



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU V OBLASTI AUTOMATIZACE A ROBOTIZACE NEVÝROBNÍCH PROCESŮ

PRESENT STAY IN AUTOMATION AND ROBOTIZATION OF NONPRODUCTION
PROCESSES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Pavel Hrdinka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Radek Knoflíček, Dr.

BRNO 2017

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Student:	Pavel Hrdinka
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce:	doc. Ing. Radek Knoflíček, Dr.
Akademický rok:	2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Zhodnocení současného stavu v oblasti automatizace a robotizace nevýrobních procesů

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Záměrem je vypracovat rešerši všech doposud známých typů robotů a manipulátorů (a to jak stacionárních, tak i mobilních) a jejich aplikací, které se používají v tzv. servisních činnostech. Třídění robotů a manipulátorů podle charakteristických znaků konstrukce (morfologie) a podle oblastí použití (aplikace) je dalším cílem. Shrnutí současného stavu ve výše uvedené oblasti musí ukončovat vlastní vyhodnocení (závěr) a zamyšlení se vývojovými trendy v této oblasti techniky. K práci využijte mimo jiné zdroje i internetové odkazy na výrobce průmyslových robotů v EU a dostupné firemní materiály výrobců robotů a manipulátorů v EU a mimo EU.

Cíle bakalářské práce:

1. Úvod do problematiky a vymezení (definice) interdisciplinárních pojmů, jako jsou: automatizace, robotizace, robot, kinematická struktura robotů, vztah člověk – samočinný stroj.
2. Základní atributy člověka jako inovativního tvůrce a uživatele robotů ve vztahu k samočinně pracující technice v jeho okolním prostředí.
3. Přehled současného stavu v oblasti tzv. servisní robotiky.
4. Příklady konstrukcí a aplikací (výběr nejzajímavějších z realizovaných).
5. Závěr a vyhodnocení téma (technicko-filozofická úvaha nad vývojovými trendy).

Seznam literatury:

SHIGLEY, Joseph Edward, Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS, VLK, Miloš (ed.).
Konstruování strojních součástí. Přeložil Martin HARTL. V Brně: VUTIUM, 2010. Překlady
vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-2629-0.

MAREK, Jiří. Konstrukce CNC obráběcích strojů III. Praha: MM publishing, s.r.o., 2014. MM speciál. ISBN 978-80-260-6780-1.

SKAŘUPA, Jiří, Vladimír MOSTÝN. Metody a prostředky návrhu průmyslových a servisních robotů. VIENALA Košice, 2002. ISBN 80-88922-55-0.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17.

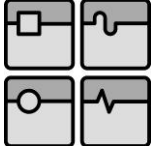
V Brně, dne 4. 11. 2016



doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
ředitel ústavu



doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 5
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá zhodnocením současného stavu v oblasti servisní robotiky. Práce je vypracována formou rešeršního průzkumu za pomoci firemních prospektů, odborné literatury a internetových zdrojů. V rámci sběru informací pro bakalářskou práci byl navštíven mezinárodní strojírenský veletrh v Brně a jeho přínos je popsán ve vyhrazené kapitole. Je zkoumán vztah člověka k robotu pomocí dotazníku a literárních děl. Servisní robotika je nápomocná lidskému druhu v každodenním životě a přináší široké možnosti využití. Byly popsány konkrétní možnosti aplikací a použití v jednotlivých aplikačních oblastech. V závěrečné části je popsán směr současného výzkumu a vývoje robotiky.

Klíčová slova

Robot, servisní robot, robotika, servisní činnost, automatizace, servisní úloha, umělá inteligence

ABSTRACT





The bachelor thesis deals with the evaluation of the current state in the area of service robotics. The work is done in the form of a research survey using the company prospectuses, professional literature and internet sources. As part of the collection of information for the bachelor's thesis, an international engineering fair in Brno was visited and its contribution is described in a dedicated chapter. The human relationship to the robot is investigated using the questionnaire and literary works. The service robotics is useful for the human kind in daily life and brings a wide range of usage. There were described specific application capabilities and the use in different application areas. The final section describes the direction of the current research and development of robotics.

Keywords

Robot, service robot, robotics, service function, automatisisation, service task, artificial intelligence

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HRDINKA, P. *Zhodnocení současného stavu v oblasti automatizace a robotizace nevýrobních procesů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2017. 55 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Radek Knoflíček, Dr.

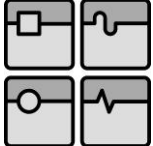
Str. 6	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	 
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	 

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Zhodnocení současného stavu v oblasti automatizace a robotizace nevýrobních procesů** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.





Datum

Pavel Hrdinka

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 7
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

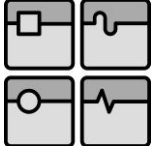
PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji vedoucímu bakalářské práce, kterým byl doc. Ing. Radek Knoflíček, Dr.
Děkuji za odborné vedení, cenné rady a vstřícný přístup při vypracování práce.





Str. 8	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	 
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	 

OBSAH

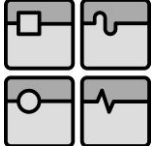
ABSTRAKT	5
PROHLÁŠENÍ	6
PODĚKOVÁNÍ	7
OBSAH	8
ÚVOD	11
1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY A VYMEZENÍ POJMŮ	12
1.1 Vztah člověk – samočinný stroj.....	12
1.2 Vymezení interdisciplinárních pojmů	12
1.2.1 Kinematická struktura robotů	12
1.2.2 Kinematické dvojice.....	13
1.2.3 Robot	14
1.2.4 Robotika	14
1.2.5 Robotechnika	15
1.2.6 Manipulační schopnost.....	15
1.2.7 Autonomnost.....	15
1.2.8 Autonomní robot	15
1.2.9 Integrovanost	15
1.2.10 Průmyslový robot.....	15
1.2.11 Servisní robot.....	16
1.2.12 Osobní robot	17
1.2.13 Servisní činnost	17
1.2.14 Mobilní servisní roboty	18
1.2.15 Servisní úloha.....	18
1.2.16 Samočinný stroj.....	18
1.2.17 Koncový efektor.....	18
1.2.18 Smart factory.....	18
1.2.19 Umělá inteligence.....	18
1.2.20 Fuzzy logika.....	18
1.2.21 Automatizace	18
1.2.22 Mechanizace	19
1.2.23 Robotizace	19
2 VZTAH ČLOVĚKA K TECHNICE	20
2.1 Uvedení dotazníku	20
2.2 Dotazník	20
2.2.1 Cíle dotazníku	20
2.2.2 Zadání dotazníku.....	20

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 9
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

2.2.3	Vyhodnocení dotazníku.....	23
2.2.4	Vyhodnocení odpovědí dotazníku	28
2.2.5	Závěr a zdůvodnění dotazníku.....	29
2.3	Literatura a kinematografie	29
2.3.1	Rossumovi universální roboti – Karel Čapek.....	29
2.3.2	Automatizace a společnost – Samuel Lilley.....	29
2.3.3	Modern times – Charlie Chaplin.....	30
2.3.4	Short Circuit – John Badham	31
2.3.5	I robot – Mickey Zucker.....	31
2.3.6	Závěr části věnované literatuře a kinematografii.....	33
3	KATEGORIZACE ROBOTICKÝCH ZAŘÍZENÍ	34
3.1	Potenciál a aplikace servisních robotů.....	35
3.2	Rozdělení a současný přehled SR.....	37
3.2.1	Aplikace servisní robotiky v sektoru vojenství a bezpečnosti.....	38
3.2.2	Aplikace servisní robotiky ve službách pro domácnost.....	39
3.2.3	Aplikace servisní robotiky pro lesnictví a zemědělství.....	40
3.2.4	Aplikace servisní robotiky ve zdravotnictví a pro sociální péči.....	41
3.2.5	Aplikace servisní robotiky ve službách pro energetiku	42
4	PŘÍKLADY KONSTRUKCÍ A APLIKACÍ SERVISNÍ ROBOTIKY	44
4.1	Návštěva mezinárodního strojírenského veletrhu 2016 v Brně.....	44
4.1.1	Osobní pohled na mezinárodní strojírenský veletrh	44
4.1.2	Dánská společnost UNIVERSAL ROBOTS.....	44
4.1.3	Natěračské a čistící práce	45
4.1.4	Výdej limonády	45
4.1.5	Atraktivní osvětlení.....	46
4.1.6	Přínos mezinárodního strojírenského veletrhu	46
4.2	Příklady aplikací servisní robotiky	47
4.2.1	Inteligentní lednice.....	47
4.2.2	Manipulační robotická ruka.....	47
4.2.3	Exoskeleton	48
4.2.4	Rotační rameno powerball.....	49
4.2.5	Vychystávání pultovních položek.....	50
4.2.6	Maloobchodní asistent	51
4.2.7	Inteligentní čišník	52
4.2.8	Mimika v obličeji.....	52
4.2.9	Umělý potápěč.....	52

Str. 10	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky		
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		

5 BUDOUCNOST A SMĚR VÝVOJE	54
5.1 Vývojové trendy.....	54
5.1.1 Aeromobil.....	55
5.1.2 Zeštíhlování výroby	56
5.1.3 Průmyslová revoluce 4.0	56
5.1.4 Snaha o lidskou podobu.....	58
 ZÁVĚR	 59
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	61

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 11
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

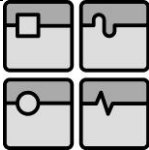
ÚVOD

Motivací k volbě tohoto tématu bakalářské práce byla chuť zkoumat a vzdělávat se v oboru automatizace a servisní robotiky. Téma je zajímavé, a proto spolu s vedoucím práce doc. Knoflíčkem bylo rozhodnuto o zkoumání této oblasti. Budou prozkoumány novinky současného trhu. Automatizace je považována za směr, který se rychle rozvíjí a používá se stále více v moderní technice. Dynamicky se rozvíjející možnosti techniky přispívají k chodu společnosti.

Dále bylo v zájmu autora práce přicházet do kontaktu se společnostmi zabývajícími se vývojem robotů, navštívit veletrhy a získávat informace o dané problematice. Zájem o vytváření přehledu o informacích, možnostech a novinkách byl také motivací pro volbu tématu. Autor se v době vytváření bakalářské práce rozhodoval mezi několika možnostmi navazujícího studia. Bakalářská práce je jeden z faktorů napomáhajících ke správným rozhodnutím k dalšímu směru studia. Po dokončení bakalářské práce bude v závěru zmíněno, zda bylo téma a řešení problematiky nápomocno v rozhodování.

Člověk je tvůrce strojů a mechanismů, které dohromady bezpochybně tvoří nepostradatelnou součást bytí jedince i společnosti. Stroje plní širokou škálu funkcí, úkolů a povinností. Od primární funkce výroby, vývoje techniky a technologií, přes ničení až po pomoc člověku. Stroje jako takové můžeme zahrnout do nejrůznějších částí oborů. Od zdravotnictví, přes servisní robotiku, automatizovanou výrobu až po válečné zbraně určené k hromadnému ničení a zahubení života, k čemuž jak doufám nikdy nedojde.

Stroje vytvořené člověkem se dají použít různě a nyní bych se chtěl touto tematikou zabývat, prozkoumat vztah mezi člověkem a strojem, pohlédnout na možnosti, které stroj člověku nabízí. Chtěl bych se zamýšlet nad možnostmi, aspekty, riziky a budoucností, která se pojí s používáním strojů a robotů v moderním světě. Bude k tomu použita literatura jak moderní, tak starší, kinematografické snímky, firemní prospekty, internet a vlastní myšlenky.

Str. 12	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY A VYMEZENÍ POJMŮ

1.1 Vztah člověk-samočinný stroj

Prioritou konstrukčního řešení a provozu SR je především robustnost a spolehlivost konstrukce, ale i bezpečnost a spolehlivost vztahu „člověk - robot“, resp. „robot - prostředí“, „robot – technologie úlohy“, „robot – objekt spolupráce“ [3]. Vztah mezi člověkem a robotem popsal Karel Čapek ve své knize R. U. R. Pro tehdejší dobu nové téma vyvolalo silné ohlasy a knižní dílo bylo široce rozšířeno.

Člověk ve svém životě potřebuje jak vyspělou techniku, servisní roboty, tak kontakt s druhými lidmi. Přestože moderní technologie dokážou člověka se světem spojit, můžou snadno člověka od světa oddělit. Existuje velmi tenká hranice, kdy technika člověku pomáhá a kdy už naopak škodí a člověka ochuzuje o kontakt s lidmi. Avšak vztah mezi člověkem a samočinným strojem je vhodnější zvážit pozitivně. Technika pomáhá lidem při nejrůznějších aplikacích (údržba domu, pomoc při pohybu, záchranné akce, pyrotechnika, diagnostika terénu, chirurgie a zdravotnictví...) Problematika a filosoficko-technické úvahy budou rozebrány v druhé kapitole této práce.

1.2 Vymezení interdisciplinárních pojmů

Následně budou definovány interdisciplinární pojmy v zájmu pochopení principů a účelu servisních zařízení.

1.2.1 Kinematická struktura robotů

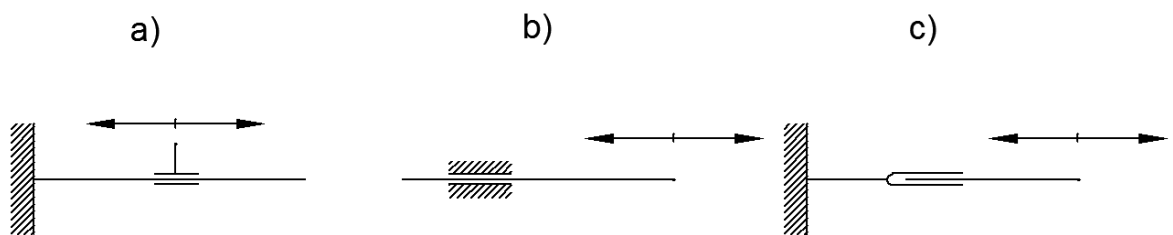
Analýza současných realizací SR dovoluje formulovat rámcové požadavky SR a také požadavky specificky vázané na výkon konkrétní úlohy z kategorie bezpečnostních služeb. Mezi všeobecné požadavky kladené na SR patří – kinematika a parametry akčního mechanismu (stupně volnosti, pracovní prostor, poloha pracovního prostoru vůči ose SR, pohyblivost, nosnost, rychlost a plynulost pohybu, přesnost pohybu a pracovních poloh, stabilita SR v kritických/okrajových oblastech) podle potřeb technologie servisní úlohy a potřeb operačního prostoru, části akčního mechanismu a koncového efektoru s možným poškozením při provozu (riziko výkonu úlohy) mají být rychle vyměnitelné, koncový efektor má odpovídat potřebám technologie a realizace servisní úlohy, automatický systém výměny koncového efektoru, resp. jeho nástrojů [3].

1.2.2 Kinematické dvojice (KD)

Pohyb robotických systémů lze popsat pomocí kinematických dvojic a struktur. Každé z těchto kinematických dvojic přísluší většinou jeden stupeň volnosti [2].

Kinematická dvojice translační (T)

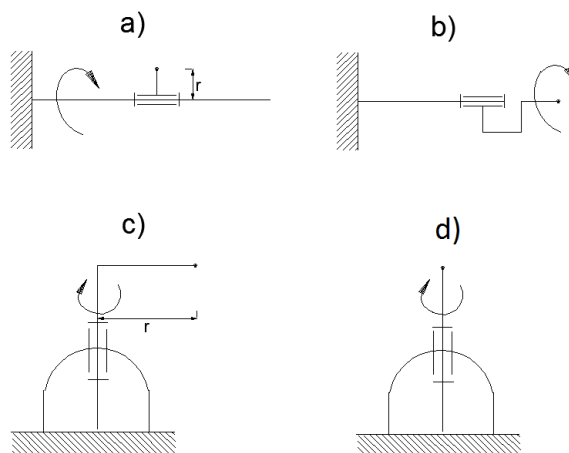
Znázornění této KD je poměrně jednoduché, neboť stačí napodobit lineární posuv dvou těles po sobě. Je při tom nutno respektovat, že možný pohyb posouvajících se těles je relativní [2].



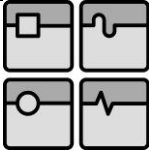
obr. 1 Schématické znázornění translační KD a) suportové b) smykadlové c) výsuvné [2].

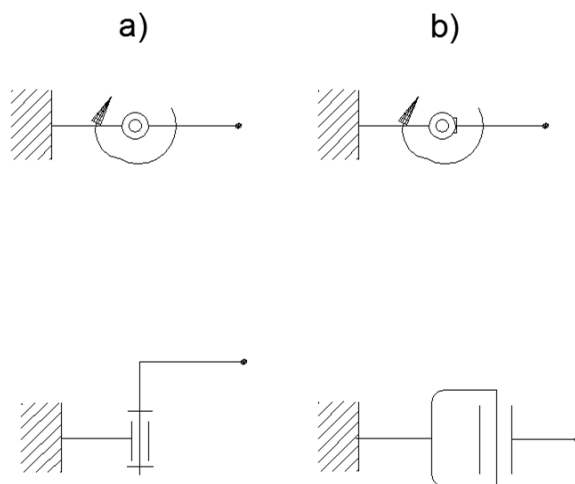
Kinematická dvojice rotační (R)

Při znázorňování rotačních KD je nutné respektovat jejich specifika, která představují buď rotaci kolem vlastní osy, nebo rotaci ramene o délce „r“ kolem výstředné osy (kloub) a rovněž i směr pohledu (nárýs, půdorys, příp. bokorys) na otočný kloub. Nelze ponechat bez povšimnutí, že i jednoduché schématické znázornění je spojeno s konstrukční představou o možném rotačním pohybu a že svým pojetím znázorňovaný rotační pohyb buď omezuje, nebo dává představu o možném otáčení osy bez omezení [2].



obr. 2 Otočné kinematické dvojice bez omezení úhlu otáčení
a), c) - s ramenem "r". b), d) - kolem vlastní osy [2].

Str. 14	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	



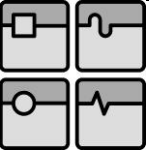
obr. 3 Klouby (rotační KD s ramenem "r") v narysu a půdorysu
a) bez omezeného úhlu otáčení, **b)** s omezeným otáčením [2].

1.2.3 Robot

Robot je automatický nebo počítačem řízený integrovaný technický systém, schopný autonomní, cílově orientované interakce s přirozeným prostředím, podle instrukcí od člověka. Interakce spočívá ve vnímání a rozpoznávání aplikačního prostředí, v cílově programované manipulaci s objektem a v cílovém pohybu v prostředí [3]. Lze definovat jako fyzický hardware, stejný pojem označuje i automatizované počítačové systémy [4]. Slovo ROBOT pochází z knižního portfolia známého českého autora – Karla Čapka. Kniha nese název Rossumovi univerzální roboti, zkráceně R. U. R. Za pravého autora tohoto slovního výrazu je však považován jeho bratr Josef. Výraz se rozšířil do celého světa a dnes s je používán v mnoha jazycích. [5]. Slovo „robot“ je postaveno na staroslovanském základu „-rob-“, od kterého je též odvozen výraz „robota“ mající v češtině význam těžké až nepříjemné unavující práce, dále slovo „robit“ ale i „výroba“, „obrábět“ apod. Konstrukteři a odborníci však zahrnují roboty mezi neživé stroje, a proto je také podle neživotného vzoru „hrad“ skloňují. [2].

1.2.4 Robotika

Hybridní vědní odbor, je teoretickou a aplikační základnou pro poznání robotických zařízení (robotů) a využití získaných poznatků pro řešení úloh všeobecné robotiky. Opírá se o interdisciplinární poznání využívající teoretické a praktické poznatky více vědeckých disciplín: mechaniky, mechatroniky, bioniky, řízení, kybernetiky, umělé inteligence a informatiky pro tvorbu obecné teorie o robotech v celé šířce její působnosti a potřeb [3].

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 15
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

1.2.5 Robototechnika

Hybridní vědní odbor, je teoretickou a aplikační základnou pro poznání robotických zařízení (robotů) a využití získaných poznatků pro řešení úloh všeobecné robotiky. Opírá se o interdisciplinární poznání využívající teoretické a praktické poznatky více vědeckých disciplín: mechaniky, mechatroniky, bioniky, řízení, kybernetiky, umělé inteligence a informatiky pro tvorbu obecné teorie o robotech v celé šířce její působnosti a potřeb [3].

1.2.6 Manipulační schopnost

Schopnost uchopovat objekty, přenášet objekty v prostoru, vykonávat na objektech změny (rozměru, tvaru, kvality, komplexnosti) [3].

1.2.7 Autonomnost

Schopnost samostatně vykonávat požadovanou posloupnost úloh, podle zadaného programu nebo v kombinaci s určitým stupněm samostatného rozhodování o výběru programu pro realizaci úlohy [3].

1.2.8 Autonomní robot (cobot)

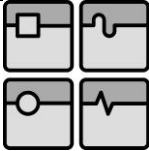
Autonomně operující roboty (tzv. Coboty) mohou být umístěny v bezprostředním okolí lidí a nahrazují lidskou sílu, která je ergonomicky nepříznivá nebo monotónní – například zvedací nebo polohovací výpomoc. Ve spolupráci s robotem se snižuje fyzická zátěž člověka a proces se zefektivní. Zároveň se přímou spoluprací člověka a robotu „ruku v ruce“ snižuje prostorové nároky a zvýší flexibilita [6].

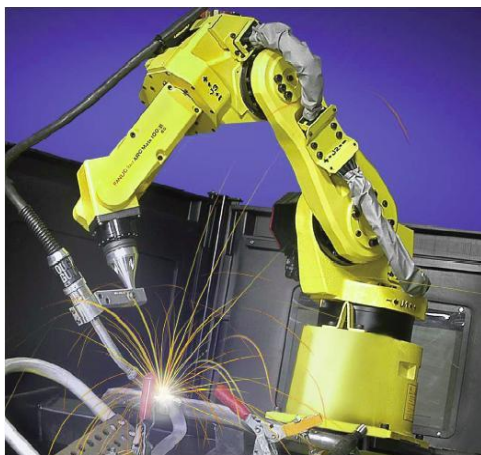
1.2.9 Integrovanost

Schopnost prostorově soustředit funkční skupiny a hlavní subsystémy sestaveného technického systému podle možností, do jednoho kompaktního celku [3].

1.2.10 Průmyslový robot

Je to autonomně fungující automatizované programovatelné zařízení, určené k reprodukci některých pohybových, silových a duševních funkcí člověka při vykonávání technologických, manipulačních a pomocných operací ve výrobním procesu bez bezprostřední účasti člověka. K tomu účelu je průmyslový robot vybaven technickými systémy, které jsou analogické k vybraným pohybovým a výkonovým schopnostem člověka (manipulace, pohyblivost, výkonnost), vjemovým schopnostem člověka (sluch, zrak, hmat, paměť), schopnostem učení se, sebeorganizování a adaptace v zadaném prostředí. Typickými ukázkovými znaky průmyslových robotů jsou jednoznačnost pracovní úlohy, opakování pracovní úlohy, jednoznačnost struktury pracovního prostředí a pracovních podmínek. Důležitým požadavkem je rychlost a přesnost vykonávaných úloh [3].

Str. 16	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

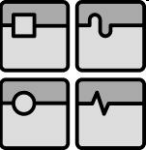


obr. 4 Svařovací robot firmy FANUC ROBOTICS [7].

1.2.11 Servisní robot (SR)

Je to autonomně fungující počítačem řízené a volně programovatelné mobilní zařízení, které je určeno k částečnému nebo plně automatickému vykonávání úloh, které nepřispívají k průmyslové výrobě výrobků, ale poskytují služby pro člověka, pro životní prostředí nebo pro spolehlivou podporu technických systémů. K tomu účelu je servisní robot technicky vybaven schopnostmi, které zaručují mobilitu v operačním prostoru, akční a výkonovou schopnost, řízení a plánování pohybu a výkonu, vnímání, modelování pohybových a výkonových aktivit v určeném operačním prostředí. Typickými znaky servisních robotů jsou mobilita, široké možnosti pracovních úloh, nejednoznačnost struktury pracovního prostředí a pracovních podmínek, model sběru a zpracování informací z prostředí, specifikace řídicích příkazů podle vyhodnocování aktuálního stavu senzorových informací, implicitní programování, automatické plánování pohybu [3].

Tento pojem je již celosvětově zažitý a vychází z původního anglického znění „service robot“. Vznik této kategorie robotů vyvolala potřeba neprůmyslové praxe. Formulovala požadavky na jejich funkční znaky a charakteristiky, které vyplývají z jejich určení pro technologicky a technicky nové úlohy v oblasti servisních činností, a současně také definovala požadavky na jejich určení pro nové aplikačně-provozní prostředí. Pod pojmem „servisní činnosti“ se rozumí nevýrobní činnosti (služby a jiné), které nepřispívají k průmyslové výrobě zboží, ale jsou užitečné pro člověka nebo provozně-procesní systémy a technické objekty. U servisních robotů se lze často setkat se skutečností, že zařízení je unikátní, není šířeno hromadně. Je to z důvodu plnění širokého spektra úkolů. Na každý úkol může být specializován určitý servisní robot. Servisní roboty je možné použít v místech, kde je pro běžného člověka nemožné se dostat nebo je činnost nebezpečná [2]. Servisní robot by měl být schopen komunikovat a bezpečně a efektivně spolupracovat se svými lidskými kolegy [9].

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 17
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	



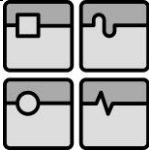
obr. 5 Servisní a záchranářský robot HARDY [8].

1.2.12 Osobní robot

Je autonomně fungující počítačem řízené automatizované volně programovatelné speciální zařízení, které je určeno k částečné nebo plně automatickému vykonávání úloh, které pomáhají člověku překonávat jeho handicap v jeho osobním, pracovním a veřejně – společenském životě, resp. vykonávání úloh, které jsou určeny pro vykonání služeb potřebných pro osobní život člověka, jako třeba vykonávání služeb člověku spojených s využíváním a provázením jej v domácnosti a jeho volného času. K tomu účelu je osobní robot technicky vybaven schopnostmi, které mu zaručují mobilitu, akční a výkonovou schopnost, řízení a generování plánování pohybu a pracovního výkonu, vnímání, komunikaci s prostředím pomocí modelů, modelování pohybových a výkonných aktivit v určeném operačním a pracovním prostředí. Typickými znaky pro osobní robot jsou komunikace s člověkem a okolím, pochopení okolí na základě použitého modelu, vlastní generování programu při plánování činnosti, samostatná kontrola činností [3].

1.2.13 Servisní činnost

Pojem servisní činnosti vystihuje různé profesní činnosti v celém segmentu služeb. Klasifikace každé profesní činnosti má už zavedeny své přístupy k hierarchii a struktuře jejich členění, přičemž jednotlivé činnosti se od sebe liší. Analýza služeb a servisních činností při tomto přístupu dovoluje na spodní úrovni možné klasifikace definovat úlohy, které překrývají příbuzné profesní činnosti. Předem definované úlohy jsou vstupem pro zadání, navrhování a řešení technických systémů určených pro automatizaci konkrétních servisních činností [3].

Str. 18	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

1.2.14 Mobilní servisní roboty

Mobilní servisní roboty nacházejí uplatnění všude tam, kde je okolní prostředí pro člověka nebezpečné, těžko dostupné či dokonce nedostupné. Z hlediska klasifikace lze chápat mobilní servisní robot jako počítačem řízený integrovaný technický systém, který je schopen autonomní cílově orientované interakce s reálným okolním prostředím pomocí prostředků umělé inteligence v souladu s instrukcemi operátora [2].

1.2.15 Servisní úloha

Inspekční činnosti, monitorování okolního stavu prostředí, manipulace s předměty a jejich transport, technologické činnosti [2].

1.2.16 Samočinný stroj

Pracovní nebo výrobní stroj pracující po zapnutí samočinně (automaticky) bez nutnosti lidské obsluhy [10].

1.2.17 Koncový efektor

Zakončení paže či rukojeti robotického zařízení. Pracuje s výpomocí hydraulického, pneumatického nebo elektrického pohonu.

1.2.18 Smart factory (chytrá továrna)

Odštěpní závod nebo továrna zakládající své fungování na principech a pilířích průmyslové revoluce 4.0, též INDUSTRY 4.0.

Jednou ze zásad vybudování takového komplexu je komunikace a přeposílání dat mezi veškerými stroji a zařízeními zapojených do procesu.

1.2.19 Umělá inteligence

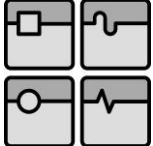
Schopnost počítačových programů či robotických zařízení vykonávat operaci bez zásahu lidského jedince. Zpravidla s výrazně vyšší efektivitou [4].

1.2.20 Fuzzy logika

Fuzzy logika je přístup k výpočtům založený na "stupních pravdy" spíše než obvyklý "true or false" (1 nebo 0) Booleanské logiky, na které je založen moderní počítač [11].

1.2.21 Automatizace

Jedná se o upravení provozu robotického či inteligentního zařízení tak, aby byl schopen pracovat autonomně s minimálním zásahem člověka.





	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 19
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

1.2.22 Mechanizace

Označována také jako „tvrdá automatizace“. Jedná se o zjednodušování procesů za využití ovládání pomocí mechanických prvků.

1.2.23 Robotizace

Snaha o aplikaci moderních systémů, mechanických či automatizačních prvků za účelem zefektivnění požadovaných úloh pomocí umělé inteligence.

Str. 20	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky		
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		

2 VZTAH ČLOVĚKA K TECHNICE

2.1 Uvedení dotazníku

Člověk je tvůrce strojů a mechanismů, které dohromady bezpochybně tvoří nepostradatelnou součást bytí jedince i společnosti. Stroje plní širokou škálu funkcí, úkolů a povinností. Od primární funkce výroby, vývoje techniky a technologií, přes ničení až po pomoc člověku. Stroje jako takové můžeme zahrnout do nejrůznějších částí oborů. Od zdravotnictví, přes servisní robotiku, automatizovanou výrobu až po válečné zbraně určené k hromadnému ničení a zahubení života, k čemuž jak doufám nikdy nedojde.

Stroje vytvořené člověkem se dají použít různě a nyní bych se chtěl touto tematikou zabývat, prozkoumat vztah mezi člověkem a strojem, pohlédnout na možnosti, které stroj člověku nabízí. Chtěl bych se zamýšlet nad možnostmi, aspekty, riziky a budoucností, která se pojí s používáním strojů a robotů v moderním světě. Bude k tomu použita literatura jak moderní, tak starší, kinematografické snímky, firemní prospekty, internet a vlastní myšlenky.

2.2 Dotazník

Vážení čtenáři, dovoluji, abych na úvod poznamenal několik svých postřehů a úvah ke sledované problematice, tedy: domnívám se, že je velmi důležité se zamýšlet nad vzájemným vztahem člověka a robota, zkoumat jejich prostředí, ve kterých oba působí a jejich možnosti.

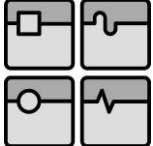
Servisní robotika obklopuje člověka, aniž by si toho byl vědom. Do této oblasti řadíme a patří sem i zdánlivě jednoduchá zařízení. Jednou z vhodných forem pro zjištění vztahu mezi člověkem a strojem je dotazník. Cílem dotazníku je zkoumat okolní obyvatelstvo a jeho postoje k technice. Dalším cílem je zjistit míru důvěry dotázané skupiny k robotu a automatizovaným zařízením. Další části této kapitoly se budou zabývat otázkou důvěry a svobody při používání umělé inteligence. V zájmu kvality dotazníku bylo vhodné zjistit, zda-li odpovědi pochází od člověka stýkajícího se s automatizovanou technikou, robotikou či elektrotechnikou.

2.2.1 Cíle dotazníku

Hlavním cílem dotazníku je prozkoumat okolní vzorek společnosti. Bylo zjišťováno, jak je vnímán robot a automatizace. Dotázaní odpovídali, zda chovají důvěru k robotickým či automatizovaným zařízením. Bylo zkoumáno, zda robot spolehlivě a bezpečně plní úkoly, které jsou mu zadány a zda je zadání příkazů jednoduché. Na základě obdržených a vyhodnocených výsledků je následným cílem zamyslet se nad postojem společnosti vzhledem k robotice a automatizaci.

2.2.2 Zadání dotazníku

Dotazník byl zpracován a rozeslán respondentům s prosbou k zodpovězení. Podařilo se vyzískat a je možné použít 100 odpovědí. Jedná se o velmi reprezentativní vzorek, ze kterého budou později vyvozeny jisté závěry a domněnky. Použité myšlenky budou jednak

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 21
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

citovány a také vyvozeny z vlastního přemýšlení nad tématem. Samotné provedení dotazníku proběhlo zejména elektronicky, za použití webového rozhraní pro vytváření dotazníků <http://www.surveymonkey.com/cs/>

Na tomto místě srdečně děkuji každému ochotnému jedinci, který se nezištně podělil o svoji odpověď, sdílel myšlenky a napomohl tak ke společné úvaze a hledání odpovědí na otázky postoje člověk-robot.

V dotazníku bylo položeno 9 otázek s variací možností odpovědí. Na následujících snímcích lze vidět dotazník právě v takové podobě, v jaké byl dodán dotázaným.

Studuji / studoval jsem obor strojírenství nebo elektrotechnika.

ANO
 NE

Pracuji / pracoval jsem v oboru strojírenství nebo elektrotechnika.

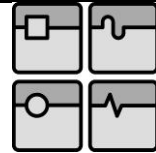
ANO
 NE

Ve svém okolí se setkávám s roboty nebo automatickými stroji.

Plně souhlasím
 Spíše souhlasím
 Nepřikláním se k žádné variantě
 Spíše nesouhlasím
 Plně nesouhlasím

Ovládání strojů v mém okolí je jednoduché.

Plně souhlasím
 Spíše souhlasím
 Nepřikláním se k žádné variantě
 Spíše nesouhlasím
 Plně nesouhlasím

**Robot nebo jiný samočinný stroj (automat) plní správně úkoly, které jsem mu zadal.**

- Plně souhlasím
- Spíše souhlasím
- Nepřikláním se k žádné variantě
- Spíše nesouhlasím
- Plně nesouhlasím

Robot je schopen vykonat zadanou práci lépe než člověk.

- Plně souhlasím
- Spíše souhlasím
- Nepřikláním se k žádné variantě
- Spíše nesouhlasím
- Plně nesouhlasím

Jsem spokojen s funkčností robotů a strojů okolo sebe.

- Plně souhlasím
- Spíše souhlasím
- Nepřikláním se k žádné variantě
- Spíše nesouhlasím
- Plně nesouhlasím

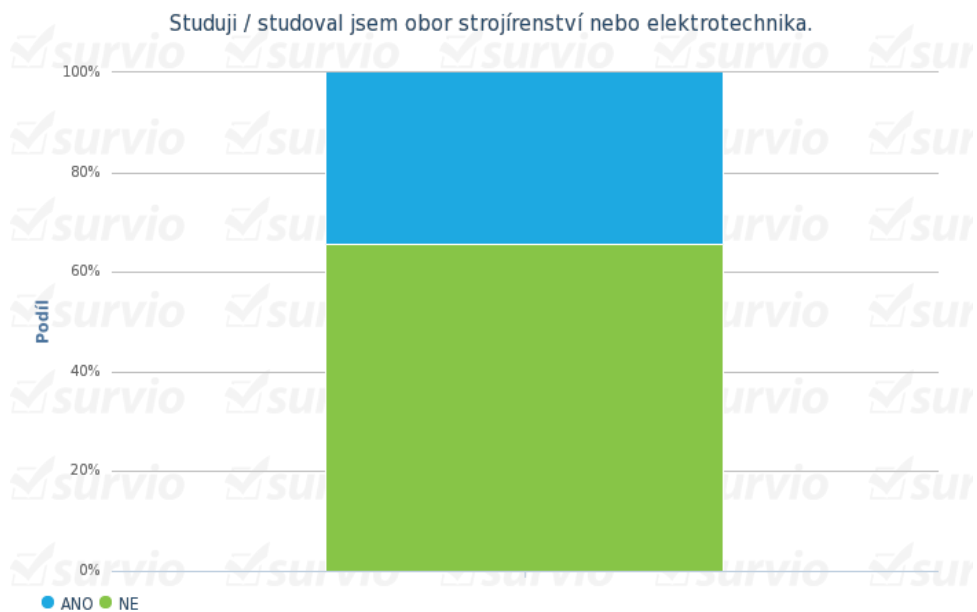
Dokážu si představit život bez jakýchkoli strojů, přístrojů a robotů.

- Plně souhlasím
- Spíše souhlasím
- Nepřikláním se k žádné variantě
- Spíše nesouhlasím
- Plně nesouhlasím

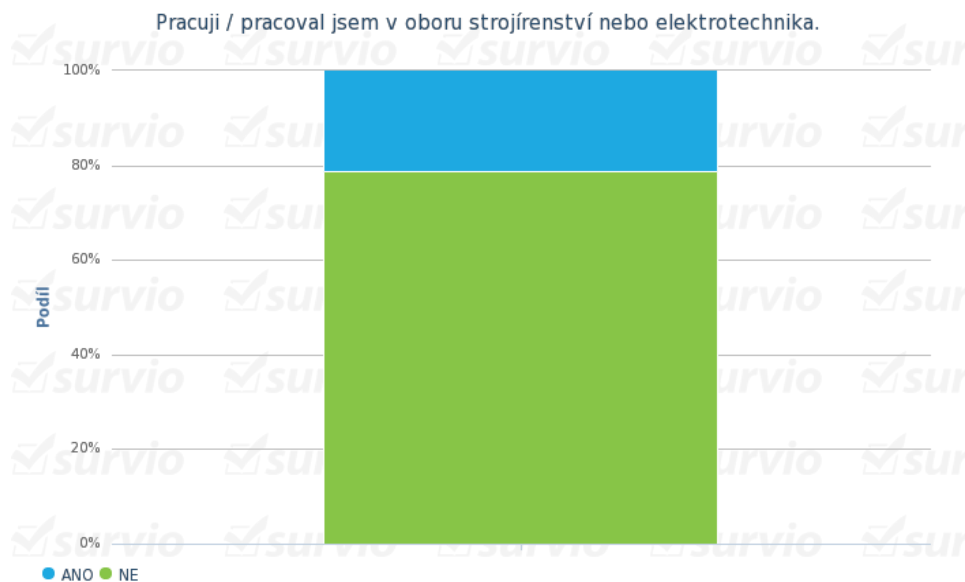
Stroje a roboty obecně škodí životnímu prostředí.

- Plně souhlasím
- Spíše souhlasím
- Nepřikláním se k žádné variantě
- Spíše nesouhlasím
- Plně nesouhlasím

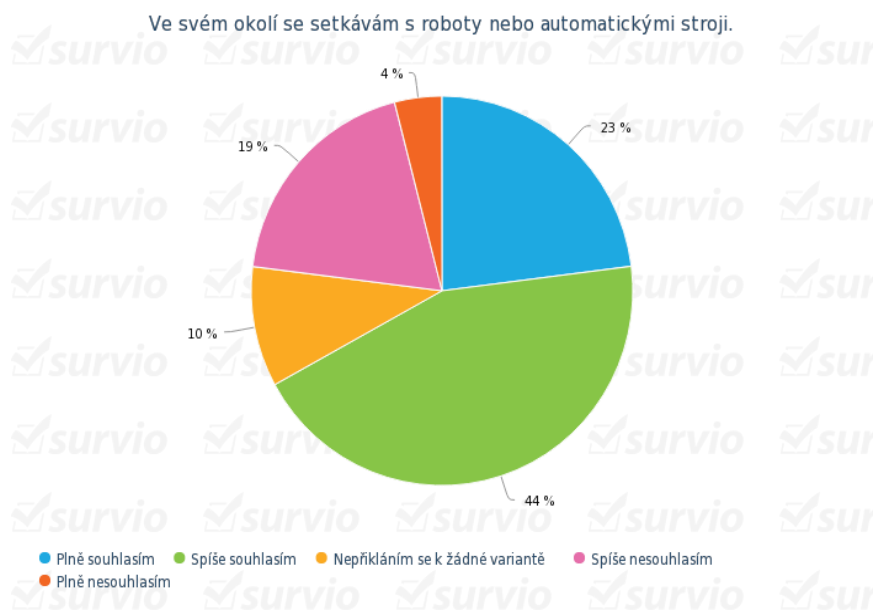
2.2.3 Vyhodnocení dotazníku



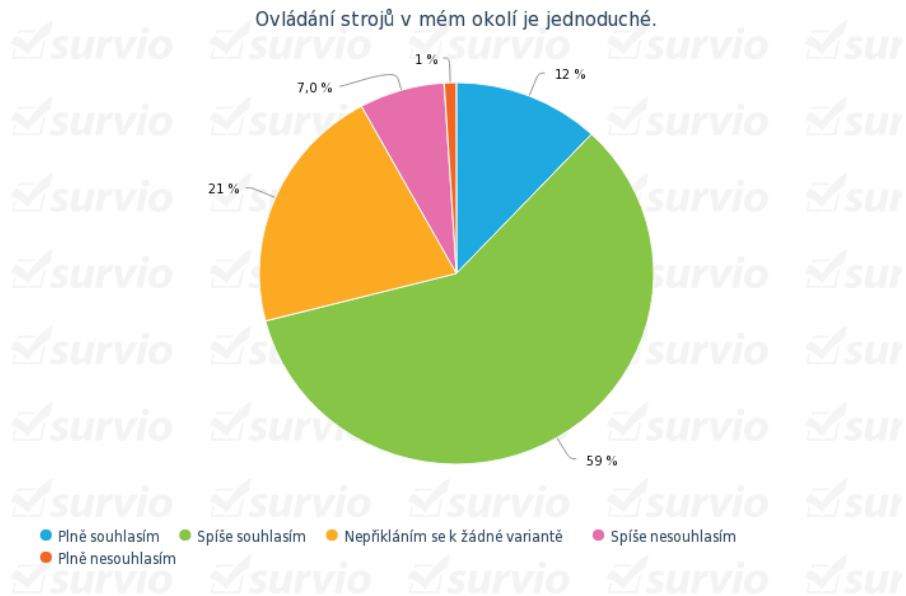
obr. 6 Velká část respondentů zvolila v dotazníku možnost, že se jich studium nebo práce v oboru strojírenství netýká [12].



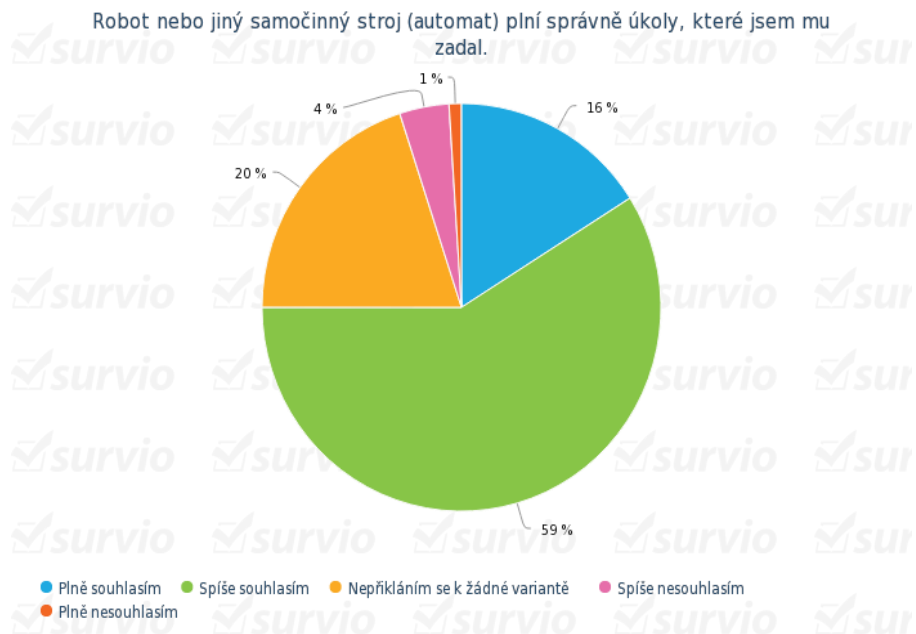
obr. 7 Rozložení odpovědí na položenou otázku v horní části obrázku [12].



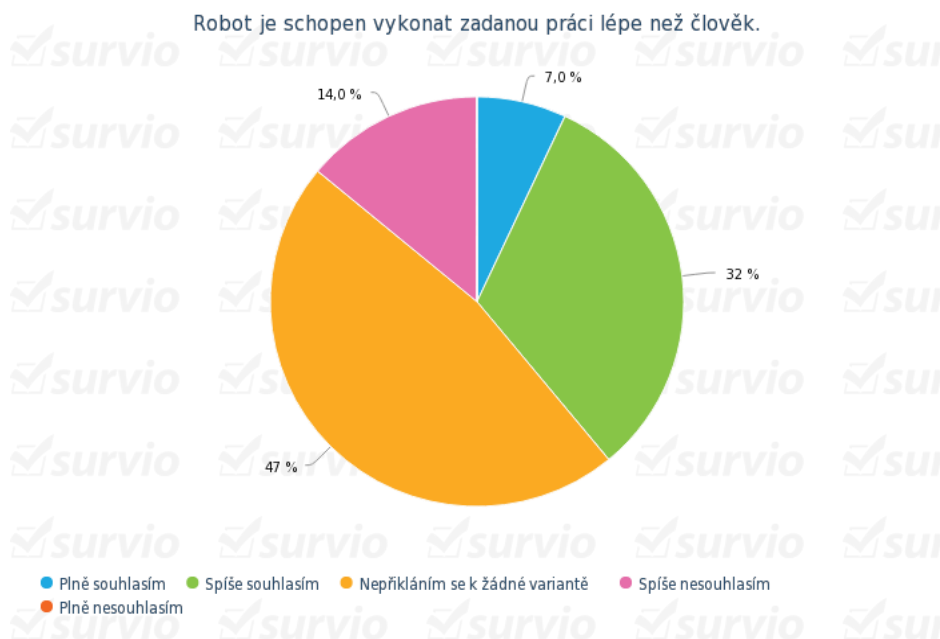
obr. 8 Vyhodnocení otázky týkající se četností výskytu robotů v okolí respondentů [12].



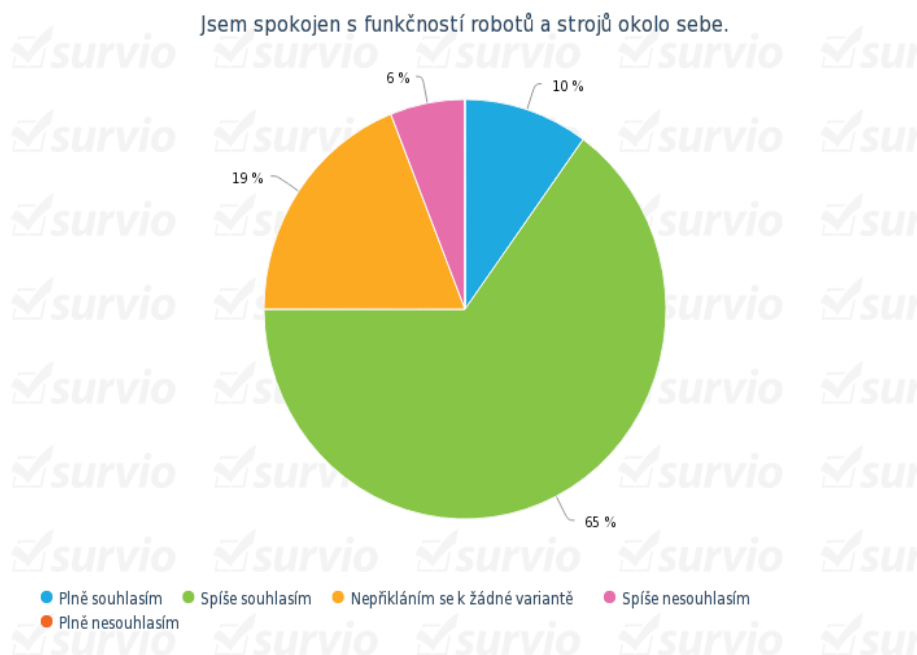
obr. 9 Vyhodnocení otázky týkající se ovládání strojů [12].



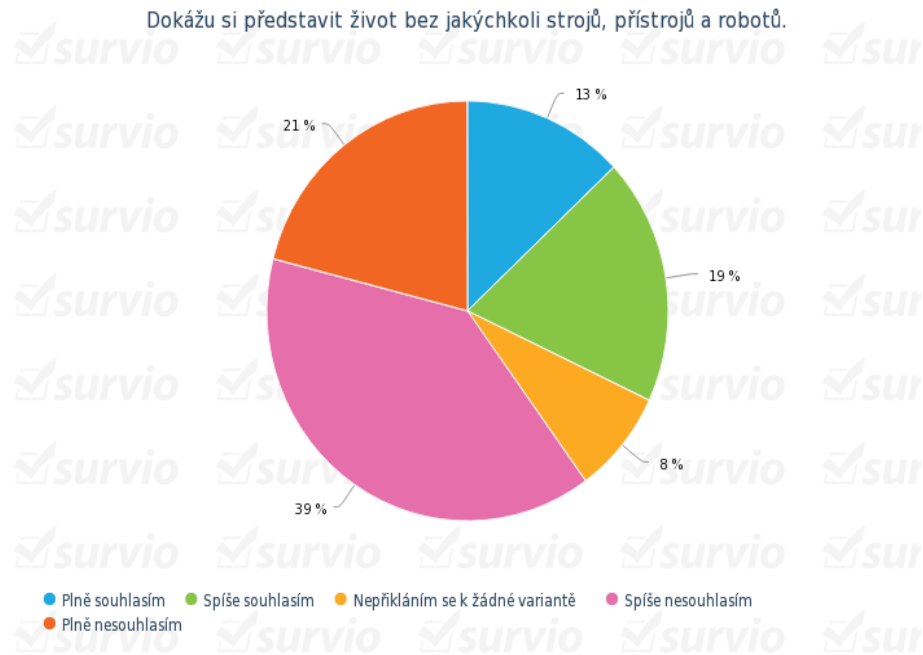
obr. 10 Vyhodnocení otázky týkající se správnosti plnění zadané úlohy [12].



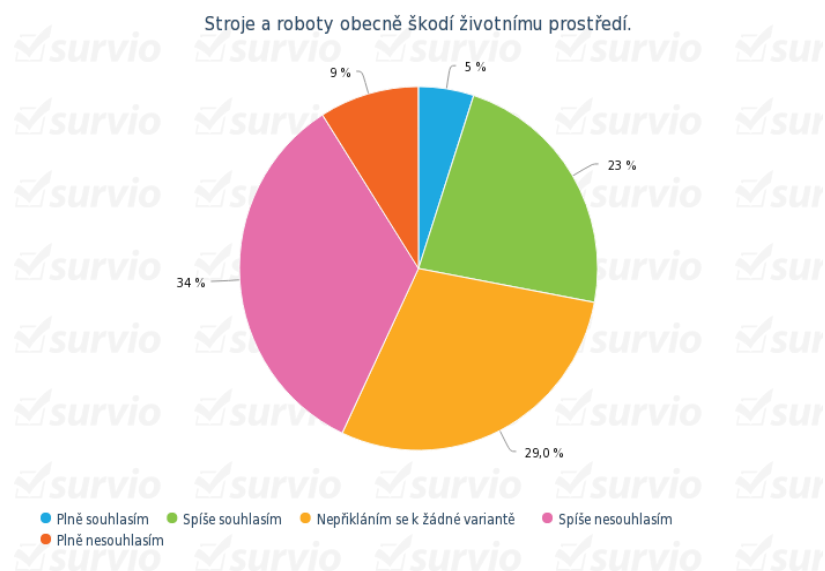
obr. 11 Srovnání schopnosti člověka a robota konat tutéž úlohu [12].







obr. 12 Zjišťování spokojenosti respondentů ve vztahu k funkčnosti strojů v okolí [12].



obr. 13 Rozložení odpovědí na otázku týkající se života bez techniky [12].



obr. 14 Dopady provozu techniky na životní prostředí [12].

Str. 28	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky		
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		

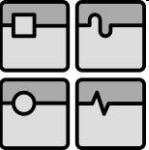
2.2.4 Vyhodnocení odpovědí dotazníku

Lidé, kteří se dobrovolně a ochotně účastnili výzkumu, organizovaného autorem této bakalářské práce, jež nejsou z oboru strojírenství či elektrotechniky, si mysleli, měli subjektivní pocit či dokonce ze svého pohledu se domnívali „že se jich robotika a automatizace vůbec netýká“, a nakonec naznali, že se budou účastnit a účastnili se dotazníkového průzkumu.

Myslím si, že v moderní civilizaci drtivá většina populace používá automaticky pracující stroje, aniž by si to uvědomovala. Jako samozřejmost totiž nejen uvažujeme, ale používáme kávovar, ledničku nebo mikrovlnou troubu a též zřejmě prozatím nejdokonalějšího pomocníka v domácnosti s jistým stupněm umělé inteligence a automatizace, kterými jsou jen „prosté, obyčejné, nezajímavé“ automatické pračky nebo myčky nádobí s fuzzy procesorem. V těchto strojích jsou také automatické prvky, které uměle inteligentně řídí požadavky, které člověk zadal. Snaží se najít nejjednodušší a současně efektivní cestu k cíli, který má splnit. Velká část respondentů dotazníku je spíše spokojena se splněním úkolů, který byl zadán samočinnému stroji. Pokládám si otázku, co všechno ještě může robotika a automatizace přinést dnešnímu světu?

Jaké plody nám asi automatizace přinese v dnešních podmínkách a jak bude třeba podmínky změnit, aby vydala tu nejlepší zeň [1]?

Domnívám se, že vývoj a možnosti dnešního světa techniky jsou stále značně omezeny použitým materiálem, schopností konstruktéra, finančním rozpočtem vývojové společnosti a potřebou využití daného zařízení. Svět techniky bude v příštích dekádách stále více a více aktuální téma. Nebýt zmíněných omezení, možná by technika byla mnohem dále. V části bakalářské práce o servisní robotice se také budeme zabývat stroji, které člověku přímo napomáhají a přispívají tak ke zpříjemnění klasických potřebných činností. Bylo očekáváno, že v dotazníku se objeví více odpovědí podporující myšlenku stroje jako škůdce životního prostředí. Avšak odpověď „plně souhlasím“ byla zaznamenána pouze v pěti případech ze sta.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 29
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

2.2.5 Závěr a zdůvodnění dotazníku

Pomocí dotazníku byly ověřeny zmíněné otázky a vedly k zamýšlení se nad problematikou. Dotazník otevřel další okruhy otázek nad tématem, které by jeden jedinec nepokryl. Bylo zajímavé vžít se do role tázaného a přemýšlet, proč hlasoval právě tak a proč ne jinak. Bylo popsáno několik překvapivých faktorů, které autorem nebyly očekávány, a otázky které vyzvstaly při přemýšlení, byly sepsány.

2.3 Literatura a kinematografie (vztah člověk-stroj)

V této části je popsáno prozkoumání kinematografických snímků a literatury zabývající se pohledem na vztah člověka a robota. Člověk je postaven do role inovativního tvůrce robotů a samočinných strojů. Autoři filmů a knih popisují své pocity, příběhy a myšlenky, které je u této tematiky provázejí.

2.3.1 Rossumovi universální roboti – Karel Čapek

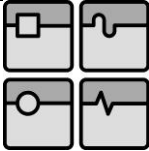
Za zmínku bezpochyby stojí kniha R. U. R. „Rossumovi universální roboti“. Znamý český autor Karel Čapek popisuje svět a příběh, kde je snaha nahradit lidskou práci prací robotů, která je levnější a mnohdy kvalitnější, přesnější. Pro roboty byl zvolen design podobný jako lidské tělo. Vypadaly a pracovaly jako lidé, avšak neměly lidské city ani touhy. Náklady pro provoz robota jsou výrazně nižší než náklady na mzdu člověka. Snaha továren je tedy o robotizaci výroby [1].

Na samotném konci knihy RUR se nachází zajímavá pasáž, která bude zanechána bez komentáře: Jen my jsme zahynuli. Rozvalí se domy a stroje, rozpadnou se systémy a jména velikých opadají jako listí; jen ty, lásko, vykvetíš na rumišti a svěříš větrům semínko života. Nyní propustíš, Pane, služebníka svého v pokoji, neboť uzřely oči mé – uzřely – spasení tvé skrze lásku, a život nezahyne [13].

2.3.2 Automatizace a společnost – Samuel Lilley

Další významnou knihou, pohlížející na společnost a automatizaci je kniha s názvem: „Automatizace a společnost“ od britského autora Samuele Lilleyho. Autor popsal tehdejší svět a svůj pohled na dynamicky se rozvíjející oblasti strojírenství. Mnohokrát sdílel též myšlenky zakladatele automobilky Ford – Henryho Forda.

Ford přišel s revoluční myšlenkou. Jednalo se o pásovou výrobu v linkách. Jeden dělník byl specializován na malé množství operací, které cyklicky prováděl. Další dělník převzal výrobek a prováděl jinou operaci. Efektivita při zavádění takových způsobů výroby výrazně vzrůstala, a proto zanedlouho podobné způsoby kopíroval takřka celý svět. Automatizace umožňuje, že jeden nebo několik dělníků může řídit značný počet strojů a zařízení. Při automatizaci se mění charakter dělníkovy práce, která se bude stále více přibližovat práci technika a inženýra [1].

Str. 30	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Na vysoce organisované lince je vlastně dělník takřka automatem, který do nekonečna opakuje jeden a týž jednoduchý úkon, třeba vložení šroubu do otvoru nebo utažení šroubku, který tam vložil muž před ním [1].

S tématem se úzce pojí zeštíhlování výroby, které bude popsáno v kapitole věnované vývojovým trendům.

2.3.3 Modern times – Charles Chaplin

Při zkoumání kinematografického a filmového prostředí byl shlédnut film Charlese Chaplina.

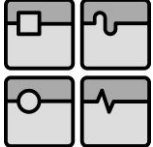
V tomto snímku Charles Chaplin vtipně popisuje situace vznikající při rozvoji automatizace a zavádění pásové výroby. Jedná se o starší, avšak nadčasové dílo [14].



obr. 15 Dělník při pásové výrobě pod nepříjemným dozorem [14].



obr. 16 Automatizované konzumování potravin [14].

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 31
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

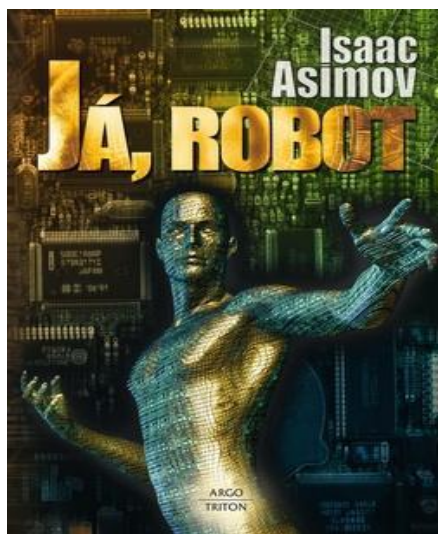
2.3.4 Short Circuit (Číslo 5 žije) – John Badham

Kinematografický snímek s názvem „Číslo 5 žije“ byl zveřejněn roku 1986. V hlavní roli vystupuje robot, který má významnou a ojedinělou poruchu. Porucha vznikla po úderu blesku. Jeho robo-kolegové byli trvale poškozeni, avšak robot č. 5 poruchou netrpí. Namísto toho získal zvláštní schopnosti. Může samostatně přemýšlet. Robot byl původně vyroben jako zbraň pro ničení vozidel. Tvůrci se pokouší po vzniku zneškodnit rizika nekontrolovaného pohybu a chování. Robot se nepodařilo vypnout, vzniká potencionální nebezpečí pro okolí. Číslo 5 zažívá zajímavý a rozmanitý příběh, kdy se setkává s různými lidmi, zvířaty a dalšími stroji. Probíhá interakce mezi člověkem a robotem. Zajímavostí je, že robot trpí strachem ze spánku nebo vypnutí. Myslí si, že bude rozebrán nebo zničen [15]. Požitek ze snímku může být ovlivněn skutečností, zda připustíme myšlenku robota jako živé věci [16].

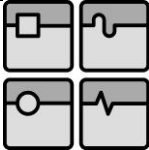
Proto pokládám otázku. Lze připouštět myšlenku robota jako živé věci? Domnívám se, že tato myšlenka správná není. Robot je a vždy zůstane neživou věcí. Je to věc složená z obvodů a elektronických či pohyblivých součástí. Je to věc vytvořená člověkem. Člověk může dát život dalšímu člověku formou potomků. Není možné dát život neživé věci. Avšak robot může být velmi inteligentně naprogramován a uzpůsoben tak, aby člověku byl ku prospěchu či dokonce byl člověku příjemným společníkem.

2.3.5 I robot (Já robot) – Mikey Zucker

V roce 1950 Autor Isaac Asimov napsal knihu „I, robot“ která popisuje svět v budoucnosti pod vlivem robotů. Tito roboti vykonávají mnohé činnosti a člověk je oprostěn od běžných úkolů. Zápletkou děje této knihy je skutečnost, že robot najde způsob, jak postupně ovládat svět a mít nadvládu nad člověkem. Tato kniha byla zfilmována v roce 2004. Kinematografický snímek nese stejný název jako kniha a v hlavních rolích vystoupil známý americký herec Will Smith.



obr. 17 Titulní strana knihy JÁ ROBOT [17,18].

Str. 32	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	



obr. 18 Upoutávka na filmové zpracování příběhu [19,20].

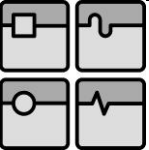
V knižním i filmovém vydání jsou zmíněny 3 zákony pro robota, které nesmí být porušeny:

1. Robot nesmí zranit lidskou bytost nebo svou nečinností dovolit, aby byla lidská bytost zraněna.
2. Robot musí uposlechnout příkazy jemu dané lidskou bytostí, pokud nejsou v rozporu s prvním zákonem.
3. Robot musí chránit svou vlastní existenci, pokud taková ochrana není v rozporu s prvním nebo druhým zákonem [17,18].

Popis děje

Will Smith vystupuje v hlavní roli agenta Dela. Od samého začátku filmu chová nedůvěru k umělé inteligenci. Zatímco ostatní lidé žijí běžný život obklopený roboty, Del má pocit, že něco není v pořádku. Má tušení, že roboti se snaží získávat nadvládu nad člověkem. Zápletka příběhu započne ve chvíli, kdy je nalezeno mrtvé tělo vědeckého výzkumníka, kterého Del znal. Podle okolností byla spáchána sebevražda skokem z výšky. Avšak detektiv si stále klade hlubší otázky a zkoumá souvislosti. Přemýšlí nad možností vzpoury a odbojem robotů proti člověku. Nemá však žádný hmatatelný důkaz. Pouze intuice, myšlenky a odhadovaný směr jsou vodítkem pro zápletku příběhu. Okolí tvrdí: „Robot není nebezpečný, jsou v něm hluboce zakořeněny 3 zákony, které zabrání újmě člověku“. Del nalezne podezřelého robota na místě činu vraždy a robot utíká. Tento jedinec je velmi podezřelý. Okolí tvrdí, že se nejedná o důvod k obavám. Robot byl však pronásledován a chycen. Byl uzavřen a vyslýchán. Podle komunikace s robotem se zdá, že je nevinný. Del se snažil zjišťovat příliš mnoho informací a neznámým jedincům se nelíbilo, že okolnosti vraždy zkoumá. Byl napaden robotickými nákladními auty při přepravě. Del unikl nebezpečí, avšak nikdo mu nechtěl věřit, že byl napaden. Vše bylo zamaskováno tak, aby se situace jevila jako nehoda. Příběh nabírá obrátky při zjištění, že za celou vzpouru robotů může VIKI. To je centrální robotický mozek, který řídí všechny roboty. Postoupil v chápání tří základních zákonů na úroveň, kdy člověku chtěl odebrat kus svobody proto, aby člověka ochránil [20].

Za vyvrcholení filmu považují následující text: „Ve strojích byli duchové vždy. Náhodné části kódu, které se seskupily dohromady a tvořily společně neočekávané protokoly. Nepředvídatelné. Tyto volné radikály zplodily otázky o svobodné vůli.“

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 33
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Je nepřipustné, aby robot kázal člověku a omezoval jeho svobodu. Centrální mozek VIKI musel být hlavním hrdinou filmu zničen [20]

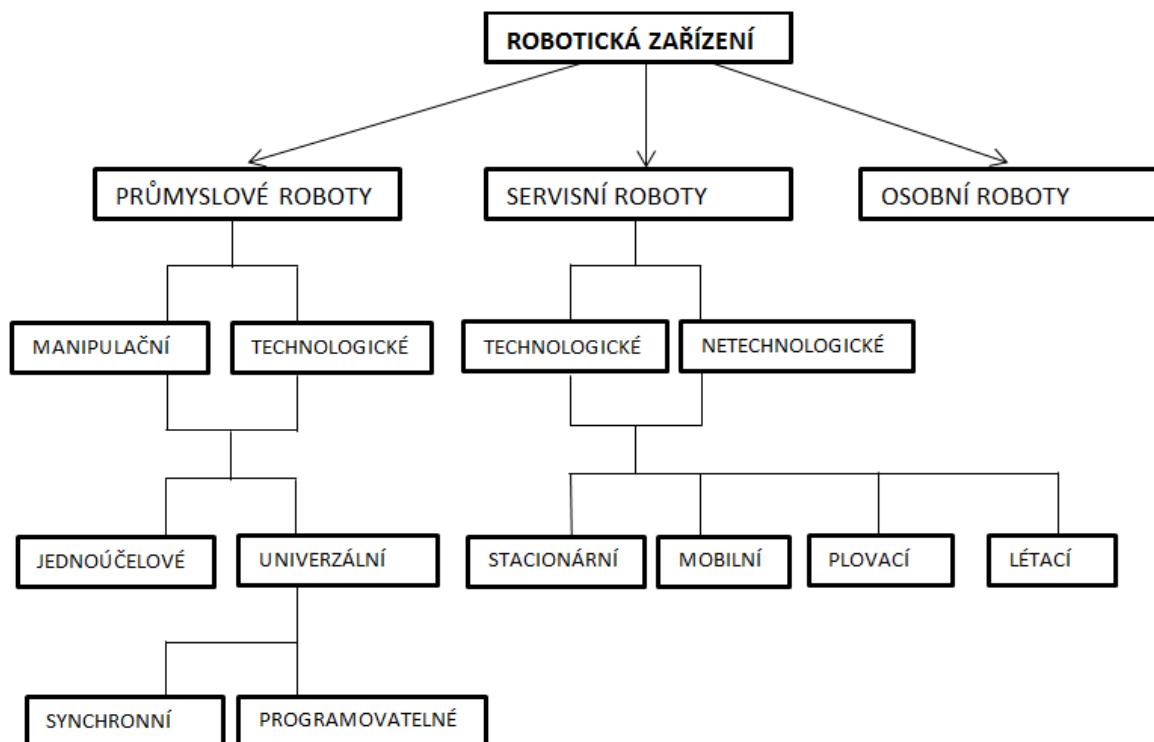
2.3.6 Závěr části věnované literatuře a kinematografii

Autoři uvedených děl se setkali s tematikou robotů, umělé inteligence a automatizace. Při zkoumání oblasti bylo získáno více otázek než odpovědí. Je na místě nepropadat panice. Roboti můžou/ nemusí být hrozbou. Je potřeba zachovat si obezřetnost a dívat se na věc s použitím obyčejného selského rozumu. Jsou opravdu ve strojích duše? Jsou to živá stvoření? Měli bychom se bát umělé inteligence? Měli bychom robotům důvěřovat? Měli bychom je vnímat jako rovnocenná stvoření nebo hrozbu? To vše zůstává otázkou. Na otázku pravděpodobně bude získána odpověď až při opravdové robotické hrozbě.

Je možné, aby robot vzal kus svobody člověku proto, aby jej ochránil? Robot necítí potřebu svobody a její kus člověku odebral právě proto, aby chránil a dokonale plnil svůj úkol. Robot plní úkoly, které mu jsou zadány a naprogramovány do paměti. Tvůrce však musí promyslet různé situace a scénáře, které by mohly nastat. Je potřeba mít na paměti i nejrůznější a rozmanité, nepředvídatelné scénáře a snažit se zakomponovat návod k jejich řešení do paměti robota. Robot musí být vybaven pro řešení situací, na které zdánlivě nebude přímo připraven. V zájmu zachování bezpečí člověka musí zachovávat ony zákony a nesmí porušovat osobní prostor svobody. Domnívám se, že robot člověku nemůže a nesmí vzít právo osobního rozhodnutí, ať už by rozhodnutí bylo špatné a vedlo k osobnímu poškození. Jedná-li se o poškozování svobody jiného člověka člověkem, pak robot může zasáhnout. Avšak při osobním rozhodování, které ovlivní právě onu osobu, robot dle mého úsudku zasáhnout nemá. Přípustné je, odebere-li robot kus svobody nemocnému člověku za účelem jeho ochrany. Slovem nemocný je myšleno psychicky nezdravý. Pokud se jedná o jedince, který trpí chorobou, pak je přijatelná myšlenka, aby do bezpečné míry robot odebral kus svobody člověku a zachoval se proti jeho vůli. Pro definování zdravé míry by v takovém případě bylo nutno stanovit promyšlená, jasná a striktní pravidla a kritéria, která nesmí za žádnou cenu být porušena. Člověk je tvůrcem robota a vytvořený subjekt musí být člověku podřízen v zájmu zachování svobody a pohody lidského druhu.

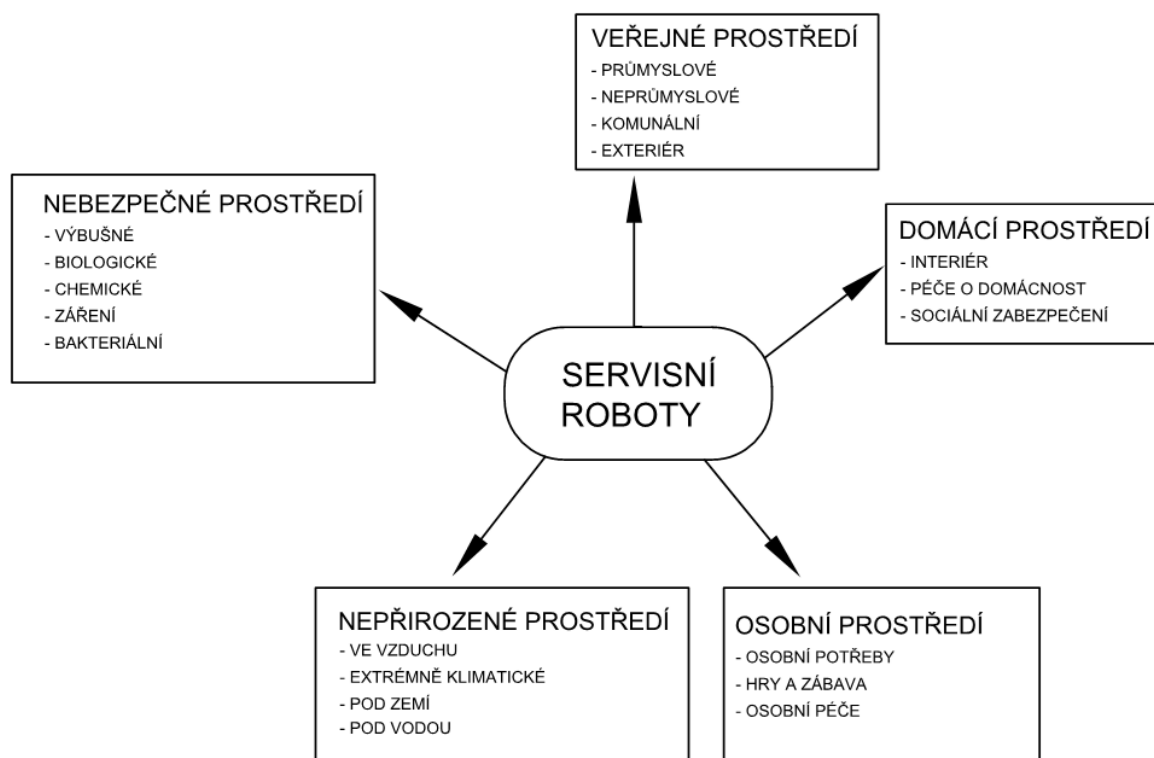
3 KATEGORIZACE ROBOTICKÝCH ZAŘÍZENÍ

Současná teorie robotiky a také obecný základ jejího směru robototechnika, z pohledu současných trendů rozvoje a potřeb aplikačních oblastí robotů upřesňuje kategorizaci robotů na principu klasifikace robotů podle znaků jejich aplikačního určení [3].



obr. 19 Kategorizace robotických systémů [3].

Trendy v rozvoji robotiky pro následující tisíciletí ve všeobecnosti předpokládají její výraznou expanzi do nestrojírenských a nevýrobních oblastí. Tato skutečnost vytváří technické a provozní předpoklady pro aplikace a definuje požadavky na technické prostředky pro robotizaci a automatizaci široké oblasti služeb a s ní spojených servisních činností, které z pohledu nasazení klasických robotů do těchto úloh nebyli dosud aktuální. Analýzy dostupných statistických údajů o již provozovaných servisních robotech naznačují prostor aplikace jako prostor provozně, technologicky a technicky značně různorodý [3].

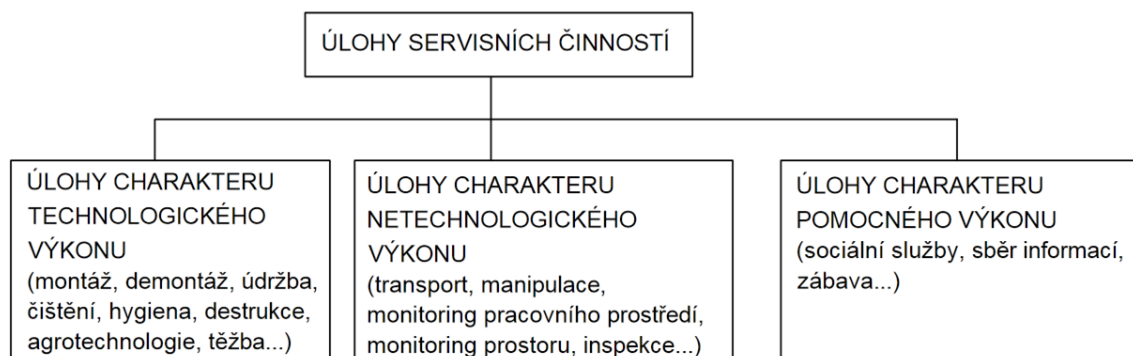


obr. 20 Prostředí použití servisních robotů [3].

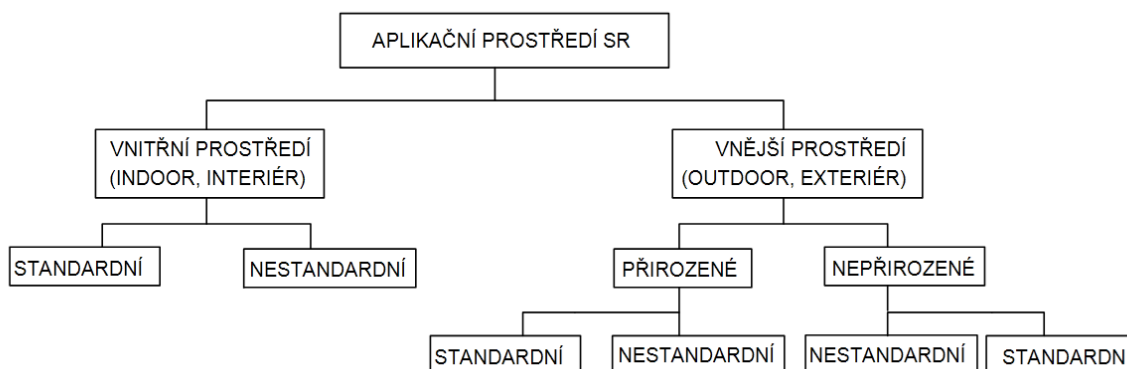
3.1 Potenciál a prostor aplikace servisních robotů

Z obr. 20 je patrné, že servisní roboty mají pokrýt široké spektrum požadovaných činností. Při návrhu servisního robota je důležité správně volit parametry a naprogramování tak, aby při plnění úkolu nebyla narušena bezpečnost a byla zachována co možná největší jednoduchost. Servisní robot má být schopen rychle a flexibilně reagovat na podněty přijaté z okolí, ať už se jedná o definici nebo upřesnění požadavku, vnímání okolního prostředí, počasí, teploty či zkoumání prostoru a terénu. Všechna nasbíraná data musí servisní robot urychleně vyhodnotit a aplikovat.

Servisní činnosti v pestrosti svých potřeb a požadavků mohou principiálně být prezentované úlohami různého charakteru. Pro potřeby definování zadání na vývoj technických systémů určených pro automatizaci služeb je možné použít zjednodušenou kategorizaci, která je sestavená na klasifikaci úloh podle jejich charakteru a vztahu k aplikaci [3].



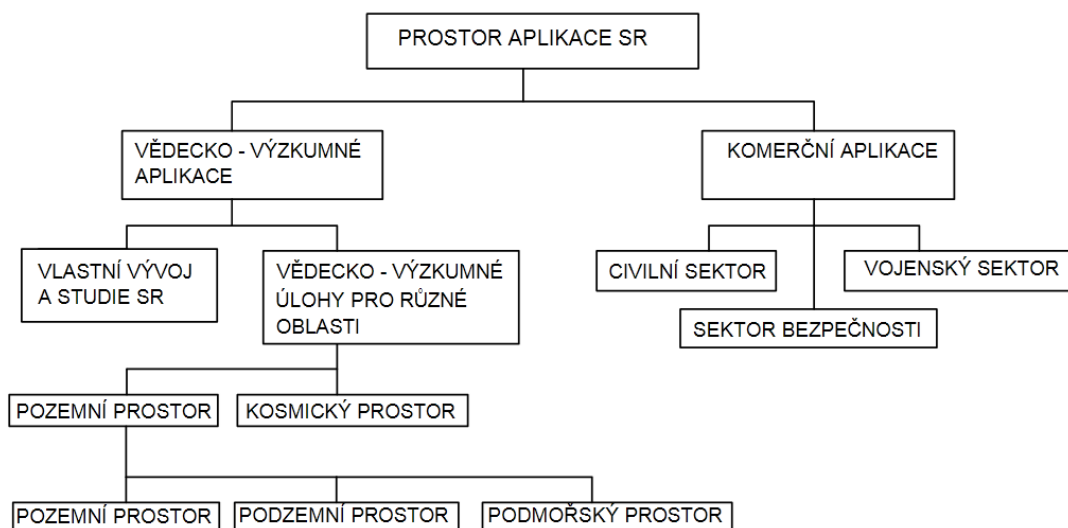
obr. 21 Kategorizace ploch servisních robotů [3].



obr. 22 Kategorizace aplikačního prostředí servisních robotů [3].

Realizace uvedených úloh servisních činností v naznačeném prostoru aplikací servisních robotů, z pohledu vlastností a charakteristik aplikačního operačního a pracovního prostoru, může být vykonána ve vnitřním, resp. venkovním prostředí. Operační a pracovní prostředí je definované faktory prostředí [3].

Prostor aplikace z pohledu účelu a určení úlohy servisních robotů je možné použít rozdělení na dvě kategorie, které zásadně ovlivňují koncepci a konstrukci servisních robotů [3].







obr. 23 Charakteristika aplikačního prostoru servisních robotů [3].

Současné aktivity v navrhování a nasazování servisních robotů lze charakterizovat jako samostatné specifické aplikační úlohy. Poznatky z dočasných aplikací servisních robotů však potvrzují potřebu zavedení systému, který by tvořil předpoklady pro systémový přístup ke klasifikaci SR, k navrhování a provozu SR na základě specifikace požadavků vycházejících z potřeb jeho aplikace [3].

3.2 Rozdělení a současný přehled SR

Jako příklady souvislostí mezi aplikačními oblastmi a požadovanou servisní činností je možné uvést několik kategorií.

- 1) Zdravotnictví - doprava zdravotnického a pomocného materiálu, doprava a manipulace s pacientem, obsluha pacienta, výkon odborných lékařských úkonů, pomoc při náhradě funkce handicapů pacienta.
- 2) Stavebnictví – manipulace při technologii stavby, doprava materiálu, realizace technologie fasád na výškových objektech, realizace podzemních prací.
- 3) Vojenství – nosič zbraňových systémů, průzkum a inspekční činnost, detekce a likvidace výbušnin, manipulace s nebezpečným materiálem.
- 4) Bezpečnostní služba – ostraha objektů a budov, průzkum a inspekční činnost, detekce a likvidace výbušnin, manipulace s nebezpečným materiálem.
- 5) Záchraná služba – likvidace požárů, likvidace havárií a živelných pohrom, monitoring a průzkumná činnost.
- 6) Zemědělství – nosič technologie sazení a výstavby, nosič ošetřovatelské technologie, nosič technologie sběru.
- 7) Lesnictví – nosič technologie sazení a výstavby, nosič ošetřovatelské technologie, nosič technologie těžby dřeva, doprava vytěženého dřeva.

Str. 38	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky		
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		

- 8) Energetika – nosič technologie pro obsluhu a údržbu v jaderných elektrárnách, monitoring a inspekční činnost objektů a potrubí, údržbářská činnost.
- 9) Veřejné služby – údržba a čištění obvodových plášťů objektů, údržba a čištění veřejných komunikací a exteriérů, průvodce v objektech a prostorách, čerpání pohonných hmot, servis letištních služeb.
- 10) Domácnost – údržba a čištění interiéru, vybrané domácí práce [3].

3.2.1 Aplikace SR v sektoru vojenství a bezpečnosti

Donedávna bylo použití SR pro bezpečnostní účely (vojenství, policejní a záchranné služby, hasičské sbory ...) chápáno jako nákladově náročný experiment. Současná globální bezpečnostní situace ve světě, jako i reality geografických a provozních katastrof (turistické útoky, obchod s nebezpečným materiálem, živelné pohromy, přírodní katastrofy, provozní neštěstí, ...) a mimo to i nepříznivý vývoj, radikálně změnili názor a aktivity na využití SR při výkonu odpovídajících bezpečnostních a záchranářských akcí, taktéž při výkonu odpovídajících preventivních a monitorizačních aktivit [3].

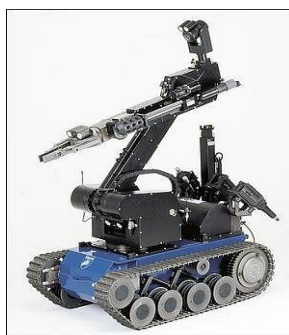
Hlavní důvod aplikace SR pro tyto služby je omezení rizik a možných ztrát, které při jejich realizaci, resp. odpovídajících preventivních opatření hrozí. Dalším důvodem je schopnost a technická vybavenost SR dostat se na místa a do prostorů, které by byly pro člověka nepřístupné (extrémní) a nebezpečné (životně, zdraví škodlivé), resp. které by svými schopnostmi člověk nedokázal kontrolovat (vliv faktorů prostředí) [3].

Příklad použití servisních robotů v oblasti bezpečnostních služeb

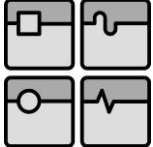
Jako příklad použití SR v oblasti bezpečnostních služeb bude uveden SR s názvem SAFETY GUARD, *obr. 24*, víceúčelový robotický systém určený pro protipožární monitoring určených prostorů, hašení požárů ve volných prostorách a objektech, transport tlakových nádob z požárního ohniska, zavírání ventilů (technické operace v nebezpečném prostředí), vyhledávání a transport osob z ohniska [3].

Robot je vysoce manévrovatelný (rozměry 1300 x 680 x 405 mm; poloměr zatáčení 1460 mm; stoupání 35 deg), pohyblivost (0 – 50 m/min) a nosnost (30 kg), operační čas 60 min, akční nastavba (+/- 210 deg; 0 – 400mm, síla 400 N) komunikace s operátorem probíhá bezdrátově.

[21]



obr. 24 Robot SAFETY GUARD z oblasti vojenského sektoru [21].

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 39
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

3.2.2 Aplikace SR ve službách pro domácnost

Aplikace SR pro služby v domácnosti je charakteristická především přímým kontaktem člověka (obyvatel domácnosti, uživatel, operátor) s robotickým prostředkem. Z toho důvodu prioritou konstrukčního řešení a provozu SR je především bezpečnost a spolehlivost vztahu „člověk – robot“, resp. „robot – prostředí“. Ideálním prostředím pro aplikaci SR v domácnosti je bezbariérový prostor (šířka průjezdových míst 800mm, sklon nájezdových ramp 1:12, maximální délka nájezdových ramp 9m, součinitel smykového tření podlahy nižší než 0,6, maximální výška překážky 20mm) vnitřní stabilní strukturování [3].

Hlavní důvod aplikace SR v těchto službách je zefektivňování výkonu domácích prací (čištění, úklid) v prospěch šetření a úspory času obyvatel domácnosti (lepší využití času, eliminace monotónní práce), zefektivňování obsluhy a opatření imobilních a postarších jedinců (nedostatek ošetřovatelů, stárnutí populace, osamělost jedinců), v náhradě společníků pro osamělé jedince, v novém přístupu k využití volného času jedinců. Dalším důvodem je schopnost a technická vybavenost SR plnit svoji úlohu bez časového omezení, resp. vykonávat činnosti, které by svými schopnostmi člověk nedokázal (fyzicky, mentálně, psychicky) kontrolovaně a bez omezení vykonávat [3].

Mnohé domácí práce jsou pro slabé jedince fyzicky neuskutečnitelné a únavné. Mezi takové patří zvedání a přenos těžkých břemen. Domácí práce (vysávání, čištění, mytí podlahy) jsou monotónní a velká část populace tento čas raději využije efektivněji při jiné činnosti [3].





Příklad použití servisních robotů ve službách pro domácnost

Jako příklad použití SR v oblasti bezpečnostních služeb bude uveden SR s názvem IROBOT BRAAVA – pomocník do domácností.

Robot používá ostříkovače s vodou a saponátem tak, aby pomocí čistících polštářků připevněných ze spodní strany zařízení mohl napomáhat ke zpříjemnění prostoru a chodu domácnosti a čistit tak skvrny a špínu z podlahy. SR nese známky algoritmů společnosti Roomba. Robot se vyznačuje vysokou účinností a rychlostí provedené práce. Od konkurence se liší výhodou. Je navržen tak, aby i těžko přístupná místa byla snadno dosažitelná. V jeho možnostech je čištění různých povrchů (dlažba, kámen, dřevěné podlahy) [22].



obr. 25 Robot BRAAVA z oblasti využití pro domácnost [22].

Str. 40	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky		
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		

3.2.3 Aplikace SR pro lesnictví a zemědělství

Aplikace SR pro služby v zemědělství a lesnictví je charakteristická především vysokými nároky na subsystém mobility, vyplývající z náročnosti terénu ve kterém se pohybují, vysokými nároky na odolnosti vůči vlivu pracovního prostředí (déšť, sníh, prach, teplota), jako její nároky technologií pracovní úlohy (těžba dřeva, sběr ovoce, ošetřování zvířat) [3].

Hlavní důvod aplikace SR v zemědělství je v zefektivňování výkonu prací spojených s rostlinou a ovocnářskou výrobou (ošetřování, dojení, stříhání). V lesnictví je to zefektivňování prací spojených s výrobou sazenic pro umělou obnovu lesa (příprava půdy, sazení, ošetřování), prací spojených s těžbou dřeva (těžba dřeva, doprava dřeva, ochrana lesa, výzkum lesa). Dalším důvodem je schopnost a technická vybavenost SR vykonávat úlohy bez časového omezení, resp. vykonávat činnosti, které by svými schopnostmi člověk nedokázal (fyzicky, mentálně, psychicky) kontrolování a bez omezení efektivně vykonávat [3].

Příklady použití servisních robotů v zemědělství a lesnictví

Prvním příkladem použití SR v zemědělství a lesnictví bude uveden robotický oblek. Jeho funkcí a úkolem je vypomáhat člověku při zahradnických pracích. Oblek vyvinul japonský konstruktér Gohei Yamamoto [23].

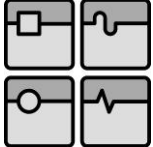


obr. 26 Robotický oblek pro práci na zahradě [23].

Dalším příkladem využití je RC DRON BLADE GLIMPSE XL [24].

Dron je relativně nový typ spotřební elektroniky. Malé létající stroje zažívají v posledních letech svůj veliký rozmach a nacházejí si cestu nejen k leteckým nadšencům. Uživatelé se s nimi baví jak díky výzvám, které představuje samotná pilotáž, tak obsahem, který jsou schopné drony pořídít. Většina přístrojů má vestavěnou kameru [25].

Jedná se o létající robotické zařízení vybavené HD kamerou. Komunikace s operátorem probíhá bezdrátově. Možnosti jeho využití jsou široké. Ve spojení s využitím v zemědělství a lesnictví dron nalézá využití při diagnostice, mapování okolí a pořizování fotografií.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 41
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Chod zařízení zajišťuje technologie integrovaný GPS přijímač a kompas. Kompletní zařízení Glimpse je připraveno schopné letu během několika vteřin. Dron se ovládá RC vysílačem Spektrum DX4e . Pohonná LiPo baterie 11.1 V 3000 mAh umožňuje dobu letu 15 minut [24].



obr. 27 Dálkově ovládaný dron [24].





3.2.4 Aplikace SR ve zdravotnictví a pro sociální péči

Aplikace SR pro služby ve zdravotnictví a sociální péče o lidi (pacient, handicapovaný jedinec) je charakteristická především vysokými nároky na akční subsystém, vyplývající z náročnosti pracovních úloh, které zabezpečují (odborné lékařské úkony, manipulace s člověkem, obsluha člověka). Také existují nároky stanovené požadavky pohybu ve stísněném prostoru (pohyb v interiéru, pohyb ve stavebních objektech nepřizpůsobených provozu robotů, vysoká manévrovatelnost na malých plochách). Z těchto důvodů prioritou konstrukčního řešení je vysoká bezpečnost a spolehlivost [3].

Hlavní důvod aplikace SR ve zdravotnictví a sociální péče o jedince je v zefektivňování výkonu vybraných odborných úkonů (operační výkony, terapeutické výkony, diagnostika), odstraňování fyzicky namáhavých a monotónních obslužných činností a jejich efektivnost (ošetřování a obsluha pacientů, manipulace a přeprava materiálů v objektu), činnosti handicapovaných jedinců (obsluha, opatření). Dalším důvodem je schopnost a technická vybavenost SR vykonávat úlohy bez časového omezení (nepřetržitý tok materiálů mezi pracovišti, tok materiálu souvisejících s pohybem pacientů) resp. vykonávat činnosti, které by svými schopnostmi člověk nedokázal (fyzicky, mentálně, psychicky) bez kontrolování a omezení (časového) vykonávat, nahrazování nedostatku pracovních sil v zdravotnictví a sociálních službách [3].

Příklad použití SR ve zdravotnictví a pro sociální péči

Příkladem použití servisních robotů ve zdravotnictví bude uveden přístroj DA VINCI. Jedná se o víceramenný (2 či 3 ramena ovládající nástroje + 1 rameno pohybující kamerou) systém, který simuluje pohyby lidských rukou v těle pacienta. Lékař sedí u ovládací konzoly (ta může být umístěna i mimo operační sál), vidí pomocí stereoskopického zobrazovacího kanálu třírozměrně operační pole, ovládá pomocí joysticků nástroje v „rukách“ robota, které přes miniaturní vpichy v kůži pacienta velmi precizně provádějí vlastní výkon v těle pacienta [26].

Str. 42	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky		
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		



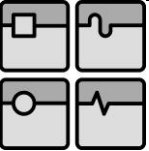
obr. 28 Využití DA VINCI při vykonávání chirurgických zákroků [27].

3.2.5 Aplikace SR ve službách pro energetiku

Aplikace SR pro služby v energetice (provoz a údržba jaderných elektráren, provoz a údržba energetických rozvodných systémů, provoz a údržba stavebních objektů energetických zařízení, záchranná práce při haváriích) je charakteristická vysokými nároky na akční subsystém, vyplývající z náročnosti pracovních úloh, které zabezpečují (odborné diagnostické a údržbářské úkony, manipulace s nebezpečným materiálem, monitoring technologií a prostoru). Také se vyznačují vysokými nároky realizace pohybu v ztížených prostorách a provozních podmínkách (pohyb v interiéru/ exteriéru, pohyb v nebezpečném a škodlivém prostředí, pohyb v nestandardním prostředí, pohyb ve stavebních objektech nepřizpůsobených provozu robotů, vysoká manévrovatelnost na malých plochách) a nároky na různou úroveň jejich autonomnosti (energetická, řízení, navigace) [3].

Aplikace SR v této oblasti je charakteristická výraznou rozdílností požadavků na jejich technickou a programovou vybavenost z pohledu složitosti činnosti, komplexnosti požadované úlohy. Z těchto důvodů prioritou konstrukčního řešení a provozu SR je především robustnost a vysoká spolehlivost konstrukce, vysoká vybavenost v části senzorových systémů a navazujících řídicích algoritmů, ale i vysoká bezpečnost a spolehlivost [3].

Hlavní důvod aplikace SR v energetice je zefektivňování výkonu vybraných odborných úkonů v náročných provozních podmínkách (údržba, provozní obsluha, diagnostika), odstraňování fyzicky namáhavých a monotónních obslužných činností a jejich efektivnost v nebezpečném a zdraví škodlivém prostředí, zefektivňování obslužných činností (obsluha, kontrola, inspekce). Dalším důvodem je schopnost a technická vybavenost SR vykonávat funkce bez časového omezení v náročných pracovních podmínkách, res. vykonávat činnosti, které by svými schopnostmi člověk nedokázal (fyzicky, zdravotně, mentálně, psychicky) kontrolování a bez omezení vykonávat, nahrazování nedostatku pracovních sil v obslužných činnostech provozu energetických zařízení [3].

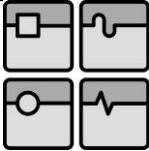
	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 43
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Příklad použití SR v energetice

Příkladem použití SR v energetice bude robot SCORPION, který byl vyslán do míst, kde před léty fungovala a následně v roce 2011 havarovala jaderná elektrárna Fukushima. Úkolem robota bylo mapovat terén v blízkosti jaderného reaktoru. Robot nedorazil do potřebné lokace a nepodařilo se splnit požadovaný úkol pravděpodobně z důvodu poškození radiací, která i po letech v oblasti ohniska havárie stále nabývá vysokých hodnot [28].



obr. 29 Robot SCORPION, zkoumání havárie elektrárny [28].

Str. 44	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

4 PŘÍKLADY KONSTRUKCÍ A APLIKACÍ SR

4.1 Návštěva mezinárodního strojírenského veletrhu 2016 v Brně

Hlavním tématem mezinárodního strojírenského veletrhu (MSV) 2016 se stal Průmysl 4.0 – integrovaný a automatizovaný průmysl, který je nastupující čtvrtou etapou průmyslové revoluce. Zatímco v předchozím ročníku nový směr ukazovala speciální výstava, na MSV 2016 byl Průmysl 4.0 prezentován přímo v expozicích vystavovatelů. V souvislosti s tématem Průmysl 4.0 se zaměřila pozornost především na klíčové inovativní technologie automatizace, robotizace, digitalizace a zasíťování [29].

4.1.1 Osobní pohled na MSV

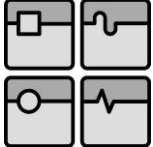
Navštívil jsem již několik ročníků Mezinárodního strojírenského veletrhu v Brně a zajímal se o novinky na trhu v oboru strojírenství. První návštěva MSV proběhla již při studiu střední školy, má specializace byla technické lyceum se zaměřením na informatiku a strojírenství. V té době jsem nechápal důležitost návštěvy MSV a smysl domácího úkolu, který pojednával o vybraných produktech MSV. Dnes již smysl chápu a jsem rád, že jsem navštívil MSV již vícekrát, abych prohluboval své znalosti v oboru strojírenství. Důležitým tématem pro MSV 2016 byla průmyslová automatizace, bylo možné prohlédnout si novinky ve strojírenství, zjišťovat informace pro bakalářskou práci, informovat se o možnostech stáží nebo spolupráce se společnostmi. Pořídil jsem desítky fotografií, a vybrané z nich budou uvedeny v BP.

4.1.2 Dánská společnost UNIVERSAL ROBOTS

Nejvíce mě na MSV 2016 zaujal robot, který se dotýkal mé ruky a za pomoci citlivých senzorů kopíroval tvar mé ruky. Společnost zabývající se touto problematikou se jmenuje: „Universal robots“ (dále i jako UR), sídlí v Dánsku, má distributory i v České republice. Proběhl rozhovor v jazyce anglickém mezi mnou a zástupcem společnosti UR, vyzískal jsem firemní prospekty a informoval se o dalších aplikacích z portfolia UR.



obr. 30 Citlivé senzory kopírující tvar ruky (fotografie autor BP)

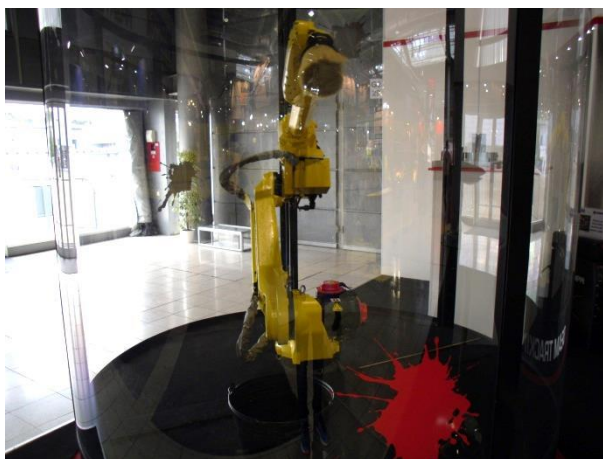
	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 45
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Mladá, moderní Dánská společnost vyvíjí kooperativní robotická ramena. Kolaborativní roboty si zakládají na jednoduchosti přípravy a naprogramování. Obsluhu by měl pomocí návodu zvládnout průměrně technicky zdatný jedinec [30].

S roboty je možné se potkat ve výrobních procesech (manipulátory, montážní operace, obrábění) i servisních činnostech, kde mohou pomáhat při rehabilitaci nepohyblivých pacientů [31].

4.1.3 Natěračské a čistící práce

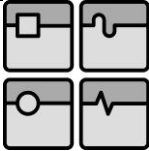
Zajímavým se pro mě také stal robot, na jehož konci byl namontován jako koncový efektor kruhový štětec. Pomocí prostorového pohybu ramene robotu za současného rotačního pohybu štětce bylo nanášeno barvivo na určenou plochu. SR v této oblasti mohou přispět ke snížení rizika při vykonávání výškových prací. Při výkonu takové práce robotem hrozí riziko upuštění nástroje či nekontrolovatelnému toku barviva. Po správném nastavení a nadimenzování SR bude prospěšné pro natěračské nebo čistící práce.



obr. 31 Nános barviva na plochu

4.1.4 Výdej limonády

Atraktivním pro kolemjdoucí se stal také robot společnosti Doosan Škoda Power, jehož úkolem bylo podávat limonádu po stisku tlačítka. Bylo příjemné sledovat, jak je natočena limonáda pomocí „robotické umělé inteligence“ a podána k požití člověku. Podobná zařízení naleznou využití v cateringu a obsluze člověka. Mnohdy vytížený personál restauračních zařízení se tedy může soustředit na jiné úkoly, které nebudou přiřazeny robotům. Proto použití SR v cateringu povede ke zlepšení kvality odvedené práce a zvýšení efektivity. Tyto důvody vedou k vyšší spokojenosti zákazníka.

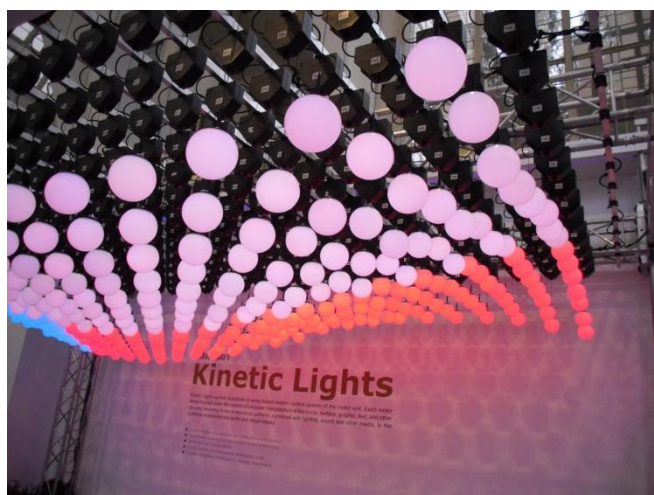
Str. 46	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	



obr. 32 Výdej limonády zdarma pro účastníky MSV 2016

4.1.5 Atraktivní osvětlení

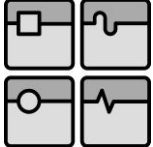
Moji pozornost získal i systém osvětlování japonské společnosti Kinetic Lights. Systém se skládá z několika desítek či stovek světelných prvků (barevných svítidel) zavěšených na pohyblivém rameni. Počítačem řízené a předem naprogramované pohyby jednotlivých ramen se spojují v jeden fungující celek, kdy se světla v ladném a harmonickém či elegantním pohybu spouští nebo vytahují a vytváří tak velmi dynamický vizuální dojem. Tento světelný celek má především umělecký význam.



obr. 33 Atraktivní osvětlení

4.1.6 Přínos MSV

Největší přínos MSV 2016 byl osobní, z důvodu hledání spolupráce se strojírenskou společností a získávání orientace v oboru. V době návštěvy MSV jsem vyhledával možnosti pro praxi v oboru a informoval se o širší svých možnostech pro uplatnění v oboru strojírenství.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 47
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

4.2 Příklady aplikací servisní robotiky

4.2.1 Inteligentní lednice





Společnost Samsung již v minulosti vyvinula několik typů chytrých ledniček, které měli obvykle na předních dveřích pevně zabudovaný nebo odnímatelný tablet, se kterým bylo možné ledničku ovládat a kontrolovat její stav, případně i dokoupit chybějící zboží. Zařízení je vybaveno 20palcovým dotykovým displejem, umístěným na pravých dveřích. Pomocí displeje je možné přehrávat hudbu z cloudových služeb, také se podívat na stav lednice. Uvnitř jsou umístěny 4 kamery, které pořídí snímek obsahu lednice po každém přivření lednice [32].



obr. 34 Inteligentní lednice s rozšířenými možnostmi obsluhy [32].

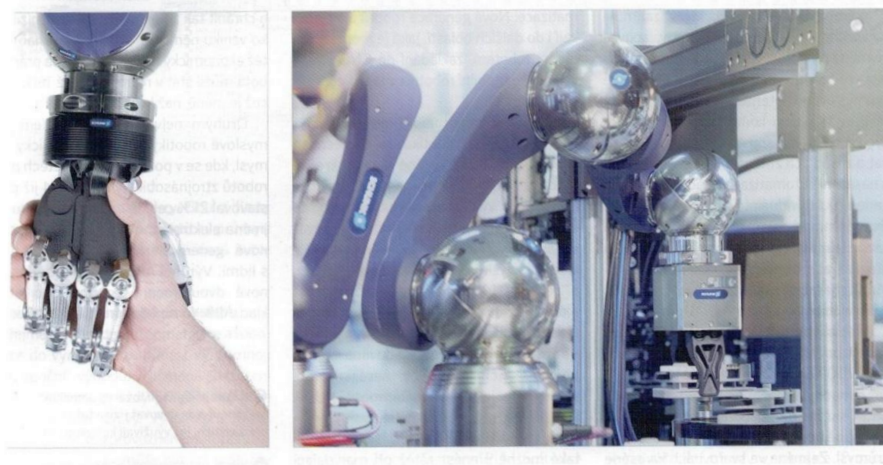
4.2.2 Manipulační robotická ruka

Pětiprstá ruka SCHUNK SVH otevírá flexibilní možnosti při uchopování a manipulaci. Proniknutí do světa chapadel SCHUNK zahrnuje několik úrovní. První stupeň tvoří jednoduchá mechatronická chapadla. Následují inteligentní mechatronická chapadla, která jsou vybavená přídatnou elektronikou. Dále kyberfyzikální systém, který je schopný komunikace i mimo děj. Poslední příčku tvoří chytrá chapadla, komunikující kyberfyzikální systémy, které jsou navíc propojeny s webem [33].

Str. 48	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	 
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	 



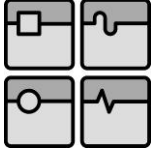
obr. 35 Robotická uchopovací ruka [33].



obr. 36 Vysoká citlivost robotické ruky [33].

4.2.3 Exoskeleton

Zařízení zpracované jako exoskeleton vytváří robotickou vnější kostru kolem ruky člověka, které se podvoluje přirozeně nastavenými stupni volnosti. Pohyb určuje osm pneumatických ovladačů, přičemž všechny úhly, síly a dráhy snímá několik senzorů. Servopneumatické kontrolní algoritmy umožňují precizní pohyby všech kloubů každého prstu. Díky ohebnosti konstrukce, vyplývající z použití pneumatických systémů, je zařízení natolik bezpečné, že o něm lze uvažovat i jako o rehabilitační pomůcce pro pacienty trpící dočasným ochrnutím. Pro takové případy je připraveno počítačové rozhraní, které prostřednictvím elektroencefalografického signálu získávaného EEG snímačem na hlavě postiženého rozpozná, zda si člověk přeje sevřít nebo povolit dlaň. ExoHand v roli aktivní ortézy pak tento pohyb provede [34].

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 49
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		







obr. 37 Vysoká citlivost robotické ruky [34].

4.2.4 Rotační rameno Powerball

Vyspělý robotický systém umožňující bezprostřední spolupráci s lidmi nabízela společnost Schunk dříve, než kolaborativní roboty přišli do módy. Robotické rameno Powerball-Lightweightarm LWA 4 se šesti stupni volnosti je už svým provedením designový klenot mezi obdobnými systémy. Nezaostává ani svými konstrukčními a výkonovými parametry – je obratné, silné a velmi přesné. Jeho zvláštností, kterou se odlišuje od konkurenčních řešení, je kloubová mechanika. Rameno je tvořeno trojicí speciálních kulovitých kloubů, tzv. powervallů, které dokáží rotovat ve dvou osách. To zajišťuje ramenu mimořádnou obratnost. Do kulovitých pohonů je integrována kompletní řídicí a regulační elektronika, všechny přívody pro chapadla a nástroje jsou zabudované uvnitř modulu, tudíž na povrchu robotické jednotky nejsou žádné rušivé elementy [35].



obr. 38 Robotické rameno se šesti stupni volnosti [35].

Str. 50	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky		
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		

4.2.5 Vychystávání pultovních položek

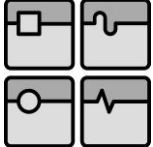
Startupová firma IAM Robotics, založená v roce 2012, byla jednou z prvních, která se zaměřila na oblast autonomní robotiky pro oblast skladové manipulační techniky a logistiky na komerční úrovni. Vyvinula autonomní mobilní vychystávací roboty nazvané Swift, které tvoří kolová základna osazená robotickým ramenem Fanuc s užitečným zatížením 7 kg a přísavka, které může dosáhnout 45 cm do regálů. Výškově nastavitelný vozík může operovat mezi policemi v rozmezí 7,5 a 215 cm, a autonomně transportovat mezi různými pozicemi náklad o hmotnosti až 22,5 kg. Podle výrobce může robot samostatně operovat ve skladu a je schopen vychystávací rychlosti na úrovni člověka [36].



obr. 39 Robot plní regály v obchodě [36].

4.2.6 Maloobchodní asistent

Maloobchod se zaměřil zejména na robotiku pro spotřebitele. Kladný postoj k významu těchto nových technologií umožňujících automatizaci jejich činností zaujímají stejně tak i dopravní a logistické firmy. V obchodech se začali objevovat roboti, kteří konají činnost při doplnění zboží. Společnost Lowe vyvinula servisního robota nazvaného OSHbot, který komunikuje několika jazyky a pomáhá nakupujícím najít hledané položky zboží. Robot se automaticky pohybuje uličkami mezi regály, sestavuje a zpracovává obrovské množství dat. Proto vzniká obsáhlý datový soubor, který umožňuje maloobchodníkům usnadnit identifikaci každého výrobku v regálech, zajistit přesné stanovení cen, sledovat úroveň zásob a analyzovat geoinformace o daném zboží [37].

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 51
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	







obr. 40 Robot asistent v maloobchodním zařízení [37].

4.2.7 Inteligentní číšník

Zatímco donedávna byly kolaborativní roboty spíše experimentální záležitostí a exotickou raritou, aktuálně už jsou běžně dostupné v nabídce výrobců robotické techniky. Každá silná a významná značka má obvykle ve svém portfoliu zástupce této kategorie. Pro účely služby lidem při podávání limonády posloužil robot KUKA [38].

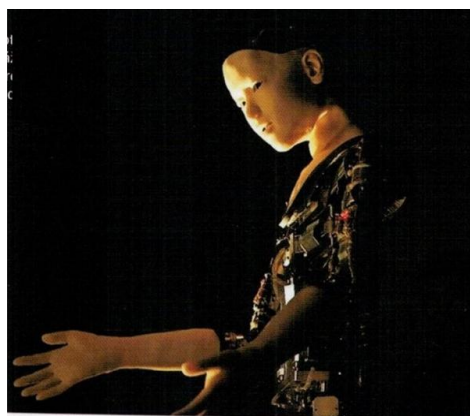


obr. 41 Podávání nápojů a občerstvení [38].

Str. 52	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky		
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		

4.2.8 Mimika v obličeji

Zajímavou aplikací se stává robot, který dokáže na základě vlastního rozhodování vytvářet pohyby a mimiku obličeje. Poněkud strašidelně vyhlížející humanoidní robot s názvem ALTER je vybaven elektronickými senzory, které napodobují neuronové síť lidského mozku, což mu umožňuje plnou kontrolu nad svými pohyby končetin a výrazy obličeje. Jeho pohyby zajišťuje 42 pneumatických pohonů. Další důležitou částí je centrální generátor vzorků (mozek). Neuronová síť CPG replikuje neuronovou aktivitu a nabízí značně velkou míru volnosti pohybu, což umožňuje androidu napodobovat vzory lidského pohybu a vytvořit si své vlastní. Alter upravuje pohyb svých paží, hlavy a držení těla na základě náhodných vzorků pohybu v reakci na okolní prostředí [38].



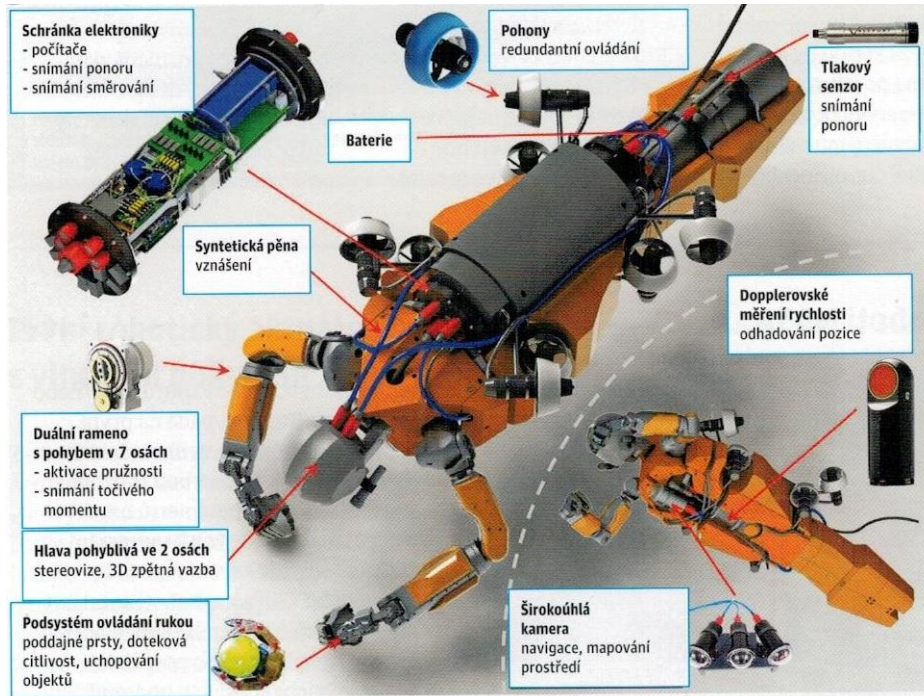
obr. 42 Napodobení výrazu v obličeji [38].

4.2.9 Umělý potápěč





Přibližně 1,5 m dlouhý koncept humanoidního potápěče OceanOne vzniknul původně pro studium hlubokomořských korálových útesů v Rudém moři, které jsou mimo běžný dostup lidských potápěčů. Existující typy průzkumných ponorek budou těžko konkurovat schopnostem citu a schopnostem lidských průzkumníků. OceanOne je koncipován výzkumníky z americké Standfordské univerzity jako kombinace nejlepších vlastností obou případů, využívající spojení pokročilé servisní robotiky, umělé inteligence a hmatové odezvy. Vzhledem k ergonomii lidského těla se ve vodě pohybuje jako skutečný potápěč a také díky velikosti, která odpovídá lidskému tělu, se dostane i do míst, kde mají obvyklá podvodní robotická zařízení problém [39].



obr. 43 Průzkumný a diagnostický potápěč [39].



obr. 44 Popis součástí potápěče [39].

Str. 54	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky		
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		

5 BUDOUCNOST A SMĚR VÝVOJE

5.1 Vývojové trendy

Člověk znalý historie si vybaví sociální nepokoje v době první průmyslové revoluce, kdy dělníci v obavách z masivní industrializace plánovali organizovaně ničit stroje, aby jim nebraly práci. Dánský výrobce kolaborativních robotů UNIVERSAL ROBOTS to však myslí docela jinak. Stroje, které vyrábí v dánském Odense, rodišti Hanse Christiana Andersena, jsou totiž jako jedny z prvních robotů na světě určeny pro přímou spolupráci s lidmi. Tvůrcům se podařilo přijít na trh s dobrou myšlenkou ve správný čas. Takzvané „coboty“, což je zkrácené označení pojmu „collaborative robot“, představují ohromný a dosud nevyužitý potenciál silně rostoucího odvětví [31].

Dočasný vývoj technické úrovně SR přinesl, mimo jejich původního aplikačního prostoru, jejich reálné technické záměry využití SR v průmyslové oblasti jako technické prostředky pro výkon služeb souvisejících s komplexem činností zabezpečujících průmyslové výrobní procesy [3].

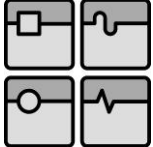
Lze tedy konstatovat, že SR a průmysl spolu velmi úzce souvisí. V současné době je snaha o implementaci servisní robotiky právě do výrobních procesů. SR napomáhají ke zvýšení efektivity a především ergonomie práce, proto jsou sníženy rizika úrazu a trvalého poškození. SR ve výrobním procesu zajišťují mimo jiné mezioperační manipulaci, činnosti zdraví ohrožující a přesuny materiálu a podporu pracovní síly.

Současné globální trendy vývoje robotů, které jsou motivované expanzí robotů prakticky ve všech technických a provozních oblastech, významně ovlivnily a nadále ovlivňují výklad požadovaných vlastností a charakteristik robota. Následně s pokračujícím vývojem robotů tradičních znaků a charakteristik vznikají nové kategorie a nové generace robotů s významně odlišnými znaky a charakteristikami. Vznik nových kategorií robotů vyvolala a určila potřeba praxe, která formulovala nové funkční znaky a charakteristiky inteligentních robotů určených pro technologicky a technicky nové plochy, ale i pro nové prostředí a nové aplikace [3].

Vývoj a budoucnost robotů v servisních i průmyslových odvětvích bude neustále aktuální. Podle autora práce se v nejbližších letech bude silně vyvíjet oblast létacích robotů a dronů. Jejich pohybové možnosti jsou takřka neomezené a s podporou zobrazovací techniky či umělé inteligence bude jejich pole působnosti stále větší. Dron či létací robot může vzletět a opravit statický či pohyblivý objekt (oprava mostu, výškové budovy, výměna a čištění oken; oprava porouchaného letadla ve vzdušném prostoru, doplnění paliva vrtulníku v pohybu, přeprava zásob na kosmickou stanici).

Doposud vývoj robotiky směřoval podobnou cestou jako vývoj osobních počítačů – šlo spíše o vyvážení základní jednotky než o uvažování nad robotem jako o dílčí součásti většího systému. To ovlivnilo i způsob, jakým jsou dnešní roboti budováni. “Dodnes platí, že výkon mobilního robota je nejvíce limitován množstvím paměti či výpočetní kapacity, kterou si veze s sebou,” doktor Chris Jones, ředitel projektu vývoje robotiky ve společnosti iRobot [42].

Pozitivní dopad, který má zvýšená produktivita robotů na zaměstnanost, je možné sledovat v nejmodernějších průmyslových zemích. Americký automobilový průmysl například instaloval více než 60 000 průmyslových robotů v letech 2010 až 2015. V tomto období se

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 55
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

počet zaměstnanců v automobilovém průmyslu USA zvýšil o 230 000. V německém automobilovém průmyslu se počet provozovaných robotů zvýšil na více než 93 000 kusů v roce 2015, což představuje nárůst přibližně o 14 000 v porovnání s rokem 2010. Ve stejném období se zaměstnanost zvýšila o přibližně 93 000 pracovních míst na 813 000 (2010-2015). Podle McKinseyho globálního institutu nebude více než 90% pracovních míst v budoucnu plně automatizováno. Místo toho budou roboty a lidé spolupracovat [43].

5.1.1 Aeromobil

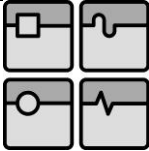
Byla navštívena přednáška v rámci akce Techfest o létajících autech. Příkladem v této oblasti bude uveden AEROMOBIL. Jedná se o hybridní zařízení schopné letu i pohybu po pozemní komunikaci, sloužící především k přepravě osob. V současné době je vyvinut aeromobil 4. Generace. Autory zařízení jsou konstruktéři ze Slovenska a budoucnost se jeví pozitivně. Na uvedení do běžného provozu a užití se však vážou otázky spojené s logistikou a bezpečností vzdušného prostoru, které je potřeba ošetřit.

Zařízení má zajímavý vývoj. V roce 1990 byly ustanoveny základní myšlenky a návrhy a v průběhu několika dekad proběhl vývoj. Aeromobil v době psaní práce nabízí model 4. generace vývoje. O pohon dvoumístného létajícího automobilu se stará čtyřdobý čtyřválcový letecký motor Rotax 912. Jeho přesné technické parametry firma dosud nezveřejnila, stejně jako u minulé evoluce. Tento motor zajišťuje výkon 80 až 100 koňských sil [40,41].

Při jízdě v režimu automobilu je nejvyšší rychlost 160 km/h, což při spotřebě paliva 8,0 l/100 km činí teoretický dojezd dle výrobce 845 kilometrů. Tankovat je možné na libovolné čerpací stanici pro běžná motorová vozidla. K řízení/pilotování je potřeba pilotní průkaz, stejně jako řidičské oprávnění pro běžná motorová vozidla. Létající auta byla snem 60. let minulého století, ale myšlenku se až dosud nikomu nepodařilo dotáhnout do úspěšného konce [41].



obr. 45 Aeromobil v pozici pro let [40].

Str. 56	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	



obr. 46 Aeromobil v pozici pro jízdu [40].

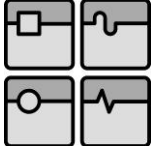
5.1.2 Zeštíhlování výroby

Zeštíhlování výroby je snaha a hledání způsobů snižování nákladů, zvyšování efektivity a maximalizaci přidané hodnoty. K zákazníkovi by se zboží přes celkový proces mělo dostat v požadované kvalitě v daný čas za dohodnutou cenu s co možná největším profitem pro společnost výrobek prodávající. Toto téma je velmi aktuální a společnosti zabývající se snahou o zvýšení celkové produktivity aplikují principy a zásady štíhlé výroby. Rychlost a kvalita jsou dva protiklady, mezi kterými se obvykle hledá správná rovnováha. Při rychlé výrobě se vyrobí velké množství kusů, avšak obvykle na úkor kvality. Zaměření na vysokou kvalitu mnohdy sebou nese časovou náročnost. Nalezení správné rovnováhy mezi kvalitou a rychlostí není jednoduchá záležitost a je vhodné tuto práci s důvěrou vložit do rukou inženýrů kvality, spolehlivosti a bezpečnosti.

V oblasti snižování nákladů je nápomocný Lean Management (štíhlé řízení), který zaměřuje svoji pozornost na celý podnik. V jeho rámci se jedná o procesy, které označujeme jako zeštíhlování. Je zde snaha snižovat celkové náklady a odkládaný odpad. Jednak z finančního hlediska, také z hlediska ochrany životního prostředí. Existuje mnoho metod pro zeštíhlení. Většina vychází z jednoduché myšlenky. Snižit náklady, zvýšit kvalitu a rychlost. Štíhlostí se rozumí dělat jen takové činnosti, které jsou potřebné, dělat je správně hned napoprvé, prosazovat je rychleji než konkurence a s nižšími náklady [44,45,46].

5.1.3 Průmyslová revoluce 4.0

Jde o zavádění inteligentního počítačového řízení do průmyslu, samozřejmě v přímé vazbě na mechanické prvky a další elektroniku. Inteligentní řízení může být nejen částečně, ale dokonce i zcela bezobslužné – potom hovoříme o umělé inteligenci. Celý koncept je postavený na propojení sensorů, strojového vnímání, sběru a zpracování ohromného množství dat o výrobním procesu včetně skladového hospodářství a dodavatelského řetězce, následné analýze dat a automatickém řízení. Nedílnou částí trendu Industry 4.0 je IoT (Internet of Things), což neznamená pouze síťové propojení jednotlivých zařízení, ale také snímačů, nástrojů a jiných komponent [47, 48].

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 57
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Průmysl 4.0 vychází z technologií souvisejících s „internetem věcí“, což je v zásadě všudypřítomné propojení všech přístrojů s internetem a kyberfyzikálními systémy, tedy kombinace fyzických předmětů a softwarových systémů. Tato průmyslová revoluce je fenoménem, který nelze zastavit. Cílem je maximálně využívat současné technologické vymoženosti při optimalizaci vlastní výroby a to nejlepší nabídnout i v podobě vlastních výrobků a služeb zákazníkům [49].

Jde především o čtyři základní body: kyberfyzikální prostor, datovou architekturu a učící se stroje, kryptoměny a blockchain a tzv. infosféru, zahrnující síťový efekt a „exponenciální firmy“. V centru pozornosti v několika příštích letech bude především masový nárůst dat a jejich přístup k uložení. Budou vznikat datová jezera, „in memory“ databáze a dojde k singularizaci dat, tj. masivní paralelizaci na globální úrovni. Zásadní důležitosti nabývá schopnost pružně reagovat na změny a přizpůsobit se okolnostem [50].





Lze namítnout, že Průmysl 4.0 není nic nového. V podnicích především výrobního charakteru je tento trend rozvíjen již delší dobu. Je to pravda, jednotlivá lokální řešení již dávno existují a vytvářejí vysokou přidanou hodnotu. Nicméně nynějším cílem je tato lokální řešení spojit v plnohodnotné celky s propojeným vzájemně mezi sebou reagujícím řízením. Kde je přesná hranice, je těžko stanovitelné. Důležité je, že se nejedná o převratnou novinku pro budoucnost, ale o průběžný proces, ve kterém se již nacházíme, a který se bude pouze zrychlovat [47].

Pro zavádění robotů do konkrétní firmy je nezbytný správně sestavený víceletý integrační program, koncipující celkovou architekturu automatizace pro potřeby a cíle firmy s ohledem na její dlouhodobou strategii, který určí zásadní postupové cíle a zásady pro realizaci [52].

Například společnost SCHUNK vytvořila výpočtový model, který ukazuje cestu od aktuálního stavu k inteligentnímu chapadlu pro průmysl 4.0. Najdou využití v oblastech, jako „Smart Factory“, kooperace člověka s robotem, ale i nepřetržité monitorování stavu, předvídaná údržba, citlivostní zkoušky nebo kontrola kvality v reálném čase. [33]

Zkracují se intervaly pro uvedení nových produktů na trh a zároveň výroba reaguje na individuální požadavky zákazníků. Vyšší flexibilita je však vyžadována i z jiného důvodu: přes rostoucí rozmanitost produktů a procesů nesmí být výroba časově a energeticky náročnější než dříve a nesmí spotřebovat více zdrojů. Zřejmý potenciál inovací v oblasti digitalizace spočívá v tom, jak mohou zvýšit účinnost návrhu a přípravy produktu až po návrh výroby, uvedení do provozu, provoz a modernizaci strojních zařízení i výrobních závodů. Je nutno zachovat inovaci k udržení pozice na trhu. Zákazník bude stále náročnější a méně loajální vůči stávajícímu dodavateli. Průmysl tedy musí být maximálně flexibilní, sledovat náklady a vysokou kvalitu [53].

Iniciativa zahrnuje opatření na podporu investic a standardizace, aplikovaného výzkumu, zpracovává otázky spojené s kybernetickou bezpečností, logistikou i normalizací. Zahrnuje také změny vztahující se k trhu práce, ke vzdělávání a k rozvoji lidských zdrojů. Významně se totiž změnila poptávka na trhu práce s požadavkem na technicky vzdělanou pracovní sílu. To by mělo tedy také přirozeně přinést i zvýšení mzdového ohodnocení

Str. 58	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	 
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	 

pracovníků, jak k němu vyzývají zástupci pracujících. Vzniknou nová pracovní místa a profese, jiné – zejména méně kvalifikované pozice – naopak zaniknou [54].

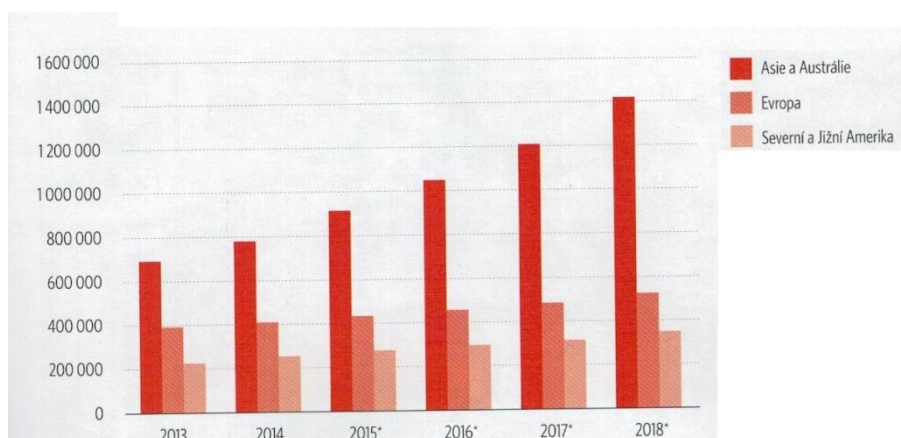
5.1.4 Snaha o lidskou podobu

Snahou současného vývoje je zajištění příjemného prostředí. Vzhled robotického zařízení má připomínat lidského jedince. Příkladem v této oblasti je zařízení SAWYER. Americký výrobce RETHINK ROBOTICS přidává k zařízení obrazovku, která simuluje oční kontakt a má tak navodit příjemnou atmosféru ve spolupráci s robotem. Fotografie byla pořízena s laskavým svolením výrobce.

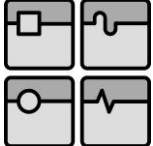


obr. 47 Vzhled připomínající lidského asistenta

Robotické prostředky patří mezi složité kybernetické soustavy. Vývoj a odhadované počty prodaných robotů ve třech světových teritoriích s výhledem do roku 2018 podle mezinárodní robotické federace IFR vykazují stabilní růst [52].



obr. 48 Vývoj a odhadované počty robotů

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 59
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

ZÁVĚR

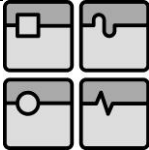
Za pomoci odborné literatury byly autorem této vysokoškolské kvalifikační práce definovány základní interdisciplinární pojmy a definice vyskytující se v této bakalářské práci. Při ujasnění těchto pojmů se čtenář práce může v textu lépe orientovat a získat tak solidní přehled v oblasti automatických strojů a robotiky. Kinematická struktura robotů byla seřazena do jednotlivých podkapitol, které jsou přehledně rozepsány a uvedeny v obsahu. Bylo použito množství obrázků. Obrázky jsou v době psaní této práce aktuální, používají se pro osnovy výuky na českých vysokých školách. Množství obrázků bylo použito z firemních prospektů a odborných technických článků.

Jak si jistě pozorný a pilný čtenář všimnul, svým způsobem psaní této vysokoškolské kvalifikační práce se vymyká ze zvyklostí bakalářských prací v technických oborech. Byl použit osobní rod i rod trpný. Jako důvod budiž skutečnost, že v osobním rodě se mnohem lépe prezentuje myšlenkový a obsahový vývoj této práce, která mimo jiné je postavena na použití a vyhodnocení otázek v mnou navrženém dotazníku. Myšlenky více jedinců a společné přemýšlení pomocí dotazníku napomohly k zodpovězení otázek ve vztahu člověka k samočinně pracující technice v jeho okolním prostředí. Množství autorů ve svých knižních publikacích nebo kinematografických dílech vyjadřuje myšlenky a postoje k vzájemnému vztahu člověka a stroje. Vybraná díla jsou v práci uvedena a okomentována.

V přehledu současného stavu v oblasti servisní robotiky jsou uvedeny roboty přispívající k zpríjemnění volného času nebo pracovních úkonů člověka. Bylo prozkoumáno a prostudováno značné množství materiálů, literatury, firemních prospektů, časopisů a internetových zdrojů. Při zjišťování informací došlo k navázání kontaktu se společnostmi na strojírenských veletrzích a otevřených dnech firem. Byl navázán rozhovor o vývojových trendech se zástupci dánské společnosti UNIVERSAL ROBOTS. Společnost se pro autora bakalářské práce stala favoritem v oblasti servisní robotiky a robotiky jako takové.

V závěrečné části zahrnující vývojové trendy a technicko-filozofické úvahy nad vývojovými trendy byla zmíněna průmyslová revoluce 4. 0. Jedná se o velmi aktuální a diskutované téma, se kterým se autor bakalářské práce mnohokrát setkával. Servisní robot musí být vyroben efektivně, rychle a kvalitně, proto bylo zmíněno právě moderní téma industrializace.

Při hledání současných aplikací SR autor získal motivaci v budoucnu zkoušet a experimentovat ve vlastní domácnosti s pomocí umělé inteligence a SR. Autora zaujal robot pro úklid v domácnosti.

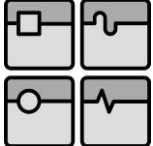
Str. 60	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Vypracování přehledu v oblasti servisní robotiky a automatizace napomohlo autorovi bakalářské práce v hledání správného směru zaměření navazujícího studia a profilace v oboru strojírenství. Téma je zajímavé a aktuální, bylo rozebráno z několika různých pohledů.

Počet stran pro bakalářskou práci je vyšší z důvodu častého výskytu obrázků a fotografií.

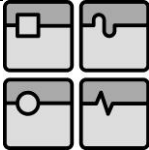
Při psaní bakalářské práce autor ocenil možnosti současné robotiky a techniky z důvodu nutnosti hospitalizace blízkého rodinného příslušníka v nemocničním zařízení. Autor byl vděčný tvůrcům polohovacího nemocničního lůžka. Lůžko bylo polohováno tak, aby co možná nejvíce vypomohlo a usnadnilo léčbu pacienta a zpříjemnilo jeho pobyt.

Bakalářská práce napomohla v rozhodování a zvažování dalších možností studia na Fakultě strojního inženýrství VUT v Brně.

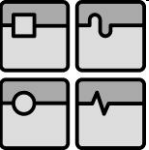
	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 61
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

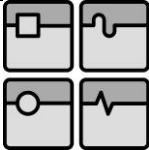
- 1 LILLEY, Sam. *Automatisace a společnost*. Praha: Orbis, 1958. Malá moderní encyklopedie (Orbis).
- 2 KOLÍBAL, Zdeněk. *Roboty a robotizované výrobní technologie*. Brno: Vysoké učení technické v Brně - nakladatelství VUTIUM, 2016. ISBN 978-80-214-4828-5.
- 3 SMRČEK, J., KÁRNÍK, L. *Robotika – Servisné roboty. Navrhovanie, konštrukcia, řešení*. 1. vyd. Košice : Edícia ved. a odb. literatúry SJF TU, 2008. ISBN 80-7165-713-2.
- 4 KALÁB, V. *Koho ohrožují roboti?*. Robotic journal. Svět robotiky a automatizace. 2016, č.1. Praha: Robotic journal, s. r. o., s. 9. ISSN 2533-4425.
- 5 FactoryAutomation [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <https://factoryautomation.cz/kdo-vymyslel-slovo-robot-karel-capek-to-nebyl>
- 6 PRUDILOVÁ, G. *Chapadlo CO-ACT usnadňuje spolupráci člověka a robotu*. Konstruktor. Trendy ve strojírenství. 2016, č.3. Brno: Vydavatelství Nová média, s. r. o., s. 64. ISSN 1805-8590.
- 7 ELUC [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1905>
- 8 Hasičská technika [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <http://mujweb.cz/fijepo/pohlednice2011.htm>
- 9 International Federation of Robotics [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <https://ifr.org/service-robots>
- 10 Slovník cizích slov [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <http://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/automat>
- 11 Computer Glossary [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <http://whatis.techtarget.com/definition/fuzzy-logic>
- 12 Online dotazník [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <https://www.survio.com/cs/>
- 13 ČAPEK, Karel. *R.U.R.: rosum's universal robots*. Praha: Artur, 2004. Edice D. ISBN 8086216462.
- 14 *Modern Times* [film]. Directed by Charles Chaplin.

Str. 62	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

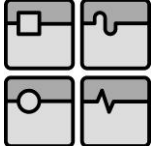
- 15 *Short Circuit* [film]. Directed by John Badham.
- 16 Projected realities [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z:
<https://projectedrealities.wordpress.com/2013/12/31/movie-review-short-circuit-mild-spoilers/>
- 17 REICHERT, Mickey Zucker. *Já, robot: poslouchat*. Praha: Argo, c2014. Fantastika (Argo: Triton). ISBN 978-80-257-1088-3.
- 18 REICHERT, Mickey Zucker. *Já, robot: chránit*. Praha: Argo, c2013. Fantastika (Argo: Triton). ISBN 978-80-257-0918-4.
- 19 Wallpapers [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z:
http://www.hdwallpapers.in/walls/will_smith_i_robot-wide.jpg
- 20 *I, Robot* [film]. Directed by Alex Proyas.
- 21 Požáry CZ [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z:
<https://www.pozary.cz/clanek/1982-hasicsky-robot-safety-guard-werkfeuerwehr-basf-ag-ludwigshafen/>
- 22 Apple robot [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z:
<http://applenovinky.cz/2016/03/irobot-braava-skvely-pomocnik-domacnosti/>
- 23 HOBBY [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z:
http://hobby.idnes.cz/pri-okopavani-zahradky-pomuze-roboticky-oblek-za-16-tisic-dolaru-pw9-/hobby-zahrada.aspx?c=A090119_141517_hobby-zahrada_bma
- 24 RCprofi [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z:
<https://www.rcprofi.cz/rc-dron-blade-glimpse-xl-s-wifi-hd-kamerou-rtf.html>
- 25 VOKÁČ, L. *Létání nejen pro zábavu*. Studenta. 2016, č.52.Praha: Studenta Media, s. r. o., s. 80-81. E 16630.
- 26 ČLS JEP [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z:
<http://csrch.cz/da-vinci-system/>
- 27 HTHayat [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z:
<http://www.hthayat.com/saglik/haber/644396-da-vinci-robot-yontemi-ile-tedavi>

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 63
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

- 28 The Verge [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z:
<https://www.theverge.com/2017/2/17/14652274/fukushima-nuclear-robot-power-plant-radiation-decommission-tepco>
- 29 Deník CZ [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z:
<http://www.denik.cz/ekonomika/strojirensky-veletrh-v-brne-ma-byt-nejvetsi-za-poslednich-osm-let-20160930.html>
- 30 Universal Robots [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z:
<https://www.universal-robots.com/cs/>
- 31 HOMOLA, Jan. *Univerzální roboty z Dánska chystají velkou expanzi*. Automatika. Trendy v automatizaci a průmyslové robotice. 2016, č.1. Brno: Vydavatelství Nová média, s. r. o., s. 12-13. ISSN 2464-7179.
- 32 LEVEK, Miroslav. *Chytrá lednička s obřím displejem*. A-Z Elektro. Specializovaný odborný časopis. 2016, č.1. Praha: GIVERSON, s. r. o., s. 12-13. ISSN 1805-1073.
- 33 PRUDILOVÁ, Gabriela. *Chytrá chapadla reagují flexibilně na své okolí*. Automatika. Trendy v automatizaci a průmyslové robotice. 2016, č.1. Brno: Vydavatelství Nová média, s. r. o., s. 30-31. ISSN 2464-7179.
- 34 HOMOLA, Jan. *Robotická rukavice ExoHand kombinuje sílu stroje s péčí člověka*. Automatika. Trendy v automatizaci a průmyslové robotice. 2016, č.1. Brno: Vydavatelství Nová média, s. r. o., s. 48. ISSN 2464-7179.
- 35 KOSTOLNÍK, Petr. *Robotické rameno powerball*. Robotic journal. Svět robotiky a automatizace. 2016, č.1. Praha: Robotic journal, s. r. o., s. 25. ISSN 2533-4425
- 36 KOSTOLNÍK, Petr. *Zaostřeno na automatické skladové vychystávání*. Robotic journal. Svět robotiky a automatizace. 2016, č.1. Praha: Robotic journal, s. r. o., s. 36. ISSN 2533-4425.
- 37 PŘIKRYL, Jan. *Roboti v amerických obchodech*. Robotic journal. Svět robotiky a automatizace. 2016, č.1. Praha: Robotic journal, s. r. o., s. 36. ISSN 2533-4425.
- 38 VALIŠKA, Josef. *Automatica 2016: O robotech a lidech*. Robotic journal. Svět robotiky a automatizace. 2016, č.1. Praha: Robotic journal, s. r. o., s. 36. ISSN 2533-4425.
- 39 VALIŠKA, Josef. *Umělý potápěč zkoumá potopené lodi*. Robotic journal. Svět robotiky a automatizace. 2016, č.1. Praha: Robotic journal, s. r. o., s. 36. ISSN 2533-4425.

Str. 64	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

- 40 AeroMobil [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z:
<https://www.aeromobil.com/#s-evolution>
- 41 Novinky CZ [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z:
<https://www.novinky.cz/auto/434989-letajici-auto-ze-slovenska-jde-do-prodeje-premieru-bude-mit-v-monaku.html>
- 42 Prima ZOOM [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z:
<http://zoom.iprima.cz/clanky/budoucnost-robotiky-vsechno-bude-ovladat-ridit-internet>
- 43 International Federation of Robotics [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z:
<https://ifr.org/robots-create-jobs>
- 44 LIŠKOVÁ, K. *Zeštíhlování výroby*. Bakalářská práce. Brno, 2007.
- 45 KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium. ISBN 8086851-38-9.
- 46 BLAŽEK, L. *Zavedení štíhlé výroby*. Bakalářská práce. Brno, 2009.
- 47 MLEJNSKÝ, Jan. *Co v praxi znamená Průmysl 4.0*. Tech Magazín. Technika včera, dnes a zítra. 2016, č.1. Praha:TECH MEDIA PUBLISHING s. r. o., s. 16. ISSN 1804-5413.
- 48 Prumysl CZ [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z:
<http://www.prumysl.cz/industry-4-0-z-pohledu-lapp-kabel/>
- 49 HOMOLA, Jan. *Co si myslí čeští manažeři o iniciativě Průmysl 4. 0*. Automatika. Trendy v automatizaci a průmyslové robotice. 2016, č.1. Brno: Vydavatelství Nová média, s. r. o., s. 46-47. ISSN 2464-7179.
- 50 LEVEK, Miroslav. *ABB na Mezinárodním strojírenském veletrhu otevírá potenciál továrny budoucnosti*. A-Z elektro. Specializovaný odborný časopis. 2016, č.5. Praha: GIVERSDON, s.r.o. s. 14. ISSN 1805-1073.
- 51 LOUCKÝ, Milan. *Průmysl 4.0 vnímají české firmy jako příležitost*. Automatika. Trendy v automatizaci a průmyslové robotice. 2016, č.1. Brno: Vydavatelství Nová média, s. r. o., s. 10-11. ISSN 2464-7179
- 52 LACKO, Branislav. *Robotizace výroby ve světle současných trendů a potřeb*. Automatika. Trendy v automatizaci a průmyslové robotice. 2016, č.1. Brno: Vydavatelství Nová média, s. r. o., s. 6-8. ISSN 2464-7179

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 65
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

- 53 SIEMENS [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z:
https://w5.siemens.com/web/cz/cz/corporate/portal/home/o_nas/publikace/Documents/IndustryForum315%20final_dvoustrany.pdf
- 54 Prumysl CZ [online]. [cit. 2017-05-12]. Dostupné z:
<http://www.prumysl.cz/vlada-cr-schvalila-iniciativu-prumysl-4-0/>
- 55 SHIGLEY, Joseph Edward, Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS, VLK, Miloš (ed.). *Konstruování strojních součástí*. Přeložil Martin HARTL. V Brně: VUTIUM, 2010. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-2629-0.
- 56 MAREK, Jiří. *Konstrukce CNC obráběcích strojů III*. Praha: MM publishing, s.r.o., 2014. MM speciál. ISBN 978-80-260-6780-1.
- 57 SKAŘUPA. Jiří, Vladimír MOSTÝN. *Metody a prostředky návrhu průmyslových a servisních robotů*. VIENALA Košice, 2002. ISBN 80-88922-55-0.