady faktorů	Zdroj vstupů
Komponenty	Robot samotný, příslušenství: čidla, dopravníky, sensory, bezpečnostní prvky, chapadla, PLC, kamery, konstrukce, podstavec.	Externí – získání od dodavatele robotického řešení.
Instalace a zprovoznění	Programování robota, software a licence, elektroinstalace, elektro projekce, mechanické práce a montáže na místě, konstrukce, náklady spojené s náběhy.	Externí – získání od dodavatele robotického řešení.
Energie	Spotřeba elektřiny (vhodně správně stanovit pomocí příkonu v době nečinnosti a příkonu v době práce) spojená s provozem robota.	Externí/Interní – kombinace informací od dodavatele spojená s normami spotřeby energie.
Provoz a údržbu	Náklady na běžný servis, náhradní díly a maziva, spojené s běžným provozem a údržbou.	Externí – získání od dodavatel robotického řešení.
Mzdy	Výše mezd skutečně odváděné za uspořené zaměstnance.	Interní – získání z personálního oddělení.
Ostatní	Úspory na úklidu, ošacení zaměstnanců, úspora na prostorech (parkovišti, šatnách, pracovišti, pokud jsou nějaké), spotřeba vody zaměstnanci, a další.	Interní/jiné – kombinace informací z norem, různých oddělení, např. controllingu atd.
Inflace	Inflace odhadovaná v následujících 2 letech.	Interní/jiné – odhad na základě znalosti ekonomiky a informací od ČNB.
WACC	Vnitřní výnosové procento stanovené podnikem.	Interní – stanovuje si každý podnik sám.

3. Výpočet ukazatelů

Vybranými ukazateli, na základě kapitoly 4.1.1 Výběr klíčových ukazatelů návratnosti jsou:

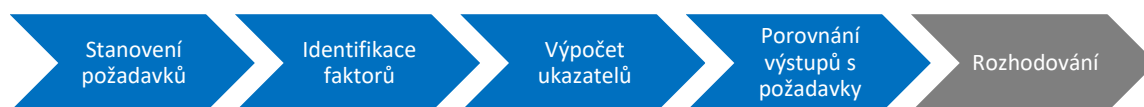
- a. Statické
 - i. ROI – Return on Investment
 - ii. ČCF – Čisté Cash Flow
 - iii. PDN – Prostá doba návratnosti
- b. Dynamické
 - i. IRR – Vnitřní Výnosové Procento
 - ii. NPV – Čistá současná hodnota
 - iii. DDN – Diskontovaná doba návratnosti

Tyto ukazatele jsou blíže popsány v kapitole 2.4 Návratnost, společně s odkazy na způsoby výpočtu.

4. Porovnání výstupů s požadavky

Čtvrtým krokem metodiky je porovnání výstupů s požadavky, ve kterém se podnik dozví z pohledu tří kritérií (úhlů – času, peněz a %), jak se mu investice do robotizace navrátí.

Rozhodování samotné je již mimo rámec této metodiky, a je na podniku, jak k tomuto vícekritériálnímu rozhodování přistoupí, např. ordinálním, kardinálním srovnáním kritérií či jiným vícekritériálním rozhodováním.



Obrázek 4-2 - Proces nové metodiky [zdroj: vlastní zpracování]

Tato metodika je specificky navržena pro hodnocení návratnosti robotizace pracoviště v průmyslových podnicích, přičemž její současná podoba je vymezena na robotizace, u kterých nedochází ke změně taktu či kvality výstupu (zmetkovitosti). Hlavní odlišností oproti klasickým výpočtům návratnosti je, že přímo uvádí doporučené ukazatele, které by podnik měl sledovat a hlavně konkrétně rozvádí složky faktorů, kterými by se podnik měl zabývat a brát v úvahu. Později v práci bude u složek faktorů vyhodnocena klíčovitost a zjistitelnost, což podniku dá doporučení, kterými složkami, respektive faktory se má zabývat.

4.3 Ukázka aplikace komplexní metodiky na případové studii 1

V této kapitole se podíváme na příklad aplikace nově navržené metodiky, tedy postupný proces stanovování položek kalkulace v případové studii 1 (PŘÍLOHA A)

Předmětem případové studie 1 je balící proces na konci výrobní linky na pracovišti G6. Tento proces v současné době obstarávají tři zaměstnanci, v třisměnném provozu, kteří mají na starosti přebrání vyrobeného produktu, naskenování, sestavení krabice a následné zabalení produktu do krabice, oštitkování krabice, zapáskování krabice (v některých případech z více stran) a posun krabice na odkládací místo, odkud pomocí ramene s přísavkami nakládají krabice na AGV vozík, který zabalený produkt odveze do skladu.

Robotizované pracoviště by mělo být vybaveno válečkovým dopravníkem s otočným mechanismem, automatickou páskovačkou a aplikátorem štítků, který vybaveno oploceným robotem, který pomocí přísavky přesune zabalený produkt na AGV vozík. Jelikož charakter

procesu neumožňuje plnou automatizaci dovezení a zabalení produktu, bude možné ušetřit pouze jednoho zaměstnance na směnu. Zbývající dva zaměstnanci musejí nadále obsluhovat některé činnosti procesu. Dále stojí za zmínku, že takt pracoviště je o 30% kratší, než takt linky, pracoviště bude tedy 30% času nečinné (čekat, než se k němu dostane práce).

Jak je patrné z popisu případové studie, robotizace tohoto pracoviště, ač pouze částečná, obsahuje mnoho komponent a tedy i práce.

Původní výpočet návratnosti podnikem uvažoval pouze o statickém výpočtu doby návratnosti, která neměla přesáhnout 4 roky.

4.3.1 Stanovení investičních složek

V případě první případové studie se investiční složka skládá ze dvou hlavních částí. Tou první jsou náklady na komponenty a tou druhou jsou náklady na instalaci a zprovoznění. Společně by to měly být všechny náklady, které podnik musel vynaložit na pořízení, instalaci a zprovoznění robota. V případové studii 1 byly všechny tyto náklady stanovené dodavatelem. V tabulce níže jsou uvedeny jednotlivé investiční položky:

Tabulka 4-5: Investiční náklady v Případové studii 1 [zdroj: vlastní zpracování]

Náklady na komponenty	Cena bez DPH v Kč
Robot Fanuc M710iCú45M	1 140 570 Kč
Robot opce (Ethernet/IP, DCS)	55 193 Kč
Páskovačka	524 400 Kč
Aplikátor štítků	650 000 Kč
Válečkový dopravník s otočným mechanismem	200 000 Kč
Řízení pracoviště PLC Omron + HMI Omron + světelné závory	300 000 Kč
Další součásti (15% z ceny materiálu) - čidla, sensory, bezp. Kliky, apod.	430 524 Kč
NÁKLADY NA KOMPONENTY CELKEM	3 300 687 Kč
Náklady instalaci a zprovoznění	
Konstrukce	96 000 Kč
Elektro projekce	128 000 Kč
Mechanická práce včetně montáže na místě	168 000 Kč
Elektroinstalace	72 000 Kč
Programovací robot + PLC	160 000 Kč
NÁKLADY NA INSTALACI A ZPROVOZNĚNÍ CELKEM	624 000 Kč
INVESTIČNÍ NÁKLADY CELKEM	3 924 687 Kč

Jak je patrné z tabulky, celková výše investice je 3,9 milionu Kč, z čehož 3,3 milionu (84%) tvoří komponenty. Samotný robot Fanuc v tomto scénáři dělá 34% nákladů z komponent a pouze 29% z celkových investičních nákladů. Náklady na instalaci a zprovoznění tvoří pouze 16% celkových investičních nákladů. Tyto náklady jsou stejné jak v původním výpočtu podnikem, tak v novém výpočtu totožně.

4.3.2 Stanovení provozních nákladů a úspor

Zatím co investiční složka (náklady) v případové studii byly shodně stanovené jak pro původní výpočet podniku, tak pro novou metodiku, u provozních složek tomu tak již není.

Původní výpočet podniku

Při výpočtu provozní složky (nákladů a úspor) počítal podnik pouze se dvěma položkami nákladů a jednou položkou úspor, přičemž:

- Náklady na energie byly spočítány podnikem jako cena za kWh (4,76) *roční efektivní časový fond v hodinách (5640)*odhadovaná spotřeba kWh pracovištěm (4). Tedy: $4,76 \cdot 4 \cdot 5640 = 107\,386$ Kč.

- Náklady na provoz a údržbu byly odhadnuty dodavatelem robotického řešení na 86 000 Kč.
- Mzdové úspory byly vypočítány jako průměrná měsíční mzda ušetřených zaměstnanců (23 762 Kč *3) *12 měsíců. Dále je pak třeba zohlednit sociální a zdravotní pojištění (* 1,34). Tedy $23\,762 * 3 * 12 * 1,34 = 1\,146\,279$ Kč.

Souhrn těchto položek je přehledně uveden v tabulce níže.

Tabulka 4-6: Původní provozní složky v případové studii 1 [zdroj: vlastní zpracování]

Roční provozní náklady a úspory	Cena bez DPH v Kč
Náklady na energie	107 386 Kč
Náklady na provoz a údržbu	86 000 Kč
PROVOZNÍ NÁKLADY CELKEM	193 386 Kč
Roční úspora na mzdách	1 146 279 Kč
PROVOZNÍ ÚSPORY CELKEM	1 146 279 Kč
PROVOZNÍ SLOŽKA CELKEM	952 893 Kč

Z tabulky je patrné, že zde tvoří 85% všech identifikovaných provozních částek, přičemž celková provozní složka vede k roční úspoře 952 893 Kč.

Výpočet novou metodikou

Při výpočtu provozní složky novou metodikou byly identifikovány a vyčísleny nové položky a zároveň některé původní byly upraveny tak, aby se více přiblížili realitě.

Při podrobnějším zkoumání vlivu robotizace nebyly identifikovány žádné další faktory, v provozních složkách, oproti původnímu výpočtu, avšak jejich výše se lišila.

- Náklady na energie byly oproti původnímu výpočtu upraveny koeficient reálného využití (stroj pracuje pouze 70% času, zbytek času stroj čeká) a faktu, že během čekání spotřebovává pouze okolo 20% odhadované spotřeby kWh, což nám ovlivní výpočet o $0,7 + 0,3 * 0,2 = 0,76$. Výpočet tedy bude $4,76 * 4 * 5640 * 0,76 = 81\,613$ Kč.
- Náklady na provoz a údržbu byly odhadnuty dodavatelem robotického řešení na 86 000 Kč.

Co se úspor týče, jejich počet se oproti původnímu výpočtu liší a výpočet složky „Mzdy“ se oproti původnímu výpočtu také liší.

- Mzdové úspory, byly oproti původnímu výpočtu navýšeny o příplatek za práci v noci, ve výši 20% průměrné mzdy. Výpočet tedy bude: $23\,726 * 3,2 * 12 * 1,34 = 1\,222\,697$ Kč.
- Úspora na vnitřních prostorech pro zaměstnance byla vyčíslena jako velikost uspořených m^2 prostor šaten (1,65) * normovaná roční cena m^2 podnikových prostor (1 400). Tedy $1,65 * 1\,400 = 2\,310$ Kč.
- Úspora na parkovišti 1 050 Kč byla stanovena pomocí podnikové normy roční ceny parkoviště na zaměstnance.
- Úspora na úklidu byla vypočtena jako norma ceny úklidu na $metr^2$ (1,17) * počet dní úklidu (250) * počet směn (3) * velikost ušetřených m^2 prostor (1,65). Výpočet by tedy $1,17 * 250 * 3 * 1,65 = 1\,450$ Kč.
- Úspora na spotřebě vody byla počítána jako počet uspořených zaměstnanců (3) * cena za m^3 vody (96) * průměrná roční spotřeba m^3 vody na zaměstnance (17,8), tedy $3 * 96 * 17,8 = 5\,130$ Kč
- Úspora na ošacení zaměstnanců byla stanovena jako norma nákladů ošacení na zaměstnance (3 514) * počet uspořených zaměstnanců (3), tedy $3\,514 * 3 = 10\,542$ Kč.
- Úspora prostorů pro robota byla stanovena jako úspora prostor na pracovišti, normovaná roční cena m^2 podnikových prostor (1 400) * uspořený prostor m^2 (2,13). Tedy $1\,400 * 2,13 = 2\,980$ Kč.

Jelikož díky úpravě tohoto pracoviště nedošlo ke změně taktu linky a ani nebyla odhalena či stanovena úspora na zmetcích či materiálu, nebyly identifikovány žádné další sporové ani nákladové položky.

Byla však stanovena inflace, která byla odvozena od průměrné inflace mezi lety 2015-2020 ve výši 2% a také byl podnikem stanoven WACC (10%), což je vážený průměr nákladů na kapitál podniku, který je zapotřebí k financování investičního projektu.

Tabulka 4-7: Nově identifikované provozní složky v případové studii 1 [zdroj: vlastní zpracování]

Roční provozní náklady a úspory	Cena bez DPH v Kč
Náklady na energie	81 613 Kč
Náklady na provoz a údržbu	86 000 Kč
PROVOZNÍ NÁKLADY CELKEM	175 130 Kč
Roční úspora na mzdách	1 222 697 Kč
Úspora na vnitřních prostorech pro zaměstnance	2 310 Kč
Úspora na parkovišti	1 050 Kč
Úspora na úklidu	1 450 Kč
Úspora na spotřebě vody	5 130 Kč
Úspora na ošacení zaměstnanců	10 542 Kč
Úspora prostorů pro robota	2 980 Kč
PROVOZNÍ ÚSPORY CELKEM	1 246 159 Kč
PROVOZNÍ SLOŽKA CELKEM PŘED INFLACÍ	1 078 546 Kč
Meziroční inflace	2%
WACC	10%

Z tabulky výše je patrné, že provozní položky, tedy roční úspora se dle nové metodiky (1 071 029 Kč) lišil od původní (952 893 Kč) a to o 13,2% ve prospěch nové metodiky. Hlavní roli v tom hrála podrobněji vypočítaná úspora na mzdách (rozdíl 76 419 Kč) a detailněji stanovené náklady na energie (rozdíl 25 773 Kč). Ostatní úspory, kterých bylo celkem šest, byly identifikovány vedle mezd byly a tvořily rozdíl oproti původní metodice 23 462 Kč.

Zásadní roli však bude hrát inflace, která každý rok ovlivní celkové provozní položky o 2%, což po čtyřech letech bude dělat rozdíl v úsporách 722 679 Kč

Pro dynamický výpočet, který bude počítat s diskontem, bylo stanoveno i WACC 10%, které bude mít významný vliv na dobu návratnosti počítanou diskontovaným způsobem, dále na čistou současnou hodnotu a také na rozhodování o investici pomocí vnitřního výnosového procenta.

4.3.3 Výpočet ukazatelů

Nyní, když máme stanovené jednotlivé položky, je možné přejít k výpočtu ukazatelů pomocí původní metodiky podniku a nové metodiky. Pro úplnost a názornost metodiky zde vypočítáme všech šest identifikovaných ukazatelů a to jak původní metodikou, s původně identifikovanými faktory, tak i novou metodikou s upřesněnými faktory.

Cashflow v těchto výpočtech je děleno dle původní a nové metodiky dále na statický CF a diskontovaný CF (dle toho, zda ve výpočtu je uvažováno WACC). Ačkoliv nás u většiny ukazatelů bude zajímat CF pouze do čtvrtého roku (protože v tomto případě byl požadavek

návratnosti do 4 let), Pro výpočet Prosté a diskontované doby návratnosti budeme potřebovat identifikovat CF i pro roky následující po 4. roce.

Tabulka 4-8: Cash Flow původní a nové metodiky v případové studii 1 [zdroj: vlastní zpracování]

Rok	Původní metodika		Nová metodika	
	Statický CF	Diskontovaný CF	Statický CF	Diskontovaný CF
1	952 893 Kč	866 266,62 Kč	1 100 117 Kč	1 000 107 Kč
2	952 893 Kč	787 515,11 Kč	1 122 120 Kč	927 372 Kč
3	952 893 Kč	715 922,82 Kč	1 144 562 Kč	859 926 Kč
4	952 893 Kč	650 838,93 Kč	1 167 453 Kč	797 386 Kč
5	952 893 Kč	591 671,76 Kč	1 190 802 Kč	739 395 Kč
6	952 893 Kč	537 883,41 Kč	1 214 618 Kč	685 620 Kč

Prostá doba návratnosti

Pro výpočet prosté doby návratnosti lze v případě každoročně stejného ročního Cash Flow použít vzorec:

$$DN = \frac{I}{CF}$$

(3)

Kde:

- DN ... Doba návratnosti
- I ... Investice (pořizovací cena)
- CF ... Cash Flow

Prostá doba návratnosti je počítána jako podíl investice a ročního cash flow. V tomto případě je tedy výpočet jednoduchý:

$$\frac{3\,924\,687 \text{ Kč}}{952\,893 \text{ Kč}} = 4,12 \text{ roku}$$

V případě nové metodiky se výpočet lehce liší, protože ačkoliv neuvažujeme diskont (pomocí WACC), stále je třeba mít na mysli inflaci, která reálně každý rok ovlivní výši úspor a nákladů.

Dobu návratnosti v tomto případě počítáme pomocí kumulovaného cashflow. Hledáme okamžik, kdy kumulované cashflow bude větší či rovno nule, tím stanovíme dobu návratnosti

na celé roky, pokud je budeme chtít znát na desetinná místa, musíme počítat s následujícím vzorcem:

$$DN2 = (k - 1) \frac{\sum_{n=1}^k CF_n - I}{CF_k} \quad (4)$$

Kde:

- DN2 ... Doba návratnosti při rozdílných výších CF v jednotlivých letech
- k ... Počet let horní hranice intervalu
- CF_n ... peněžní toky v jednotlivých letech
- I ... Investice [100]

$$(4 - 1) \frac{1\,144\,562\text{ Kč} - 3\,924\,687\text{ Kč}}{1\,167\,453\text{ Kč}} = 3,48 \text{ roku}$$

Pro doporučení investice je třeba splnit podmínku, že vypočítané PDN <4, což splňuje pouze výsledek nové metodiky, lze tedy na základě tohoto výpočtu investici doporučit.

Návratnost investice ROI

Ukazatel ROI vypočítáme dle vzorce:

$$ROI = \frac{\sum_{t=1}^n CF_t}{I} * 100 \quad (5)$$

Kde:

- n... sledovaná doba investice

Po dosažení, tedy získáme dle původní metodiky:

$$\frac{3\,811\,573,12\text{ Kč}}{3\,924\,687\text{ Kč}} = 97,12\%$$

V případě nové metodiky se výpočet lehce liší, protože ačkoliv neuvažujeme diskont (pomocí WACC), stále je třeba mít na mysli inflaci, která reálně každý rok ovlivní výši úspor a nákladů.

Výpočet tedy je

$$\frac{4\,534\,252 \text{ Kč}}{3\,924\,687 \text{ Kč}} = 115,53\%$$

Pro doporučení investice je třeba splnit podmínku, že vypočítané ROI >100%, což splňuje pouze výsledek nové metodiky, lze tedy na základě tohoto výpočtu investici doporučit.

Čistý Cash Flow

Ukazatel Čistého Cash Flow jednoduše vypočítáme jako:

$$NCF = \sum_{t=1}^n CF_t - I$$

(6)

Pro původní metodiku je to tedy:

$$3\,811\,573 - 3\,924\,687 = -113\,114 \text{ Kč}$$

a pro novou metodiku jako:

$$4\,534\,252 - 3\,924\,687 = 609\,565 \text{ Kč}$$

Pro doporučení investice je třeba splnit podmínku, že vypočítaný čistý cashflow >0, což splňuje pouze výsledek nové metodiky, lze tedy na základě tohoto výpočtu investici doporučit.

Vnitřní výnosové procento

Ukazatele IRR (vnitřního výnosového procenta) vypočítáme dle vzorce:

$$0 = -I + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1 + IRR)^t}$$

(7)

kde:

- IRR... vnitřní výnosové procento
- n... doba životnosti projektu

Výstupem pro původní metodiku bude:

$$-3\,924\,687 \text{ Kč} + \frac{866\,267 \text{ Kč}}{(1 + IRR)^1} + \frac{787\,515 \text{ Kč}}{(1 + IRR)^2} + \frac{715\,923 \text{ Kč}}{(1 + IRR)^3} + \frac{650\,839 \text{ Kč}}{(1 + IRR)^4} = 0$$

$$IRR = -1,16\%$$

Pro novou metodiku pak:

$$-3\,924\,687\text{ Kč} + \frac{1\,000\,107\text{ Kč}}{(1 + IRR)^1} + \frac{927\,372\text{ Kč}}{(1 + IRR)^2} + \frac{859\,926\text{ Kč}}{(1 + IRR)^3} + \frac{739\,395\text{ Kč}}{(1 + IRR)^4} = 0$$

$$IRR = 5,97\%$$

Po výpočtu získáme výsledek pro původní metodiku -1,16% a 5,97% pro novou metodiku. Přičemž, aby bylo možné investici, na základě IRR, doporučit, je třeba, aby výsledek byl vyšší nebo roven WACC, v tomto případě tedy 10%. Nelze tedy na základě původní, ani nové metodiky investici doporučit.

Čistá současná hodnota

Čistou současnou hodnotu získáme pomocí vzorce:

$$NPV = -I + \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1 + r)^t}$$

(8)

Kde:

- NPV... čistá současná hodnota,
- r... diskontní úroková míra (WACC).

Po dosazení:

$$\begin{aligned} & -3\,924\,687\text{ Kč} + \frac{866\,267\text{ Kč}}{(1 + 0,1)^1} + \frac{787\,515\text{ Kč}}{(1 + 0,1)^2} + \frac{715\,923\text{ Kč}}{(1 + 0,1)^3} + \frac{650\,839\text{ Kč}}{(1 + 0,1)^4} \\ & = -904\,144\text{ Kč} \end{aligned}$$

Po dosazení do nové metodiky:

$$\begin{aligned} & -3\,924\,687\text{ Kč} + \frac{1\,000\,107\text{ Kč}}{(1 + 0,1)^1} + \frac{927\,372\text{ Kč}}{(1 + 0,1)^2} + \frac{859\,926\text{ Kč}}{(1 + 0,1)^3} + \frac{739\,395\text{ Kč}}{(1 + 0,1)^4} \\ & = -339\,896\text{ Kč} \end{aligned}$$

Po dosazení získáme hodnoty -904 144 Kč pro původní metodiku a -339 896 Kč pro novou metodiku, přičemž, abychom mohli investici doporučit, je třeba, aby byl výsledek větší, než 0. Nelze tedy na základě původní, ani nové metodiky investici doporučit.

Diskontovaná doba návratnosti

Tento výpočet doby návratnosti, na rozdíl od prosté doby návratnosti zahrnuje diskont (v tomto případě WACC).

$$DDN = (k - 1) \frac{\sum_{n=1}^k DCF_n - I}{DCF_k}$$

(9)

Kde:

- DDN ... Diskontovaná doba návratnosti
- DCF ... Diskontované Cash Flow

Výsledkem pro současnou metodiku je:

$$(6 - 1) \frac{3\,612\,215 \text{ Kč} - 3\,924\,687 \text{ Kč}}{537\,883 \text{ Kč}} = 5,58 \text{ roku}$$

Výsledkem pro novou metodiku je:

$$(5 - 1) \frac{3\,584\,791 \text{ Kč} - 3\,924\,687 \text{ Kč}}{739\,395 \text{ Kč}} = 4,46 \text{ roku}$$

Po dosažení získáme hodnoty pro původní metodiku 5,58 roku a pro novou metodiku 4,46 roku. V tomto případě je výsledky třeba srovnat s původním požadavkem podniku, aby doba návratnosti nepřesáhla 4 roky. Nelze tedy na základě původní, ani nové metodiky investici doporučit.

4.3.4 Vyhodnocení případové studie 1

Jak je patrné z předchozí části této kapitoly, původní metodika a nová metodika se významně liší. Souhrn všech sledovaných ukazatelů je viditelný v tabulce níže, přičemž původní metodu nelze doporučit na základě žádného sledovatelného ukazatele. Dle výstupů nové metodiky lze investici doporučit na základě statických ukazatelů, avšak nelze tak provést na základě dynamických ukazatelů, beroucích v úvahu WACC.

Tabulka 4-9: Vyhodnocení metodik případové studie 1 [zdroj: vlastní zpracování]

Druh ukazatele	Statické ukazatele			Dynamické ukazatele		
Ukazatel	ROI	Čistý CF	PDN	IRR	NPV	DDN
Původní metodika	97,12%	-113 114 Kč	4,12	-1,16%	-904 144 Kč	5,58
Nová metodika	115,53%	609 565 Kč	3,48	5,97%	-339 896 Kč	4,46
Změna ukazatele?	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení
Diference	18,41%	722 679 Kč	-0,64	7,13%	564 248 Kč	-1,12
% Diference	18,96%	368,9%	-15,56 %	614,93%	62,41%	-20,09%
Doporučení – Původní metodika	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
Doporučení – Nová metodika	Ano	Ano	Ano	Ne	Ne	Ne
Změna v doporučení?	Ano	Ano	Ano	Ne	Ne	Ne

5 Ověření navržené metodiky a ověření hypotéz

Tato kapitola se zabývá ověřením navržené metodiky za pomoci vyhodnocení případových studií a ověřením hypotéz. Nejprve budou stručně shrnuty případové studie, následně pomocí hypotézy č. 1 bude vyhodnocena klíčovitost faktorů a jejich zanedbávání podniky. Hypotéza č. 2 ověří, zda je významná odchylka mezi původními metodikami a novou metodikou a hypotéza č. 3 se podívá na to, zda podniky považují klíčové faktory za zjiitelné.

V příloze je uvedeno 6 případových studií s představením charakteristiky společnosti, charakteristiky výchozího pracoviště, charakteristikou robotizovaného pracoviště, cílem robotizace, použité metodě stanovení návratnosti a dalších požadavků, rozepsanými náklady a úsporami dle původní a nové metodiky, a nakonec zhodnocení návratnosti a porovnání metodik. Případové studie pocházejí ze čtyř velkých a dvou malých a středních podniků.

Důvod pro tento poměr můžeme opodstatnit tím, že dle závěrečné zprávy Robotizace v malých a středních podnicích. [101] Asociace malých a středních podniků a živnostníků ČR využívá průmyslové roboty v současnosti pouze 13% firem, přičemž typicky mají robotizováno přibližně 10% produkce.

5.1 Shrnutí případových studií

Tabulka níže představuje souhrnné informace šesti případových studií z velkých (V), malých a středních (MS) podniků. Pro každou případovou studii jsou zde uvedeny hlavní údaje k výchozí metodě a k nové metodice, přičemž vzhledem k počtu provozních složek byly tyto složky shrnuty do čtyř hlavních skupin: mzdy, úspory, energie, provoz a údržba.

Tabulka 5-1: Porovnání vstupů případových studií [zdroj: vlastní zpracování]

		Případová studie						
		1	2	3	4	5	6	
Typ podniku		V	V	MS	V	V	MS	
Požadovaná návratnost		4 roky	2 roky	2 roky	2 roky	2 roky	2 roky	
Východní metodika, její složky a ukazatele	Investice	3 924 687 Kč	2 000 000 Kč	4 500 000 Kč	2 600 000 Kč	2 667 500 Kč	1 900 000 Kč	
	Roční mzdové úspory	1 146 279 Kč	1 447 200 Kč	2 145 000 Kč	3 000 000 Kč	1 736 640 Kč	1 350 720 Kč	
	Roční náklady na provoz a údržbu	86 000 Kč	75 000 Kč	195 000 Kč	x	85 000 Kč	x	
	Roční náklady na energie	107 386 Kč	62 642 Kč	161 078 Kč	x	80 217 Kč	50 000 Kč	
	Roční provozní složka celkem	952 893 Kč	1 309 558 Kč	1 788 922 Kč	3 000 000 Kč	1 571 423 Kč	1 300 720 Kč	
	Meziroční inflace	x	x	2%	x	3%	2%	
	WACC	x	x	x	x	13,75%	12,0%	
	Původně sledované ukazatele	-PDN	-PDN	-PDN	-PDN	-DDN -IRR -NPV	-DDN -IRR -NPV	
	Identifikované složky nové metodiky	Investice	3 924 687 Kč	2 000 000 Kč	4 500 000 Kč	2 600 000 Kč	2 667 500 Kč	1 900 000 Kč
		Roční mzdové úspory	1 222 697 Kč	1 543 680 Kč	2 145 000 Kč	1 543 680 Kč	1 852 416 Kč	1 440 768 Kč
Roční náklady energie		81 613 Kč	81 613 Kč	77 989 Kč	80 217 Kč	80 217 Kč	73 532 Kč	
Roční náklady na provoz a údržbu		86 000 Kč	75 000 Kč	195 000 Kč	75 000 Kč	75 000 Kč	42 500 Kč	
Roční ostatní úspory		23 462 Kč	20 797 Kč	50 095 Kč	19 235 Kč	21 702 Kč	21 771 Kč	
Roční provozní složka		1 078 546 Kč	1 437 484 Kč	1 922 106 Kč	1 407 697 Kč	1 718 900 Kč	1 346 507 Kč	
Meziroční inflace		2%	2%	2%	2%	3%	2%	
WACC		10%	11%	11,5%	14,00%	13,75%	12,0%	

Jak je patrné z tabulky výše, hlavní rozdíl mezi složkami původních metodik a nové metodiky tvoří provozní složky (investice byly stanoveny ve stejných výších z důvodu, že tuto informaci kompletně dodal dodavatel nabízených robotických řešení), inflace a WACC. V tabulce níže jsou porovnány počty faktorů identifikovaných původními metodikami a novou metodikou.

Tabulka 5-2: Srovnání identifikovaných faktorů [zdroj: vlastní zpracování]

Případová studie	Faktory				Složky			
	Původní metodika	Nová metodika	Rozdíl	% nárůst počtu faktorů	Původní metodika	Nová metodika	Rozdíl	% nárůst počtu použitých složek
1	15	23	8	53,33%	5	8	3	60,00%
2	8	15	7	87,50%	5	8	3	60,00%
3	6	12	6	100,00%	6	8	2	33,33%
4	7	15	8	114,29%	3	8	5	166,67%
5	7	12	5	71,43%	7	8	1	14,29%
6	9	16	7	77,78%	6	8	2	33,33%
Průměr	8,5	15,5	7	82,35%	5,33	8	2,67	61,27%

Jak je z tabulky patrné, nová metodika zahrnovala průměrně téměř dvojnásobek faktorů oproti původním metodikám a o více jak polovinu složek.

Dále je nasnadě se podívat, jak změnila nová metodika závěrečné doporučení investice v případových studiích. Tabulka níže ukazuje doporučení na základě jednotlivých ukazatelů a jejich změny.

Tabulka 5-3: Srovnání doporučení metodik na případových studiích [zdroj: vlastní zpracování]

Ukazatele		Metodika	Případová studie						Ano/Ne
			1	2	3	4	5	6	
Statické ukazatele	ROI	Doporučení původní	Ne	Ano	Ne	Ano	Ano	Ano	4/2
		Doporučení nové	Ano	Ano	Ne	Ano	Ano	Ano	5/1
		Změna doporučení?	Ano	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	1/5
	ČCF	Doporučení původní	Ne	Ano	Ne	Ano	Ano	Ano	4/2
		Doporučení nové	Ano	Ano	Ne	Ano	Ano	Ano	5/1
		Změna doporučení?	Ano	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	1/5
	PDN	Doporučení původní	Ne	Ano	Ne	Ano	Ano	Ano	4/2
		Doporučení nové	Ano	Ano	Ne	Ano	Ano	Ano	5/1
		Změna doporučení?	Ano	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	1/5
Dynamické ukazatele	IRR	Doporučení původní	Ne	Ano	Ne	Ano	Ano	Ano	4/2
		Doporučení nové	Ne	Ano	Ne	Ne	Ano	Ano	3/3
		Změna doporučení?	Ne	Ne	Ne	Ano	Ne	Ne	1/5
	NPV	Doporučení původní	Ne	Ano	Ne	Ano	Ano	Ano	4/2
		Doporučení nové	Ne	Ano	Ne	Ne	Ano	Ano	3/3
		Změna doporučení?	Ne	Ne	Ne	Ano	Ne	Ne	1/5
	DDN	Doporučení původní	Ne	Ano	Ne	Ano	Ano	Ano	4/2
		Doporučení nové	Ne	Ano	Ne	Ne	Ano	Ano	3/3
		Změna doporučení?	Ne	Ne	Ne	Ano	Ne	Ne	1/5

Souhrnně tato doporučení můžeme definovat v tabulce zde:

Tabulka 5-4: Shrnutí doporučení případových studií [zdroj: vlastní zpracování]

	Původní metodika	Nová metodika	Změna
Statické ukazatele	4x ano / 2x ne	5x ano / 1x ne	1
Dynamické ukazatele	4x ano / 2x ne	3x ano / 3x ne	1

Na základě výše uvedených tabulek lze říci, že jak v dynamické, tak ve statické metodě došlo ke změně doporučení pouze v jedné z šesti případových studií. U statických ukazatelů tomu tak bylo u první případové studie, kdy došlo k nově doporučení investice (avšak dynamický pohled ji nadále nedoporučuje). U dynamických ukazatelů naopak ve čtvrté případové studii došlo ke změně v nedoporučení investice.

U statických ukazatelů původní metodika doporučila čtyři z šesti investic, zatímco nová metodika doporučila pět z šesti investic. Tento rozdíl je způsoben první případovou studií, kterou po přesnějším vyčíslení faktorů lze, na základě statických ukazatelů, doporučit. Co se dynamických ukazatelů týče, nová metodika doporučuje pouze tři z šesti případových studií, zatímco původní metodika doporučovala čtyři z šesti investic. Tento pokles je naopak způsoben čtvrtou případovou studií, kterou bylo možné na základě statických ukazatelů doporučit, nikoliv však na základě dynamických.

Na základě šesti analyzovaných případových studií lze konstatovat následující:

1. Při výpočtu návratnosti pomocí nové metodiky byly empiricky zjištěné faktory rozděleny následovně:
 - Investiční složky
 - Komponenty
 - Instalace a zprovoznění
 - Provozní složky:
 - Mzdy
 - Energie
 - Provoz a údržbu
 - Ostatní
 - Složky se složeným efektem.
 - Inflace
 - WACC

Zde je třeba připomenout, že případové studie neovlivňovaly takt linky (před ani po robotizaci), tedy produkci a dále ani kvalitu, tedy zmetkovitost. Dále žádná z případových studií neuvažovala o odprodeji či formě investiční (jednorázové úspory) původního vybavení, na základě čehož by mohla vzniknout další složka. Je pravděpodobné, že při vyhodnocení širšího počtu případových studií by vznikly další, složky. Na druhou stranu, identifikované složky jsou aplikovatelné pro každý scénář

robotizace a jakékoliv faktory, které nespádají do specifické složky lze zahrnout do složky „ostatní“.

2. Je zásadní přesně a co nejúplněji faktory vyčíslit, přičemž hlavní informace, kolem investice do komponent, nákladů na instalaci a zprovoznění, meziročních nákladů na provoz, údržbu a energie, by měly vycházet z informací od dodavatele. Informace, týkajících se mzdových úspor a ostatních nákladů a úspor, inflace a WACC by měly být stanoveny uvnitř podniku. Sledované ukazatele návratnosti se významně liší (všechny ukazatele u všech případových studií se buďto absolutně, či relativně lišily o více, jak 5%) při přesnějším stanovení těchto složek.

Důležitost přesného a úplného vyčíslení je nejvíce výrazná u případové studie č. 5, kde podnik chybně počítal se mzdovými náklady francouzských pracovníků, namísto českých, což vedlo ke zkreslení výše této částky o téměř dvojnásobek.

3. Přesnější, avšak komplexnější, stanovení doby návratnosti umožňují dynamické ukazatele. Pro jejich stanovení je zásadní správně vyčíslit WACC. V případě přesněji stanovené nové metodiky se doporučení mezi statickými a dynamickými ukazateli liší v jedné třetině případů, tj. rozdíl 33,3%.

5.2 Vyhodnocení hypotéz

Na základě výstupů z ověřování navržené metodiky lze nyní prozkoumat platnost stanovených hypotéz. V rámci záměru disertační práce byly stanoveny tři hlavní hypotézy. Vzhledem k tomu, že získání případových studií v různých podnicích a jejich následná úprava pro novou metodiku bylo časově velmi náročné, vyvozuje autor výstupy pouze z těchto šesti případových studií a to pomocí deskriptivní analýzy. Na základě vysokého počtu faktorů, které do nové metodiky vstupují, je klíčovost a zjistitelnost těchto faktorů analyzována a vztažena na celé složky (clustery) faktorů nové metodiky.

5.2.1 Hypotézu č. 1

H1: Podniky zanedbávají mnoho klíčových i neklíčových faktorů ovlivňujících návratnost investice do robotů.

Tato hypotéza kombinuje dvě zásadní informace, a to sice a) které faktory, respektive složky faktorů jsou klíčové a které neklíčové a b) kolik, či jaký podíl jich podniky zanedbávají.

Při identifikaci klíčových faktorů je třeba, prošetřit jednotlivé složky metodik. Při ověřování na případových studiích bylo celkem identifikováno 8 složek faktorů, které bylo možné

roztřídit na investiční, provozní, a složky se složeným efektem (inflaci a WACC). Nyní jednotlivé složky podrobně probereme a rozhodneme, zda jsou klíčové.

Investiční složky

Investiční složky jsou zpravidla identifikovány dodavatelem, který stanoví výši potřebných nákladů na instalaci a zprovoznění. Tak tomu bylo i v získaných případových studiích, kde podniky požádaly dodavatele o vyčíslení ceny implementace robotů. V případových studiích se podrobnost členění lišila dle dodavatele (a požadavku podniku), proto také někdy je uvedeno 12 faktorů v této složce a jindy zase 2 (viz tabulka níže).

Tabulka 5-5: Členění investičních složek a faktorů v případových studiích [zdroj: vlastní zpracování]

Případová studie	Členění investičních složek		Celkem
	Komponenty	Instalace a zprovoznění	
1	7	5	12
2	3	2	5
3	1	1	2
4	5	1	6
5	2	0	2
6	4	1	5

Podstatné však je, že celková výše investičních složek je pro dodavatele klíčová a tedy se na ní lze spolehnout. Tato složka je jednoznačně klíčovou, jelikož z hlediska návratnosti jsou to právě investiční náklady, které se podniky snaží uměřit pomocí úspor a zisku.

Provozní složky

Jak již bylo uvedeno předtím, mezi provozní složky nové metodiky spadají: mzdy, energie, provoz a údržba, a ostatní.

Pro stanovení významnosti (klíčivosti) vezmeme výši složky k celkové výši provozních složek. Použijeme výpočet:

$$Vliv\ složky\ na\ provozní\ složky\ celkem = \frac{Složka}{\sum Provozní\ složky} * 100$$

(10)

Při jeho aplikaci na novou metodiku získáme následující informace:

Tabulka 5-6: Vliv provozních složek v případových studiích na celkovou provozní skupinu [zdroj: vlastní zpracování]

Provozní složky nové metodiky	Případová studie						Průměr
	1	2	3	4	5	6	
Mzdy	113,37%	107,39%	111,60%	109,66%	107,77%	107,00%	109,46%
Energie	7,57%	5,68%	4,06%	5,70%	4,67%	5,46%	5,52%
Provoz a údržba	7,97%	5,22%	10,15%	5,33%	4,36%	3,16%	6,03%
Ostatní	2,18%	1,45%	2,61%	1,37%	1,26%	1,62%	1,75%

Z výše uvedeného vyplývá, že jednoznačně nejvýznamnější provozní složkou faktorů jsou mzdové úspory, které mají přibližně 110% vliv. Dalšími významnými, a tedy klíčovými faktory jsou náklady na energie (5,5% vliv) a náklady na provoz a údržbu (6% vliv). Naopak, za neklíčové lze považovat ostatní úspory, které měly pouze 1,75% vliv na sumu provozních složek.

Při identifikaci složek se vycházelo z následujícího: mzdové úspory musí jednoznačně stanovit podnik sám, přičemž údaje o výši úspor na mzdách a s nimi spojených nákladů by mělo být schopné identifikovat personální oddělení, které má k dispozici jednoznačně identifikovatelné údaje o zaměstnancích. Náklady na provoz a údržbu by měly být identifikovány a dodány dodavatelem strojů, jelikož mají zkušenosti a znalosti toho, jakou stroje potřebují péči po zavedení na pracoviště. Náklady na energie vychází z informace od dodavatele robotického řešení, který by měl být schopný vyčíslit přibližnou spotřebu energie, případně alespoň uvést energetické parametry zařízení, z nichž si podnik může na základě taktu stanovit náklady na energie. Ostatní položky jsou již na zjišťování náročnější a vyžadují vnitropodnikové controllingové informace, které podnik může a nemusí mít. Je možné vycházet z norem či odhadů, například na ošacení, spotřebu vody a podobně, jejich stanovení je však náročnější.

Pokud bychom chtěli kvantifikovat, jak moc byla provozní složka zanedbávána v případových studiích, můžeme srovnat provozní složky původní a nové metodiky dle vzorce:

$$\% \text{ Rozdíl} = \frac{\text{Nová variabilní složka} - \text{Původní variabilní složka}}{\text{Původní variabilní složka}} * 100$$

(11)

Získáme následující informace:

Tabulka 5-7: Srovnání provozních složek dle metodik případových studií [zdroj: vlastní zpracování]

Metodika	Případová studie					
	1	2	3	4	5	6
Původní	952 893 Kč	1 309 558 Kč	1 788 922 Kč	3 000 000 Kč	1 571 423 Kč	1 300 720 Kč
Nová	1 078 546 Kč	1 437 484 Kč	1 922 106 Kč	1 407 697 Kč	1 718 900 Kč	1 346 507 Kč
% Rozdíl	13,19%	9,77%	7,44%	-53,08%	9,38%	3,52%

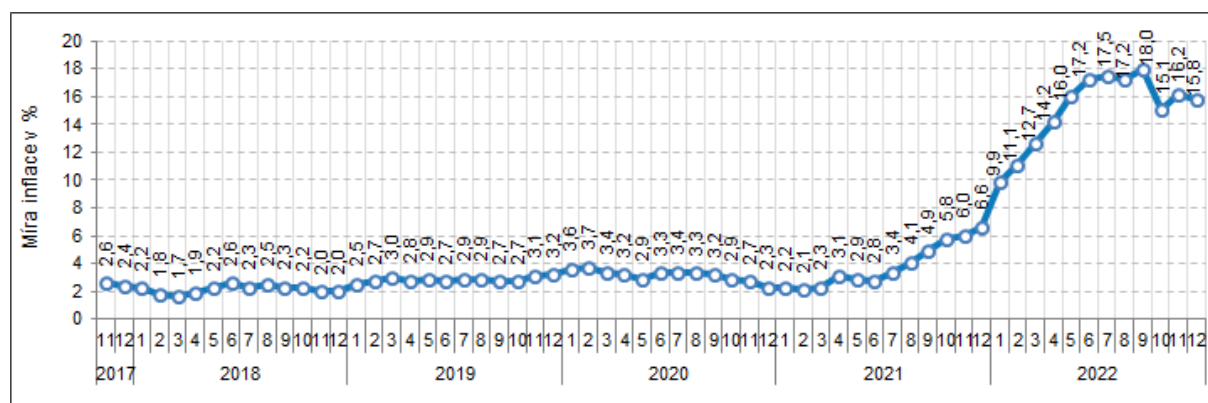
Z tabulky výše je patrné, že rozdíl v provozní složce je podstatný. Případovou studii č. 4. lze považovat za abnormální hodnotu (odlehlou hodnotu) a to z toho důvodu, že původní stanovení mzdy se extrémně odlišovalo od skutečnosti, jelikož společnost uvažovala o mzdách francouzských, namísto českých. Z tohoto důvodu, pokud bychom chtěli stanovit průměrný rozdíl, bude třeba odstranění této odlehle hodnoty před výpočtem. Získaný průměrný rozdíl potom bude 8,66%, který lze považovat za významný.

Na základě výše uvedeného lze konstatovat, že: mzdové úspory, náklady na provoz a údržbu a náklady na energie klíčové, jelikož tvoří průměrně více jak 5% sumy provozních složek. Naopak ostatní úspory představují jen kolem 1,75% sumy provozních složek.

Inflace

Za nenápadnou, avšak podstatnou položku lze označit inflaci, kterou v původních metodikách uvažovala pouze polovina podniků. Inflace každoročně ovlivňuje celkovou výši provozní složky, jelikož se podepisuje na cenách energií, mzdách a dalších provozních nákladech a úsporách. Navíc sebou nese efekt kompozice inflace (obdoba složeného úroku), což je způsob výpočtu inflace, při kterém je k částce přičítána (či odečítána) nejen inflace za určité období, ale také inflace z předchozích období. Je-li tedy například meziroční inflace 2%, bude druhý rok její výše počítána jako $1,02^2 - 1 = 4,04\%$. Vezmeme-li pak v potaz, že míra inflace v roce 2022 byla 15,1%, lze říci, že inflace by ve výpočtu měla být jednoznačně uvažována. Ušetřené náklady se díky inflaci každoročně zvyšují, čímž zlepšují výsledky ukazatelů návratnosti.

Graf níže ukazuje pro vývoj inflace v ČR v posledních pěti letech dle CZSO.cz [102].



Obrázek 5-1: Vývoj míry inflace [102]

Vzhledem ke kompozičnímu efektu a výši inflace poslední doby lze považovat složku inflace za klíčovou.

WACC

Peníze, které jsou k dispozici dnes, mají vyšší hodnotu než peníze, které budou k dispozici v budoucnu, protože dnes mohou být investovány a vydělány další peníze. Pokud tuto časovou hodnotu peněz nezohledníme, může nám to vést k nesprávným investičním rozhodnutím. Dynamické ukazatele návratnosti hodnotu peněz v čase zohledňují pomocí WACC (Weighted Average Cost of Capital) nebo-li vážené průměrné náklady vlastního kapitálu. WACC je ukazatel, který se používá pro určení celkových nákladů, které jsou spojené s financováním společnosti. WACC je průměrná vážená sazba návratnosti, kterou musí společnost platit svým věřitelům a akcionářům jako kompenzaci za poskytnutý kapitál. WACC bere v úvahu náklady na vlastní kapitál (tzv. equity), tedy kapitál, který majitelé společnosti vkládají do podnikání, a náklady na cizí kapitál (tzv. debt), tedy kapitál, který společnost získává půjčkami od bank nebo investorů. Vážený průměr se pak počítá na základě podílu jednotlivých zdrojů financování na celkové kapitálové struktuře společnosti.

Z případových studií vyplývá, že pouze třetina společností pracuje s časovou hodnotou peněz a tedy v původních metodikách pouze 2 společnosti stanovovali WACC. Pro účely nové metodiky pak bylo u zbylých společností WACC dodatečně zjištěno, s tím, že se pohybovalo mezi 10-14%. Také u WACC funguje efekt složeného úročení, avšak v tomto případě opačně). Čím vyšší je WACC, tím výrazněji se snižuje diskontovaná hodnota peněz (provozních složek) jednotlivých let. Bude-li WACC 10% a podnik po roce uspoří 1 000Kč, v diskontovaná

hodnota těchto peněz bude 909Kč. Tento efekt je zásadní a pro kvalitnější vyhodnocení návratnosti je zásadní.

Shrnutí klíčivosti

Na základě výše uvedeného tedy lze konstatovat, že z 8 složek lze 7 považovat za klíčové a 1, sice ostatní úspory za neklíčovou. Tímto členěním se bude řídit i stanovení klíčivosti jednotlivých faktorů, dle jejich náležitosti do příslušné složky. Viz tabulka níže.

Tabulka 5-8: Přehled klíčivosti složek faktorů [zdroj: vlastní zpracování]

Skupina	Složka	Vyhodnocení klíčivosti
Investiční složky	Komponenty	Klíčové
	Instalace a pořízení	Klíčové
Provozní složky	Mzdy	Klíčové
	Energie	Klíčové
	Provoz a údržba	Klíčové
	Ostatní	Neklíčové
Složky se složeným efektem	Inflace	Klíčové
	WACC	Klíčové

Zanedbávání složek

Při srovnání původních metodik s novou metodikou, na 6 případových studiích, vyplynulo, že podniky zohledňovaly v průměru pouze kolem poloviny zjištěných faktorů, viz Tabulka 5-9: Porovnání zohledněných faktorů. Tabulka ukazuje, absolutní a relativní rozdíly mezi počty faktorů zohledněných v případových studiích s přihlédnutím ke klíčivosti složek, do kterých faktory patří.

Tabulka 5-9: Porovnání zohledněných faktorů [zdroj: vlastní zpracování]

Případová studie	Zohledněno faktorů		Rozdíl			Zanedbané faktory		
	Původní metodika	Nová metodika	Celkem	Z toho neklíčových	Z toho klíčových:	Celkem	Neklíčové	Klíčové
1	15	23	8	6	2	34,78%	26,09%	8,70%
2	8	15	7	5	2	46,67%	33,33%	13,33%
3	6	12	6	5	1	50,00%	41,67%	8,33%
4	7	15	8	4	4	53,33%	26,67%	26,67%
5	7	12	5	5	0	41,67%	41,67%	0,00%
6	9	16	7	5	2	43,75%	31,25%	12,50%
Průměr	8,5	15,5	7	5	1,83	45,03%	33,45%	11,59%

Jak je patrné, podniky zanedbávaly průměrně 45% faktorů, z čehož však větší část byly neklíčové faktory průměrně 33,45% všech faktorů, zanedbávaných klíčových faktorů bylo 11,59%, což je však stále významná část.

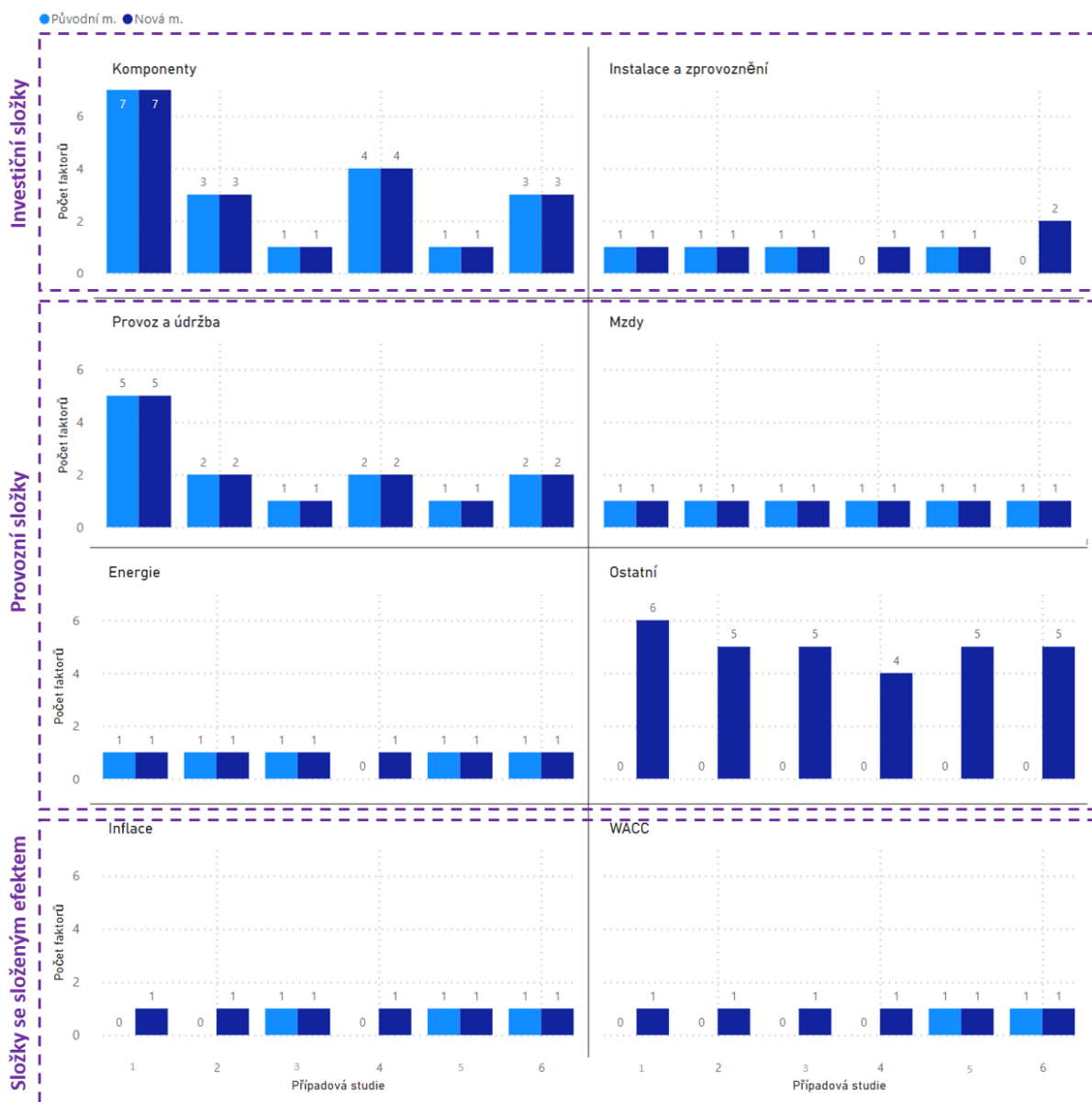
Pokud bychom se podívali na to, jak byly zanedbávány složky v případových studiích, tabulka níže nám prozradí, že průměrně byly zanedbány dvě až tři složky z osmi dříve vydefinovaných složek, přičemž neklíčové složky v žádné případové studii neuvažovali.

Tabulka 5-10: Porovnání zohledněných složek [zdroj: vlastní zpracování]

Případová studie	Zanedbávané složky			Vyjádřeno v %	
	Celkem (z 8)	Neklíčové	Klíčové	Celkem zanedbáváno (z 8)	Zanedbáno klíčových složek (ze 7)
1	3	1	2	37,5%	28,57%
2	3	1	2	37,5%	28,57%
3	2	1	1	25%	14,29%
4	5	1	4	62,5%	57,14%
5	1	1	0	12,5%	0,00%
6	2	1	1	25%	14,29%
Průměr sloupce	2,67	1	1,67	33,33%	23,81%

Z tabulky výše je dále patrné, že podniky obecně zanedbávají identifikaci třetiny složek, přičemž z klíčových složek průměrně zanedbávají 23,81%.

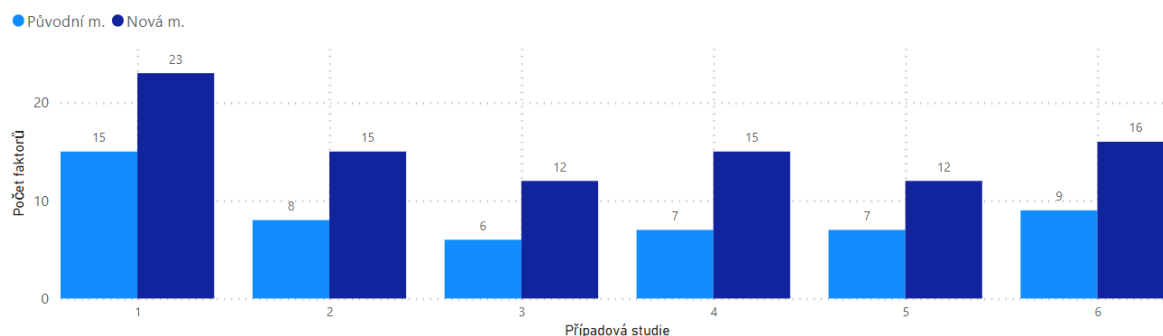
Podrobně si lze výstupy prohlédnout ve vizualizaci Obrázek 5-2- Srovnání počtu faktorů ve složkách [zdroj: vlastní zpracování], kde každé pole vizuálu reprezentuje počet zahrnutých faktorů (sloupce) dle původní a nové metodiky ve složkách jednotlivých případových studií.



Obrázek 5-2- Srovnání počtu faktorů ve složkách [zdroj: vlastní zpracování]

Podíváme-li se na zanedbávání na úrovni složek, zjistíme, že nejvíce byla zanedbána složka „ostatní“. Žádná případová studie původní metodou neidentifikovala žádný faktor, který by se zde dal zařadit. V nové metodice sem přitom byly identifikovány například faktory: úspory na ošacení zaměstnanců, úspory na prostorech, parkování a další. Dále pak byly zanedbávány původní metodikou: inflace (nebyla stanovena ve 3 případových studiích), WACC (nebylo stanoveno ve 2 případových studiích), náklady na provoz a údržbu (ve dvou případových studiích) a energie (v jedné případové studii).

Následující graf porovnává celkový počet faktorů původní metodiky s celkově identifikovanými faktory nové metodiky.



Obrázek 5-3 - Srovnání počtu faktorů souhrnně [zdroj: vlastní zpracování]

Z výše uvedeného vyplývá, že průměrně původní metodiky zahrnovaly pouze 55% faktorů, které zahrnuje nová metodika, a souhrnně zanedbávali 2-3 složky z 8. Dále, 45% zanedbávaných faktorů tvořily cca 35,5% neklíčové faktory a 11,5% klíčové faktory.

Následující tabulka se na zanedbávání složek faktorů dívá nejen z pohledu úplného opomenutí stanovení faktoru, ale také z pohledu nepřesného stanovení. Každá složka faktorů může být stanovena buďto:

1. Přesně stanovena (je-li % difference od výše složky v nové metodiky $\leq 5\%$)
2. Nepřesně stanovena (je-li % difference od výše složky v nové metodiky $> 5\%$ a $\leq 50\%$)
3. Velmi nepřesně stanovena (je-li % difference od výše složky v nové metodiky $> 50\%$)
4. Nestanovena – není-li v původním výpočtu identifikována

Tabulka 5-11: Vyhodnocení zanedbávání složek faktorů [zdroj: vlastní zpracování]

Složka faktorů	Případová studie					
	1	2	3	4	5	6
Komponenty	Přesně	Přesně	Přesně	Přesně	Přesně	Přesně
Náklady spojené s instalací a pořízením	Přesně	Přesně	Přesně	Přesně	Přesně	Přesně
Mzdové úspory	Nepřesně	Nepřesně	Přesně	Velmi nepřesně	Nepřesně	Nepřesně
Náklady na energie	Nepřesně	Nepřesně	Velmi nepřesně	Nestanovena	Přesně	Nepřesně
Náklady na provoz a údržbu	Přesně	Přesně	Přesně	Nestanovena	Nepřesně	Nestanovena
Ostatní úspory	Nestanovena	Nestanovena	Nestanovena	Nestanovena	Nestanovena	Nestanovena
Inflace	Nestanovena	Nestanovena	Přesně	Nestanovena	Přesně	Přesně
WACC	Nestanovena	Nestanovena	Nestanovena	Nestanovena	Přesně	Přesně

Pokud bychom informace z matice shrnuly, získáme následující tabulku:

Tabulka 5-12: Souhrnné vyhodnocení zanedbávaných faktorů [zdroj: vlastní zpracování]

Hodnocení	Případová studie						Vyhodnocení z klíčových i neklíčových složek (8)		Vyhodnocení z klíčových (7)	
	1	2	3	4	5	6	Průměr	%	Průměr	%
Přesně	3	3	5	2	5	3	3,50	45,65%	3,50	52,50%
Nepřesně	2	2	0	0	1	2	1,17	15,22%	1,17	17,50%
Velmi nepřesně	0	0	1	1	0	0	0,33	4,35%	0,33	5,00%
Nestanovena	3	3	2	5	1	2	2,67	34,78%	1,67	25,00%

Z tabulky vyplývá, že 45,7% všech složek všech případových studií bylo přesně stanoveno, 19,6% složek bylo nepřesně až velmi nepřesně stanoveno a 34,8% složek nebylo vůbec stanoveno. Podíváme-li se pouze na klíčové složky, tak podniky stanovili přesně 52,5% složek všech případových studií, 23,5% nepřesně až velmi nepřesně a 25% jich nestanovili.

Na základě výše uvedeného, a to sice jak pohledu úplného opomíjení, tak z pohledu kvality stanovování lze potvrdit Hypotézu č. 1 a konstatovat, že podniky zanedbávají mnoho klíčových a neklíčových faktorů ovlivňujících návratnost investice do robotů.

5.2.2 Hypotéza č. 2

H2: Používané metodiky návratnosti investice do robotů mají významnou odchylku výsledku ukazatelů od navržené metodiky.

Jak bylo již vysvětleno v kapitole zhodnocení výstupů metodik, jako kritický bod, pro rozhodnutí o významnosti odchylky byla zvolena hranice 5%. Jinými slovy, bude-li se % rozdíl mezi novou metodikou a původními výstupy podniků lišit o více, jak 5%, lze to považovat za významné.

Pro porovnání původních metodik s novou metodikou, byly pro původní výpočet vypočteny stejné ukazatele, které jsou stanoveny v nově navržené metodice. Aby bylo možné použít i dynamické ukazatele, bylo do výpočtu použito dodatečně zjištěné WACC.

Pro porovnání pak byla vypočítána diference jako:

$$\text{Diference} = \text{Hodnota ukazatele nové metodiky} - \text{Hodnota ukazatele původní metodiky}$$

(12)

a % Diference jako:

$$\% \text{ Diference} = \frac{|\text{Hodnota ukazatele nové metodiky} - \text{Hodnota ukazatele původní metodiky}|}{|\text{Hodnota ukazatele původní metodiky}|} * 100$$

(13)

Tabulka níže zobrazuje srovnání výstupů jednotlivých ukazatelů původních metod a nové metodiky. Pomocí barev je v tabulce vyznačeno, zda došlo ke zlepšení ukazatele (zelenou barvou) či jeho zhoršení (červenou barvou). Ztučněná hodnota pak reprezentuje nejnižší dosaženou % diferenci.

Tabulka 5-13: Srovnání výstupů případových studií [zdroj: vlastní zpracování]

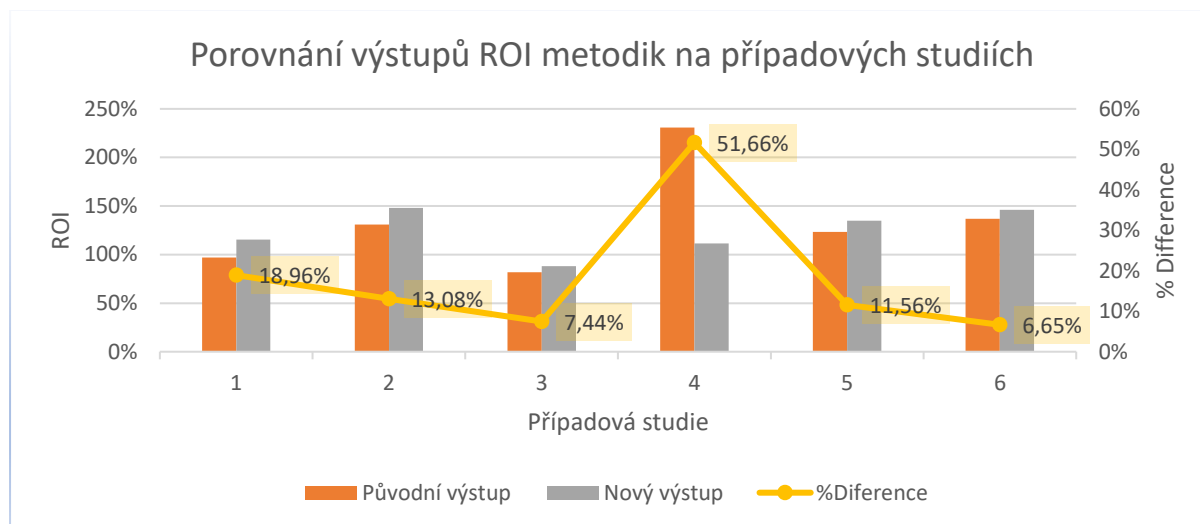
Ukazatel	Metodika	Případová studie					
		1	2	3	4	5	6
ROI	Původní	97,12%	130,96%	81,91%	230,77%	123,17%	136,92%
	Nová	115,53%	148,09%	88,01%	111,55%	134,73%	146,02%
	Diference	18,41%	17,13%	6,10%	-119,21%	9,38%	9,10%
	%Diference	18,96%	13,08%	7,44%	51,66%	11,56%	6,65%
ČCF	Původní	-113 114 Kč	619 117 Kč	-814 106 Kč	3 400 000 Kč	618 188 Kč	701 440 Kč
	Nová	609 565 Kč	961 793 Kč	-539 692 Kč	300 420 Kč	926 549 Kč	874 342 Kč
	Diference	722 679 Kč	342 676 Kč	274 414 Kč	-3 099 580 Kč	308 361 Kč	172 902 Kč
	%Diference	638,90%	55,35%	33,71%	91,16%	49,88%	24,65%
PDN	Původní	4,12	1,53	2,44	0,87	1,60	1,46
	Nová	3,48	1,36	2,26	1,79	1,49	1,38
	Diference	-0,64	-0,17	-0,17	0,93	-0,11	-0,08
	%Diference	15,56%	11,15%	7,09%	107,10%	6,76%	5,81%
IRR	Původní	-1,16%	20,03%	-12,29%	79,62%	15,02%	23,77%
	Nová	5,97%	30,58%	-8,08%	2,47%	22,28%	29,31%
	Diference	7,13%	10,55%	4,21%	-77,15%	7,26%	5,54%
	%Diference	614,93%	52,67%	34,26%	96,90%	48,34%	23,31%
NPV	Původní	-904 144 Kč	242 649 Kč	-1 366 428 Kč	2 339 982 Kč	43 856 Kč	298 283 Kč
	Nová	-339 896 Kč	534 761 Kč	-1 133 135 Kč	-213 543 Kč	298 316 Kč	443 076 Kč
	Diference	564 248 Kč	292 112 Kč	233 293 Kč	-2 553 525 Kč	254 460 Kč	144 793 Kč
	%Diference	62,41%	120,38%	17,07%	109,13%	580,21%	48,54%
DDN	Původní	5,58	1,77	3,00	0,99	1,97	1,71
	Nová	4,46	1,56	2,77	2,21	1,77	1,60
	Diference	-1,12	-0,21	-0,23	1,22	-0,20	-0,11
	%Diference	20,09%	11,98%	7,59%	123,86%	10,16%	6,37%

Jak je patrné z tabulky výše, nová, podrobnější metodika zpravidla vedla ke zlepšení ukazatelů návratnosti, oproti původní metodice. Jedinou výjimku zde reprezentuje případová studie č.4, kde nová metodika v důsledku nekvalitního stanovení úspor na mzdách, v metodice původní,

ukázala pokles oproti původnímu stavu. Na všech ukazatelích byla významná % diference, s nejnižší hodnotou 5,81% u prosté doby návratnosti na případové studii č.1 až po 638,9% na ČCF případové studie č.1, kde se změnila výsledná hodnota z -1,16% na 5,97%.

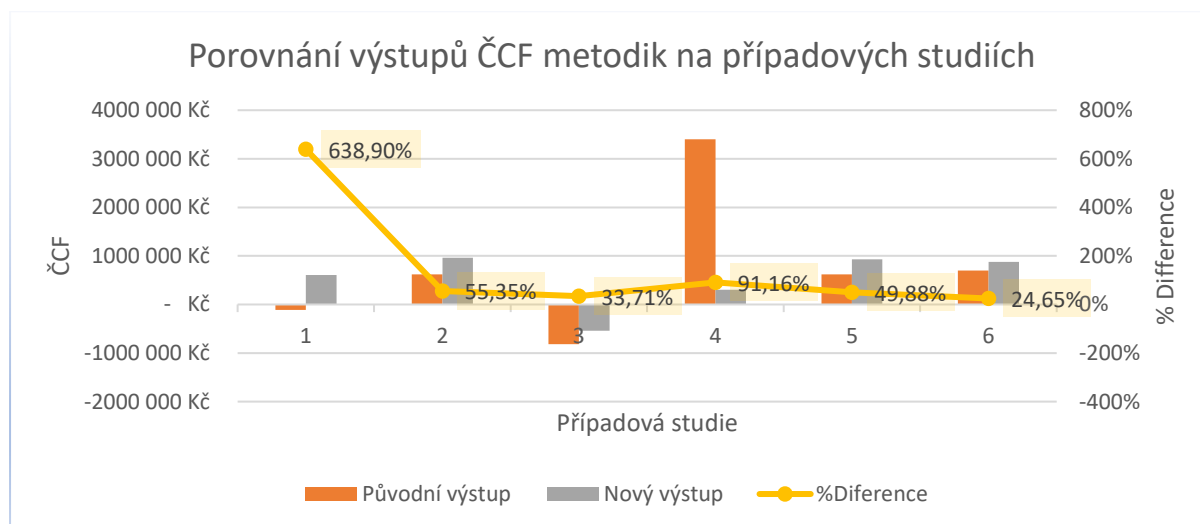
Následující grafy vizualizují rozdíly ve výsledcích metodik.

Porovnání výstupů ROI metodiky nám ukazuje, že metodiky se od sebe liší % rozdílem alespoň 6,7%, s mediánem 12,3%.



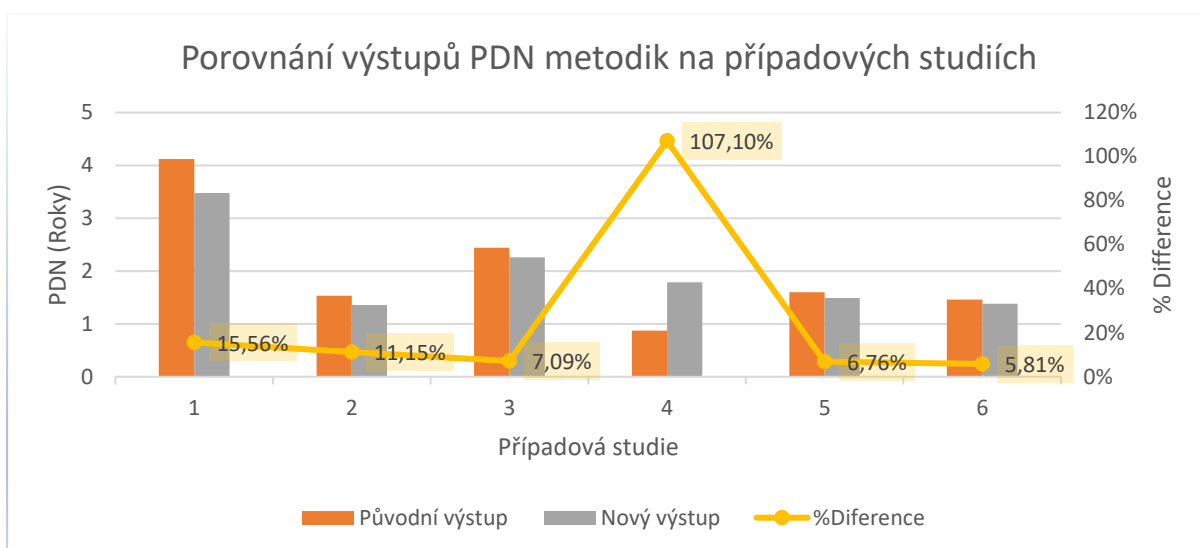
Obrázek 5-4: Porovnání výstupů ROI metodik [zdroj: vlastní zpracování]

Porovnání výstupů ČCF metodiky nám ukazuje, že metodiky se od sebe liší % rozdílem alespoň 24,7%, s mediánem 52,6%.



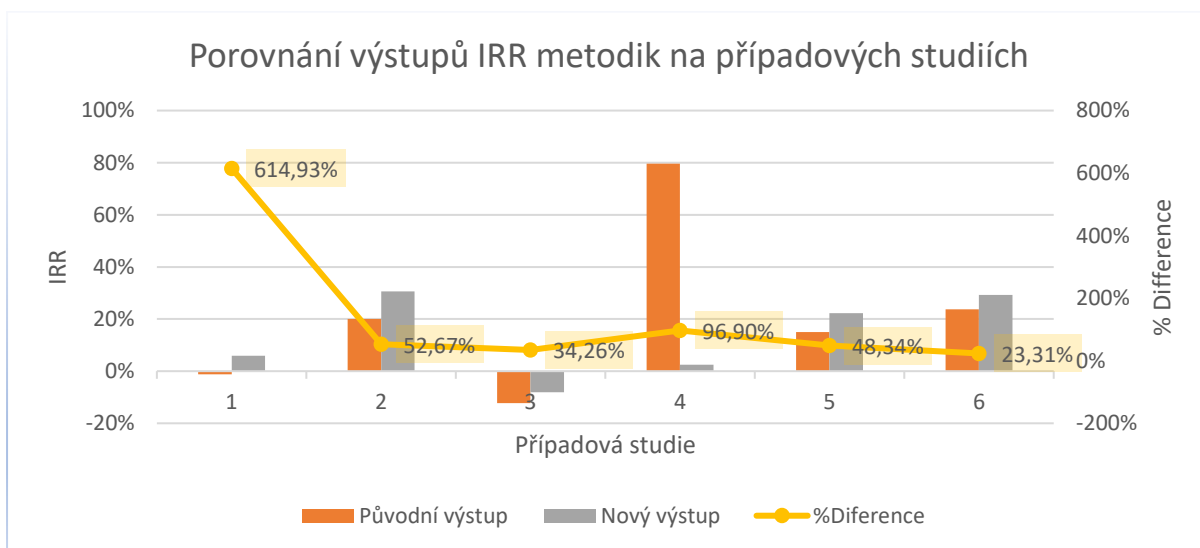
Obrázek 5-5:: Porovnání výstupů ČCF metodik [zdroj: vlastní zpracování]

Porovnání výstupů PDN metodiky nám ukazuje, že metodiky se od sebe liší % rozdílem alespoň 5,8%, s mediánem 9,1%.



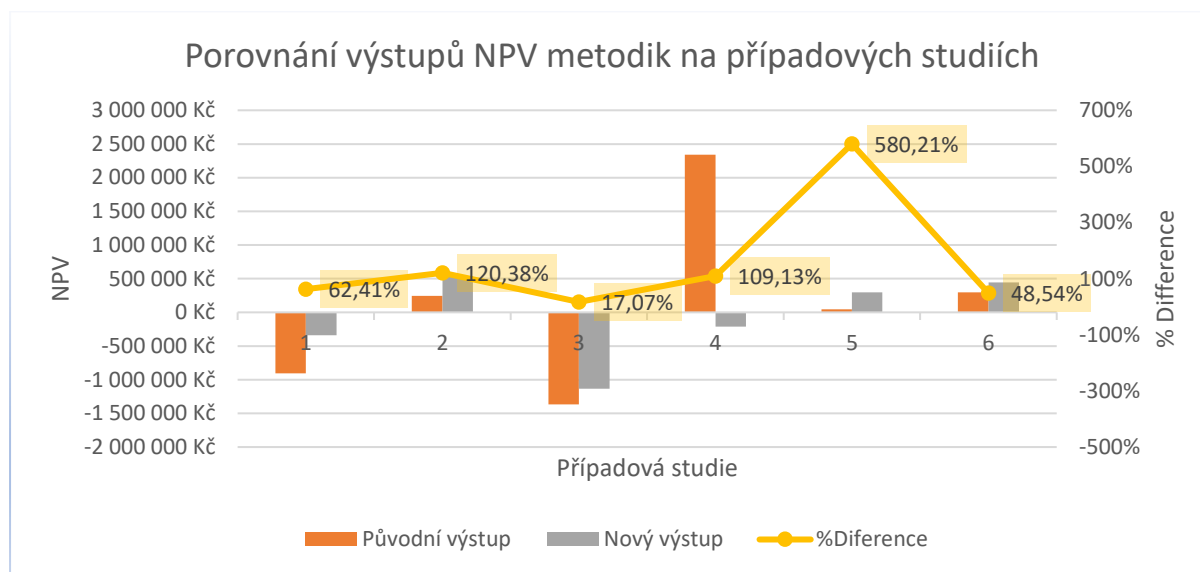
Obrázek 5-6: Porovnání výstupů PDN metodik [zdroj: vlastní zpracování]

Porovnání výstupů IRR metodiky nám ukazuje, že metodiky se od sebe liší % rozdílem alespoň 23,3%, s mediánem 50,5%.



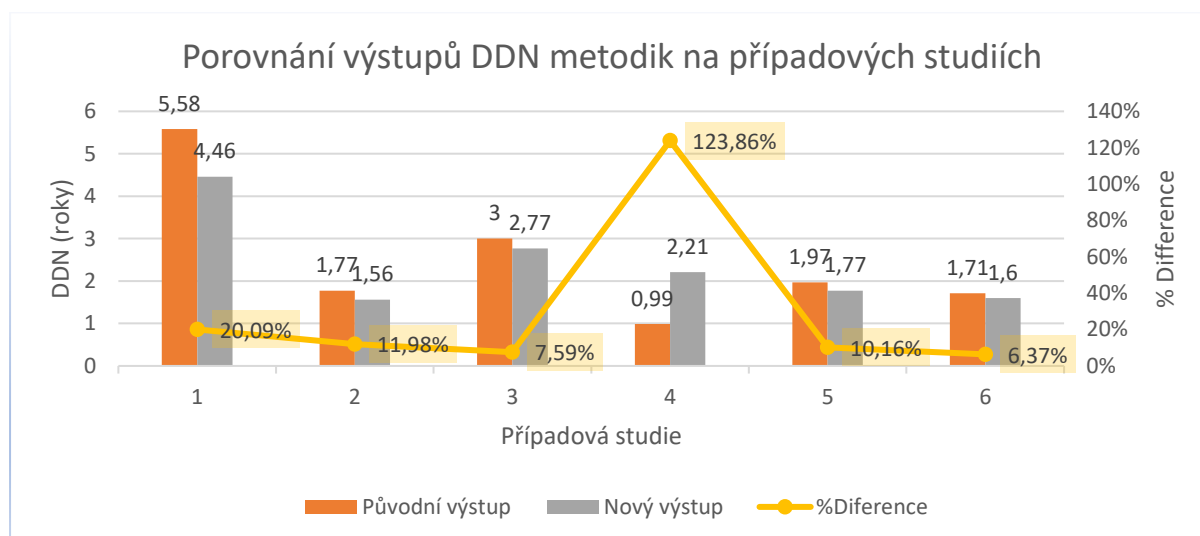
Obrázek 5-7: Porovnání výstupů IRR metodik [zdroj: vlastní zpracování]

Porovnání výstupů NPV metodiky nám ukazuje, že metodiky se od sebe liší % rozdílem alespoň 17,1%, s mediánem 85,8%.



Obrázek 5-8: Porovnání výstupů NPV metodik [zdroj: vlastní zpracování]

Porovnání výstupů DDN metodiky nám ukazuje, že metodiky se od sebe liší % rozdílem alespoň 6,4%, s mediánem 11,1%.



Obrázek 5-9: Porovnání výstupů DDN metodik [zdroj: vlastní zpracování]

Vzhledem k tomu, že všech šest ukazatelů na šesti případových studiích se od sebe lišilo nejméně o 5,8%, lze Hypotézu č. 2 potvrdit a říci, že používané metodiky návratnosti investice do robotů mají významnou odchylku výsledku ukazatelů od navržené metodiky.

5.2.3 Hypotéza č. 3

H3: Podniky považují klíčové faktory za zjistitelné.

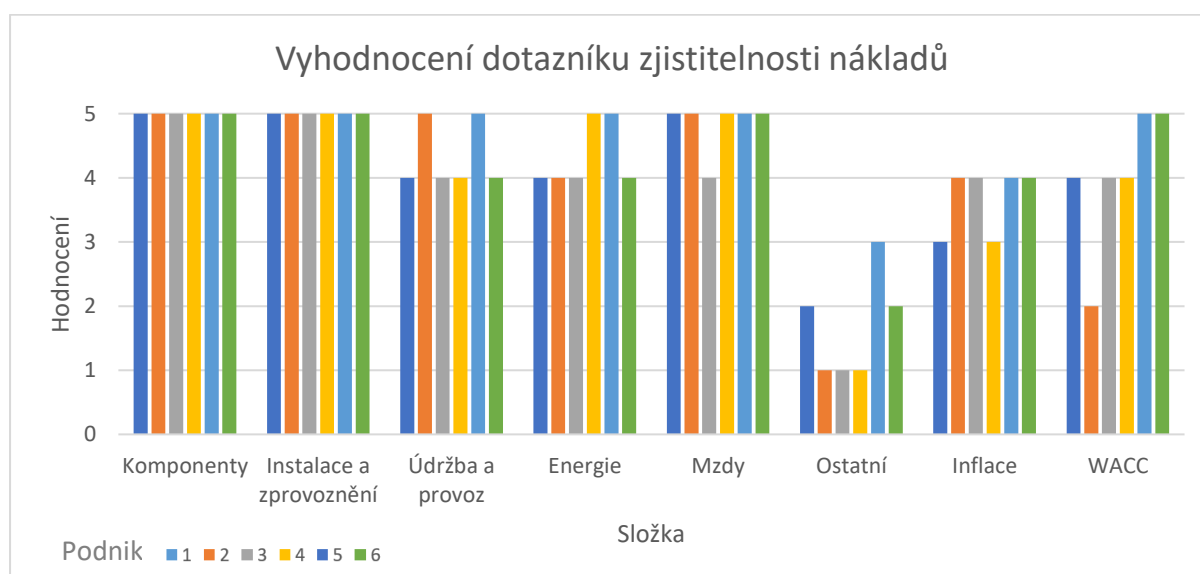
Tato hypotéza se skládá ze dvou klíčových otázek, 1. Jaké faktory jsou klíčové? A 2. jsou tyto faktory zjistitelné? Klíčovitost faktorů, respektive složek faktorů již byla probrána při ověřování hypotézy č. 1, kde bylo identifikováno 7 klíčových složek.

Zjistitelnost složek

Aby bylo možné vyhodnotit zjistitelnost složek, byl vytvořen dotazník (viz příloha G), ve kterém byly podniky, kterých se případové studie týkaly, dotázány, aby hodnotily zjistitelnost složek faktorů. Podniky zde byly dotázány, aby ohodnotili zjistitelnost následujících faktorů na stupnici 1-5, přičemž jednotlivé body reprezentovaly:

1. Neodhadnutelné (údaj si netroufneme ani odhadnout)
2. Obtížně odhadnutelné (údaj lze odhadnout, ale spolehlivost a přesnost nejsou příliš velké)
3. Odhadnutelné (údaj lze o něco přesněji odhadnout a je dobrá šance, že se bude blížit realitě)
4. Stanovitelné (hodnotu dovedeme poměrně reálně odhadnout a odhad i podložit čísly).
5. Přesně stanovitelné (hodnotu dovedeme poměrně spolehlivě vyčíslit).

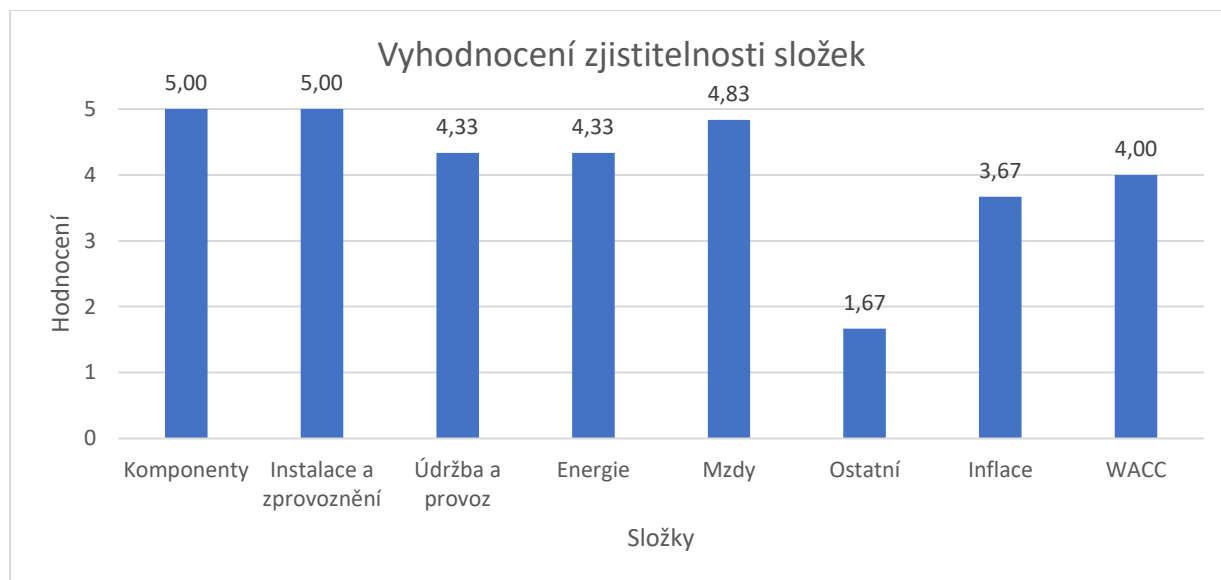
Výsledek dotazníkového šetření si můžeme prohlédnout v následujícím grafu:



Obrázek 5-10: Vyhodnocení dotazníku zjistitelnosti složek [zdroj: vlastní zpracování]

Průměrně respondenti odpověděli, že investiční náklady (tedy komponenty, instalaci a zprovoznění) lze považovat za přesně stanovitelné s průměrem hodnocení 5. Údržbu a provoz

a Energie ohodnotili jako lépe stanovitelné s průměrem 4,3. Mzdy ohodnotili jako téměř přesně stanovitelné s průměrem 4,8. Složku ostatní odhadli jako velmi obtížně odhadnutelné s průměrem 1,7. Inflaci lze považovat za velmi dobře odhadnutelnou/stanovitelnou s průměrem 3,7 a nakonec WACC jako stanovitelnou s průměrem 4. Na základě dotazníku lze konstatovat, že s výjimkou složky ostatní jsou složky zjistitelné.



Obrázek 5-11: Vyhodnocení průměrné zjistitelnosti složek [zdroj: vlastní zpracování]

Bylo-li průměrné hodnocení složky vyšší, než hodnota tři (což na zmíněné stupnici reprezentuje hodnotu, kdy se kvalifikovaný odhad blíží realitě), lze jej považovat za zjistitelné. Bylo-li však nižší, než hodnota tři, již jej za zjistitelné nelze považovat.

Dáme-li tedy do vztahu klíčovost a zjistitelnost složek (viz Tabulka 5-14: Přehled klíčivosti a zjistitelnosti složek faktorů), dozvíme se, že všech 7 klíčových složek faktorů podniky považují za zjistitelné, pouze neklíčové „ostatní“ považují podniky za obtížně odhadnutelné.

Tabulka 5-14: Přehled klíčivosti a zjistitelnosti složek faktorů [zdroj: vlastní zpracování]

Skupina	Složka	Vyhodnocení klíčivosti složky	Vyhodnocení zjistitelnosti složky
Investiční složky	Komponenty	Klíčové	Zjistitelné
	Instalace a zprovoznění	Klíčové	Zjistitelné
Provozní složky	Mzdy	Klíčové	Zjistitelné
	Provoz a údržba	Klíčové	Zjistitelné
	Energie	Klíčové	Zjistitelné
	Ostatní	Neklíčové	Obtížně odhadnutelné
Složky se složeným efektem	Inflace	Klíčové	Zjistitelné
	WACC	Klíčové	Zjistitelné

Na základě výše uvedeného lze konstatovat, že klíčové složky, které výrazně ovlivňují návratnost a jsou považovány za zjistitelné, jsou: komponenty, instalace a zprovoznění, údržba a provoz, energie, mzdy, inflace a WACC. Na základě toho lze Hypotézu č. 3. považovat za potvrzenou.

6 Přínosy disertační práce

V této kapitole budou zhodnoceny teoretické a praktické přínosy této práce.

6.1 Teoretické přínosy práce

Práce vede k vytvoření komplexní a systematické metodiky pro hodnocení návratnosti investic do robotických řešení v průmyslových podnicích. Práce nejprve zhodnocuje současný stav problematiky a teoretická východiska práce, kde se podrobně zabývá tématy průmyslu 4.0, průmyslovými roboty a návratností. Následně je vysvětlen proces tvorby nové metodiky a vymezen proces metodiky samotné. Vytvořená metodika porovnává investici ze tří dimenzí najednou: absolutní návratnost v Kč, relativní návratnost v % a časovou návratnost, což by mělo vést ke komplexnímu a úplnému pohledu na návratnost. Výrazným přínosem nové metodiky je, že jasně definuje složky faktorů, kterými by se podniky měly zabývat, a pomocí ověření hypotéz shledává, že podniky zanedbávají mnoho klíčových i neklíčových faktorů, dále, že výstupy nové metodiky se odlišují od nové metodiky, která poskytuje přesnější výstupy a nakonec, že podniky považují klíčové faktory za zjistitelné.

Na základě toho lze říci, že nová metodika poskytuje komplexí pohled na návratnost a dává jasné doporučení, kterými faktory se podnik při hodnocení má zabývat a jak je stanovovat při rozhodování o investici do robotizace. Práce ukazuje, že klíčové faktory jsou v praxi považovány za zjistitelné, avšak podniky je často zanedbávají, což vede k odchýlkám ve výpočtu návratnosti a může vést k rozdílnému závěrečnému doporučení investice.

Práce rozšiřuje závěry Landscheidt a Kans [80], (sice, že klíčovými faktory, kterými by se podniky měly zabývat, jsou: pořizovací cena, výše mezd operátorů, náklady na náhradní díly a náklady na energie) o další klíčové faktory a to zejména inflaci a WACC. Dále oproti ostatním navrženým multikriteriálním a komplexním metodikám [77], [78], [79], [80] umožňuje hodnocení z více úhlů (absolutně, relativně a v čase) a jasně se zaměřuje na robotizaci a s ní související klíčové a zjistitelné faktory, díky čemuž je v praxi lépe použitelná.

6.2 Praktické přínosy práce

Jako hlavní praktické přínosy práce shledává autor:

Použití metodiky v průmyslových podnicích v praxi přinese kvalitnější rozhodování o investicích do robotických řešení. Díky vypracované metodice podniky získají jasný rámec pro hodnocení a porovnání různých investičních možností. To by jim umožnilo identifikovat nejvhodnější projekty, které mají nejvyšší potenciál návratnosti a výnosnosti.

Díky jasně definovaným krokům, konkrétně doporučeným faktorům a ukazatelům budou moci podniky rychleji a snadněji činit rozhodnutí o robotizaci, což ušetří čas i peníze. Ačkoliv je metodika komplexní, není příliš složitá, či nekonkrétní, jako jiné existující komplexní metodiky. Držení se této metodiky navíc umožní dobrou srovnatelnost napříč investicemi ze tří úhlů (času, penz a procent).

Tato práce by měla vést ke snížení rizika a zvýšení úspěšnosti po ekonomické stránce robotizace. Díky kvalitnímu rozhodování získají podniky schopnost minimalizovat riziko a zvýšit úspěšnost investic do robotických řešení. Díky analýze faktorů by podniky mohly lépe posoudit finanční a provozní dopady robotizace a snížit tak riziko.

Konečně, praktickým přínosem je i možnost získat konkurenční výhodu prostřednictvím vhodného využití robotických řešení. Podniky, které budou mít k dispozici komplexní metodiku návratnosti, budou schopny lépe plánovat a realizovat své investice do robotiky. To by jim mohlo poskytnout výhodu v podobě zlepšené efektivity, snížených nákladů a vyšší kvality, což by se projevilo v konkurenčním prostředí.

7 Doporučení pro další výzkum

Další prostor pro výzkum shledává autor v rozšíření navržené metodiky na základě rozsáhlejšího výzkumu na širším vzorku případových studií. Potvrzení významnosti odchylky výsledku metodiky, od stávajících metodik, v této práci není statisticky podloženo, jelikož statistický vzorek je příliš nízký, což je způsobeno obtížným sběrem a rozsáhlostí odvedené práce na případových studiích. Další výzkum a sběr případových studií by tedy mohl vést ke věrohodnějšímu ověření.

Případové studie v podnicích byly jasně vymezené na případy, kdy nedocházelo k ovlivnění produktivity linky (nejednalo se o úzké místo procesu) a nedocházelo ke změně kvality (respektive zmetkovitosti) výstupu. Zároveň v případových studiích nebyly zaznamenány žádné příjmy z prodaného vybavení na robotickém pracovišti a dalších. Je pravda, že všechny tyto faktory různého charakteru je možné zařadit do složky faktorů „ostatní“. Je však možné, že větší počet případových studií by vedl k rozšíření či zpodrobnění složek faktorů a způsobu jejich a tím by dal podnikům lepší návod, kam upírat svou pozornost.

Případové studie v této práci vždy na scénáři robotizace stávajícího pracoviště, nikoliv nově vytvořeného robotizovaného pracoviště. Ačkoliv složky faktorů by měly zůstat stejné (pouze charakter faktorů by se změnil a jejich významnost, tj. namísto některých úspor dojde pouze k nákladům, či nebudou uvažovány, například mzdy), je možné, že by dalším výzkumem vznikly specifické clustery faktorů (složky) a konkrétní kroky, a tedy nový směr, kterým by se metodika mohla ubírat.

Diskuze

V průběhu této práce byla provedena podrobná analýza současných postupů a metodik v oblasti návratnosti investic a identifikovány jejich nedostatky a omezení. Na základě toho byla navržena a ověřena nová metodika, která zohledňuje specifika robotických řešení a poskytuje komplexní pohled na jejich návratnost z pohledu času a financí, kde je zohledněn absolutní (v Kč) pohled a relativní pohled (v %). Ve výzkumu byla použita kombinace kvalitativních a kvantitativních analýz na případových studiích, na kterých byla metodika ověřena. Nová metodika poskytuje komplexní pohled na návratnost a robustnější postup identifikace zapojených faktorů, díky čemuž jsou výstupy bližší skutečnosti a v důsledku čehož se odchyľují od běžně používaných metodik.

Výsledky práce mají praktické implikace pro průmyslové podniky, které uvažují o investicích do robotických řešení. Nová metodika poskytuje podklady pro strategické rozhodování z finanční stránky a pomáhá identifikovat klíčové faktory, které ovlivňují návratnost investic. Analýza případových studií ukázala, že podniky při výpočtu návratnosti zanedbávají značné množství identifikovatelných faktorů, a to jak klíčových tak neklíčových. Analýza však ukázala, že kvalita zpracování složek: komponenty, instalace a zprovoznění, mzdy, provoz a údržba, energie, WACC a inflace, má zásadní vliv a význam pro návratnost, oproti kvantifikaci složky „ostatní“. Nemá tedy nezbytně význam zabývat se všemi faktory, ale dává smysl zaměřit se na klíčové faktory, které by navíc, jak odhalilo dotazníkové šetření, měly být relativně dobře identifikovatelné a kvantifikovatelné.

Doporučuji průmyslovým podnikům, aby při rozhodování o investicích do robotických řešení pečlivě zhodnotili ekonomické aspekty a aby se na výsledky nedívaly pouze z jednoho pohledu. Investice, která má vysokou procentuální návratnost nemusí být nezbytně vhodnější než investice s nižší procentuální návratností, ale s vyšším absolutním ziskem. Předložená metodika poskytuje rámec pro systematické hodnocení těchto aspektů a umožňuje porovnávat různé investiční alternativy. Samotný způsob multikriteriálního rozhodování je pak na podniku samotném, jinými slovy, je na podniku, zda vyhodnocování investice bude dělat na základě výstupů této metodiky, či zda výstupy metodiky poslouží jako vstup multikriteriálního rozhodování. Nakonec by chtěl autor upozornit, že, že podniky nesmí opomínat také další faktory, jako je riziko, dlouhodobá udržitelnost a strategický přínos robotických řešení, konkurenceschopnost a další, což jsou faktory, jejichž ekonomické vyčíslení je diskutabilní a jsou mimo rámec této práce.

Závěr

Cílem této práce bylo navrhnout komplexní metodiku návratnosti investice do robotických řešení v průmyslových podnicích. Práce nejprve seznámila čtenáře s přehledem současného stavu problematiky a teoretickými východisky práce, mezi které patřily: Průmysl 4.0, kde byla probrána historie, klíčové prvky a technologie, dále pak průmyslové roboty, které se zabývaly používáním pojmu robot, historií robotů, druhy a členěním, trendy, omezeními a výzvami, a návratnost, která probrala pohledy literatury a praxe.

Třetí kapitola, výzkumný záměr disertační práce, seznámila čtenáře s vědeckými metodami použitými v práci, tezemi, dílčími cíli a hypotézami, které se týkaly komplexní metodiky návratnosti investice do robotických řešení v průmyslových podnicích.

Čtvrtá kapitola, představila proces tvorby metodiky a jeho jednotlivé kroky, jimiž byly: výběr klíčových ukazatelů návratnosti, vymezení metodiky a ověřování, sběr případových studií, dodatečná identifikace faktorů, zhodnocení výstupů metodik, ověření zjistitelnosti, konečné doporučení a ověření metodiky. Následně byla představena metodika (a její proces) samotná. Na případové studii č. 1 byla prakticky ukázaná aplikace nové metodiky a její vyhodnocení vůči stávajícím metodikám. Bylo prakticky ukázáno, jak stanovit faktory spadající do investičních složek, provozních složek a složek se složeným efektem, a výpočet jednotlivých ukazatelů návratnosti. Nakonec byla případová studie vyhodnocena.

V páté kapitole, pojednávající o ověření navržené metodiky a hypotéz, byly shrnuty případové studie a vyhodnoceny hypotézy pomocí navržené metodiky, na základě šesti případových studií, přičemž všechny tři hypotézy byly potvrzeny. Tedy se došlo k závěrům, podniky zanedbávají mnoho klíčových i neklíčových faktorů ovlivňujících návratnost investic do robotů, dále se potvrdilo, že výstupy nové metodiky se od výstupů stávajících metodik významně liší a nakonec se také potvrdilo, že podniky považují klíčové faktory za zjistitelné.

V šesté kapitole jsou vyhodnoceny teoretické i praktické přínosy disertační práce. Nová metodika působí ve vymezené oblasti, kde je tzv. research gap, to je prostor pro výzkum. Pro praxi je nová metodika praktickým nástrojem, který umožňuje podnikům kvalitní rozhodování na základě jasných a dobře strukturovaných a vymezených kroků. V sedmé kapitole pak autor uvádí doporučení pro další výzkum a diskuzi.

Seznam použité literatury

- [1] KALOUDA, František. Finanční řízení podniku. 2. rozš. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. 2011. 299 s. ISBN 978-80-7380-315-5.
- [2] McKinsey & Company. Industrial robotics: Insights into the sector's future growth dynamics. [Online] 2019. [Citace: 23. 05 2023.] Dostupné z: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Advanced%20Electronics/Our%20Insights/Growth%20dynamics%20in%20>
- [3] TANGEN, S. Demystifying productivity and performance. *International Journal of Productivity and Performance Management* 54(1), 2005. stránky 34-35. <https://doi.org/10.1108/17410400510571437>.
- [4] KISLINGEROVÁ, Eva. Manažerské finance. 2. přeprac. a rozš. vyd. V Praze: C.H. Beck, Beckova edice ekonomie. 2007. ISBN 978-80-7179-903-0.
- [5] KLEČKA, J. Nová teorie ekonomiky a managementu organizací. Praha : Oeconomica, 2006. ISBN 80-245-1091-X.
- [6] Ministerstvo průmyslu a obchodu. Národní iniciativa Průmysl 4.0. [Online] [Citace: 2023-05 23.] Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/53723/64358/658713/priloha001.pdf>.
- [7] British Standards Institution. ISO 8373:2012 Robots and robotic devices — Vocabulary. 2012. 30.
- [8] PISKAČ, Luděk. Průmyslové roboty. Plzeň: Západočeská univerzita, 2. přeprac. vyd. 2004. ISBN 80-7043-278-0.
- [9] Termex. ROBOTIZACE. 2020. [online]. [cit. 2020-07-07]. <http://www.temex.cz/katalog/produkty-a-sluzby/automatizace/108/robotizace.html>.
- [10] BRIGHAM F. Eugene, HOUSTON F. Joel. *Fundamentals of Financial Management*. Cengage Learning, 2015. ISBN-13: 978-1285867977.
- [11] LASI, H., FETTKE, P., KEMPER, HG. et al.. Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*. 2014. 6. s.239-242. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>.
- [12] YANG, Lu. Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*. Volume 6. 2017. stránky 1-10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jii.2017.04.005>.
- [13] SPEAR, B., WATT, J. The steam engine and the commercialization of patents. *World patent information*, 2008, vol. 30, no. 1, p. 53-58., 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2007.05.009>.
- [14] HENDERSON, W., O. *Industrial Revolution on the Continent: Germany, France, Russia 1800-1914*. 2013. CRC Press, Routledge, ISBN 9781138879805.
- [15] JENSEN, M., C. The modern industrial revolution, exit, and the failure of internal control systems. *The Journal of Finance*, vol. 48, no. 3, p. 831-880, 1993. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1993.tb04022.x>

- [16] LEGÁT a kol. Systémy managementu jakosti a spolehlivosti v údržbě. Praha: Česká společnost pro jakost. 2007., ISBN 978-80-02-01949-7.
- [17] KAGERMANN, H., WAHLSTER, W. a HELBIG, J. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group. 2013. [online]. [cit. 2020-07-07]. Dostupné z: http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf.
- [18] RÜBMANN Michael, LORENZ Markus, GERBERT Philipp, WALDNER Manuela, JUSTUS Jan a HARNISCH Michael. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. 2015. [Online] [Citace: 15. 05 2023.] Dostupné z: https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.
- [19] SHAFIQ, Syed Imran, Cesar SANIN, Edward SZCZERBICKI a Carlos TORO. Virtual Engineering Factory: Creating Experience Base for Industry 4.0. 2016. Cybernetics and Systems. 47(1–2), 32–47. ISSN 0196-9722.,
- [20] BLANCHET, M. (2014). Industrie 4.0: the new industrial revolution. How Europe will succeed. 2014. International Conference The Next Industrial Revolution Manufacturing and Society in the XXI Century, Turin, November 14 – 15. [Online] [Citace: 15. 05 2023.] Dostupné z: https://www.iberglobal.com/files/Roland_Berger_Industry.pdf
- [21] GROOVER, Mikell. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems. 2014. Wiley India Pvt.ltd; ISBN-13: 978-8126547371.
- [22] RIFKIN, Jeremy. The End of Work: The Decline of the Global Labor Force and the Dawn of the Post-Market Era. 1995. Putnam Publishing Group. pp. 66, 75. ISBN 978-0-87477-779-6.
- [23] CHUI Michael, MIREMADI Mehdi, MANYIKA James. Where machines could replace humans—and where they can't (yet). 13. 7 2016. [Online] [Citace: 14. 05 2023]. Dostupné z: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/where-machines-could-replace-humans-and-where-they-cant-yet>.
- [24] OWEN-HILL, Alex. What's the Difference Between Automation and Robotics? . Robotiq Jun 28, 2017. [online]. [cit. 2020-07-18]. Dostupné z: <https://blog.robotiq.com/whats-the-difference-between-automation-and-robotics>, 2017.
- [25] OHN Hawksworth, BERRIMAN richard. Will robots really steal our jobs? PwC 2018. [online]. [cit. 2020-07-18]. Dostupné z: https://www.pwc.com/hu/hu/kiadvanyok/assets/pdf/impact_of_automation_on_jobs.pdf,
- [26] OECD. Employment Outlook of 2019. 2019. [Online] [Citace: 18. 05 2023.] Dostupné z: <https://www.oecd.org/employment-outlook/>.
- [27] ERMOLOV, Ivan. Industrial Robotics Review. Robotics: Industry 4.0 Issues & New Intelligent Control Paradigms. 2020, stránky 195-204. DOI: 10.1007/978-3-030-37841-7_16.
- [28] KOLÍBAL, Zdeněk a KNOFLÍČEK Radek. Morfologická analýza stavby průmyslových robotů. Košice: Viena, 2000. Edice vědecké a odborné literatury. ISBN 80-88922-27-5.

- [29] factoryautomation.cz. Historický vývoj automatizace? Poznejte 12 zásadních dat. 2020. [online]. [cit. 2020-06-29]. Dostupné z: <https://factoryautomation.cz/historicky-vyvoj-automatizace-poznejte-12-zasadnich-dat/>.
- [30] IFR. World Robotics Report of 2022. 2022. [Online] [Cit. 2023-05-15] Dostupné z: https://ifr.org/downloads/press2018/2022_WR_extended_version.pdf.
- [31] Lidové noviny. Historie slova Robot. 1933. Brno: Vydavatelské družstvo Lidové strany v Brně, 24.12.1933, 41(644, ranní vydání). s. 12. ISSN 1802-6265.
- [32] GHODSIAN Nooshin, BENFRIHA Khaled, OLABI Adel, GOPINATH Varun, ARNOU Aurelien, EL ZANT Chawki, CHARRIER Quentin, EL HELOU Marwan. Toward designing an integration architecture for a mobile manipulator in production systems: Industry 4.0. *Procedia CIRP*. 2022, Sv. Volume 109, stránky 443-448. ISSN 2212-8271.
- [33] ACATECH FORSCHUNGSUNION. Recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0. final report of the industrie 4.0 working group. 2013 [online] [cit. 2023-06-29]. Dostupné z: <https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>.
- [34] Automation insights. The 5 most common types of fixed industrial robots. 2022. [Online] [Cit. 2023-04-14]. Dostupné z: <https://automation-insights.blog/2022/05/18/the-5-most-common-types-of-fixed-industrial-robots/>.
- [35] LEE, Doug. Universal Robots' UR3 Makes Table-Top Automation Easy, Safe and Flexible. *World industrial reporter*. New York, USA. 2015. [online]. [cit. 2020-06-28]. Dostupné z: <https://worldindustrialreporter.com/universal-robots-ur3-makes-table-top-autom>.
- [36] McKinsey. Unlocking the industrial potential of robotics and automation. [Online] 2023. [Cit. 2023-06-27]. Dostupné z: <https://www.mckinsey.com/industries/industrials-and-electronics/our-insights/unlocking-the-industrial-potential-of-robotics-and-automation#/>.
- [37] RAJASSHRIE Pillai, BRIJESH Sivathanu, MARCELLO Mariani, NRIPENDRA P. Rana, BAI Yang & YOGESH K. Dwivedi. Adoption of AI-empowered industrial robots in auto component manufacturing companies. *Production Planning & Control*. 2022, stránky 1517-1533. DOI: 10.1080/09537287.2021.1882689.
- [38] SEDLÁČEK, Karel. Robot a člověk v jednom týmu. 2020. [online]. [cit. 23-01-2020]. Dostupné z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/automatizace-robotizace/robot-a-clovek-v-jednom-tymu_42318.html.
- [39] Market research report. World's Top 10 Industrial Robot Manufacturers. 2019. [Cit. 2023-05-02]. [Online] Dostupné z: <https://www.marketresearchreports.com/blog/2019/05/08/world%E2%80%99s-top-10-industrial-robot-manufacturers#sthash.0EtkJ1Ex.dpb>.
- [40] MARK Benedikt G., RAUCH Erwin, MATT Dominik T. Worker assistance systems in manufacturing: A review of the state of the art and future directions. *Journal of Manufacturing Systems*. 2021.59. s.228-250. ISSN 0278-6125. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy>.
- [41] ÇIĞDEM, Ş.; MEIDUTE-KAVALIAUSKIENE, I.; YILDIZ, B.. Industry 4.0 and Industrial Robots: A Study from the Perspective of Manufacturing Company Employees. *Logistics*. 2023. 7.s.17. DOI: <https://doi.org/10.3390/logistics7010017>.

- [42] BARCARO, Rosangela & MAZZOLENI, M. & VIRGILI, Paolo. Ethics of care and robot caregivers. *Prolegomena*. 2018. 17. s.71-80. DOI: 10.26362/20180204.
- [43] KOLADE, Oluwaseun & OWOSENI, Adebowale. Employment 4.0: The Work of the Future and the Future of Work. *SSRN Electronic Journal*. 2022. DOI: 10.2139/ssrn.4073516.
- [44] GRANSBERG, Douglas D. Life Cycle Costing for Engineers. *Construction Management and Economics*. 2010, stránky 1113-1114. DOI: 10.1080/01446193.2010.508500.
- [45] DAUGHERTY R. Paul, WILSON H. James. *Human + Machine: Reimagining Work in the Age of AI* Hardcover. 2018. Harvard Business Review. ISBN-10: 1633693864.
- [46] BESSEN, James. Artificial Intelligence and Jobs: The Role of Demand. *THE ECONOMICS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE*. 2019. UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS. ISBN 978-0-226-61333-8.
- [47] ZHAO, X.; WU, C.; LIU, D.. Comparative Analysis of the Life-Cycle Cost of Robot Substitution: A Case of Automobile Welding Production in China. *Symmetry*. 2021. 226. DOI: <https://doi.org/10.3390/sym13020226>.
- [48] ACEMOGLU, Daron, PASCUAL Restrepo, Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor. *Journal of Economic Perspectives*. 2019. 33 (2): 3-30. DOI: 10.1257/jep.33.2.3.
- [49] FREY Carl Benedikt, OSBORNE Michael A. The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?. *Technological Forecasting and Social Change*. 2017. 114. 254-280. ISSN 0040-1625. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>.
- [50] AUTOR David H. Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *JOURNAL OF ECONOMIC PERSPECTIVES*. 2015. s.3-30. DOI: 10.1257/jep.29.3.3.
- [51] MARTIN Ford. *Rise of the Robots: Technology and the Threat of a Jobless Future*. 2016, Basic Books, Inc. ISBN: 978-0-465-09753-1.
- [52] World Economic Forum. *The Future of Jobs Report 2023*. [Online] 2023. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2023/>. ISBN-13: 978-2-940631-96-4.
- [53] BRYNJOLFSSON Erik, MCAFEE Andrew. *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton & Company. 2016. ISBN-13: 978-0393350647.
- [54] ACEMOGLU Daron, RESTREPO Pascual. Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets. 2020. *Journal of Political Economy*. 23285. DOI: 10.3386/w23285.
- [55] AGHION, Philippe and JONES, Benjamin F and JONES, Charles I. Artificial Intelligence and Economic Growth. 2017. National Bureau of Economic Research. DOI: 10.3386/w23928.
- [56] BALLESTAR, María Teresa & DÍAZ-CHAO, Ángel & SAINZ, Jorge & TORRENTSELLENS, Joan. Knowledge, robots and productivity in SMEs: Explaining the second digital wave. *Journal of Business Research*. 2019. 108. s. 119-131. DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.11.017.

- [57] BREALEY, R. A., MYERS, S. C. Teorie a praxe firemních financí. 1. vyd. Praha: ALBATROS, 2013. ISBN 978-80-265-0028-5.
- [58] BOTCHKAREV Alexei & ANDRU Peter. A Return on Investment as a Metric for Evaluating Information Systems: Taxonomy and Application. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, 2011. stránky 245-269. Sv. 6. DOI: 10.28945/1535.
- [59] PEARCE J. M. Return on investment for open source scientific hardware development. *Science and Public Policy*. 2016. 43 (2): 192–195. doi:10.1093/scipol/scv034.
- [60] PASEDA Oluseun. Advanced Capital Budgeting Techniques: A Review Article. SSRN, 2016. Dostupné z SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2901530> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2901530>.
- [61] RYAN, P.A., RYAN, G.P. Capital Budgeting Practices of the Fortune 1000: How Have Things Changed? *Journal of Business and Management*. 8., 2002. Dostupné z: <http://jbm.johogo.com/pdf/volume/0804/0804-355-364.pdf>.
- [62] DE CLERCK, Quentin & VAN LIER, Tom & Lebeau, Philippe & Messagie, Maarten & Vanhaverbeke, Lieselot & Macharis, Cathy & Van Mierlo, Joeri. [84] How Total is a Total Cost of Ownership? *World Electric Vehicle Journal*. 8. 736-747. 10.3390/wevj8040742, 2016.
- [63] ANDOR Gyorgy, MOHANTY Sunil K., TOTH Tamas. Capital budgeting practices: A survey of Central and Eastern European firms. 2015. stránky 148-172. ISSN 1566-0141.
- [64] RIYA Sureka, SATISH Kumar, SISIRA Colombage, MOHAMMAD Zoynul Abedin. Five decades of research on capital budgeting – A systematic review and future research agenda. *Research in International Business and Finance*, 2022. Sv. 60. ISSN 0275-5319
- [65] WNUK-PEL, Tomasz. The Practice and Factors Determining the Selection of Capital Budgeting Methods – Evidence from the Field. 2014. 156. ISSN 1877-0428. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.11.250> .
- [66] ASHBY Michael F. *Materials and Sustainable Development*. Butterworth-Heinemann 2023. s 149-18. ISBN 9780323983617. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-98361-7.00007-5>.
- [67] SHAN Ren, YINGFENG Zhang, YANG Liu, TOMOHIKO Sakao, DONALD Huisingh, Cecilia M.V.B. Almeida. A comprehensive review of big data analytics throughout product lifecycle to support sustainable smart manufacturing: A framework, challenges and future research directions. *Journal of Cleaner Production*. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.025>.
- [68] ALBRIGHT S. Christian, WINSTON L. Wayne. *Business Analytics: Data Analysis & Decision Making*. 7, 2019. ISBN13: 978-0357109953.
- [69] KLEINOVÁ J. *Ekonomické hodnocení výrobních procesů*. Plzeň : Západočeská univerzita, 2005. 90 s. ISBN: 80-7043-364-7.
- [70] ZAMFIR, Mariana & MANEA, Marinela & IONESCU, Luiza. Return On Investment – Indicator for Measuring the Profitability of Invested Capital. *Valahian Journal of Economic Sciences*. 2016. 7 edition. DOI: 10.1515/vjes-2016-0010.
- [71] BENEŠ Lenka, Bod zvratu. [Cit. 2023-05-02]. [Online] Dostupné z: <https://beneslenka.webnode.cz/album/podnikova-ekonomika/bod-zvratu-001-jpg1/>

- [72] BRIGHAM Eugene F., EHRHARDT Michael C. Financial Management: Theory & Practice. 16, 2019. ISBN13: 978-1337902601
- [73] BOOBY, S Rauf. Chapter 6 Financial metrics and ratios: payback period, future value, present value, time value of money conversions. IRR, ROI, NPV, ROE, ROR, current ratio, acid test ratio, plant turnover ratio. Finance and Accounting for Energy Engineers. 2011, stránky 123-133. ISBN:9788770222884.
- [74] BREALEY, R.A., MYERS, S.C. and ALLEN, F.Principles of Corporate Finance. McGraw-Hill/Irwin, New York 2011.10. ISBN: 9780071314176.
- [75] SIZIBA Simiso, HALL John Henry. The evolution of the application of capital budgeting techniques in enterprises. Global Finance Journal. 47, 2021. ISSN: ISSN 1044-0283.
- [76] GONG Chi, YANG Xianghui, TAN Hongru, LU Xiaoye. Industrial Robots, Economic Growth, and Sustainable. Managing Sustainable Development: Technology, Modelling & Applications. 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15054590>.
- [77] HASSAN Soltan, KHALED Janada, MOHAMED Omar. FAQT-2: A customer-oriented method for MCDM with statistical verification applied to industrial robot selection, Expert Systems with Applications, Volume 226, 2023, 120106, ISSN 0957-4174, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120106>.
- [78] VIJAYAKUMAR S.R., SURESH P., SASIKUMAR K., PASUPATHI K., YUVARAJ T., VELMURUGAN D. Evaluation and selection of projects using hybrid MCDM technique under fuzzy environment based on financial factors, Materials Today: Proceedings, Volume 60, Part 3, 2022, Pages 1347-1352, ISSN 2214-7853, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.10.138>.
- [79] BARRAVECCHIA Federico, MASTROGIACOM Luca, FRANCESCHINI Fiorenzo. A general cost model to assess the implementation of collaborative.The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2023. DOI: 125:5247–5266. <https://doi.org/10.1007/s00170-023-10942-z>.
- [80] Landscheidt, Steffen & Kans, Mirka. Method for Assessing the Total Cost of Ownership of Industrial Robots. 57. Procedia CIRP, 2016. stránky 746-751. DOI: 10.1016/j.procir.2016.11.129.
- [81] Automate.org. Calculator, ROI Robot System Value. [Online] [Cit: 2022-12-11]. Dostupné z: <https://www.automate.org/robotics-roi-calculator>.
- [82] T.I.E. Return On Investment. 2023. [Online] [Cit: 2022-12-11]. Dostupné z: <https://www.robots.com/roi>.
- [83] Appliedc.com. Robotics ROI Calculator. [Online] [Cit: 2022-12-11]. Dostupné z: <https://www.appliedc.com/robotics-roi-calculator/>.
- [84] MSI TEC. The Robot ROI Calculator. [Online] [Cit: 2022-12-11]. Dostupné z: <https://www.msitec.com/robot-roi-calculator/>.
- [85] Yakawa Partners. Robotic Welding System ROI Calculator. [Online] [cit. 2021-10-04]. Dostupné z: <https://www.yaskawapartners.com/robotic-system-savings-calculator/>.
- [86] BOGERS, Marcel & HADAR, Ronen & BILBERG, Arne. Additive manufacturing for consumer-centric business models: Implications for supply chains in consumer goods

- manufacturing. Technological Forecasting and Social Change. 2015. 102. 10.1016/j.techfore.2015.07.
- [87] MOURTZIS Dimitris, DOUKAS Michalis, PSAROMMATIS Foivos. A multi-criteria evaluation of centralized and decentralized production networks in a highly customer-driven environment. CIRP Annals. 2012. Volume 61, Issue 1. s.427-430. ISSN 0007-8506.
- [88] MOEUF A., PELLERIN R., LAMOURI S., TAMAYO-GIRALDO S. & BARBARAY R. The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0. International Journal of Production Research. 2018. s.1118-1136. DOI: 10.1080/00207543.2017.1372647.
- [89] WILLIE Tan. Research Methods: A Practical Guide For Students And Researchers. WSPC, 2017. ISBN13: 978-9813229617.
- [90] KRUSENVIK Linnéa. Using Case Studies as a Scientific Method: Advantages and Disadvantages. Digitala Vetenskapliga Arkivet, 2016. OAI:DiVA.org:hh-32625
- [91] MISHRA Shanti Bhushan & ALOK Shashi. HANDBOOK OF RESEARCH METHODOLOGY. Educreation. ISBN: 978-1-5457-0340-3, 2017.
- [92] ŽENÍŠEK, D. BROUM, T. Factors Affecting The Production Cost Function Of Assembly Lines In Relation To The Level Of Automation In Context Of Industry 4.0. . [editor] Seville: International Business Information Management Association (IBIMA). Proceedings of the 35th International Business Information Management Association Conference, 2020. stránky 18229-18239. ISBN: 978-0-9998551-4-0
- [93] GITMAN J. Chad, ZUTTER J. Lawrence. Principles of Managerial Finance. Boston: Pearson, 2012. stránky 419-420. Sv. 11th ed. ISBN-13: 978-0132554350.
- [94] DAMODARAN Aswath. Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset. Wiley. 2012. 3. ISBN-13: 978-1118011522.
- [95] KAUFMAN Leonard, ROUSSEEUW Peter J. FINDING Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis. 1. Wiley-Interscience. ISBN-13: 978-0471735786, 2005.
- [96] SRIKANT Datar, MADHAV Rajan. Horngren's Cost Accounting: A Managerial Emphasis. 2017. Sv. 16th Edition. ISBN-13: 978-0134475585.
- [97] INTERNATIONAL STANDARD ON AUDITING 320. 2009. [Online] [cit: 2023-03-04]. Dostupné z: https://www.ifac.org/_flysystem/azure-private/publications/files/A019%202012%20IAASB%20Handbook%20ISA%20320.pdf.
- [98] VORHIES J. Brady. The New Importance of Materiality. Journal of Accountancy. 2005. [Online] [cit: 2023-03-04]. <https://www.journalofaccountancy.com/issues/2005/may/thenewimportanceofmateriality.html>.
- [99] JOHNSON, Steven D. The 5% Rule and Materiality. Journal of Accountancy. 2005. [Online] [Citace: 21. 6 2023.] <https://www.journalofaccountancy.com/issues/2005/aug/the5ruleandmateriality.html#:~:text=GAAP%20materiality%20is%20defined%20by,is%20widely%20used%20in%20practice.>
- [100] KORYTÁROVÁ, Jana, FRIDRICH Jaroslav a PUCHÝŘ Bohumil. Ekonomika investic. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2002. ISBN 80-214-2089-8. (CS).

- [101] IPSOS pro AMSP. ROBOTIZACE V MALÝCH A STŘEDNÍCH PODNICÍCH: Závěrečná zpráva. 2022. AMSP. [Online] [Cit. 2023-05-15]. Dostupné z: https://amsp.cz/wp-content/uploads/2022/04/IPSOS-pro-AMSP_Robotizace-v-MSP_FINAL.pdf.
- [102] Český statistický úřad. Inflace Spotřebitelské Ceny. czso.cz. [Online] [Cit. 2023-05-15]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/inflace_spotrebitelske_ceny.

Publikační činnost autora

- [1] ŽENÍŠEK, D. BROUM, T. Factors Affecting The Production Cost Function Of Assembly Lines In Relation To The Level Of Automation In Context Of Industry 4.0. In Proceedings of the 35th International Business Information Management Association Conference. Seville: International Business Information Management Association (IBIMA), 2020. s. 18229-18239. ISBN: 978-0-9998551-4-0
- [2] ŽENÍŠEK, D. ŠIMON, M. Multikriteriální rozhodování při robotizaci pracoviště. In Průmyslové inženýrství 2021: Mezinárodní studentská vědecká konference. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2021. s. 271-277. ISBN: 978-80-261-0792-7
- [3] POÓR, P. ŽENÍŠEK, D. BASL, J. Historical Overview of Maintenance Management Strategies: Development from Breakdown Maintenance to Predictive Maintenance in Accordance with Four Industrial Revolutions. In Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. Plzeň: IEOM Society International, 2019. s. 495-504. ISBN: 978-1-5323-5949-1 , ISSN: 2169-8767
- [4] POÓR, P. BASL, J. ŽENÍŠEK, D. Assessing the predictive maintenance readiness of enterprises in West Bohemian region. In Procedia Manufacturing. Netherlands: Elsevier BV, 2020. s. 422-428. ISBN: neuvedeno , ISSN: 2351-9789
- [5] ŽENÍŠEK, D. BROUM, T. Trends of Robotization in the Context of Industry 4.0. In Proceedings of the XXIV. International Scientific Conference TIABP. Košice: Technická univerzita v Košiciach, 2021. s. 102-108. ISBN: 978-80-553-3835-4
- [6] ŽENÍŠEK, D. ŠIMON, M. Změna procesu tvorby údržbové dokumentace dle Reliability-Centered Maintenance. In Průmyslové inženýrství 2018. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2018. s. 143-150. ISBN: 978-80-261-0802-3
- [7] ŽENÍŠEK, D. BROUM, T. Návrhovatelnost průmyslové robotizace. In Průmyslové inženýrství 2021: Mezinárodní studentská vědecká konference. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2021. s. 263-270. ISBN: 978-80-261-0792-7
- [8] POÓR, P. BASL, J. ŽENÍŠEK, D. Predictive Maintenance 4.0 as next evolution step in industrial maintenance development. In Proceedings IEEE INTERNATIONAL RESEARCH CONFERENCE ON SMART COMPUTING AND SYSTEMS ENGINEERING (SCSE 2019). Colombo: Department of Industrial Management, Faculty of Science, University of Kelaniya, 2019. s. 245-253. ISBN: neuvedeno , ISSN: 2613-8662
- [9] ŽENÍŠEK, D. ŠIMON, M. BASL, J. POÓR, P. Údržba v Průmyslu 4.0 dnes. In Průmyslové inženýrství 2019: Mezinárodní studentská vědecká konference. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2019. s. 169-176. ISBN: 978-80-261-0894-8
- [10] POÓR, P. ŽENÍŠEK, D. BASL, J. RADICAL CHANGE IN MACHINERY MAINTENANCE – A MATURITY MODEL OF MAINTENANCE USING ELEMENTS OF INDUSTRY 4.0. In IDIMT-2019 Innovation and Transformation in a Digital World 27th Interdisciplinary Information Management Talks. Linz, Österreich: 2019 Gerhard Chroust,, 2019. s. 67-74. ISBN: 978-3-99062-590-3
- [11] ŽENÍŠEK, D. ŠIMON, M. Analýza poruch pomocí Power BI. In Průmyslové inženýrství 2020: Mezinárodní studentská vědecká konference. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2020. s. 230-236. ISBN: 978-80-261-0969-3

V publikačním procesu:

- [12] ŽENÍŠEK, D. ŠIMON, M. Implementation of Microsoft's PowerBI into Education. In 2022 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI). Las Vegas, NV, USA: IEEE, 2022.

Ve schvalovacím procesu:

- [13] ŽENÍŠEK, D. BROUM, M. ŠIMON, M. Payback Calculation Refinement of Industrial Robot Applications. MM Science Journal, 2023.

V rozepsaném stavu:

- [14] ŽENÍŠEK, D. BROUM, M. ŠIMON, M. Analysis of Factors Influencing Capital Budgeting of Robotisation of Non-Bottleneck Processes in Industrial Companies
- [15] ŽENÍŠEK, D. BROUM, M. ŠIMON, M. Klíčové ekonomické faktory ovlivňující návratnost robotizace v průmyslových podnicích. In Průmyslové inženýrství 2023: Mezinárodní studentská vědecká konference. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni 2023.

Seznam příloh

PŘÍLOHA A

PŘÍLOHA B

PŘÍLOHA C

PŘÍLOHA D

PŘÍLOHA E

PŘÍLOHA F

PŘÍLOHA G

PŘÍLOHA H

PŘÍLOHA I

PŘÍLOHA A

Případová studie 1

Charakteristika společnosti

Společnost se zabývá výrobou bílých spotřebičů, má cca 1500 zaměstnanců, kapitál kolem 1 200 milionů Kč.

Charakteristika pracoviště

Předmětem případové studie je balící proces na konci výrobní linky na pracovišti G6. Tento proces v současné době obstarávají tři zaměstnanci, v třisměnném provozu, kteří mají na starosti přebrání vyrobeného produktu, naskenování, sestavení krabice a následné zabalení produktu do krabice, oštitkování krabice, zapáskování krabice (v některých případech z více stran) a posun krabice na odkládací místo, odkud pomocí ramene s přísavkami nakládají krabice na AGV vozík, který zabalený produkt odveze do skladu.

Komponenty současného pracoviště: poloautomatický páskovací stroj, dopravníky bez motorového pohonu, odkládací místo sestavené z dopravníků, rameno s přísavkami, AGV vozík.



Charakteristika robotizovaného pracoviště

Nově robotizované pracoviště bude vybaveno válečkovým dopravníkem s otočným mechanismem, automatickou páskovačkou a aplikátorem štítků, který vybaveno oploceným robotem, který pomocí přísavek přesune zabalený produkt na AGV vozík. Jelikož charakter procesu neumožňuje plnou automatizaci dovezení a zabalení produktu, bude možné ušetřit

pouze jednoho zaměstnance na směnu. Zbývající dva zaměstnanci musejí nadále obsluhovat některé činnosti procesu.

Cíl automatizace:

Cílem automatizace je minimalizovat lidské úkony v procesu.

Použitá metodika stanovení návratnosti a další požadavky

Podnik chtěl vypočítat staticky dobu návratnosti. Doba návratnosti by tedy neměla přesáhnout 4 roky.

Investiční náklady

Náklady na komponenty	Cena bez DPH v Kč
Robot Fanuc M710iCú45M	1 140 570 Kč
Robot opce (Ethernet/IP, DCS)	55 193 Kč
Páskovačka	524 400 Kč
Aplikátor štítků	650 000 Kč
Válečkový dopravník s otočným mechanismem	200 000 Kč
Řízení pracoviště PLC Omron + HMI Omron + světelné závory	300 000 Kč
Další součásti - čidla, sensory, bezp. Kliky, apod.	430 524 Kč
NÁKLADY NA KOMPONENTY CELKEM	3 300 687 Kč
Náklady na instalaci a zprovoznění	
Konstrukce	96 000 Kč
Elektro projekce	128 000 Kč
Mechanická práce včetně montáže na místě	168 000 Kč
Elektroinstalace	72 000 Kč
Programovací robot + PLC	160 000 Kč
NÁKLADY NA INSTALACI A ZPROVOZNĚNÍ CELKEM	624 000 Kč
INVESTIČNÍ NÁKLADY CELKEM	3 924 687 Kč

Provozní náklady a úspory

Původně stanovené provozní položky

Roční provozní náklady a úspory	Cena bez DPH v Kč
Náklady na energie	107 386 Kč
Náklady na provoz a údržbu	86 000 Kč
PROVOZNÍ NÁKLADY CELKEM	193 386 Kč
Roční úspora na mzdách	1 146 279 Kč
PROVOZNÍ ÚSPORY CELKEM	1 146 279 Kč
PROVOZNÍ SLOŽKA CELKEM	952 893 Kč

Nově stanovené provozní položky

Roční provozní náklady a úspory	Cena bez DPH v Kč
Náklady na energie	81 613 Kč
Náklady na provoz a údržbu	86 000 Kč
PROVOZNÍ NÁKLADY CELKEM	167 613 Kč
Roční úspora na mzdách	1 222 697 Kč
Úspora na vnitřních prostorech pro zaměstnance	2 310 Kč
Úspora na parkovišti	1 050 Kč
Úspora na úklidu	1 450 Kč
Úspora na spotřebě vody	5 130 Kč
Úspora na ošacení zaměstnanců	10 542 Kč
Úspora prostorů pro robota	2 980 Kč
PROVOZNÍ ÚSPORY CELKEM	1 246 159 Kč
PROVOZNÍ SLOŽKA CELKEM PŘED INFLACÍ	1 078 546 Kč
Meziroční inflace	2%
WACC	10%

Návratnost

Druh ukazatele	Statické ukazatele			Dynamické ukazatele		
Ukazatel	ROI	Čistý CF	PDN	IRR	NPV	DDN
Původní metodika	97,12%	-113 114 Kč	4,12	-1,16%	-904 144 Kč	5,58
Nová metodika	115,53%	609 565 Kč	3,48	5,97%	-339 896 Kč	4,46
Změna ukazatele?	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení
Diference	18,41%	722 679 Kč	-0,64	7,13%	564 248 Kč	-1,12
% Diference	18,96%	368,9%	-15,56 %	614,93%	62,41%	-20,09%
Doporučení – Původní metodika	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
Doporučení – Nová metodika	Ano	Ano	Ano	Ne	Ne	Ne
Změna v doporučení?	Ano	Ano	Ano	Ne	Ne	Ne

Výstupy

Dle prvotních požadavků a výpočtu vyšla prostá doba návratnosti na 4,12 roku, což je pro podnik nepřijatelné. Ovšem podrobnější výpočet provedený novou kalkulací vyšel na 3,5 roku, což je procentuální diference téměř 15%. Také ostatní statické ukazatele ukazují ve prospěch nové kalkulace. Podíváme-li se však na dynamické ukazatele, které berou v potaz časovou hodnotu peněz, nelze

PŘÍLOHA B

Případová studie 2

Charakteristika společnosti

Společnost se zabývá výrobou pokojových tepelných čerpadel, má cca 2300 zaměstnanců, kapitál kolem 1 860 milionů Kč.

Charakteristika pracoviště

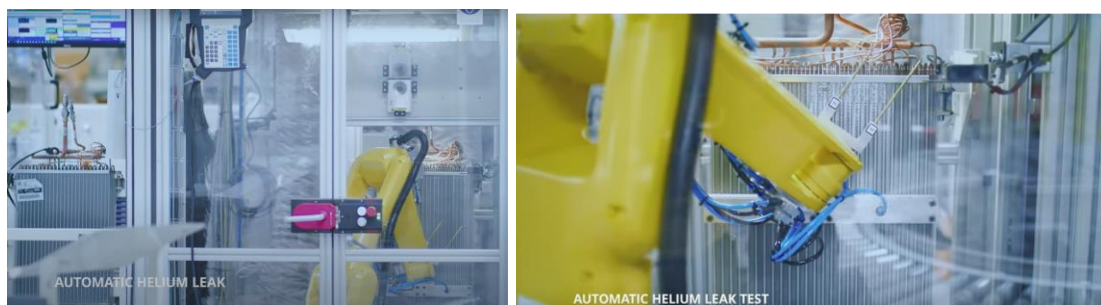
Na tomto pracovišti je vykonávána kontrola těsnosti spojů tepelných výměníků, kvůli úniku hélia, která probíhá pomocí čichacích sond. Tepelné výměníky mají 4 různé varianty, které obsahují až 50 pájených spojů a funkční části tvořené hliníkovými žebry, které je třeba otestovat. Pracoviště v současné době pracuje na tři směny a je obsluhováno jedním pracovníkem.

Jedná se o odvětrávanou kabinu, kam po dopravníku přijíždí postupně tepelné výměníky z předchozího pracoviště. Tam došlo k jejich natlakování a naplnění héliem. Operátor používá dvě sondy současně, dokáže tak detekovat více pájených spojů najednou za kratší čas.



Charakteristika robotizovaného pracoviště

Robotizované pracoviště zabírá stejný prostor, jako původní pracoviště, přičemž vzhledem k volbě nekolaborativního robota bude prostor ohrazen (respektive robot je zasazen do odvětrávané kabiny). Robot je osazen 3D kamerou a otočnou hlavicí s dvěma držáky sond – jednou na testování pájených spojů a jednou na testování velkých rovinných ploch (žebry). Dle provedených testů je robot přesnější v odhalování netěsností, než lidský pracovník.



Cíl automatizace:

Hlavním důvodem nasazení automatizace je snížení výrobních nákladů. Cílem robotizace je náhrada 100% činností operátora na pracovišti. Díky robotizaci by pracoviště bylo provozováno jen na dvě směny bez jakéhokoliv pracovníka.

Použitá metodika stanovení návratnosti a další požadavky

Požadavkem podniku bylo, že doba návratnosti nesmí překročit 2 roky, a že kvalita testování musí být stejná či vyšší, než u pracoviště s lidskou obsluhou. Ve výchozím výpočtu podnik počítal pouze s prostou dobou návratnosti. Požadavkem tedy bylo, aby PDN byla nižší či rovna 2 rokům. Jelikož podnik v této chvíli nebyl schopen stanovit úsporu na zmetcích, nebyla tato úspora ve výpočtu zohledněna.

Investiční náklady

Náklady na komponenty, práci a zprovoznění	Cena bez DPH v Kč
Robot Fanuc LR Mate 200, 3D kamera, konstrukce, material, PLC	1 110 000 Kč
Programování robotické části PLC	220 000 Kč
Výroba konstrukcí a montáže práce	300 000 Kč
NÁKLADY NA KOMPONENTY CELKEM	1 630 000 Kč
Náklady na instalaci a zprovoznění	
Uvedení do provozu, testování, ladění SW	150 000 Kč
Inženýring, dokumentace, doprava	220 000 Kč
NÁKLADY NA INSTALACI A ZPROVOZNĚNÍ CELKEM	370 000 Kč
INVESTIČNÍ NÁKLADY CELKEM	2 000 000 Kč

Provozní náklady a úspory

Původně stanovené

Roční provozní náklady a úspory	Cena bez DPH v Kč
Náklady na energie	62 642 Kč
Náklady na provoz a údržbu	75 000 Kč
Roční úspora na mzdách	1 447 200 Kč
PROVOZNÍ NÁKLADY CELKEM	137 642 Kč
PROVOZNÍ ÚSPORY CELKEM	1 447 200 Kč
PROVOZNÍ SLOŽKA CELKEM	1 309 558 Kč

Nová metodika

Roční provozní náklady a úspory	Cena bez DPH v Kč
Náklady na energie	51 993 Kč
Náklady na provoz a údržbu	75 000 Kč
Roční úspora na mzdách	1 543 680 Kč
Úspora na vnitřních prostorech pro zaměstnance	2 475 Kč
Úspora na parkovišti	1 200 Kč
Úspora na úklidu	1 450 Kč
Úspora na spotřebě vody	5 130 Kč
Úspora na ošacení zaměstnanců	10 542 Kč
Úspora prostorů pro robota	0 Kč
PROVOZNÍ NÁKLADY CELKEM	126 993 Kč
PROVOZNÍ ÚSPORY CELKEM	1 564 477 Kč
Provozní složka celkem před inflací	1 437 484 Kč
Meziroční inflace	2%
WACC	11%

Návratnost

Druh ukazatele	Statické ukazatele			Dynamické ukazatele		
Ukazatel	ROI	Čistý CF	PDN	IRR	NPV	DDN
Původní metodika	130,96%	619 117 Kč	1,53	20,03%	242 649 Kč	1,77
Nová metodika	148,09%	961 793 Kč	1,36	30,58%	534 761 Kč	1,56
Změna ukazatele?	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení
Diference	17,13%	342 676 Kč	-0,17	10,55%	292 112 Kč	-0,21
% Diference	13,08%	55,35%	-11,15%	52,67%	120,38%	-11,98%
Doporučení – Původní metodika	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Doporučení – Nová metodika	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Změna v doporučení	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne

Výstupy

Oba postupy stanovení návratnosti (původní s prostou dobou návratnosti 1,53 roku a nový s 1,36 roku) vedly ke splnění požadavku návratnosti do dvou let. Diference mezi výpočty je 11,15%. Investici lze doporučit na základě všech identifikovaných ukazatelů, ať už již dynamických či statických.

PŘÍLOHA C

Případová studie 3

Charakteristika společnosti

Společnost působí v oboru elektroniky, zdravotní techniky a strojírenství. V oboru elektroniky se podnik specializuje na osazování desek plošných spojů, ve zdravotní technice na přístroje pro neonatologii, ve strojírenství pak na výrobu nástrojů a městského mobiliáře. Roční obrát činí přes 25 mil. EUR a zaměstnává kolem 200 zaměstnanců.

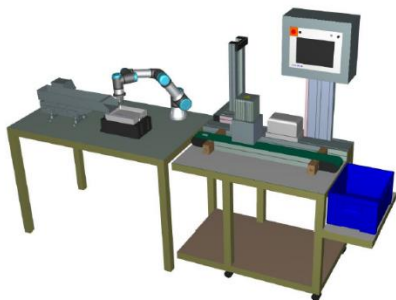
Charakteristika pracoviště

Jedná se o pracoviště laserového potisku, hlavní část tvoří laserová tiskárna doplněná pásovým dopravníkem umístěná na samostatném stole. V přední části se nachází přípravný stůl, na kterém operátor orientuje konektory do správné polohy. Celý proces potisku spočívá v postupném umisťování vhodně orientovaných konektorů na dopravník, po kterém jsou dovezeny k samotnému laseru, kde dochází k natisknutí kódu. Dále jsou konektory posouvány na konec dopravníku, kde spadnou do připraveného KLT boxu. Nejdůležitější je správné zorientování konektoru na vstupu, jelikož potisk musí být proveden pouze na jednu určitou stranu konektoru. Pracoviště je nastavené na tisk až 10 druhů konektorů o různé velikosti i tvaru. Na pracovišti momentálně pracuje 5 pracovníků v jedné směně.



Charakteristika robotizovaného pracoviště

Robotizované pracoviště by mělo být osazeno vibračním zásobníkem, kolaborativním robotem s vhodným gripperem a kamerovým systémem pro rozpoznání součástek. Aby byl splněn požadavek na potřebný takt, je třeba nasadit tři roboty, kteří by pracovali v třisměnném provozu, díky čemuž nahradí pět zaměstnanců z jedné směny.



Cíl automatizace:

Hlavním důvodem nasazení robotů je snížení výrobních nákladů.

Použitá metodika stanovení návratnosti a další požadavky

Podnik se pro vyhodnocení investice rozhodl použít statickou metodu doby návratnosti, ve které zohlednil vliv inflace na provozní náklady. Požadovaná doba návratnosti jsou 2 roky.

Investiční náklady

Náklady na komponenty, práci a zprovoznění	Cena bez DPH v Kč
Koboty UR3 a další komponenty	3 780 000 Kč
NÁKLADY NA KOMPONENTY CELKEM	3 780 000 Kč
Náklady na instalaci a zprovoznění	
Integrační náklady	720 000 Kč
NÁKLADY NA INSTALACI A ZPROVOZNĚNÍ CELKEM	720 000 Kč
INVESTIČNÍ NÁKLADY CELKEM	4 500 000 Kč

Provozní náklady a úspory

Původně stanovené

Roční provozní náklady a úspory	Cena bez DPH v Kč
Náklady na údržbu	195 000 Kč
Náklady na Energie	161 078 Kč
PROVOZNÍ NÁKLADY CELKEM	356 078 Kč
Roční úspora na mzdách	2 145 000 Kč
PROVOZNÍ ÚSPORY CELKEM	2 145 000 Kč
PROVOZNÍ SLOŽKA CELKEM	1 788 922 Kč
Meziroční inflace	2%

Nová metodika

Roční provozní náklady a úspory	Cena bez DPH v Kč
Náklady na energie	77 989 Kč
Náklady na provoz a údržbu	195 000 Kč
PROVOZNÍ NÁKLADY CELKEM	272 989 Kč
Roční úspora na mzdách	2 145 000 Kč
Úspora na vnitřních prostorech pro zaměstnance	11 550 Kč
Úspora na parkovišti	5 250 Kč
Úspora na úklidu	7 250 Kč
Úspora na spotřebě vody	8 475 Kč
Úspora na ošacení zaměstnanců	17 570 Kč
PROVOZNÍ ÚSPORY CELKEM	2 195 095 Kč
PROVOZNÍ SLOŽKA CELKEM PŘED INFLACÍ	1 922 106 Kč
Meziroční inflace	2%
WACC	11,5%

Návratnost

Druh ukazatele	Statické ukazatele			Dynamické ukazatele		
Ukazatel	ROI	Čistý CF	PDN	IRR	NPV	DDN
Původní metodika	81,91%	-814 106 Kč	2,44	-12,29%	-1 366 428 Kč	3,00
Nová metodika	88,01%	-539 692 Kč	2,26	-8,08%	-1 133 135 Kč	2,77
Zlepšení ukazatele?	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení
Diference	7,44%	274 414 Kč	-0,17	4,21%	233 293 Kč	-0,23
% Diference	6,10%	33,71%	-7,09%	34,26%	17,07%	-7,59%
Doporučení – Původní metodika	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
Doporučení – Nová metodika	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne
Změna v doporučení?	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne

Výstupy

Přestože nová, přesnější metodika snižuje dobu návratnosti, nelze projekt investice doporučit, jak pomocí statických ukazatelů, tak ani dynamických ukazatelů. Procentuální diference je v případě prosté doby návratnosti 7,09%.

PŘÍLOHA D

Případová studie 4

Charakteristika společnosti

Společnost se zabývá výrobou součástek pro automobilový průmysl. Mezi její portfolio patří například ovládací panely do automobilů, senzory či detekční kamery. Ve dvou výrobních závodech zaměstnává na 1300 zaměstnanců.

Charakteristika pracoviště

Pracoviště se zabývá balením ovládacích panelů stahování oken. Činnosti zahrnují přípravu krabice (vlození kartonové mřížky a prokladu) do bedny, přesun výrobků do krabice ze zásobníku, štítkování, zavření a olepení krabice. Na třisměnném provozu zde pracuje vždy jeden zaměstnanec.



Charakteristika robotizovaného pracoviště

Vzhledem k tomu, že při analýze procesu bylo zjištěno, že posledních 5,5% činností nelze efektivně automatizovat, byl zvolen kolaborativní robot osazený dvěma kamerami a pneumatickým koncovým efektoem, který vyřídí činnosti od přípravy krabice po její naplnění. Činnosti zavření a olepení krabice byly přesunuty na následující pracoviště, které se i po přidání těchto činností vešlo do taktu linky.

Cíl automatizace:

Hlavním důvodem nasazení automatizace je úspora operátorů na pracovištích a snížení výrobních nákladů.

Použitá metodika stanovení návratnosti a další požadavky

Podnik chtěl vypočítat staticky dobu návratnosti. Přičemž, jelikož byl podnik dceřinou společností Francouzské matky, počítá podnik se standardní mzdou francouzského pracovníka (1 mil. Kč/rok), což je téměř dvojnásobek reálné výše mzdových nákladů na pracovníka v české pobočce. To výrazně zkresluje návratnost.

Požadavkem podniku je, že doba návratnosti nesmí překročit 2 roky. Ve výchozím výpočtu se podnik rozhodl počítat pouze s prostou dobou návratnosti. Požadavkem tedy bylo, aby PDN bylo nižší či rovno 2 roky.

Investiční náklady

Náklady na komponenty, práci a zprovoznění	Cena bez DPH v Kč
Kobot UR10 včetně podstavce	850 000 Kč
Kamera keyence pro navigaci koncového efektoru	400 000 Kč
Kamera Keyence pro kontrolu kusů	600 000 Kč
Pneumatický koncový efektor	150 000 Kč
NÁKLADY NA KOMPONENTY CELKEM	2 000 000 Kč
Náklady na instalaci a zprovoznění	
Software a programování	200 000 Kč
Implementace a další vybavení	400 000 Kč
NÁKLADY NA INSTALACI A ZPROVOZNĚNÍ CELKEM	600 000 Kč
INVESTIČNÍ NÁKLADY CELKEM	2 600 000 Kč

Provozní náklady a úspory

Původně stanovené

Roční provozní náklady a úspory	Cena bez DPH v Kč
PROVOZNÍ NÁKLADY CELKEM	-
Roční úspora na mzdách	3 000 000 Kč
PROVOZNÍ ÚSPORY CELKEM	3 000 000 Kč
PROVOZNÍ SLOŽKA CELKEM	3 000 000 Kč

Nová metodika

Roční provozní náklady a úspory	Cena bez DPH v Kč
Náklady na energie	80 217 Kč
Náklady na provoz a údržbu	75 000 Kč
PROVOZNÍ NÁKLADY CELKEM	155 217 Kč
Roční úspora na mzdách	1 543 680 Kč
Úspora na vnitřních prostorech pro zaměstnance	1 733 Kč
Úspora na parkovišti	
Úspora na úklidu	1 875 Kč
Úspora na spotřebě vody	5 085 Kč
Úspora na ošacení zaměstnanců	10 542 Kč
Úspora prostorů pro robota	0 Kč
PROVOZNÍ ÚSPORY CELKEM	1 562 915 Kč
PROVOZNÍ SLOŽKA CELKEM PŘED INFLACÍ	1 407 697 Kč
Meziroční inflace	2%
WACC	14%

Návratnost

Druh ukazatele	Statické ukazatele			Dynamické ukazatele		
Ukazatel	ROI	Čistý CF	PDN	IRR	NPV	DDN
Původní metodika	230,77%	3 400 000 Kč	0,87	79,62%	2 339 982 Kč	0,99
Nová metodika	111,55%	300 420 Kč	1,79	2,47%	-213 543 Kč	2,21
Změna ukazatele?	Zhoršení	Zhoršení	Zhoršení	Zhoršení	Zhoršení	Zhoršení
Diference	-119,21%	-3 099 580 Kč	0,93	-77,15%	-2 553 525 Kč	1,22
% Diference	-51,66%	-91,16%	107,10%	-96,90%	-109,13%	123,86%
Doporučení – Původní metodika	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Doporučení – Nová metodika	Ano	Ano	Ano	Ne	Ne	Ne
Změna v doporučení?	Ne	Ne	Ne	Ano	Ano	Ano

Výstupy

Investici lze, dle statických ukazatelů doporučit jak na základě původní, tak na základě nové metodiky. Pokud se však podíváme na dynamické ukazatele, nelze již na základě nové metodiky investici doporučit. Významným rozdílem je stanovení složky mezd, kdy při výchozím rozhodování společnost počítala s průměrnou mzdou zaměstnance francouzské pobočky, namísto mzdou zaměstnance české pobočky.

PŘÍLOHA E

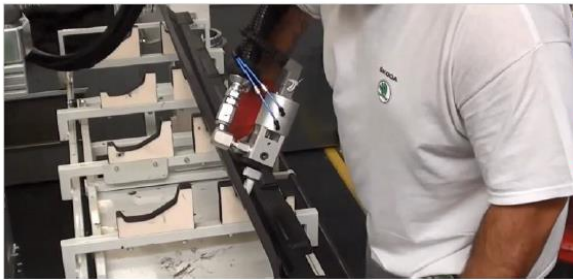
Případová studie 5

Charakteristika společnosti

Společnost se zabývá výrobou automobilů. Zaměstnává kolem 34 000 zaměstnanců v ČR a její tržby činí 15,2 miliardy eur ročně.

Charakteristika pracoviště

Na stanovišti na lince dochází k nanesení lepidla, nalepení lišty a následné namáčknutí lišty do protikusu. Pracoviště obsluhuje celkem 6 zaměstnanců na třísměnném provozu.



Charakteristika robotizovaného pracoviště

Robotizované pracoviště obsahuje Kobota Fanuc CR-35iA s plasmovacím nástrojem a nanášecem lepidla. Pracoviště obsluhují celkem tři zaměstnanci na třísměnném provozu, dojde tedy k úspoře jednoho zaměstnance na směnu.



Cíl automatizace:

Hlavním důvodem nasazení automatizace je snížení výrobních nákladů, zvýšení kvality nanesení lepidla a snížení spotřeby primeru.

Použitá metodika stanovení návratnosti a další požadavky

Podnik pro vyhodnocení investice sleduje diskontovanou dobu návratnosti, IRR a NPV. Podnik požaduje diskontovanou dobu návratnosti 2 roky a minimální výnosnost investice 12% a inflace jsou 3% meziročně.

Investiční náklady

Náklady na komponenty, práci a zprovoznění	Cena bez DPH v Kč
Fanuc CR-35iA	1 837 500 Kč
Ostatní náklady spojené s pořízením	830 000 Kč
INVESTIČNÍ NÁKLADY CELKEM	2 667 500 Kč

Provozní náklady a úspory

Původně stanovené

Roční provozní náklady a úspory	Cena bez DPH v Kč
Náklady na energie	80 217 Kč
Náklady na provoz a údržbu	85 000 Kč
PROVOZNÍ NÁKLADY CELKEM	165 217 Kč
Roční úspora na mzdách	1 736 640 Kč
PROVOZNÍ ÚSPORY CELKEM	1 736 640 Kč
PROVOZNÍ SLOŽKA CELKEM	1 571 423 Kč

Nová metodika

Roční provozní náklady a úspory	Cena bez DPH v Kč
Náklady na energie	80 217 Kč
Náklady na provoz a údržbu	75 000 Kč
PROVOZNÍ NÁKLADY CELKEM	155 217 Kč
Roční úspora na mzdách	1 852 416 Kč
Úspora na vnitřních prostorech pro zaměstnance	2 772 Kč
Úspora na parkovišti	1 418 Kč
Úspora na úklidu	1 885 Kč
Úspora na spotřebě vody	5 085 Kč
Úspora na ošacení zaměstnanců	10 542 Kč
Úspora prostorů pro robota	0 Kč
PROVOZNÍ ÚSPORY CELKEM	1 874 118 Kč
PROVOZNÍ SLOŽKA CELKEM PŘED INFLACÍ	1 718 900 Kč
Meziroční inflace	3%
WACC	13,75%

Návratnost

Druh ukazatele	Statické ukazatele			Dynamické ukazatele		
	ROI	Čistý CF	PDN	IRR	NPV	DDN
Původní metodika	123,17%	618 188 Kč	1,60	15,02%	43 856 Kč	1,97
Nová metodika	134,73%	926 549 Kč	1,49	22,28%	298 316 Kč	1,77
Změna ukazatele?	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení
Diference	9,38%	308 361 Kč	-0,11	7,26%	254 460 Kč	-0,20
% Diference	11,56%	49,88%	-6,76%	48,34%	580,21%	-10,16%
Doporučení – Původní metodika	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Doporučení – Nová metodika	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Změna v doporučení?	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne

Výstupy

Investici lze na základě obou metodik doporučit, avšak sledované ukazatele dle dynamické metodiky se významně liší, například u diskontované doby návratnosti o 10%.

PŘÍLOHA F

Případová studie 6

Charakteristika společnosti

Společnost se zabývá výrobou součástek pro automobilový průmysl. Mezi jejich portfolio patří například klimatizační jednotky a přední masky automobilů. Ve dvou výrobních závodech zaměstnává na 240 zaměstnanců.

Charakteristika pracoviště

Pracoviště se zabývá balením ovládacích panelů klimatizačních jednotek. Proces zahrnuje přípravu krabice, odebrání výrobku z dopravníku, načtení výrobku a jeho uložení do vratného a štítkování. Na třisměnném provozu zde pracuje vždy jeden zaměstnanec.



Charakteristika robotizovaného pracoviště

Vzhledem k charakteru pracoviště byl zvolen kolaborativní robot osazený kamerou pro navigaci koncového efektoru a pneumatickým koncovým efektozem. Po robotizaci zde nebude třeba žádného zaměstnance, robot bude pracovat nadále v třisměnném provozu.

Cíl automatizace:

Hlavním důvodem nasazení automatizace je úspora operátorů na pracovišti a snížení výrobních nákladů.

Použitá metodika stanovení návratnosti a další požadavky

Podnik se pro vyhodnocení investice rozhodl použít diskontovanou dobu návratnosti 2 let a dále sledoval IRR a NPV, přičemž minimální požadovaná výnosová míra investice byla stanovena na 12%. Inflaci však ve výchozím výpočtu neuvažoval.

Náklady a úspory

Investiční náklady

Náklady na komponenty, práci a zprovoznění	Cena bez DPH v Kč
Kobot UR10 včetně podstavce	850 000 Kč
Kamera keyence pro navigaci koncového efektor	400 000 Kč
Pneumatický koncový efektor	150 000 Kč
NÁKLADY NA KOMPONENTY CELKEM	1 400 000 Kč
Software a programování	200 000 Kč
Implementace a další vybavení	300 000 Kč
NÁKLADY NA INSTALACI A ZPROVOZNĚNÍ CELKEM	500 000 Kč
INVESTIČNÍ NÁKLADY CELKEM	1 900 000 Kč

Provozní náklady a úspory

Původně stanovené

Roční provozní náklady a úspory	Cena bez DPH v Kč
Energie náklady	50 000 Kč
PROVOZNÍ NÁKLADY CELKEM	50 000 Kč
Roční úspora na mzdách	1 350 720 Kč
PROVOZNÍ ÚSPORY CELKEM	1 350 720 Kč
PROVOZNÍ SLOŽKA CELKEM	1 300 720 Kč

Nová metodika

Roční provozní náklady a úspory	Cena bez DPH v Kč
Náklady na energie	73 532 Kč
Náklady na provoz a údržbu	42 500 Kč
PROVOZNÍ NÁKLADY CELKEM	116 032 Kč
Roční úspora na mzdách	1 440 768 Kč
Úspora na vnitřních prostorech pro zaměstnance	2 657 Kč
Úspora na parkovišti	1 313 Kč
Úspora na úklidu	2 175 Kč
Úspora na spotřebě vody	5 085 Kč
Úspora na ošacení zaměstnanců	10 542 Kč
Úspora prostorů pro robota	0 Kč
PROVOZNÍ ÚSPORY CELKEM	1 462 539 Kč
PROVOZNÍ SLOŽKA CELKEM PŘED INFLACÍ	1 346 507 Kč
Meziroční inflace	2%
WACC	12%

Návratnost

Druh ukazatele	Statické ukazatele			Dynamické ukazatele		
	ROI	Čistý CF	PDN	IRR	NPV	DDN
Původní metodika	136,92%	701 440 Kč	1,46	23,77%	298 283 Kč	1,71
Nová metodika	146,02%	874 342 Kč	1,38	29,31%	443 076 Kč	1,60
Změna ukazatele?	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení	Zlepšení
Diference	9,10%	172 902 Kč	-0,08	5,54%	144 793 Kč	-0,11
% Diference	6,65%	24,65%	-5,81%	23,31%	48,54%	-6,37%
Doporučení – Původní metodika	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Doporučení - Nová metodika	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
Změna v doporučení?	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne

Výstupy

Implementaci robotizace lze doporučit jak na základě původní, tak na základě nové metodiky, přičemž výpočet dle nové metodiky zlepšuje všechny ukazatele návratnosti. Klíčová doba diskontovaná doba návratnosti se zde zlepšila o 6,37%.

PŘÍLOHA G

Dotazník zjistitelnosti nákladů

Poskytněte prosím zpětnou vazbu k tomu, jak přesně a snadno vyčíslitelné jsou následující složky (v Kč). Použijte škálu hodnocení:

- 1) Neodhadnutelné (údaj si netroufneme ani odhadnout)
- 2) Obtížně odhadnutelné (údaj lze odhadnout, ale spolehlivost a přesnost nejsou příliš velké)
- 3) Odhadnutelné (údaj lze o něco přesněji odhadnout a je dobrá šance, že se bude blížit realitě)
- 4) Stanovitelné (hodnotu dovedeme poměrně reálně odhadnout a odhad i podložit čísly).
- 5) Přesně stanovitelné (hodnotu dovedeme poměrně spolehlivě vyčíslit).

-
1. Cena komponent (vycházejte z toho, že dodavatel robotického řešení je schopný vám dodat své odhady a potřebné informace)
 2. Náklady spojené s pořízením a instalací (vycházejte z toho, že dodavatel robotického řešení je schopný vám dodat své odhady a potřebné informace)
 3. Náklady na údržbu a provoz (vycházejte z toho, že dodavatel robotického řešení je schopný vám dodat své odhady a potřebné informace)
 4. Náklady na energie (vycházejte z toho, že dodavatel robotického řešení je schopný vám dodat své odhady a parametry)
 5. Mzdové úspory
 6. Ostatní úspory a náklady, spadají sem:
 - Úspora na vnitřních prostorech pro zaměstnance
 - Úspora na parkovišti
 - Úspora na úklidu
 - Úspora na spotřebě vody
 - Úspora na ošacení zaměstnanců
 - Další méně významné náklady a úspory nespádající do předchozích bodů.
 7. Inflace
 8. WACC – vážený průměr nákladů kapitálu

Vyhodnocení dotazníku:

Firma/ Otázka	Komponenty	Instalace a zprovoznění	Údržba a provoz	Energie	Mzdy	Ostatní	Inflace	WACC
1	5	5	4	4	5	2	3	4
2	5	5	5	4	5	1	4	2
3	5	5	4	4	4	1	4	4
4	5	5	4	5	5	1	3	4
5	5	5	5	5	5	3	4	5
6	5	5	4	4	5	2	4	5
Průměr	5	5	4,3	4,3	4,8	1,7	3,7	4

PŘÍLOHA H

Kalkulátor Association for Advancing Automation (A3) – automate.org

Robot System ROI Calculator

Total System Cost

Total Proposed Robot System Price:

of Robots in Proposed System:

Operational Costs

CURRENT PROCESS		ROBOTIC SOLUTION	
# of Workers/Shift	<input type="text" value="xxx"/>	# of Robot Operators/Shift	<input type="text" value="xxx"/>
# of Shifts/Day	<input type="text" value="#"/>	# of Shifts/Day	<input type="text" value="#"/>
Total Operators	<input type="text"/>	Total Operators	<input type="text"/>
Annual Employee Compensation <small>* Include Estimated Benefits</small>	<input type="text" value="\$###,###.##"/>	Annual Employee Compensation <small>* Include Estimated Benefits</small>	<input type="text" value="\$###,###.##"/>
Total Labor Cost	<input type="text" value="\$###,###.##"/>	Total Labor Cost	<input type="text" value="\$###,###.##"/>
		Estimated Electrical Cost of Proposed System @\$0.50/hr	<input type="text" value="\$###,###.##"/>

Estimated Return On Investment

0 M	\$0
Break Even Point In Months	Net Cost Savings
1st Year Return: \$###,###.##	5 Year Return: \$###,###.##

PŘÍLOHA I

T.I.E. Industrial – robots.com

Current Process

Welders / Shift*

Shifts / Day*

Annual Labor Costs PER OPERATOR*

\$0

Robot System Usage

People Retained to Operate System (Per Shift)*

System Usage: Shifts / Day*

Other Estimated Annual Costs

\$0

System Savings Goals

Target Payback in Months*

Target Throughput Gain (% per shift)

Est. Annual Scrap & Rework Savings

\$0

Est. Annual Material Cost Savings

\$0

Other Annual Cost Savings

\$0