

VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMICKÁ V PRAZE
FAKULTA MEZINÁRODNÍCH VZTAHŮ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2018

Anna Macháčková

VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMICKÁ V PRAZE

Fakulta mezinárodních vztahů

Obor: Mezinárodní obchod

Význam technologií pro japonskou ekonomiku

Diplomová práce

Vypracovala: Bc. Anna Macháčková

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Zuzana Stuchlíková, Ph. D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Význam technologií pro japonskou ekonomiku“ vypracovala samostatně. Veškerou použitou literaturu a podkladové materiály uvádím v přiloženém seznamu literatury.

V Praze dne 7. 12. 2018

.....
Podpis

Poděkování

Touto cestou bych ráda poděkovala doc. Ing. Zuzaně Stuchlíkové, své rodině a přátelům za jejich bezmeznou trpělivost.

Seznam zkratk

A	Multifaktorová produktivita
AI	Umělá inteligence
AIST	Národního institut pro pokročilé průmyslové vědy a technologie
BOJ	Bank of Japan
EU	Evropská Unie
GPT	Univerzální technologie
HDP	Hrubý národní produkt
ICT	Informační a komunikační technologie
IMF	Mezinárodní měnový fond
IoT	Internet věcí
IT	Informační technologie
JPY	Japonský jen
JSPS	Japonská společnost na podporu věd
L	Práce
K	Kapitál
METI	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MEXT	Ministerstvo školství a mládeže
OECD	Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj
R&D	Věda a výzkum
S&T	Science and technology
TEP	Technoeconomické paradigma
UK	Velká Británie
UN	Organizace spojených národů
USA	Spojené státy americké
USD	Americký dolar
WTO	Světová obchodní organizace
Y	Produkt

Obsah

Seznam zkratk	v
Úvod	1
1. Teoretické vymezení pojmů	3
1.1 Technologie a inovace	3
1.2 Produktivita a konkurenceschopnost	11
1.3 Průmysl 4.0	17
2. Technologie v rámci japonské ekonomiky	25
2.1 Technologie v Zemi vycházejícího slunce v minulosti	25
2.2 Tvorba clusterů v období milénia	29
2.3 Aktuální stav vědy a výzkumu	32
3. Potenciál vybraných technologií v Japonsku	45
3.1 Vývoj japonské ekonomiky	45
3.2 Robotika v rámci Japonska	48
3.2.1 Průmyslové roboty	49
3.2.2 Servisní roboty	53
3.2.3 Umělá inteligence	55
3.3 Ekonomický potenciál technologií/ IoT v rámci japonské ekonomiky	59
Závěr	65
Seznam grafů	67
Seznam schémat	67
Seznam tabulek	67
Zdroje	67

Úvod

Inovační schopnost a s ní související věda a výzkum hrají nejen v Japonsku poměrně významnou roli. Jejich význam je umocněn v Zemi vycházejícího Slunce, neboť z dlouhodobého hlediska Japonsko sužuje nízká fertilita doprovázená záporným přírůstkem obyvatelstva. Demografické problémy a jejich vliv na ekonomickou výkonnost jsou dále zesíleny nízkou produktivitou. Vláda premiéra Abbého neidentifikuje demografické problémy jako čisté negativum, ale přistupují k nim jako k příležitosti pro využití inovací a technologií v různých sektorech. Celkově lze vznést úvahu, že proliferace kapitálu povede k zefektivnění výroby a služeb, což by sejevilo jako vhodné řešení již zmíněných problémů.

Hlavním cílem práce je zhodnocení aktuálního významu a potenciálu nových technologií pro japonskou ekonomiku ve vztahu k dopadům stárnoucí populace a zpomalování ekonomiky. Dílčím cílem je vymezení aktuálního trendu Průmyslu 4.0 a jeho potenciálu z důvodu vzrůstajícího zájmu o tuto iniciativu ze strany podniků i států. Třetím cílem je zhodnocení aktuálního stavu japonské vědy a výzkumu v porovnání s technologicky zaměřenými zeměmi.

Práce je rozčleněna do tří celků. První část práce seznamuje s pojmoslovím užitým v průběhu diplomové práce. Vymezuje pojmy vztahující se k technologiím, inovacím a vědě a výzkumu. Zároveň definuje pojem technoekonomického paradigmatu v návaznosti na průmyslové revoluce a iniciativu Průmysl 4. 0. Poslední část první kapitoly seznamuje s touto iniciativou a jejím potenciálem při zvyšování konkurenceschopnosti.

Druhá kapitola se blíže zaměřuje na japonský přístup k technologiím a kapitálu z historického hlediska a determinanty, které v minulosti vedly k poměrně rychlému technologickému rozvoji. Dále seznamuje s aktuálním stavem japonské vědy a výzkumu společně s hlavními trendy. V této části nelze opomenout význam

zahraničního působení na Japonsko, analyzováni jsou tedy i nejvýznamnější mezinárodní konkurenti Japonska v oblasti technologií.

Třetí kapitola podrobněji mapuje potenciál vybraného technologického trendu v rámci japonské ekonomiky, který by mohly skýtat nejvyšší potenciál při zvyšování produktivity a k náhradě lidského kapitálu. Vybraný strategický sektor zároveň lze zahrnout pod Průmysl 4.0. Jako zástupce splňující obě naznačená kritéria byla vybrána robotika a její odnož, umělá inteligence.

V práci bude použita metoda deskripce, zejména v průběhu první kapitoly při obeznámení s pojmy v této práci a při popisu minulých průmyslových revolucí. Metoda analýzy bude užita v druhé kapitole při analýze statistických dat týkajících se vědy a výzkumu a patentové politiky a ke srovnání s konkurenty v technologických odvětvích. Indukce a syntéza budou užity v závěrečné kapitole.

Jako zdroje budou užity zejména internetové databáze a studie. V případě úvodní kapitoly budou využity rovněž knižní publikace věnující se tematice konkurenceschopnosti, Průmyslu 4.0 a inovací. Dalším významným zdrojem pro první kapitolu jsou studie vydané Organizací pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD). Druhá kapitola čerpá přednostně z elektronických publikací japonských výzkumných institutů, asociací a ministerstev. V rámci třetí kapitoly jsou užity především studie věnující se potenciálu robotizace.

1. Teoretické vymezení pojmů

První kapitola slouží primárně k vymezení základních terminologických prvků užitých v průběhu diplomové práce. Jedná se o pojmy vztahující se k technologiím, vědě a výzkumu a inovační schopnosti ekonomik, konkurenceschopnosti, produktivity. Významná část první kapitoly se věnuje významu univerzálních technologií a technoeconomickému paradigmatu. V závěrečné části dochází k rámcovému vymezení aktuálního fenoménu a trendu nejen industrializovaných zemí, kterým je čtvrtá průmyslová revoluce. V této části jsou rovněž představeny jednotlivé atributy, které se do určité míry podílí na zintenzivnění a usnadnění průmyslové výroby.

1.1 Technologie a inovace

Evoluce lidské společnosti je z historického hlediska spojována s podstatnými změnami ve sféře ekonomické, sociální, demografické či technologické. Změny v demografii se projevily například v téměř enormním růstu počtu obyvatel v horizontu posledních padesáti let, což je dále doprovázeno poklesem fertility a zvyšující se střední hodnotou délky dožití. Tyto populační změny v posledních letech implikovaly zpomalení procentního růstu produktivity. Změny ve společnosti jsou dále charakterizovány zvyšující se urbanizací, která působí jako katalyzátor pro tvorbu clusterů a zároveň zjednodušuje i přenos informací a znalostí. Na tyto proměny dále reaguje i technologická oblast a její vývoj. V souvislosti s technologiemi nelze nezdůraznit význam průmyslových revolucí. Tyto revoluce, byť se někteří autoři vymezují proti užití tohoto slova v souvislosti s technologickým pokrokem, vymezují skokové změny a jejich dopad na všechny tři zmíněné oblasti a jednoznačně dokládají význam technologií při změnách ve společnosti, nicméně blíže o tomto tématu viz podkapitola 1.3.

Nejdůležitějším pojmem týkajícím se této práce je definice slova technologie. Nejužívanější definicí uváděnou v literatuře, je popis užívaný organizací OECD (2015), v jejímž pojetí je technologie úroveň znalostí či vědění přeměňující vstup ve výstup. Implicitně lze tedy z tohoto vymezení odvodit, že pokud by se zvýšila úroveň znalostí užitých ve výrobním procesu, zvýšilo by se i množství vyrobených statků a vice versa.

Velice podstatné z hlediska jejich využití jsou technologie v odborné literatuře označovány jako univerzální technologie (General Purpose Technology – GPT). Tyto technologie bývají v některých definicích, například v Lipsey, Beckar, Carlaw (2005), popisovány, jako skupina základních technologií, přičemž jejich primární funkcí je katalyzace přenosu radikálních a inkrementálních technologií v cílových odvětvích, sektorech a aktivitách. Z tohoto vymezení vyplývá, že se univerzální technologie vyznačují poměrně širokým spektrem jejich užití, přičemž slouží jako katalyzátor při šíření inovací a jejich následném zlepšování.

Univerzální technologie se začaly objevovat v historii přibližně od roku 9000 před naším letopočtem. Mezi prvotní univerzální technologie je zařazeno zdomácnění rostlin a chovné zvěře. V aktuálním pojetí jsou univerzální technologie představovány v poněkud komplexnější podobě, přičemž s jejich užíváním se výrazně zvyšuje tlak na získání vyšší kvalifikace a know-how. Pravděpodobně nejvíce využívanými univerzálními technologiemi jsou komunikační a informační technologie (IT) společně s elektřinou, dále lze zmínit motorizované stroje. Opomenuty by však neměly být ani další univerzální technologie, nicméně zde není prostor pro jejich podrobné mapování.

Lze však uvést alespoň dvě z nejperspektivnějších univerzálních technologií tohoto desetiletí – nanotechnologie a robotiku. Byly vybrány z následujících důvodů: lze je aplikovat v širokém spektru aktivit, od medicíny až po výrobní průmysl, zásadním způsobem mění vlastnosti stávajících produktů, čímž vytváří prostor pro další inovace. Nanotechnologie i roboty tedy splňují parametry kladené na univerzální technologie definované dle Petera Rousseaua a Boyana Jovanovice (2005), kdy zmíněná technologie musí být téměř všudypřítomná, měla by být plošně využitelná a dále slouží jako inkubátor pro rozvoj dalších technologií.

Další pojem, který je žádoucí představit v souvislosti s univerzálními technologiemi, je termín technoeconomické paradigma (TEP). Tento koncept byl představen Carlotou Perez, Chrisem Freemanem a dalšími. Technoeconomické paradigma je založeno na myšlence, že technologie jsou hybateli sociálních a ekonomických změn ve společnosti, zároveň jsou technologie v tomto období charakterizovány interdependencí. V TEP se

obvykle vyskytují technologie charakteristické pro dané období, nicméně v pozdějších fázích se mohou objevit technologie, které následně působí jako roznětka pro další paradigma.

Jako aktuálně probíhající TEP je považována i čtvrtá průmyslová revoluce. V rámci Průmyslu 4.0 je možné jako GPT označit, big data, data mining, nanotechnologie, robotizaci a další. Byť se univerzální technologie a technoeconomické paradigma vyznačují několika shodnými charakteristikami, je podstatnější zdůraznit jejich difference.

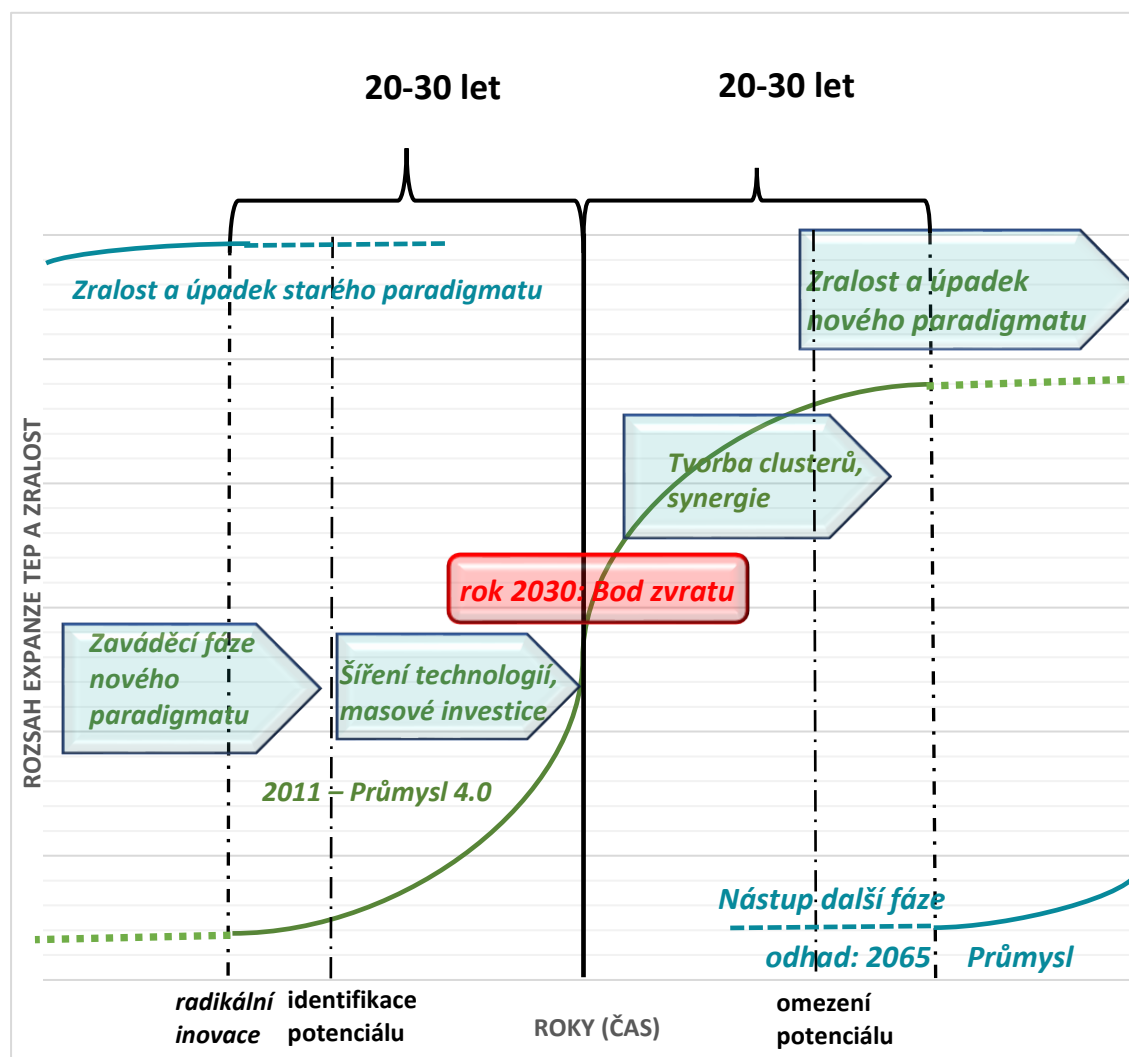
GPT je samostatná technologie a k veškerým technologiím z ní odvozených je přístupováno jako k samostatnému prvku, zatímco TEP je brána jako jednotlivý celek i s odvozeninami a jejich rozvojem. V rámci systému technoeconomického paradigmatu se zároveň vyskytuje vícero technologií, na kterých se odehrávají změny, doplněné o některé minoritní technologie. V zásadě je také TEP založeno na základě jedné či více univerzálních technologiích, které jsou dále doplněny o další více či méně významné technologie. Jak poukazuje Lipsey, Beckar a Carlaw (2005), TEP je přímo navázané na politické, ekonomické a sociální struktury společnosti, zároveň zdůrazňuje návaznost ekonomického růstu jako důsledek paradigmatu.

Carlota Perez (2015) odhaduje horizont jednoho paradigma na padesát až šedesát let, přičemž lze časově odlišit dvě části. První část je zavádění nového paradigmatu, kdy ve stejném období dochází k postupnému opouštění předchozího paradigmatu, které již dosáhlo svých limitů. Tato fáze je charakteristická značnými investicemi do GPT i jiných technologií souvisejících s tímto TEP. Významnou měrou dochází i k institucionálním změnám. Bodem zvratu dochází k přechodu ze zaváděcí fáze do fáze rozvinutí (deployment).

V druhé fázi dochází k rozšíření paradigmatu a postupně přechází do dospělosti. Nicméně přechodem do dospělosti se snižuje přínos stávajícího paradigmatu. Přibližně v polovině druhé fáze tedy začíná pomalý nástup dalšího paradigmatu. Ilustrace průběhu

technoeconomického paradigmatu viz níže. Z hlediska cykličnosti lze spatřovat podobnost s teorií Nikolaje Kondratjeva.

Schéma č. 1 - Technoeconomické paradigma



Zdroj: Vlastní zpracování na základě Lipsey, Becker, Carlaw (2005), Perez (2015) a Perez (2004)

Technoeconomické paradigma se tedy zakládá alespoň na jedné disruptivní technologii, která povede k vytvoření nových tržních segmentů. Jako ilustrace bude využit příklad z průběhu druhé průmyslové revoluce, kdy starou technologií bylo koňské dvojspřeží, a novou disruptivní technologií byly spalovací motory, respektive automobily.

V souvislosti s přicházejícím automobilovým průmyslem lze sledovat poměrně široké dopady na ekonomiku. Nyní nebudeme posuzovat vliv na cenovou fluktuaci a na nákladů, které Gruber a Nakicenovič (1991) definují jako měřitelné indikátory technoeconomického paradigmatu.

Za prvé došlo ke zvýšení efektivity přepravy. Dále došlo k rozšiřování návazných služeb, jako je automobilový servis a čerpací stanice. S konceptem TEP lze poměrně snadno identifikovat pojem kreativní destrukce, který byl vymezen Josephem Schumpeterem (Schumpeter, 1975). Ten ji popisuje jako vytlačení obsoletní technologie progresivnější, což se víceméně odehrává i v rámci technoeconomického paradigmatu.

Inovaci se dle definice OECD (2005) uvedené v Oslo manuálu rozumí „*implementace nového, popřípadě výrazně modifikovaného (zlepšeného) produktu, služby, procesu či marketingové metody a změny v organizačním schématu do podniku, externích vztahů či pracovního prostředí*“. Nicméně obvykle se užívají stručnější definice, které berou v úvahu pouze zlepšení zboží a služeb a opomíjejí marketingové metody a schémata včetně rozvoje externích vztahů. Zlepšení v oblasti produktu zahrnuje jeho nové vlastnosti a případně novou užitnou hodnotu pro koncového uživatele.

Poměrně výraznou roli v rámci inovací produktu by do budoucna mohl hrát rozvoj nanotechnologií a biotechnologií a jejich aplikace ve výrobním procesu. V tomto případě by se však pravděpodobně jednalo spíše o modifikaci či zlepšení produktu, neboť by se jednalo o změny v molekulární bázi produktu zajištěné díky specifickým chemickým a fyzikálním vlastnostem nano a biotechnologií.

Nejpodstatnější charakteristikou inovací je jejich přínos pro organizaci ve smyslu novosti či významného zlepšení v jakékoliv již zmíněné formě. Základní členění inovací lze rozčlenit do čtyř skupin: produktové, procesní, organizační a marketingové, což přesně odpovídá objektům inovačních aktivit v první definici. S inovacemi bezprostředně souvisí i inovační aktivity, které dle OECD (2005) zahrnují kroky vedoucí k uplatnění inovací v rámci organizace. Tyto aktivity obvykle obsahují kroky vědecké, technické,

finanční, organizační a komerční, které již není třeba blíže představovat, neboť jejich funkce v rámci organizace je víceméně zřejmá.

Další členění inovací kalkuluje pouze s dvěma skupinami, jedná se o radikální a inkrementální inovace. Radikální zavádějí zcela nové produkty, na což je obvykle navázán i vznik nových odvětví. Inkrementální inovace charakterizují provedené změny pouze v nižším rozsahu, respektive s menším dopadem.

V odborné literatuře figuruje i pojem disruptivní inovace, případně disruptivní technologie. S těmito inovacemi je spojována změna, při které nová technologie významným způsobem transformuje zavedené tržní struktury a případně vytlačuje technologie předchozí. Tyto technologie významnou měrou souvisejí i s technologicko-ekonomickým paradigmatem, jak bylo zmíněno výše.

Jak zmiňuje Paulinyi (2002), inkrementální inovace jsou poměrně charakteristickým znakem pro nižší stupeň rozvoje ekonomiky. Tento druh inovací zároveň úzce souvisí se zvýšeným přejímáním zahraničních technologií. Kombinace obou druhů inovací je možno také nalézt v počátcích první průmyslové revoluce. V prvotní fázi dochází k průlomovému objevu ve Velké Británii a následně je technologie importována na pevninu, kde dochází importující země prostřednictvím vlastního R&D dále rozvíjí technologie.

Vědu a výzkum (Research and Development – R&D) v obchodní praxi lze popsat jako řízenou činnost za dosažení zlepšení či modifikace u stávajících produktů a služeb, zároveň tato činnost zahrnuje konstrukci nových produktů a služeb. Obvykle se rozlišují tři typy, základní (basic), experimentální a aplikovaný (OECD, 2015), nicméně lze rovněž nalézt i rozšířené členění například o strategický výzkum v pojetí Australian Standard Research Classification. Fundamentální (základní) výzkum směřuje spíše k objevu nových věcí bez jejich okamžitého uplatnění, rozumí se jím zkoumání a analýza jevů či subjektů, bez bližšího šetření využitelnosti těchto poznatků. Aspekt zisku hraje u tohoto druhu výzkumu pouze marginální roli. Experimentální výzkum je již adresován

na konkrétní problémy či cíle, přičemž obvykle se zakládá na určitém již popsaném stavu vědění, které je pomocí výzkumu dále posouváno.

K popsání a zhodnocení stavu vědy a výzkum lze použít několikero vybraných ukazatelů, přičemž hodnotící atributy lze rozdělit do dvou skupiny na základě jejich postavení ve vědecko-výzkumném řetězci. Mezi kritéria, která jsou použita na začátku vědecko-výzkumné aktivity odvozené na základě Parhama (2007) řadíme například procentní výdaje na R&D z HDP či kapitálové statky, popřípadě lidské výzkumné kapacity vstupující do procesu výzkumu. Efektivnost těchto aktivit lze změřit na výstupu prostřednictvím počtu patentů či počtu publikací.

Nepřímo lze také posuzovat efektivnost R&D na produktivitu a ekonomický růst, nicméně v tomto ohledu je třeba počítat, že změna produktivity a ekonomický růst se neodehrají paralelně v čase, ale efekty R&D se projeví až se zpožděním v budoucím období, zde samozřejmě uplatňujeme předpoklady krátkého období, tedy že pouze jeden výrobní faktor je variabilní a technologie jsou v SR konstantní.

Pro ilustraci vlivu R&D na produktivitu využijeme výsledky empirické studie provedené na singapurské ekonomice (MTI, 2015). Zde již nejsou uplatňovány předpoklady krátkého období ohledně statické technologické změny, ale uvažujeme nestacionární reakci výstupu na změny v R&D. Očekáváme, že na investici jedné jednotky ekonomika vyprodukuje 1.01 jednotky. Produkt se nám tedy zvýšil o 1 %, což indikuje, že celková multifaktorová produktivita reaguje pozitivně na investice do R&D, za předpokladu, že je změna ostatních vstupů rovna nule.

Nicméně nebyla opomenuta předchozí kritéria, u počtu publikací je třeba mít na mysli, že pro řádné zhodnocení je potřeba vzít v potaz i jejich kvalitu, která je však hůře zhodnotitelná, v tomto ohledu v posledních letech vzrůstá čínský R&D na významu, nicméně vyvstávají pochyby právě o jejich kvalitě. Nejjednodušší zhodnocení lze provést za základě ukazatele poměru výdajů na R&D k HDP, což se řadí mezi kvantitativní měřítka. Na těchto výdajích se podílí privátní i veřejný, potažmo vládní sektor. Nicméně dle metodiky OECD je toto základní měřítko podrobno určitým omezením. Z těchto

výdajů jsou vyloučeny například jakékoliv výdaje pocházející ze zahraničních zdrojů. Do součtu zároveň nevstupují výdaje uskutečněné mimo správní území státu (OECD, 2017a) Další měřitelnou charakteristikou jsou například počty registrovaných patentů.

Vliv na R&D mohou mít tři původci, stát a soukromá sféra, a také nadnárodním organizacím jako je OECD lze připsat určitou míru vlivu. Příkladem nadnárodního působení je možno uvést například OECD Innovation Strategy, která definuje podporu podnikání, zvýšenou mobilitu, snižování bariér obchodu a inovací jako klíčové pro nárůst R&D aktivit. Hlavními iniciátory jsou zejména vlády a podnikatelský sektor. Stát nejenže prostřednictvím veřejného rozpočtu financuje výzkumné ústavy, zároveň může podpořit i příchod zahraničních investorů pomocí různých programů, nicméně je zde třeba zopakovat definici výdajů dle metodiky OECD, a to, že zahraniční fondy a investoři nevstupují do HDP vydaného na R&D aktivity. Pravděpodobně by tedy mohla vyvstat otázka, zda se tyto výdaje započítávají do místního HDP. Vzhledem k vazbě HDP na geograficky vymezenou lokalitu se tyto pobídky rovněž promítají do tohoto ukazatele.

Výraznou cílovou skupinou pro podporu v R&D se v posledních letech stávají technologie z řad GPT, jmenovat lze bio a nanotechnologie. Nanotechnologie v posledních letech výrazným způsobem vstupují do vládních programů z důvodu svého vysokého potenciálu, neboť materiály na této úrovni obvykle vykazují jiné chemické a fyzikální vlastnosti než na makroúrovni. Jako příklad vysoké podpory nanotechnologií lze zmínit čínské investice do tohoto sektoru. Důvodem je jejich vysoká atraktivita z hlediska širší aplikovatelnosti a také vysoký profit realizovaný na jejich užití.

Cohen a Wensley (1992) definují transfer technologií jako rozvoj a užití technologie v jednom sektoru a jejich následný přesun do dalšího odvětví. Tato definice je poměrně strohá a nezvažuje žádné specifika jejich přesunu. Šíření technologií je významně závislé na míře jejich ochrany například v rámci WIPO, dále závisí na časovém horizontu. V rámci paradigmat, viz výše, dochází k transferu technologií během poměrně dlouhého časového úseku v řádu desítek let. Nicméně lze vznést hypotézu, že nejprve dochází k šíření GPT technologií a na jejich šíření se dále váže transfer minoritních technologií. Dále závisí na užitém médiu, které přenos zajišťuje, v případě moderních technologií se

proces transferu značně zrychluje oproti technologiím minulého století díky snazšímu přenosu informací. Transferu technologií dle UNCTAD (2001) napomáhá socio-ekonomický systém, neboť ve společnosti s vyšší příjmovou hladinou se budou technologie snáze disponibilní oproti nízko příjmovým skupinám. Na transferu mají významný podíl i transnacionální korporace (TNC), které s sebou obvykle při expanzi na zahraniční trhy přinášejí vlastní know – how i s technickým zázemím, čímž zároveň vytváří podmínky pro přenos dalších technologií.

1.2. Produktivita a konkurenceschopnost

Vývoj světové populace v posledních letech není příliš příznivý. Zvyšuje se podíl osob v post-produktivním věku a zároveň se snižuje porodnost, čímž dochází k úbytku ekonomicky aktivních osob v hospodářství a zvyšuje se podíl ekonomicky závislých obyvatel. Zároveň dochází k degeneraci v přírůstu populace v některých rozvinutých zemích a očekává se stejný vývoj i v dalších zemích světa. V souladu s těmito trendy vyvstává diskuse ohledně produktivity práce a kapitálu a možností jejich úpravy, aby nedocházelo k rapidnímu ochlazení růstu ekonomik.

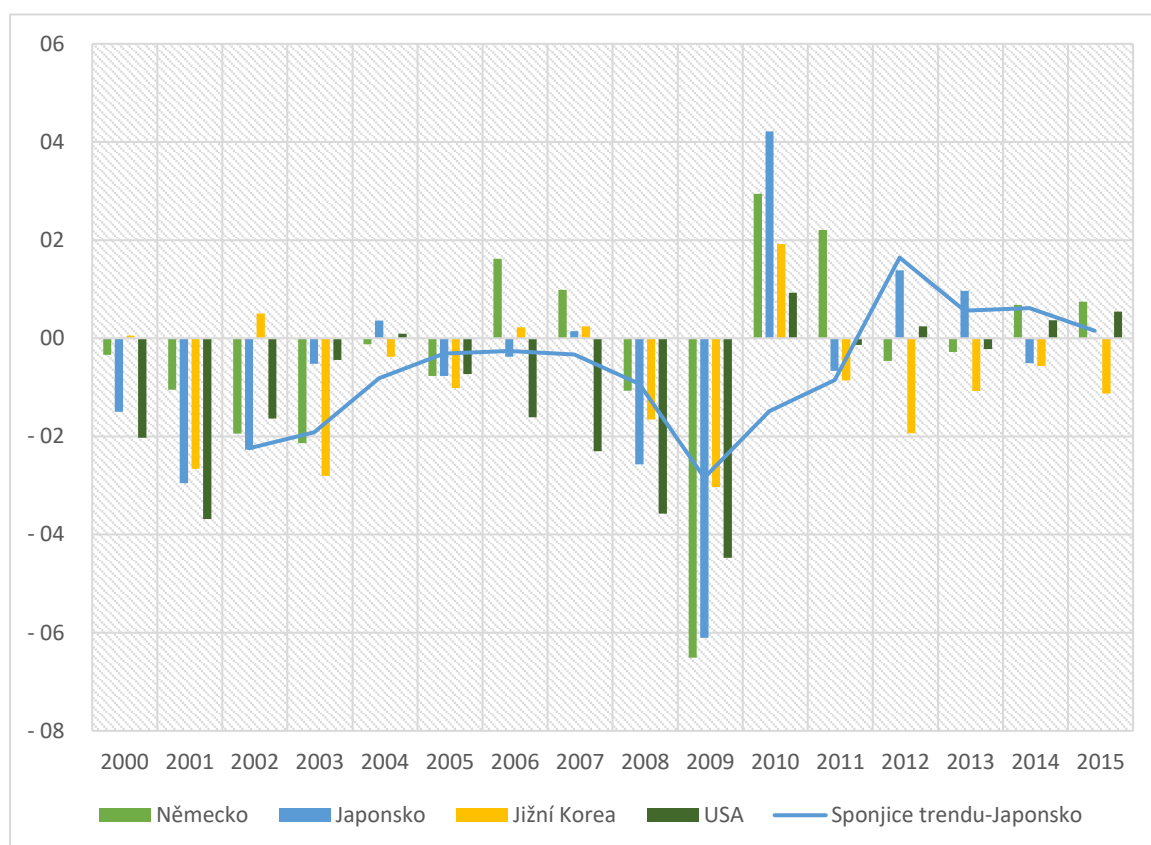
Produktivitou se obvykle rozumí poměr zboží a služeb vstupujících do výrobního procesu k jejich výstupu. Mimo jiné tedy lze produktivitou vyjádřit efektivnost vstupů, které jsou ve výrobě užity. Produktivita je rovněž jednou ze základních podmínek pro realizaci komparativní výhody v mezinárodním obchodě. Rozlišovat lze mezi produktivitou parciální a produktivitou celkovou. Částečná produktivita se vztahuje k poměru vyrobených statků ke vloženému výrobnímu faktoru. V mikroekonomickém pojetí bychom tyto poměry ztotožnili s průměrným produktem práce, popřípadě kapitálu.

Produktivita práce poměřuje množství vyrobených statků k vložené práci měřené v hodinách, v mezinárodní ekonomii se pracuje rovněž s označením člověkohodina. Produktivita lidského pracovníka závisí na dvou skupinách faktorů. Na interních, mezi které lze zařadit úroveň vzdělání a motivaci. Mezi externí faktory je možné zařadit například strukturu organizace a podmínky, ve kterých je práce vykonávána. Alternativně k produktivitě kapitálu existuje rovněž produktivita kapitálu, kterou lze vyjádřit jako

poměr výstupu k vloženému kapitálu ve finančních jednotkách. Celková produktivita udává poměr vyrobeného zboží a služeb k součtu veškerých vložených faktorů.

Dalším pojetím je mikro a makroekonomické pojetí produktivity. Na mikroekonomické úrovni dochází k poměrování vstupů a výstupů na úrovni podnikové, zatímco v makroekonomickém pojetí je hodnocena produktivita celé ekonomiky. Organizace OECD uveřejňuje čtyři základní ukazatele produktivity, jedná se o produktivitu práce, produktivitu kapitálu, produktivitu práce a kapitálu a multifaktorovou produktivitu, přičemž zvýšení každé by se mělo projevit ve výsledném HDP. V případě produktivity kapitálu nelze v rámci vybraných ekonomik OECD hovořit o pozitivním vývoji v posledních letech, neboť jeho meziroční změny se do roku 2009 pohybovaly téměř výlučně v záporných hodnotách. Její zvýšení v následujícím roce lze připsat statistické odchylce v roce 2009, což ovlivnilo i klouzavý průměr tohoto měření japonské ekonomiky za dvě období viz graf níže.

Graf č. 1 – Produktivita kapitálu mezi lety 2000-2015 ve vybraných ekonomikách



Zdroj: Vlastní zpracování na základě OECD (2018a)

Ekonomický růst je zpravidla určován několika základními činiteli, Soukup a kol. (2009) mezi ně řadí zásobu výrobních faktorů, které jsou dostupné v dané ekonomice, určující je rovněž jejich kvalita. U pracovní síly je kvalita výrobního faktoru poměřována dosaženou kvalifikací, v případě kapitálu se hledí na technologickou úroveň charakterizovanou rychlostí zpracování a precizností výroby. V případě půdy by se hledělo zejména na nerostné podmínky, které jsou na vymezeném území k dispozici. Jako měřítko ekonomického růstu bývá použito ukazatelů HDP a HND. Metody se liší na základě toho, kdo hodnotu vyprodukoval, v případě HND, a toho, kde byla hodnota vytvořena, v případě HDP. K měření produktivity dochází ve vymezených časových intervalech, nejčastěji bývá užít kvartální či roční horizont.

Zdroje pro extenzivní růst lze dle Lipseyho, Beckara a Carlawa (2005) spatřovat ve třech různých formách, přičemž prvním zdrojem růstu je velikost trhu. Tržní velikostí je myšlena výhoda založená na výnosech z rozsahu, vzhledem k vyššímu odbytu a nižším

nákladům na jednotku produkce a kvalitnější distribuci pracovní síly mezi jednotlivá odvětví. Lepší rozdělení pracovníků mezi sektory by mělo vést k vyšší pracovní produktivitě. Velikost trhu zároveň zvyhodňuje subjekty uvádějící na trh inovativní zboží a služby. Druhým faktorem ovlivňující růst by měly být investice, potažmo zásoba kapitálu. Třetím zdrojem růstu je technologická změna, kterou lze postihnout znalost produktů, procesů a organizačních schémat, což je víceméně charakteristika vyplývající rovněž z definice inovace.

Produktivita a technologie jsou jedněmi ze základních stavebních kamenů pro konkurenceschopnost jednotlivých zemí. Schopnost vyrobit za méně než okolní ekonomiky, je klíčová pro export do jiných zemí, čímž dochází k přebytku na platebním účtu země a při uvažování zjednodušujících podmínek dochází k ekonomickému růstu. Zdroje pro zvyšování produktivity dle Atkinsona (2013) mohou pocházet ze tří různých skupin. Prvním uvažovaným původcem je růst v počtu pracovní síly. Tento zdroj v aktuálně nastavených světových trendech v demografii není příliš relevantní, neboť, ať budeme uvažovat kterékoliv výnosy, absolutní počet pracovní síly je na ústupu.

Druhým způsobem pro růst je zvýšení produktivity ve všech sektorech bez rozdílu na sektorové zaměření. Plošné zvyšování se jeví jako nejvhodnější varianta, neboť nedochází k odstranění jiných aktivit a tím pádem nedochází ke strukturální nezaměstnanosti. Ekonomika také snáze zachovává svou soběstačnost, neboť nemusí zvyšovat svou závislost na importování statků. Na druhou stranu benefity plynoucí z komparativní výhody jsou poměrně známy a hovoří ve prospěch třetí varianty, kdy třetí možnost nepřímo poukazuje na restrukturalizaci hospodářství, při které by mělo dojít k nahrazení či omezení méně produktivních odvětví výkonnějšími (produktivnějšími) aktivitami.

Z hlediska makroekonomického jsou poměrně známy neoklasické teorie, zejména Solowův model, který uvažuje technologický pokrok jako nestacionární proměnou neodvíjecí se od vývoje ekonomiky. V Solowově modelu tedy technologická změna figuruje jako exogenní proměnná. Solowova teorie uvažuje vliv změny kapitálu jako pozitivní, popřípadě neutrální proměnnou. Pozitivní přístup umožňuje pokroku

v technologiích zvyšovat efektivitu práce jednotlivých pracovníků. V druhém přístupu má technologická změna vliv nejen na efektivitu práce, ale také kapitálu (Soukup a kol. 2008). Formálně lze vyjádřit vazbu mezi produktem a vstupy zapsat následovně:

$$Y(HDP) = Af(K, L)$$

Agregátní produkt ekonomiky lze vyjádřit jako funkční závislost Y na K a L , přičemž aby tato rovnice odpovídala Solowově výstupu, je třeba zahrnout úhrnnou produktivitu faktorů A . Obvykle se užívá vyjádření funkční závislosti pomocí Cobb-Douglasovy funkce $y = \alpha^x \times \beta^y$ což v našem modelu nabývá následující podoby $Y = A \times K^\alpha \times L^{1-\alpha}$, obě funkce K a L vykazují klesající výnosy s rozsahu, nicméně jejich kombinace by měla udržovat konstantní výnosy z rozsahu, neboť α i $1 - \alpha$ v obecném vyjádření rovnice jsou menší než jedna. Koeficienty v modifikovány v našem vyjádření lze zapsat formálně jako $\alpha + 1 - \alpha = 1$, proto konstantní výnosy z rozsahu. Celkovou produktivitu faktorů bychom tedy jednoduchými matematickými úpravami vyjádřili jako $A = \frac{Y}{K^\alpha \times L^{1-\alpha}}$. Toto vyjádření je jako jediné v praxi použitelné, neboť dostupná jsou pouze data popisující veličiny Y , K a L .

Meziroční změnu bychom v procentním vyjádření zapsali jako

$$\frac{A - A_1}{A} = \frac{\frac{Y - Y_1}{Y}}{\left(\frac{K - K_1}{K}\right)^\alpha \times \left(\frac{L - L_1}{L}\right)^{1-\alpha}},$$

přičemž A , Y , K a L značí hodnoty v původním období a A_1 , Y_1 , K_1 a L_1 indukují hodnoty v novém období. Tento výraz lze zjednodušit v následující podobě:

$$\ln\left(\frac{A_1}{A}\right) = \ln\left(\frac{Y_1}{Y}\right) - \alpha \ln\left(\frac{K_1}{K}\right) - (1 - \alpha) \times \ln\left(\frac{L_1}{L}\right).$$

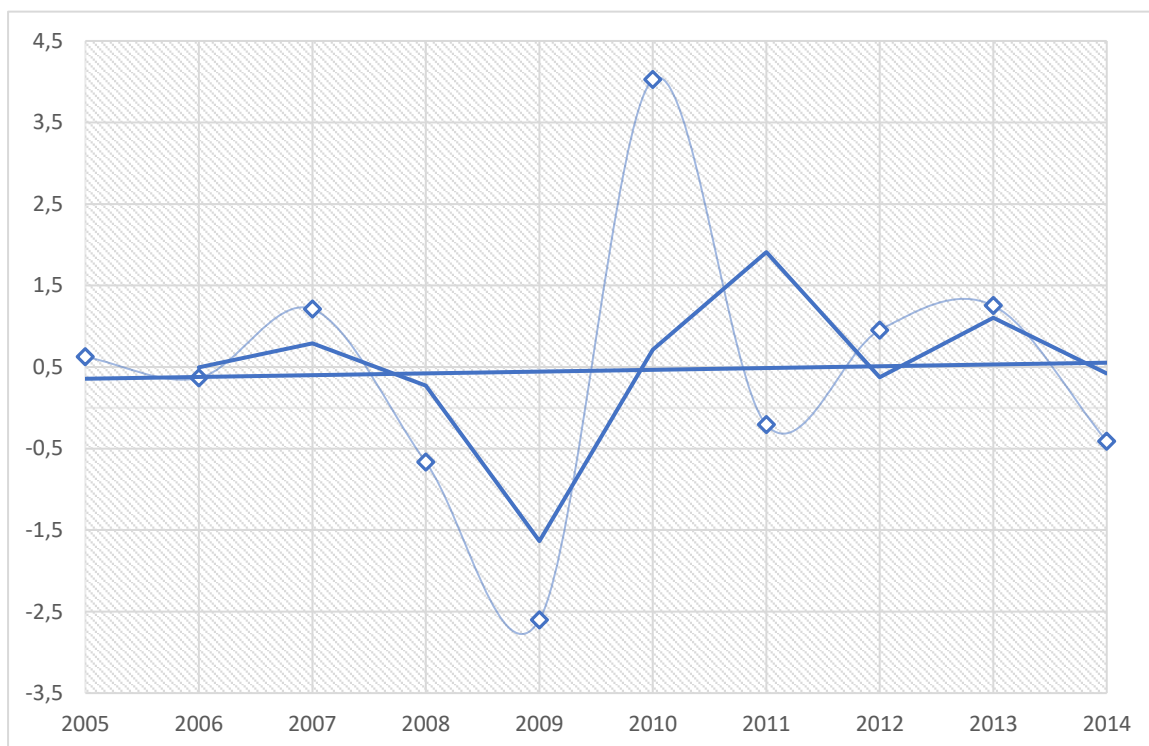
Tuto logaritmizaci lze využít, neboť počítané veličiny očekáváme v poměrně malých hodnotách. Aproximujeme tedy odchylky vzniklé logaritmováním na nulu. Neustále však předpokládáme neměnnou platnost předpokladů Solowova modelu.

Pro ilustraci výše uvedeného odvození je níže uveden vývoj multifaktorové produktivity v japonské ekonomice mezi lety 2005 až 2014, pokud uvažujeme, že zjednodušující

předpoklady, že $\ln(\frac{Y_1}{Y})$, $\ln(\frac{L_1}{L})$ jsou nulové jako Parham (2007), identifikujeme změny v MFP jako kladně korelované ke kapitálové produktivitě viz graf 1.

Z grafu lze dále odvodit, že se v posledních letech téměř nemění podíl „nevysvětlitelná“ proměnná na HDP, pokud abstrahujeme od výkyvu v roce 2009 a zkreslení měřených hodnot, neboť podobné výkyvy lze ve stejném roce pozorovat například i u Německa a jiných ekonomik.

Graf č. 2 – Multifaktorová produktivita v Japonsku mezi lety 2005 – 2014 v %



Zdroj: Vlastní zpracování na základě OECD (2016b)

Stejně jako produktivitu, i konkurenceschopnost lze vzhledem k jejich provázanosti vtáhnout na větší množství subjektů. Lze tedy rozlišit konkurenceschopnost podniků, států, popřípadě i regionů. Její hodnocení je možno založit na základě měření kvalitativních i kvantitativních veličin. World Economic Forum definuje konkurenceschopnost jako soubor institucí politik a faktorů, které určují míru produktivity dané ekonomiky, v rámci Global Competitiveness Index určuje pořadí na základě dvanácti složek, příkladem lze uvést velikost trhu, makroekonomické prostředí či úroveň vzdělání.

1.3. Průmysl 4.0

Než dojde k vymezení pojmu Průmysl 4.0, je třeba alespoň rámcově představit přínos a význam předchozích průmyslových revolucí s jejich dopady sociální a ekonomické aspekty života. Obvykle jsou rozlišovány čtyři historické úseky, kterým je přisuzován název průmyslové revoluce.

Začátek první průmyslové revoluce je lokalizován v Anglii a datuje se do úseku mezi 18. a 19. století, konkrétně se jedná o roky 1760 až 1840. Tato revoluce je charakterizována téměř skokovým pokrokem v strojírenství, metalurgii, chemii a dopravě, včetně jejich dopadů. Tyto skoky byly způsobeny, jak již bylo zmíněno v předchozích částech, difúzí technologií z Anglie a jejich následnými inovacemi. Neméně významnou roli hrály v průběhu průmyslových revolucí i růst populace a urbanizace. Tyto aspekty revoluce usnadňovaly přenos znalostí obyvatelstva a technologií.

První průmyslová revoluce je mnohdy ztotožňována se synonymem technologického pokroku. Ačkoliv průmyslová revoluce byla doprovázena dalšími významnými jevy, jednoznačně nejpodstatnějším jevem je zvyšování produktivity. Opuštěním pouze manuálně zpracovávaných prací došlo v některých sektorech k růstu produktivity odhadované až na stovky procent. Tento předpoklad o zvýšení produktivity nicméně v krátkodobém horizontu nemusí být relevantní. Dle Frankeho (1987) byl rozmach elektřiny a IT sektoru během druhé průmyslové revoluce paradoxně spojován s poklesem produktivity a zvýšenou privátní spotřebou.

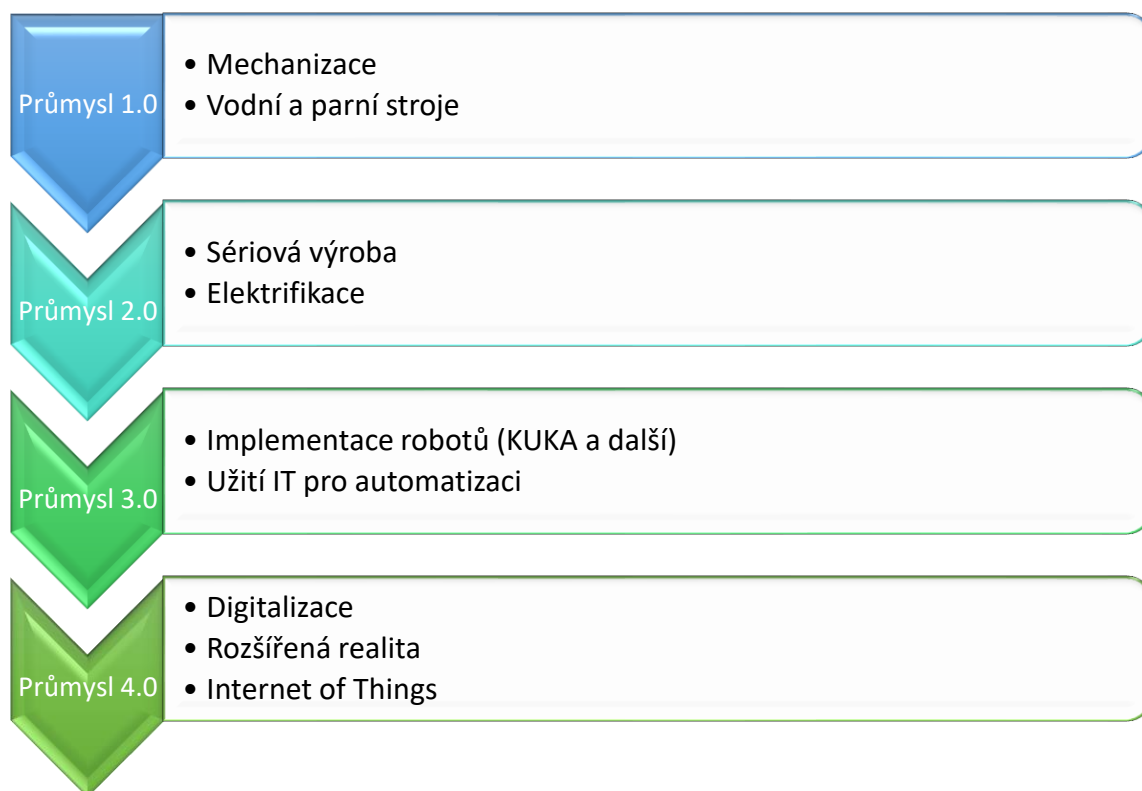
Jak již bylo zmíněno výše, z hlediska fáze inovace se v období první průmyslové revoluce setkáváme zejména s radikálními inovacemi v rámci Velké Británie, které jsou dále doprovázeny inkrementálními inovacemi po Evropě. Významným předpokladem pro rozvoj průmyslu v Británii byla vysoká zásoba kapitálu pro investice. Paulinyi (2002) argumentuje, že rozmach industrializace ve Velké Británii byl zajištěn zejména díky čilému mezinárodnímu obchodu a také kolonizačním aktivitám. Tyto závěry jsou poměrně logické, neboť tyto mezinárodní aktivity zajišťují odbytiště pro domácí produkty, čímž zvyšují poptávku po technologiích a zintenzivňují výzkumné aktivity a

jejich následnou implementaci v praxi. K obdobným závěrům dospěli i Lipsey, Becker a Carlaw (2005), viz výše.

První revoluce se téměř plynule přelila do druhé průmyslové revoluce. Druhá průmyslová revoluce je vymezena začátkem v roce 1840 a konec bývá odlišně vymezen v závislosti na zdroji mezi lety 1870 až 1940. Za hlavní pokrok lze považovat vytvoření montážních linek, nicméně významného rozvoje v té době doznaly i materiály. Zároveň došlo k rozvoji prvních telekomunikačních přístrojů. Značný pokrok rovněž zaznamenal rozvoj infrastruktury a pozemní dopravních prostředků, letecké nevyjímaje.

Třetí průmyslová revoluce je poměrně nesnadno identifikovatelné období v historii. Bývá vymezeno mezi 60. a 70. lety minulého století, přičemž se zakládá zejména na rozvoji IT technologií a počítačů. Nicméně tuto fázi průmyslových revolucí je možné spíše brát jako iniciační období pro čtvrtou průmyslovou revoluci, neboť v tomto období byly poměrně hojně nasazovány do výroby roboty, například společností UNIMATE či KUKA.

Schéma č. 2 – Stěžejní průmyslové změny v průběhu revolucí



Zdroj: Vlastní zpracování

Globální ekonomiky jsou charakterizovány rostoucí interdependencí a zvyšujícím se tokem kapitálu i informací. Tento trend je však charakteristický rovněž pro výrobní proces v rámci čtvrté průmyslové revoluce. Dle Brettela a kol. (2014) jsou pilíři čtvrté průmyslové revoluce tři podstatné části, kterými jsou individuální produkce, horizontální integrace a digitální integrace. Poměrně často bývá Průmysl 4.0 zaměřován s digitalizací výroby, nicméně tento pohled je poměrně omezený a značně nepřesný, neboť se soustřeďuje pouze na jeden aspekt Průmyslu 4.0 a opomíjí ostatní aspekty.

Koncept čtvrté průmyslové revoluce, rovněž označované jako Průmysl 4.0, doposud nemá prozatím jednoznačnou definici, lze najít pouze určité shodné charakteristiky, které se vyskytují v literatuře. Tento koncept vznikl v Německu v roce 2011 (FMRG, 2017) jako vládní program pro zavedení high-tech technologií v průmyslové výrobě. Původ v Německu není příliš překvapivou záležitostí vzhledem k dlouhodobé dominanci v průmyslové výrobě, společně s prvním zaváděním robotů do výrobního procesu v 70.

letech minulého století. Průmysl 4.0 je v tomto světle pouze logickým vyústěním dlouhodobé orientace na robotizaci ve výrobě, aktuálně rozšířenou o nové technologie. V současnosti je Průmysl 4.0, popřípadě jeho alternace, přejímán do vládních strategií v zemích se silnou tradicí strojírenství, ale i do strategií s výrazným potenciálem v industriálních odvětvích. Ze zemí se silnou tradicí lze uvést například Českou republiku. Mezi slibné země lze zařadit například Čínu a Indii a další.

S využitím datových úložišť, internetu věcí a kyberfyzických systémů by mělo dojít k reformaci stávajících výrobních postupů. Již z tohoto vymezení vyplývá určitá nejednoznačnost, Průmysl 4.0 by se dal ztotožnit s inovací, nicméně tento pojem nabývá vícerozměrných charakteristik, a proto je označení inovace nedostačující. Vhodnější pojem by byl pravděpodobně techno-ekonomické paradigma, které nastupuje dle charakteristik definovaných Carlitou Perez. Pokud bychom se pokusili na Průmysl 4.0 aplikovat teorii Nikolaje Kondratjeva, dojdeme k závěru, že tento cyklus se nachází na počátku jeho křivky ekonomického růstu.

V souvislosti s Průmyslem 4.0 je vhodné rovněž zmínit i Mooreův zákon, na jehož platnosti se implicitně zakládají odhady týkající se perspektiv čtvrté průmyslové revoluce. Moore tento zákon definoval v 70. letech minulého století. Zákon definuje pokrok v procesní možnosti výpočetní techniky určeného na základě zefektivňování procesorů. Podle Moorea by se měly kapacity počítačů pohybovat po exponenciální křivce a každé dva roky by se měly zdvojnásobit.

Ve studii od společnosti McKinsey (Wee, Baur, 2014) se uvádí čtyři oblasti jako klíčové pro prohloubení integrace vnitropodnikových procesů. Jedná se o big data, pokročilé analytické a výpočetní nástroje, interakce osob s roboty a zrychlení výroby pomocí 3D tisku. Cílem této integrace je vyšší automatizace, která doprovází celé období od počátku průmyslových revolucí. Jedná se o transformaci výrobního sektoru, kdy jsou odstraňovány časové prodlevy vyloučením lidského kapitálu z výrobního procesu a substitucí strojem, popřípadě roboty. Logickým dopadem racionalizace výrobního procesu je snížení nákladů na produkci, vzhledem ke zvyšujícímu se výstupu. Ačkoli byla robotizace charakteristická spíše pro třetí průmyslovou revoluci, její význam není

vstupem dalších technologií ponížen. Nicméně v Průmyslu 4.0 se uplatňují zejména roboty a operátory s integrovanou umělou inteligencí, tudíž roboty čtvrté generace.¹

Internet of Things (Internet věcí, IoT) propojuje informační a operační technologie (VINT, 2014). Víceméně se jedná o propojení jednotlivých produkčních, procesních systémů v rámci organizace. Využití IoT není zcela novým konceptem, v minulosti již proběhly tyto integrace v rámci domácností, kdy např. senzory v domácnosti na základě vnitřní teploty spínají vytápění v domě. V rámci továrny dochází k vyhodnocení požadavků na základě klientské objednávky a pomocí integrovaných systémů dojde k přenosu informací do navazujících podnikových systémů, které dále určí, jaké množství vstupních materiálů bude potřeba ke kompletaci daného statku. Tyto materiály by dále měly být přemístěny pomocí autonomních robotů, popřípadě cobotů, přemístění z konce výrobní linky by měly rovněž zajišťovat dálkově řízené roboty. IoT tedy usnadňuje vertikální a horizontální integraci v rámci dodavatelsko-odběratelských vztahů.

Význam big data či cloudových úložišť je implikován výše zmíněnou rolí IoT, během procesů dochází k tvorbě velkého množství dat, která mohou být dále přenášena pro další využití. Tato data lze rovněž analyzovat pro případné optimalizace využití strojů při výrobních procesech. Teoretickou možností je rovněž vytváření inovativních řešení za použití umělé inteligence. Nicméně umělá inteligence prozatím nevykazuje takový stupeň kreativity jako lidský mozek. Do budoucna se počítá v některých koncepcích i s touto variantou systémové integrace (MPO, 2017).

Celkový koncept podléhající evoluci v duchu Průmyslu 4.0 by měl fungovat jako tzv. smart factory. Tato továrna by měla fungovat na základě synergie z propojení kybernetiky a fyzických systému produkce. Tyto továrny by měly snížit zejména procesní náklady a zároveň zvýšit svou efektivitu díky optimalizaci procesů a zpřístupňování a analyzování veškerých potřebných informací v rámci cloudových úložišť.

¹ Označení roboty čtvrté generace je samostatné označení jinak nesouvisející s Průmyslem 4.0.

Čtvrtá průmyslová revoluce zároveň může využít z proliferaace 3D tisku (synonymem 3D tisku je aditivní výroba). 3D tisk využívá stejné techniky jako běžné laserové tiskárny, tedy nanášení vrstev materiálů. Před samotným tiskem se obvykle využívá grafických softwarů, jako je CAD k vytvoření modelů dané předlohy. 3D tisk by mohl napomoci k snazší integraci dodavatelských řetězců, popřípadě by mohl vést k odstranění závislosti na dodavatelích. 3D tisk by mohl fungovat jako flexibilní dodavatel přímo v rámci továrny. Menší součástky a objekty by mohly být vytvářeny přímo na místě, čímž by mohlo dojít k zeštíhlení výroby, redukci času a nákladů. Prostřednictvím aplikace 3D tisku do smart factories by mohly významnou měrou snížit závislost na externích dodavatelích vstupů. Mikrokomponenty a potřebné součástky by mohly být produkovány přímo v rámci komplexu smart factory.

Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR určuje jako klíčový pro Průmysl 4.0, rozvoj v oblasti informačních, výpočetních a komunikačních technologií, autonomní roboty s umělou inteligencí a rozvoj materiálů, jakou jsou nano a biotechnologie. Jiné zdroje identifikují jako klíčový rozvoj big data, na základě kterých jsou rozvíjeny produkty a omezována selhání ve výrobě. Další důležitou složkou jsou samostatně řídicí samostatné transportní jednotky, roboty asistovaná produkce a simulace výrobních procesů.

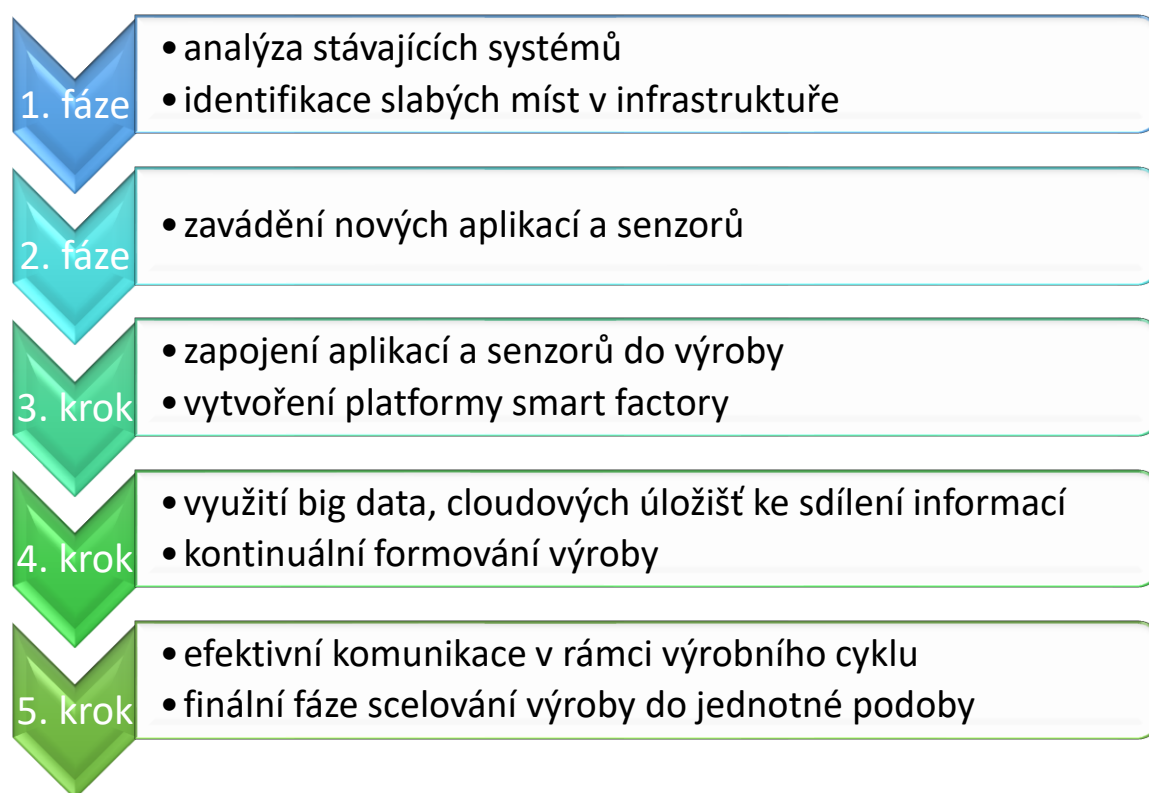
V souvislosti s autonomií, nelze opomenout charakteristiku Průmyslu 4.0, kterou by mělo být decentralizované rozhodování, tudíž by některé kroky měly být přeneseny ke koncovým aplikacím.

Nicméně vhodnější označení by pravděpodobně bylo síťové či kombinované rozhodování², neboť Průmysl 4.0 by měl fungovat na dokonalé integraci veškerých procesů a jejich kontinuálnímu vyhodnocování jednotlivých úkonů. V případě kombinovaného rozhodování by tedy aplikace měly brát v potaz své úkoly, úkoly předcházející i navazující, a zároveň procesní racionalizaci. Pokud by aplikace rozhodovaly pouze na základě svého systému, nepodléhaly by sdíleným informacím, které by měly být koncepcí Průmyslu 4.0 vlastní.

² Vlastní označení.

Proces zavádění Průmyslu 4.0 v podniku by měl probíhat na základě pěti kroků (Hannah, 2014). Nejprve probíhá podrobná analýza stávající infrastruktury a jsou identifikována slabá místa z hlediska IT a OT, přičemž tato slabá místa jsou v následujícím kroku odstraněna nahrazením nedostačující techniky modernizovanými prvky a zaváděním senzorů k monitorování průběhu výroby. V tomto kroku zároveň dochází k vytvoření platformy pro integrovaný autonomně řízený systém. Následně probíhá mapování potenciálu technologií a hodnocení jejich aplikace do procesů na základě získaných dat v předchozí fázi. V konečné fázi dochází k zvýšení produktivity výroby za pomoci zefektivnění přenosu dat a datové výměny mezi aplikacemi a stroji. Dochází také k minimalizaci časových prodlev a úspoře energií a nákladů. Celý proces je ilustrován níže v diagramu č. 3.

Schéma č. 3 – Zavádění fáze zavádění Průmyslu 4.0 v rámci podniku



Zdroj: Vlastní zpracování na základě Hannah (2014)

V souvislosti se zaváděním prvků, které podléhají Průmyslu 4.0, je třeba rovněž poukázat na značnou nákladovost zaváděných prvků. Z toho důvodu je poměrně diskutabilní, jak

rychle proběhne změna v jednotlivých fázích výroby. Problematické, kromě definice pojmu, je rovněž určení časového horizontu, ve kterém dojde k naplnění a vyčerpání potenciálu tohoto konceptu. Očekávaný horizont je 2050, což by mohlo odpovídat teorii Carloty Perez o TEP i teorii Nikolaje Kondratjeva.

Nezastupitelnou roli v průběhu čtvrté průmyslové revoluce budou mít bezpochyby i inovace v materiálech a biotechnologiích. Jako složku nových materiálů lze brát například nanotechnologie. Tyto technologie skýtají enormní potenciál z hlediska energetické úspory. Důvodem je jejich redukováný až nulový odpor při vedení elektrických impulzů. Zároveň zvyšují energetickou kapacitu baterií, čímž prodlužují životnost stroje na jedno nabití. Neméně podstatnou vlastností je jejich vliv na zvyšování povrchové odolnosti kovů a ostatních materiálů, neboť snáze vyplňují molekulární mezery a praskliny.

Průmysl 4.0 by mohl do budoucna představovat poměrně významný posun vpřed i ve zdánlivě nesouvisejících odvětvích, např. iniciativa navržená v Německu v rámci konceptu Germany 2020 se věnuje pojmu StemCellFactory. Tento projekt aplikuje koncepci Průmyslu 4.0 na zmíněný sektor, vychází ze vzrůstajícího objemu dat při kultivaci kmenových buněk (FMFA, 2016).

2. Technologie v rámci japonské ekonomiky

Druhá kapitola podrobněji zkoumá specifika japonského přístupu k technologickému pokroku a jeho aplikacím, včetně historického pohledu a faktory, které v minulosti zajistily pozici mezi technologickými velmocemi. Tato kapitola se rovněž věnuje hlavním trendům formující výzkumné prostředí, kterými jsou výdaje na vědu a výzkum, počet pracovníků v tomto odvětví, distribuce a také plány na podporu vědy a výzkumu. Nastíněny jsou rovněž vybrané problémy dotýkající se budoucího směřování v japonské vědě a výzkumu.

2.1. Technologie v Zemi vycházejícího slunce v minulosti

Japonská věda a výzkum se vyznačuje působivou plejádou historických objevů. Tyto objevy se netýkají pouze technických odvětví, jako jsou biotechnologie, nanotechnologie, elektronika či robotika. V minulosti převažovaly spíše objevy v přírodních vědách, např. v biologii, chemii či astronomii.

Silný japonský vztah k vědě a technologiím lze pozorovat zejména od vzniku šógunátu Tokugawa. Na počátku tohoto období, přibližně okolo roku 1600, se začaly šířit první automatizované hračky Karakuri Ningyo, ačkoli za prvotní impulz rozvoje technologií lze označit rok 1543 a využití mechanických zbraní (Adas, 1996). Hlavní rozvoj technologií za šógunátu byl odstartován až komodorem Perrym a jeho „černými loděmi“ (tzv. „kurofune“) 8. července 1853, kdy bylo Japonsko přinuceno k otevření svých přístavů pro zahraniční obchod s USA. Tento vstup byl po 200 letech výraznějším kontaktem se západní civilizací, na něž navázal obchod s Velkou Británií, Ruskem a Nizozemím (McOmie, 2006). Z historického hlediska je tento okamžik považován za startovací bod jedné ze „zlatých éř“ v oblasti rozvoje vědy a techniky. V tomto období byl rozvoj vědy a technologií podmíněn rovněž inovacemi v rámci výuky, které byly inspirovány americkým školským systémem. Došlo k poměrně silnému rozvoji obchodu vzhledem k uvolnění samurajů do obchodních, úředních a jiných neformálních pozic. Zároveň byla poměrně rychle rozvíjena infrastruktura a komunikační technologie.

Další reformy se dotýkaly sektoru vzdělání, byla zavedena povinná školní docházka, která zvyšovala míru gramotnosti v rámci populace, což lze označit jako klíčový prvek pro přenos inovací a znalostních prvků v rámci společnosti. Brown (2005) v souvislosti s érou Meidži také zmiňuje značný nárůst produktivity na jednotku lidského kapitálu zajištěnou zejména díky nárůstu množství najatých zahraničních expertů v privátním sektoru mezi lety 1870 a 1890. V období Meidži rovněž došlo k vytvoření první instituce zaštiťující vědu a výzkum.

V roce 1882 vznikl předchůdce Národního institutu pro pokročilé průmyslové vědy a technologie (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology – AIST), v počátcích zaměřený pouze na geologický výzkum (AIST, 2018). V průběhu 20. století byly k tomuto zaměření přidruženy i další činnosti. Díky ranému založení lze AIST považovat za první výzkumné uskupení vytvářející institucionální zastřešení pro vědu a výzkum s přesahem až do dnešních dní.

Další etapou v historii japonské vědy byla první světová válka, která měla na japonský výzkum poměrně velký vliv. Brown (2005) uvádí jako hlavní faktor rozvoje časté války, např. proti Číně v roce 1895 a Rusku v roce 1905, kdy se v jejím průběhu (1914-1918) vědecko-výzkumné aktivity zaměřovaly zejména na rozvoj v armádních a bojových technologiích (Yoskiyuki, 2017). Jako příklad lze uvést bojové a jedovaté plyny. Zároveň tento rozvoj působil jako ekonomický stimul a podstatnou součástí byla rovněž další formální institucionalizace výzkumných aktivit.

Jako zástupce institucí vytvořených v tomto období lze uvést Ústav fyzikálního a chemického výzkumu (RIKEN), založený v roce 1917. Prvotní vědecké aktivity se, jak napovídá název, opíraly o fyzikální a chemický výzkum, jako v případě jiných institucí vytvořených v průběhu války. Rokem 1921 struktura RIKENu doznala poměrně dramatické změny. Fyzikální a chemický výzkum byl opuštěn ve prospěch ostatních disciplín. Od následujícího roku bylo směřování výzkumných aktivit v rozhodovací moci ředitele výzkumu, což odpovídá i dnešnímu řízení (RIKEN, 2017).

V privátní sféře byly v tomto období na vzestupu firmy poskytující optická zařízení, například Nikon, založený pod jménem Nippon Kogaku K.K. a hlavní výzkumné aktivity byly geograficky soustředěny na Tokio a okolí (Mosk, 2001).

Další významnou institucí založenou do začátku 2. sv. v. byla Japonská společnost na podporu věd (The Japan Society for the Promotion of Science – JSPS) založená v roce 1932 (JSPS, 2010). Aktuálně tato organizace spadá pod řízení METI a zároveň slouží jako hlavní administrátor vědecko-výzkumných aktivit v Japonsku. Cílí na podporu nadějných mladých vědeckých sil prostřednictvím grantů a v neposlední řadě také jako mediátor mezi privátní sférou a univerzitami. Dále také zajišťuje správu databáze aktuálně probíhajících výzkumů v Japonsku, což usnadňuje hledání partnerských institucí pro mezinárodní zájemce o kooperaci ve výzkumu.

Další výrazné období pro rozvoj technologií bylo podmíněno kapitulací Japonska ve druhé světové válce a následnou reorientací na přijímání zahraničních technologií. Před 2. sv. v. převažovaly výzkumné aktivity u soukromých subjektů a vládní výzkum byl spíše doplňujícím prvkem, což lze mj. usuzovat i z výše uvedené angažovanosti expertů v privátním sektoru. Vlastní výzkum byl poměrně málo rozšířený a převažoval import zahraničních technologií, jejichž šíření probíhalo na základě licencí zejména kvůli snížení nákladů v případě využití importované technologie, místo využití vlastního výzkumu. Zároveň se R&D vyznačoval poměrně silnou industrializací a orientací na vojenské technologie.

Japonsko je charakterizováno poměrně hustou sítí lokálních rad pro vědu a výzkum (S&T Council), které mají v gesci lokální propagaci vědy a výzkumu a zároveň operativně a flexibilněji reagují na místní problémy. Prvně vzniklou radou je Rada na Hokkaidu, která je v působnosti od roku 1952 (MEXT, 2012). Další rada vznikla až o 9 let později v Kjótu. Největší rozmach lokálních úřadů byl však zaznamenán v reakci na vznik centrálních podpor od 90. let, kdy vzniklo přes 25 institucí, po roce 2000 jich prozatím přibýlo méně než 22. Lokální rady mají své logické opodstatnění, neboť jednotlivá ministerstva vydávají plány na podporu výzkumu ve svých přidělených odvětvích

s minimální vzájemnou koordinací. Řízení na lokální úrovni je tedy jedinou zbývajícím možností souběhu bez překrývání jednotlivých podpor.

V 60. a 70. letech neprobíhala příliš intenzivní spolupráce mezi univerzitami a soukromou sférou. V tomto období bylo Japonsko charakterizované nízkým počtem výzkumných institucí a výzkum byl soustředěn do soukromé sféry, příkladem lze uvést zaibatsu. V těchto dvou dekadách byly výzkumné směry orientovány zejména na zajištění energetické soběstačnosti vzhledem k značné surovinové závislosti Japonska na dovozech. Zároveň tyto tendence odrážely ropné krize v 70. letech minulého století. Energetika se znovu objevila jako centrální výzkumné téma opět po roce 2000 v rámci definování vedlejších priorit druhého STP. K zintenzivnění výzkumu v této oblasti mj. došlo po roce 2011 v reakci na havárii Fukushima Daichii, což se odrazilo i ve formulaci cílů čtvrtého S&T plánu, viz dále.

Společnost 5.0 je uváděna jako další vývojová fáze v socio-ekonomickém uspořádání. Následuje jako prozatím poslední stupeň po lovecko-sběračské společnosti, agrární, industriální a informační (ICT) společnosti (CAO, 2016). Ačkoli se tento koncept jeví jako nový, v rámci Japonska se podobná teorie objevila již v 70. letech minulého století. Jejím tvůrcem je zakladatel společnosti Omron, Kazuma Tatesi (Omron, 2017). Koncept společnosti Omron vychází z předpokladu, že veškeré změny ve společnosti jsou řízeny na základě autonomního vývoje a následné interakce mezi vědou, technikou a společností. Jednotlivé sféry jsou ovlivňovány na základě vzájemné provázanosti a cykličnosti jejich vztahů. Pokud dojde ke společenské změně, je vytvořen poptávkový stimul po technologiích, čímž je ovlivněno směřování jejich výzkumu a vývoje. Pokud by se například změnou ve vládních subvencích výrazně posunul výzkum v GPT technologiích, dojde pravděpodobně k vyššímu využití těchto technologiích a následně i změně ve společnosti.

Předpověď do roku 2050 dle Tatesiho popisuje vývoj ve společnosti jako autonomní, přičemž hlavní prioritou je uspokojení primárních potřeb, namísto udržení produktivity a efektivnosti ve výrobě. Tyto cíle se shodují ve své podstatě i s 5. plánem, nicméně 5. plán je obohacen právě o udržení efektivnosti a produktivity viz níže.

Do období 70. let 20.století se také zařazuje významný prvek z hlediska inovací, kterým je registrace ochranných známek. Rokem 1885 byla odstartována etapa registrace ochranných známek v rámci Japonska prostřednictvím zákona o Patentovém monopolu a vytvoření Patentového úřadu (Japan Patent Office), v Evropě byly patentové zákony uvedeny výrazně dříve, kdy byl první institucionální patentový rámec vytvořen na území Benátek v roce 1474 (Nard, Morris, 2006), o 150 let později následovala Anglie, ve Francii byl tentýž zákon vytvořen v roce 1791, v Německu v roce 1877. Spojené státy americké se z časového hlediska přidružují k Francii vzhledem k schválení zákona v roce 1790.

Dalším výrazným milníkem bylo z hlediska patentů začlenění do organizace WIPO v roce 1975. Jedním z významných právních vstupů týkajících se patentů byl rovněž Bayh-Dole Act schválený v roce 1999, který výraznou měrou změnil dosavadní pojetí univerzitních vlastnictví patentů, o patentech více níže.

2.2. Tvorba clusterů v období milénia

Jednou ze čtyř fází technoeconomického paradigmatu je tvorba i clusterových formací. Clustery obecně se vyznačují geografickou koncentrací oborově příbuzných společností, přičemž do organizace clusterů se rovněž zahrnují dodavatelé zboží a služeb. Zároveň bývají clustery doplněny o univerzitní pracoviště, popřípadě o jiný druh výzkumných institucí. Pravděpodobně nejznámějším technologickým clusterem je Silicon Valley v USA. Japonsko rovněž disponuje poměrně významnými clustery, které zároveň pokrývají širokou škálu významných témat.

Ekonomický přínos clusterů spočívá v posílení inovační schopnosti ekonomiky (Porter, 2001). Rychlejší rozvoj plyne zejména z relativně snadné dostupnosti kvalifikované pracovní síly a snazší difúzi informací mezi jednotlivými subjekty (He, Fallah, 2011).

Hlavní rozvoj clusterů ve světě lze pozorovat paralelně s rozvojem ICT a komunikačních technologií obecně, kdy důvody lze hledat zejména u industriálních a technologických změn v 80. a 90. letech minulého století, které vedly k vyšší provázanosti v rámci jednotlivých R&D výzkumných kapacit (Lechevalier, Ikeda, Nishimura, 2011), přičemž

jejich vznik je v současnosti významnou měrou navázán i na mezinárodní kooperaci a rozvoj bilaterálních smluv v rámci vědy a technologií. Hlavní rozvoj clusterů v Japonsku lze pozorovat v rámci 90. let, přičemž nejvýraznější stimul pro jejich expanzi byl zaznamenán po přelomu milénia. V roce 2001 byl přijat projekt na podporu rozvoje industriálních clusterů ze strany METI pod názvem Industrial Cluster Policy (METI, 2018). Tento projekt se skládá ze 3 etap, které víceméně kopírují životní cyklus jednotlivého clusteru. Jednotlivé etapy definuje He a Fallah (2011) jako embryotickou, zavedenou, dospělou a upadající. První etapa (tzv. Launch Period) byla zahájena uveřejněním tohoto projektu v roce 2001 a trvala až do roku 2005, přičemž podpora ve výši 1,5 mld. yenů byla rozdělena mezi 19 uskupení (Nishimura, Himuro, 2010), přičemž od počátku tohoto projektu byl kladen důraz na využívání lokálních zdrojů a využívání konkurenčních výhod daných lokalit při zaměření výzkumu.

Takto definovaná politika vedla k vytvoření uskupení zaměřených zejména na ICT (KANSAI), bioinženýrství (Hokkaido, Tokai), environmentální technologie (Kyushu, Chugoku) a zpracovatelské (Chugoku, Chubu), mezi další sektory patří např. zdravotní technologie a polovodiče. V druhé fázi mezi lety 2006 až 2010 byly již zavedené projekty revidovány a doplněny o další projekty a start-up společnosti. Prozatím poslední fáze byla definována pro období od roku 2011 do roku 2020, autonomnost této fáze spočívá v požadavcích na samostatné financování a růst (METI, 201).

Druhým stimulem bylo vytvoření plánu na tvorbu znalostních clusterů „knowledge clusters“ v roce 2002. Cílem bylo vytvoření živného prostředí pro rozvoj inovací za spolupráce vládních institucí, akademických pracovišť a společností. Shodným prvkem s předchozím plánem byla silná decentralizace národního řízení vědy a výzkumu na regionální úroveň. V rámci tohoto projektu bylo podpořeno 127 projektů v celkové hodnotě 120 mld. yenů (Bobowski, 2013). Ekonomické dopady na jednotlivé regiony či na rozvoj v rámci obou projektů by šly hodnotit pouze obtížně vzhledem k obdobnému zaměření a intenzivní koordinaci od roku 2005.

V rámci clusterů probíhá rovněž poměrně intenzivní mezinárodní spolupráce, například s EU. V rámci této kooperace jsou podporovány rovněž projekty, jejichž aktivity přímo

nesouvisí s oblastmi výzkumu zmíněnými výše. V roce 2005 byla kupříkladu zahájena spolupráce s francouzským textilním clusterem v regionu Auvergne-Rhones-Alpes (European Cluster Collaboration Platform, 2016), která cílí na vývoj nových vláken.

2.3. Aktuální stav vědy a výzkumu

Výzkum v každé zemi je utvářen jedinečným vnitřním prostředím, které se promítá do směřování vědy a výzkumu. Druhým faktorem ovlivňujícím vědecké prostředí je přenos impulzů z vnějšího prostředí a jeho zohlednění v R&D.

V rámci Japonska lze za interní faktor považovat stárnutí populace a energetickou nesoběstačnost společně s přístupem k moři. Za vnější (globální) faktory lze považovat například ratifikace Kjótského protokolu a snižování emisí, ke kterému se země zavázaly, jako další příklad lze rovněž uvést iniciativu Průmysl 4.0. Tato iniciativa by mohla být brána také jako interní faktor, vzhledem k definování tohoto fenoménu v 70. letech minulého století. V rámci vládních plánů je však odkazováno na německou definici Průmyslu 4.0, z toho důvodu je brána jako externí faktor.

Jak bylo naznačeno v podkapitole 2.1., Japonsko bylo z historického hlediska formováno převážně zahraničním vlivem, ať už se jednalo o přejímání zahraničních technologií, či o směřování R&D na vojenské technologie kvůli relativně častým vojenským konfliktům na počátku minulého století. Zahraniční vliv lze také snadno identifikovat ve směřování vědy a výzkumu v posledních letech díky globálním problémům a vzájemné interakci států.

Vzájemný překryv vývoje nových technologií vede k poměrně silné soutěži na mezinárodních trzích a boji o získání nových tržních segmentů, včetně udržení konkurenceschopnosti. Japonsko se z dlouhodobého hlediska jeví jako velmoc na ústupu, zejména vzhledem k prudké expanzi Číny a Korey. Tento fakt lze také doložit na vývoji Nature indexu či na patentovém trendu. Zároveň se v posledních více než pěti letech snižuje objem exportovaných technologických výrobků (WTO, 2018), což indikuje odklon poptávky po japonských technologiích směřující k jiným zdrojům.

Japonskou vědu a výzkum lze posuzovat na základě široké škály ukazatelů. Analyzovány budou zejména indikátory uvedené v kapitole 1.1., tedy na měření výdajů v poměru k HDP, procentního rozložení mezi jednotlivé druhy výzkumů, také na počtu patentů domácích společností a institucí v porovnání s ostatními zeměmi. Dále bude brán

v úvahu počet vědeckých kapacit v tomto odvětví a podpůrné plány na rozvoj tohoto sektoru.

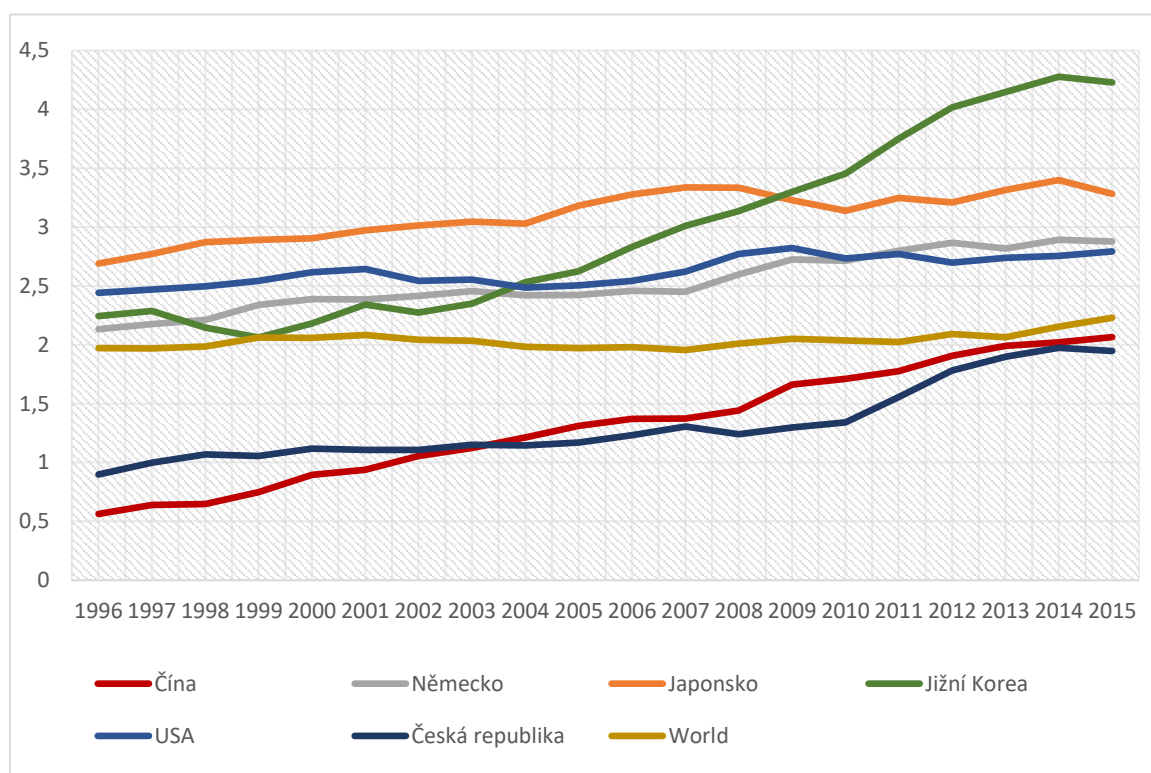
Většina těchto ukazatelů je na kvantitativní bázi, neboť poklady pro relevantní kvalitativní analýzu nejsou dostupné, popřípadě dostupné pouze v japonském jazyce.

Prvním uvedeným ukazatelem je poměr výdajů k HDP. Japonské výdaje se v minulosti daly považovat za poměrně agresivní v porovnání s ostatními výdaji ostatních ekonomik. Od roku 1996 japonská ekonomika v procentním vyjádření investovala ročně více než 2,5 % HDP. Rokem 2002 japonské výdaje do vědy začaly přesahovat 3 %. V mezinárodním srovnáním se v dlouhodobém horizontu vyššími procentními výdaji prezentoval pouze Izrael (OECD, 2017b).

V posledním desetiletí Japonsko čelí zesilující konkurenci v inovativních odvětvích v rámci asijského regionu, zejména ze strany Jižní Korey a Číny, o čemž vypovídá nejen sbližování pozic v žebříčku Global Competitiveness Index (GII, 2018). Oba zmínění konkurenti poměrně intenzivně stupňují své investice do vědy a výzkumu, Korea od roku 2009 vládne pořadí v rámci tohoto ukazatele ve východní Asii. U čínské ekonomiky lze také pozorovat stupňující se trend.

Charakteristickým rysem všech tří zemí je rozvoj sektorů závislých na inovacích prostřednictvím grantů a podpůrných plánů. V rámci Japonska se jedná zejména 5leté plány na podporu vědy a výzkumu, viz níže, či podpora tvorby clusterů, viz výše.

Graf č. 3 – Výdaje na vědu a výzkum ve vybraných zemích v % z HDP mezi lety 1996-2015



Zdroj: Vlastní zpracování na základě WB (2015)

Pro relevantní posouzení výdajové složky do vědy a výzkumu je vhodné porovnat i její hodnotu v absolutním vyjádření. OECD (2017c) uvádí k roku 2015 největší investice do R&D ze strany USA ve výši 462,76 mld. USD, následované Čínou s 376,86 mld. USD a jako třetí se umístila Země vycházejícího slunce s hodnotou 155,81 mld. USD. Poměrně významným investorem je z hlediska absolutní výše i v procentuálním vyjádření Německo s téměř 100 mld. USD. Navzdory relativně vysoké části z HDP investované do R&D se Korea v absolutním vyjádření umístila až na 5. místě s 74 mld. USD investovaných finančních prostředků, což však zohledňuje menší velikost ekonomiky dle HDP v absolutním vyjádření.

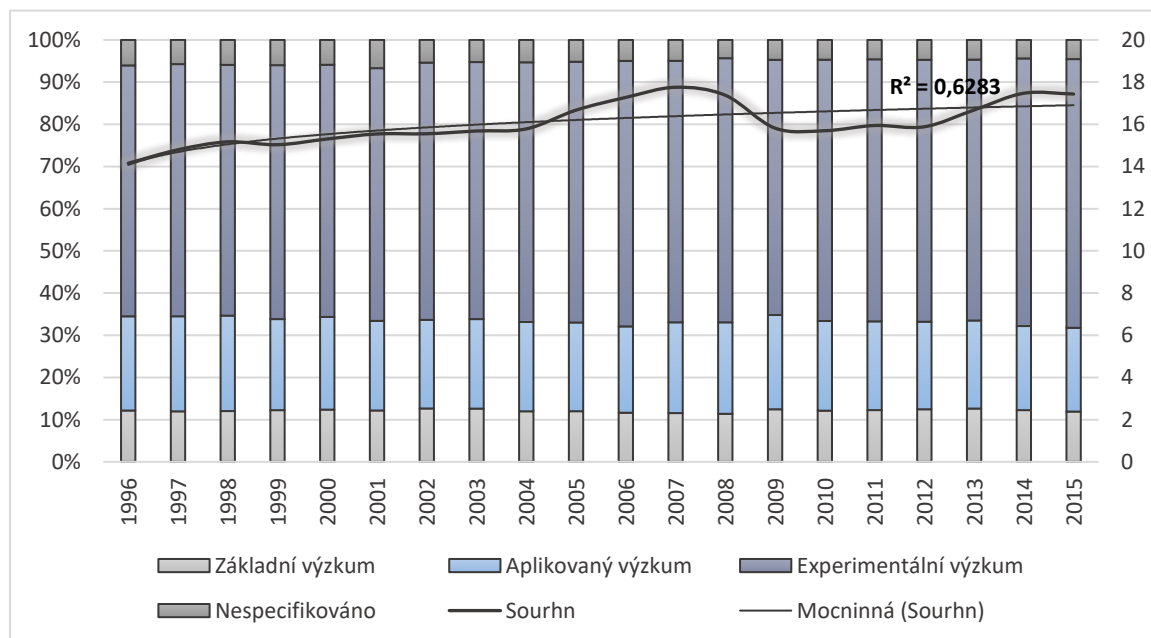
Na základě členění v 1. kapitole lze výdaje do R&D rozložit do 3 skupin, do základního, aplikovaného a experimentálního výzkumu. Celková suma investic v Japonsku se od roku 1996 vyvíjela poměrně stabilním tempem, viz graf níže. Nejvyšší podíl z výdajů je investován do experimentálního výzkumu, který vykazuje stabilně rostoucí trend. V rámci sledovaného období do tohoto druhu výzkumu bylo vydáváno více než 55,0 %

z agregovaných investic. V roce 2015 již tento podíl převýšil hodnotu 63,5 % (OECD, 2017d).

Minimální klesající trend lze pozorovat v případě aplikovaného výzkumu od roku 2009. Vývoj od roku 1996 je rovněž charakterizován oscilujícím procentuálním podílem základního výzkumu v pásmu mezi hodnotami 11,39 % až 12,65 %, přičemž v posledních 3 letech se pohybuje u dolní hranice indikovaného pásma. Naznačené trendy zcela odpovídají i největšímu podílu investic privátní sféry, viz níže, která se zaměřuje na výzkum experimentální a aplikovaný.

Pokles v případě fundamentálního výzkumu v posledních letech nelze hodnotit příliš pozitivně, zejména pokud bude brána v potaz téměř výlučná podpora fundamentálního výzkumu v rámci 5-letých S&T plánů. Podrobnější sektorová analýza výdajů u jednotlivých institucionálních skupin však není možná vzhledem k nedostupnosti relevantních dat.

Graf č. 4 – Celkové R&D výdaje v mil USD a podíl jednotlivých typů výzkumu v % mezi lety 1996-2015 v Japonsku



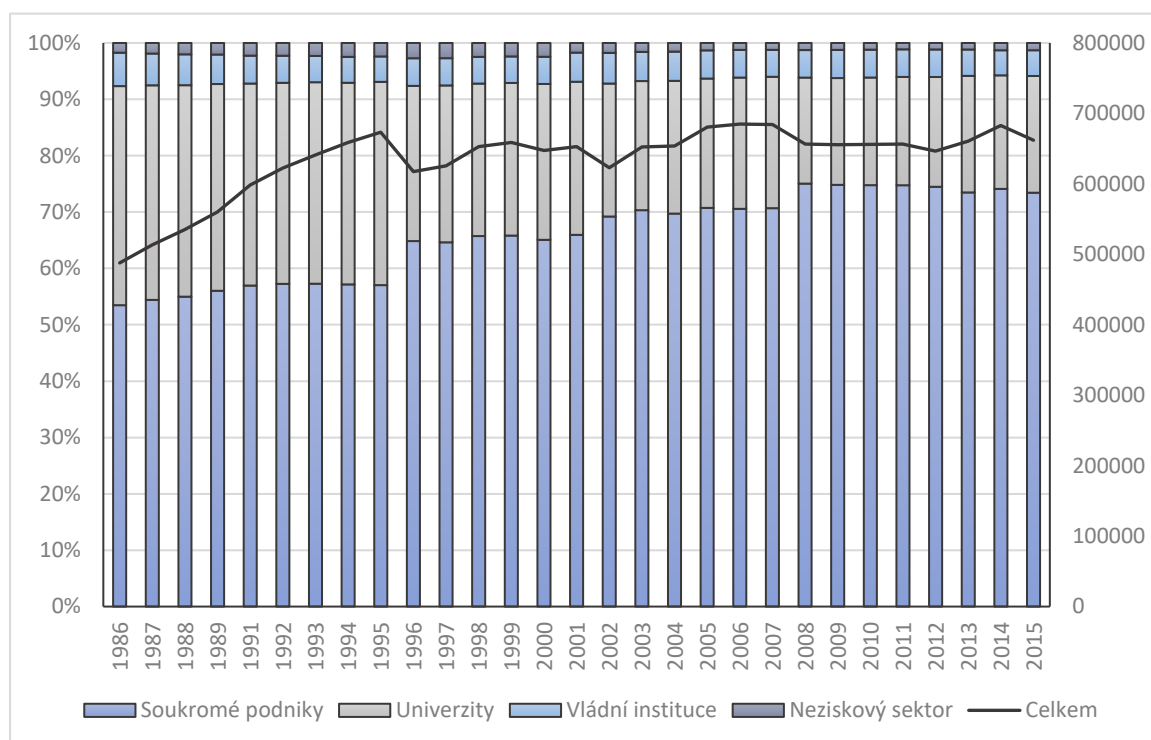
Zdroj: Vlastní zpracování na základě OECD (2017d), pozn. levá osa vyjadřuje podíl jednotlivých výdajů na celkových výdajích do R&D v Japonsku v mil USD

Procentní distribuci výdajů lze nepřímo odvodit i na základě procentního vývoje počtu zaměstnanců v jednotlivých segmentech, viz graf níže. Soukromá sféra stabilně zvyšuje svůj podíl v zaměstnanosti, přičemž v roce 2003 přesáhl tento sektor dříve zmíněný podíl 64 % zmíněný u procentuálního rozdělení mezi skupiny výzkumu. Celkový počet výzkumných pracovníků se zvyšoval téměř výlučně do první poloviny 90. let minulého století tažený zejména silnou podporou velkých projektů, jako příklad lze uvést Super Kamiokande vytvořený v roce 1991 (Super Kamiokande, 2017). Na rapidním růstu se mj. podílela změna infrastruktury výzkumu a vytvoření nových programů na podporu výzkumu v oblasti medicíny a života (Rieti, 2001). Následný pokles v roce 1996 lze brát jako důsledek změny počtu zaměstnanců univerzit, kde se mezi roky 1995-1996 snížily stavy o přibližně 70 tis. osob ve výzkumu. Od roku 1996 počet osob ve výzkumu osciluje okolo 650 tis. (OECD, 2018a). Do budoucna lze očekávat další pokles vědeckých pracovníků zejména kvůli stárnutí populace, ale také nízké atraktivitě vědecké kariéry (CAO, 2017).

Udržitelnost R&D je pro inovativnost ekonomiky klíčová, z toho důvodu je získání nových vědeckých sil jedním z klíčových bodů v rámci základních plánů zaměřených na vědu a výzkum, viz dále.

Největší podíl na struktuře stabilně udržují pracovníci v rámci soukromých podniků, přičemž tento podíl se od roku 1986 zvyšuje, opačným směrem se pohybují podíly ostatních skupin, tedy univerzitního výzkumu, výzkumu vládních institucí a neziskového sektoru. U této statistiky je však třeba vzít v úvahu účast univerzitních pracovníků v rámci soukromého sféry, což může vést ke zkreslení jednotlivých trendů. Celkově však lze tedy shledat, že rozvoj R&D je téměř výlučně ovlivněn rozvojem soukromého sektoru. Soukromé podniky dominují také ve vývoji u Jihokorejské republiky a dalších států.

Graf č. 5 – Podíl výzkumných pracovníků v rámci jednotlivých sektorů výzkumu



Zdroj: Vlastní zpracování na základě OECD (2018a).

Problematická je migrace pracovníků z univerzitního výzkumu do soukromé sféry, neboť poměrně často jsou univerzitní patenty ztotožňovány se samotnou osobou vědce, a nikoliv s univerzitou. Tento trend tedy značí poměrně silnou diskontinuitu v rámci univerzitního výzkumu v případě odchodu např. do důchodu.

Legislativní úpravy na přelomu milénia zajistily vládní využití udělených patentů a tím i možnost návaznosti výzkumu na klíčové patenty. Nelze zmínit také japonskou verzi Bayh-Dole zákona v roce 1999 a následné úpravy a vytvoření TLO's, kdy tyto prvky jsou označovány jako výrazné stimuly pro růst patentů a patentových žádostí.

Pokles pracovních sil není jedinou překážkou pro uspokojivý vývoj ve vědě. Poměrně problematickým faktorem i ve vědecko-výzkumných pozicích je stárnutí. V Japonsku se průměrný věk v roce 2007 pohyboval na hodnotě 53 let a v rámci Německa byla tato hodnota o 12 let nižší. Zároveň mezi oběma zeměmi panuje rozdílný poměr mezi juniorními a seniorními výzkumnými pracovníky. V Japonsku převažuje starší skupina v poměru 85:15, zatímco u Německa je tento poměr přesně opačný (Arimoto, 2013).

Nelze příliš předpokládat výraznou změnu tohoto trendu, vzhledem k tomu, že zvýšení zájmu o výzkumnou kariéru mezi mladšími ročníky bylo zmíněno jako jeden z klíčových bodů během všech doposud publikovaných S&T plánů. Problematický je i nízký počet žen ve výzkumu a mizivý příliv stálých vědeckých kapacit z jiných států.

Tyto faktory téměř dokonale replikují také problémy s uplatněním žen a imigrací v Japonsku. Poměrně výrazný dopad mají tyto problémy na inovační schopnost japonské ekonomiky, v souvislosti s nedostatkem výzkumné síly nedochází k rozvoji dostatečnou rychlostí u progresivních odvětví a konkurenční výhoda se přelévá na stranu ostatních asijských zemí, např. Číny a Jižní Korey, viz patenty a Nature index níže. Nedostatečnou inovativnost lze demonstrovat na ukazateli počtu žádostí o patenty a Nature indexu, viz také níže.

Na formování japonské politiky v sektoru vědy, inovací a technologií se podílí Rada pro vědu, technologie a inovace, která formuluje Fundamentální plány pro vědu a technologie, Národní energetickou a environmentální strategii pro technologické inovace do roku 2050, Růstovou strategii 2016 a další body v rámci podpory a implementace technologií (Iwamatsu, 2016).

Nepříliš překvapivým prvkem všech zmíněných iniciativ a plánů je zaměření na minimalizování následků způsobených urychleným stárnutím populace a absolutním úbytkem v populaci. Centrálním prvkem v těchto programech je rozvoj technologií, které by měly zajistit udržitelnost Japonska jako světové technické i ekonomické velmoci. Zpravidla je v těchto projekcích identifikována mezinárodní interakce prostřednictvím grantů, cílící na podporu mladých zahraničních výzkumných pracovníků a jejich působení v rámci Japonska, sloužící jako klíčový prvek pro zvýšení konkurenceschopnosti.

Rada pro vědu, technologie a inovace vznikla v roce 2014 reorganizací Rady pro vědu a technologickou politiku (CAO, 2015) s cílem podpořit zejména inovační schopnost japonské ekonomiky. V její gesci jsou vytvářeny komplexní a základní politiky, přičemž dohlíží rovněž na jejich implementaci a sladování jednotlivých programů. V neposlední

řadě vytváří a monitoruje čerpání osobních nákladů v rámci rozpočtových limitů vědy a výzkumu. Mezi základní funkce Rady rovněž patří evaluace aktuálně probíhajících výzkumných záměrů v japonských institucích. V souladu s politikou premiéra Abbého Rada cílí na aktivní zapojování žen ve výzkumných institucích, nicméně hodnocení tohoto záměru není příliš optimistické, neboť participace žen je stále poměrně nízká (MEXT, 2014).

V reakci na pokles privátních investic na počátku 90. let byl v prosinci 1995 schválen První základní plán vědy a výzkumu navržený pro roky 1996-2000. Tento plán reagoval na zhoršující se podmínky v Japonsku z hlediska energetické soběstačnosti a environmentálních otázek (CAO, 1996).

V první polovině 90. let bylo evidováno zastarávání japonských výzkumných pracovišť a vědecké infrastruktury. Tento stav vyústil v zohlednění modernizace laboratoří a infrastruktury v rámci prvního S&T plánu, neboť vědecká infrastruktura je, vyjma vědců, klíčovým prvkem pro správné fungování vědeckého ekosystému. Z hlediska lidských zdrojů plán deklaroval zvýšení postgraduálních studentů o 10 000, což se v uvedeném horizontu povedlo úspěšně naplnit.

První S&T plán lze považovat za vágní z hlediska definice výzkumných priorit. Jeho cílem bylo zejména poskytnout stimul podporující oživení ekonomické aktivity, a zároveň zmírnit dopady stárnoucí populace. V rámci definované pětiletky byl investován rozpočet ve výši 17 bln. yenů. Cíle zmíněné v rámci prvního S&T plánu, se v mírně obměněných formách objevily i v dalších navazujících plánech. V posledních letech je zejména v souvislosti s růstem průměrného věku vědců kladen důraz na obnovu lidských zdrojů (human resources). Ve čtvrtém plánu se kupříkladu objevila také myšlenka na vytvoření vhodného prostředí pro ženské a zahraniční výzkumné pracovníky. Tento cíl veskrze odráží celkové vládní zaměření na uvolňování imigrační politiky a podpory ženského zaměstnávání.

V rámci dalších plánů byla odstraněna vágnost týkající se prioritních odvětví, zároveň plány shodně formulovaly jako svůj cíl dosažení blahobytu a ekologické/energetické udržitelnosti.

Ve formulaci 2. S&T plánu schváleného pro fiskální roky 2001-2005 byly zmíněny 4 hlavní a 4 vedlejší výzkumné sektory (CAO, 2000). Vybraná prioritní odvětví reflektovala nejpalčivější problémy ekonomiky. Mezi primární sektory byly zařazeny například nanotechnologie, ICT, materiály a také životní vědy. Mezi sekundární lze zařadit kupříkladu infrastrukturu, výrobní technologie a technologie věnující se zkoumání limitů země a vesmíru. Prioritní oblasti do značné míry navazovaly na zaměření největších výzkumných projektů z 90. let (dříve zmíněné Kamiokande, Super SPing 8 atd.).

V rámci druhého plánu měly vládní výdaje přesahovat 24 bil. yenů. Z hlediska vládního rozpočtu bylo téměř 50 % investic směřováno do prioritizovaných sektorů. Významnou měrou byla podpořena spolupráce mezi univerzitami a privátní sférou zejména díky vytvoření sítě TLO (Technology Licencing Offices). První i druhý plán shodně sloužily jako ekonomická podpora po ekonomickém propadu v 90. letech („lost decade“) (Harayama, 2001).

V lednu 2016 byl schválen Pátý základní plán pro roky 2016 až 2020, jehož cílem je nalezení řešení pro důsledky plynoucí z nízké fertility uvedené v podkapitole 3.1 a řešení dalších socioekonomických problémů (CAO, 2016). Tento dokument také definuje koncepci Společnosti 5.0 (blíže definice viz kapitola 1.3) a důležité body podstatné k jejímu dosažení. Dalším významným cílem japonské vlády, promítnutým všech plánů, je posílení výzkumné báze propojením jednotlivých druhů výzkumných pracovišť, což od přelomu milénia reflektuje i vznik TLO. Očekávaným výsledkem propojení univerzit, vlády a soukromého sektoru je zajištění dostatečných konkurenčních výhod a smazání rozdílů mezi Japonskem a rychleji rostoucími technologickými zeměmi.

Podstatná je z hlediska rozvoje výzkumné spolupráce, clusterů a Společnosti 5.0 modularita jednotlivých složek v rámci R&D. Modularitou je míněna tvorba

univerzálních výzkumných buněk, které se mohou zapojit do vývoje několika na sobě nezávislých produktů s vysokou přidanou hodnotou (Tejima, 2002).

Tento požadavek lze interpretovat dvěma způsoby. Prvotním výkladem je, že je více podporována tvorba nezávislých výzkumných pracovišť než vývoj ponechaný čistě v gesci privátní sféry, neboť soukromá sféra obvykle cílí na rozvoj konkrétního produktu a tomu odpovídá i organizace výzkumu. Druhý výklad poskytuje například Fujino a Konno (2016). V jejich pojetí modularita značí organizaci výzkumu do modulů s cílem standardizace modulů v rámci R&D, aby byla usnadněna reorganizace v rámci systému otevřených inovací. V případě modulových výzkumných pracovišť by mohlo snáze dojít k vývoji nových či úpravě již vytvořených technologií pomocí vhodné reorganizace. Za modulární pracoviště lze považovat kooperace v rámci široké vývojové sítě v rámci clusterů, kde je přenos a synergie vznikající v rámci kombinace heterogenních pracovišť snazší z důvodu geografické blízkosti. O vybraných technologických a robotických clusterech více v kapitole 3.

Společnost 5.0 má poměrně reálné šance na integraci ve všech aspektech lidského života, neboť ICT a internet postupně nabírají na významu v životech jednotlivců. Důvodem je zvyšující se podíl populace s připojením k internetu. Využití potenciálu vyplývajícího z konceptu Společnosti 5.0 brání 5 faktorů definovaných v roce 2015, nicméně naráží na několik problémů. Prvním je nadměrná zátěž byrokracie a právní aspekty týkající se využívání sdílených informací. Kobayashi (CRDS, 2016) uvádí jako zjevně problematické právní ošetření využívaných informací. Sdílení informací pomocí čipů, senzorů či interakce se servisními roboty by výraznou měrou mohlo ohrozit integritu jednotlivce v případě zneužití informací.

Nedílnou součástí Průmyslu 4.0 je zintenzivnění výzkumu kyberbezpečnosti, které by mělo ochránit případné uživatele/ spotřebitele těchto technologií. V oblasti kyberbezpečnosti se do dalších dvou let cílí na růst 20 % a zároveň se dle METI (2016) očekává zvýšení zaměstnanosti v tomto oboru o 50 % na 193 tis. do roku 2020. Stejnou dynamikou by se měl vyvíjet i vnitřní trh tohoto odvětví, jehož letošní hodnota je

odhadována na 13,2 mld. USD. V předchozím roce předchozím roce byla jeho hodnota o téměř 3,1 mld. nižší (International Trade Administration, 2018).

Druhou překážkou je spleť struktura správních jednotek pro výzkum. Aktuálně se strategie stanovuje na úrovni premiéra, nicméně na rozpočtu a jednotlivých podpůrných plánech se podílí 7 ministerstev a značně rozdrobená struktura samostatných agentur. Přehlednosti nepřispívá ani členitá organizační struktura u lokálních orgánů. Ilustrovat lze na příkladu lokálních rad pro vědu a výzkum, které slouží jako podpora intelektuálních/znalostních clusterů, viz kapitola 2.1.

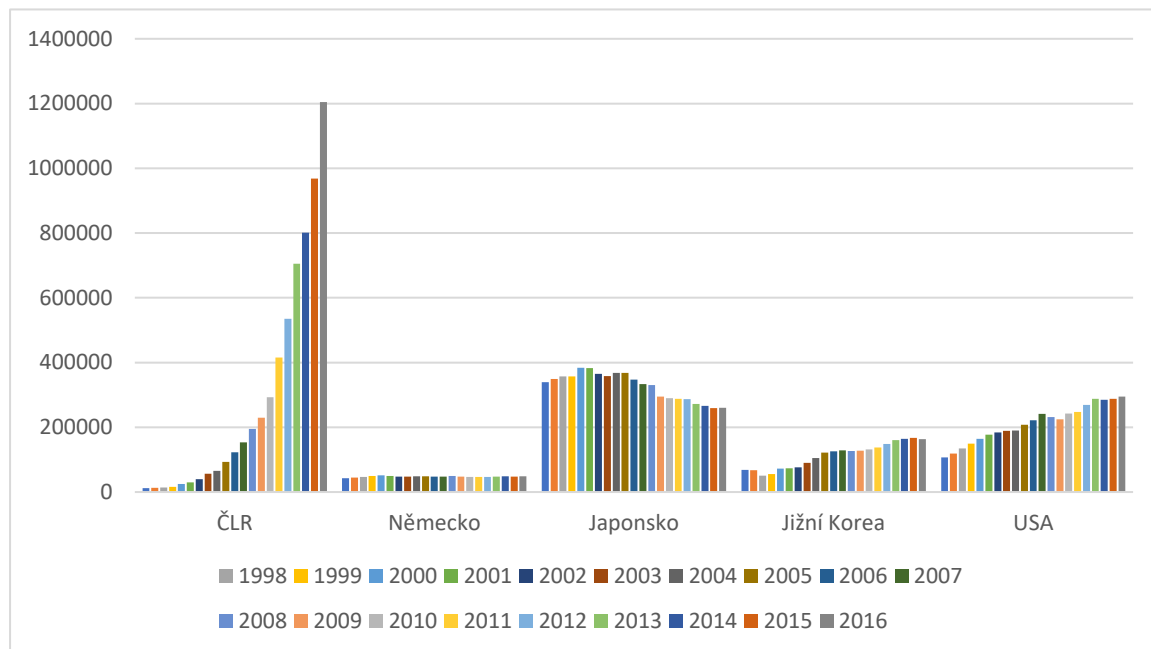
Třetím, poměrně výrazným problémem je přijetí technologií v rámci společnosti. Sociální aspekt technologií je klíčovým prvkem vedoucím ke ztotožnění se a k přijetí technologií a dosažení Společnosti 5.0. Formalizace těchto vazeb je zprostředkována skrze nové obory, např. skrze roboetiku.

Novým jevem spojeným s vyšším užitím je i Frankensteinův syndrom, který ztotožňuje technologie jako monstrum, kterého je třeba se obávat. Určitá míra opatrnosti ve vztahu k technologiím, zejména v rámci japonské společnosti není novinkou, skepse byla v minulých letech zřetelná zejména u servisních robotů používaných při péči o stárnoucí populaci. Důvodem může být i například vysoká hodnota 92 v kulturní dimenzi Vyhybání se nejistotě (Uncertainty Avoidance) dle Hofstede (Hofstede, 2018), která je způsobena ritualizovaným způsobem života.

Závěrečným kvantitativním měřítkem pro posouzení výkonnosti japonského výzkumu je vývoj patentů v porovnání s ostatními technologickými konkurenty. Japonsko se v 90. letech minulého století pohybovalo po rostoucí křivce registrovaných patentů, nicméně od roku 2005 probíhá vývoj japonského indikátoru opačným směrem, ze 367 tis. se hodnoty v průběhu let postupně snížily až na 260 tis. v roce 2016. Opačnou tendenci lze pozorovat u hlavních konkurentů z technologických velmocí, Německo se vyznačuje mírně rostoucím trendem, daleko rychlejší růst patentů lze pozorovat v rámci Korejské republiky, USA, a zejména Číny, která se vyznačuje exponenciální křivkou, viz graf níže. Celosvětový růst v patentové oblasti je tedy zajištěn zejména přispěním ČLR, která

v roce 2016 převyšovala zbylé konkurenty o 57 %, v porovnání s předchozím rokem to v čínském případě infikuje nárůst o více než 30 p. b.

Graf č. 6 – Vývoj patentů jednotlivých ekonomik mezi lety 1998 - 2016



Zdroj: Vlastní zpracování s využitím (WB, 2018).

Věda a výzkum v Japonsku hrají poměrně důležitou roli v mezinárodních diplomatických vztazích. V rámci tohoto konceptu se Japonsko snaží udržet svou pozici jako jeden z nejpokročilejších národů v oblasti technologií. Technologická diplomacie by mohla sloužit jako podstatný pilíř při přenosu Průmyslu 4.0 (Society 5.0) do dalších částí světa, neboť aktuálně definované působení této politiky cílí na integraci Japonska do zahraničních výzkumných aktivit, čímž by došlo k synergii vědeckých kapacit a tím i k plošnému šíření Průmyslu 4.0. Dále je technologická diplomacie prostředkem pro získání kvalifikované pracovní síly.

Jak bylo zmíněno výše, aktuálně se Japonsko potýká s nízkou angažovaností mladých vědeckých sil, v porovnání například s Německem. Technologické diplomacie by mohla vést k přílivu zahraničních vědeckých sil, a tím alespoň dočasně zmírnit tyto nedostatky, ačkoli v rámci dlouhodobého horizontu by byl spíše žádoucí úspěch v rámci základních plánů v propagaci vědy a výzkumu mezi mladšími skupinami obyvatelstva na domácí

půdě. Z hlediska výzkumu by technologická diplomacie mohla podpořit mezinárodní vazby a působit jako stimul pro zvýšení počtu žádostí o patenty, popřípadě zlepšit postavení v rámci Nature indexu.

Jak bylo výše také naznačeno, japonská pozice v rámci Nature indexu není zcela dobrá. O nižší atraktivitě úrovně japonského R&D by mohl svědčit i fakt, že v rámci podílů na vědeckých pracích i na patentech Japonsko nefiguruje u Německa, USA, GB i dalších mezi první trojicí spolupracujících zemí, ale tyto země fungují spíše ve vzájemné matici kooperujících zemí navzájem u patentů i Nature indexu, viz matice níže. Zde lze pouze polemizovat, zda vzájemná interdependence nevede k zisku konkurenční výhody a vzájemné synergie oproti Zemi vycházejícího slunce.

Tabulka č. 1 – Matice vzájemné spolupráce na vědeckých člancích v roce 2017

	<i>USA</i>	<i>Čína</i>	<i>Německo</i>	<i>Velká Británie</i>	<i>Japonsko</i>
<i>USA</i>	<i>X</i>	<i>1.</i>	<i>3.</i>	<i>2.</i>	<i>6.</i>
<i>Čína</i>	<i>1.</i>	<i>X</i>	<i>3.</i>	<i>2.</i>	<i>4.</i>
<i>Německo</i>	<i>1.</i>	<i>4.</i>	<i>X</i>	<i>2.</i>	<i>9.</i>
<i>Velká Británie</i>	<i>1.</i>	<i>3.</i>	<i>2.</i>	<i>X</i>	<i>10.</i>
<i>Japonsko</i>	<i>1.</i>	<i>2.</i>	<i>3.</i>	<i>4.</i>	<i>X</i>

Zdroj: Vlastní zpracování za základě Nature Index (2018, a – e)

3. Potenciál vybraných technologií v Japonsku

V rámci první kapitoly došlo k definování Průmyslu 4.0, respektive Společnosti 5.0 a prvků, které jsou nutnými předpoklady k jejímu dosažení. V této kapitole bude blíže analyzován potenciál automatizace v rámci japonské ekonomiky a vybrané prvky, které jsou v odborné literatuře identifikovány jako stěžejní pro její plynulejší prosazování. Z GPT technologií byla vybrána robotika se zaměřením na umělou inteligenci. Robotika byla vybrána vzhledem k dlouhodobé historii této technologie v rámci Země vycházejícího slunce a její klíčové roli v Průmyslu 4.0 a S&T plánů. Úvodem nelze nezmínit také problémy, které jsou příčinou poklesu produktivity a ekonomického výkonu. Druhá třetina kapitoly mapuje jednotlivé robotické segmenty a jejich potenciál v reakci na problémy japonské ekonomiky definované v první části kapitoly.

3.1. Vývoj japonské ekonomiky

Před analyzováním potenciálu japonské ekonomiky, je třeba alespoň obecně nastínit problémy, které se dotýkají Země vycházejícího slunce. Japonsko bylo v roce 2016 z hlediska HDP třetí největší ekonomikou na světě za USA a Čínou (pokud je abstrahováno o Evropskou Unii jako celek) s HDP ve výši 4 949, 38 mld. USD (WB, 2017a). Zároveň je japonská ekonomika považována za jeden z nejinnovativnějších a nejtechničtějších národů světa. Nicméně dlouhodobý vývoj v Japonsku tento stav značně ohrožuje. Problémy se dotýkají poměrně široké škály sektorů této ekonomiky. Mimo jiné se jedná se o nadměrné zadlužování, rostoucí podíl výdajů na sociální a zdravotní účely, neflexibilní trh práce se strnulými mzdami, což negativně ovlivňuje domácí spotřebu a inflaci. V dlouhodobém horizontu je jedním z největších rizik populační krize a zároveň stagnující tempo růstu produktivity pod 2 % (McKinsey, 2015).

Populační problémy lze demonstrovat pomocí několika ukazatelů. Prvním je hodnota fertility, která od roku 1973 pozvolna klesala pod úroveň 2,1 dítěte na jednu ženu až na hladinu 1,26 v roce 2005. Od tohoto roku se vývoj otočil a hodnota tohoto ukazatele vystoupala na hladinu 1,46 v roce 2015. Organizace Spojených národů uvádí, že je hodnota 2,1 dítěte na ženu brána jako základ pro udržitelnost populace (UN, 2018).

Z krátkodobého hlediska je pokles fertility brán jako pozitivní, neboť vede k vyššímu podílu žen zapojených do pracovního procesu, čímž se zvyšuje ekonomický růst, tzv. „demografický bonus“, ovšem v dlouhodobém horizontu je efekt výrazně negativní kvůli snižování počtu pracovní populace, což vede ke zvyšování poměru závislých osob, viz dále. Při znovuzvolení premiéra Abbého byla deklarována cílová hodnota fertility na úrovni 1,8 (Nikkei, 2015), což lze vzhledem ke krátkodobému růstovému trendu zhodnotit jako reálné očekávání. Nebyl však oficiálně stanoven časový horizont, do kdy by mělo dojít ke zvýšení hodnoty tohoto ukazatele. Zároveň nebyla doposud přijata stimulační opatření na podporu porodnosti v podobě daňových zvýhodnění, přímá finanční podpora na narozené potomky ani jiné kroky. Prozatím byly deklarovány pouze lokální projekty a minimálním dosahem (JP Times, 2017).

Dalším ukazatelem, který lze vzít v potaz při posuzování demografických problémů je počet nově narozených v daném roce. Počínaje rokem 2009 došlo ke změně trendu v procentním vyjádření, neboť byl poprvé zaznamenán úbytek populace (WB, 2017b). Od roku 2011 tento trend akceleruje a úbytky v procentním vyjádření se stupňují. Průměrný úbytek mezi lety 2011-2016 činil přibližně 1,4 %.

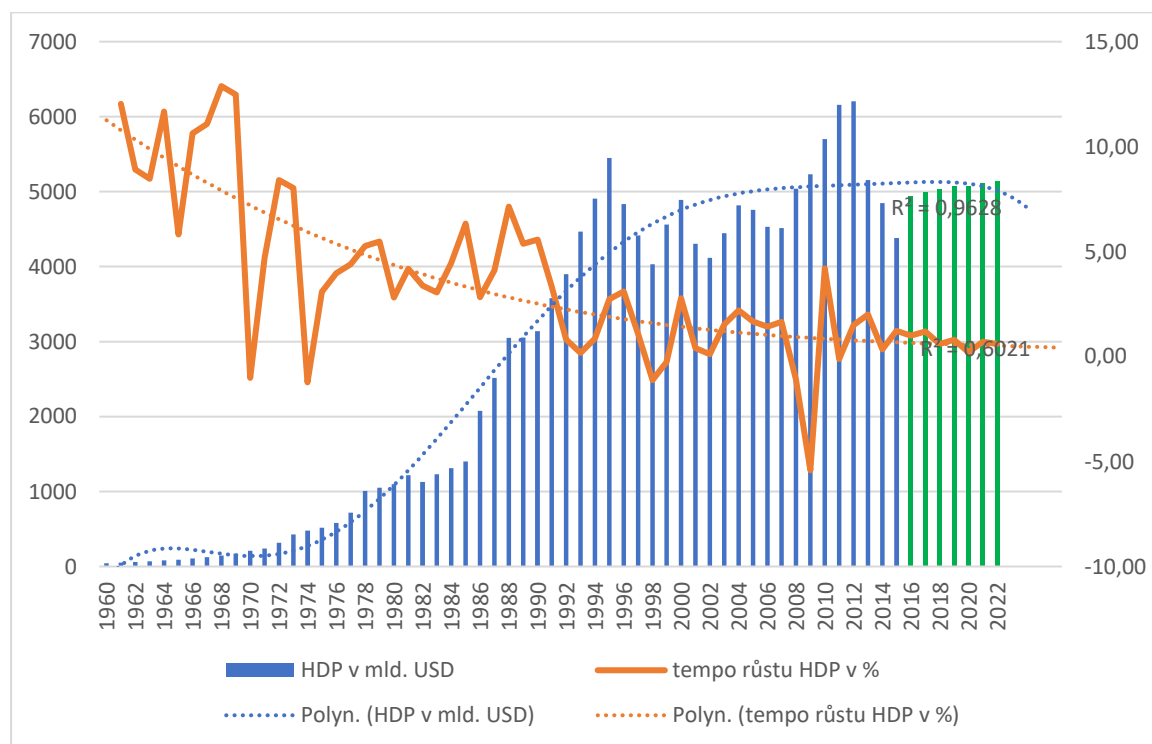
V roce 2016 byla poprvé od konce 19. století hodnota nově narozených pod hranicí 1 milionu, aktuálně dostupné odhady uvádí hodnotu ve výši 981 000 (Nippon, 2017), což společně se zvyšujícím se počtem úmrtí poměrně výrazně přispívá k vymírání japonské populace. Do roku 2050 se očekává pokles populace na 100 mil. ze současných 125 mil (Reuters, 2017), některé prognózy jsou v tomto ohledu ještě pesimističtější a uvádí pokles populace až na 83 mil do roku 2060 (BBC, 2012).

Zmíněné změny mají vliv i na poměr závislých osob na jednotku pracujícího člověka. V roce 1960 podíl závislých osob činil 5,6 osoby na 10 pracujících, přičemž převažovala závislost osob pod 15 let (4,7 osob na 10 osob), což představuje dostatečnou obnovu populace. V roce 1990 sice tento podíl klesl na 4,4 osoby, nicméně poměrně výrazně se změnil poměr závislých skupin. Počet osob v postproduktivním věku již tvořil 1,7 závislých oproti 2,5 mladých. Takto nastolené trendy s největší pravděpodobností budou

pokračovat i nadále. V minulém roce bylo celkem 6,52 závislých osob, přičemž 4,39 osoby byly ze seniorní kategorie a 2,13 osob pod 15 let. Tento zvyšující se poměr kombinovaný s růstem populace do roku 2008 indikuje enormní nárůst populace v post-produktivním věku, což jednoznačně poukazuje na nárůst výdajů na zdravotní a sociální péči pro seniory.

Japonské HDP se v rámci sledovaného období od roku 1960 zvýšilo téměř 100krát. Tempo růstu japonského HDP v průběhu tohoto období poměrně silně kolísalo, záporných hodnot obvykle nabylo v důsledku přenosu externích šoků, např. Asijské krize v roce 1997, celosvětové krize v roce 2008, popřípadě také v případě interních šoků, jako je například havárie jaderné elektrárny Fukushima Daichii v roce 2011. Do nejbližších let se počítá se stabilizací růstu okolo 1 % (IMF, 2017), nicméně přepokládat lze spíše nižší hodnoty v závislosti na úspěšnosti aktuálních reforem.

Graf č. 7 – Japonský HDP v mil. USD a % růst HDP mezi lety 1960-2022



Zdroj: Vlastní zpracování na základě OECD, předpověď HDP v absolutních hodnotách vypočtena pomocí procentního tempa růst na základě predikcí IMF (2017) (v grafu zelené hodnoty)

Na nízkou produktivitu a další problémy cílí Tři šípy premiéra Abého. Zahrnují agresivní monetární politiku, flexibilní fiskální politiku a strukturální reformy. Tyto aspekty by

měly přispět ke stabilizaci tempa růstu HDP do dalších let. V roce 2015 byl ke 3 stávajícím šípům přidán také „Čtvrtý šíp“, který by měl být zaměřen buď na zvyšování flexibility zaměstnávání (Everaert, Ganelli, 2016) a na zvyšování inovací a technologií v ekonomice. V rámci šípů byla uveřejněna Revitalizační strategie, jejíž aktualizace byla dostupná v roce 2016 (Kantei, 2016). V rámci revitalizace jsou zmiňovány obdobné cíle jako v jiných programech na podporu R&D a technologií. Ke zvýšení produktivity by měly vést i jednotlivé prvky Společnosti 5.0 a IoT jako je umělá inteligence, roboty a další viz dále.

3.2. Robotika v rámci Japonska

V odborné literatuře lze nalézt nepřeborné množství definic robotů, počínaje stručným charakterizováním jako: „*předprogramovaného stroje, který vykonává vybrané aktivity automaticky*“ (CollinsDictionary, 2018). Další variantu lze nalézt například v IFR (2017), kde je robotický pracovník definován jako: „zařízení adaptivně reagující na okolní podněty a plnící úlohy na základě předprogramovaných situací“. V obecné rovině je tedy podstatné, aby docházelo k samostatným úkonům na základě vybraných podnětů.

V rámci japonského vývoje robotů se střetávají tři hlavní výzkumné proudy, prvním je zaměření na průmyslové roboty, což je poměrně logické vzhledem k jejich považovat na adekvátní. Faktorem pro zaměření na tento druh výzkumu také odpovídá vývoji od poloviny minulého století, kdy se rozvoj soustředil výhradně na manuální roboty. Vyrůstající pozornost je od přelomu milénia věnována také servisním robotům v souladu s rostoucím znepokojením z dopadů stárnoucí populace na ekonomiku a požadavků na vzrůstající péči o tyto osoby. Třetím proudem je rozvoj umělé inteligence, která je klíčovým prvkem pro vytěžení potenciálu jednotlivých robotů.

Základní segmentaci robotů lze provést na základě jejich praktické aplikace na servisní a průmyslové. Podrobnější členění je daleko spleťtější a odráží konstrukční charakteristiky jednotlivých skupin dle rozsahu pohybu, míry autonomnosti, popřípadě dle sektoru využití u průmyslových robotů. Japonský trh s roboty i jejich vývoj se řídí zejména uvedeným základním dělením. Pro účely práce budou tyto dvě složky

obohaceny o třetí sektor, kterým je umělá inteligence. Umělá inteligence je do členění zařazena také kvůli nové definici od JETRA (2018), kterou je „smart robot“, neboť operační systémy těchto robotů v sobě obsahují technologie spadající do IoT.

3.2.1. Průmyslové roboty

Od 60. let minulého se Japonsko řadí mezi první průkopníky odvětví průmyslových robotů. Velikou zásluhu na tom měly společnosti FANUC, Kawasaki, Yaskawa a Sony. Tyto společnosti jsou považovány za klíčové pro rychlé začlenění robotů do výroby, čímž urychlily poválečný ekonomický rozvoj (IMF, 2018). Dominance v průmyslových robotech implikuje vzhledem k nulovému rozvoji servisních robotů vedoucí pozici na celosvětovém robotickém trhu. Invence japonských firem se odrážela i na absolutoriu v počtu patentů. Japonská robotika z hlediska počtu patentů je však na ústupu, v žebříčku top 10 firem už se nachází pouze Toyota, Nissan a Honda (IPO, 2014). Do budoucna lze předpokládat další oslabení japonské dominance kvůli rostoucímu potenciálu výzkumných robotických laboratoří v Čínské lidové republice a v Jižní Koreji. Aktuální struktura žádostí o patenty odráží podíl jednotlivých druhů výzkumů, viz kapitola 2, u Japonska jednoznačně dominují soukromé společnosti, stejně tak u Německa, USA, Francie. U ČLR převažují patenty ze strany veřejného sektoru a akademických institucí (Keisner, Raffo, Wunsch-Vincent, 2015).

Důvodem pro vysoké využívání robotů je nízké množství chyb při zpracování v porovnání s lidským faktorem a výrazně se zvyšuje preciznost zpracování, což umožňuje podnikům snižovat náklady. Další nespornou výhodou je nepřetržitý provoz a nulová únava v porovnání s lidským faktorem. Podniky dále nejsou nuceny hradit sociální a zdravotní pojištění plynoucí ze zaměstnávání lidských pracovníků. Do budoucna je však otázka, zda nedojde ke zdanění robotické práce jako ekvivalent sociálního a zdravotního pojištění.

Nespornou výhodou robotů zapojených do integrovaných systémů IoT je možnost důkladného mapování veškerých vnitropodnikových procesů. Zároveň bude prohlouben

japonský způsob řízení dodávek just – in – time, neboť roboty budou moci samostatně řídit veškerou komunikaci v rámci dodavatelsko-odběratelských řetězců.

K vyšší implementaci robotů by mohly napomoci senzory, kamery a jiných prostorových, zvukových či teplotních čidel vede k důkladné analýze celého výrobního postupu, čímž lze docílit optimalizace a lze snáze implementovat roboty ve větším rozsahu. Zároveň by měly předejít výpadku v případě přehřátí komponent ve výrobním postupu.

Prozatím nelze předpokládat, že by v případě detekce chyby byly stroje schopny samy obnovit svou činnost bez alespoň minimální součinnosti lidského pracovníka. Na tomto příkladu lze snadno demonstrovat výsledek zapojení robotů do podniku, kterým je tvorbu nových pracovních míst spojených s údržbou a nastavován výrobních robotů. Na druhou stranu tato logika indikuje zvýšení poptávky technicky zdatných pracovníků, kterých je aktuálně na japonském trhu velký nedostatek.

Vývoj robotů obohacený o prvky IoT je dle JETRO (2018) vedený společnostmi Yaskawa, FANUC, Hitachi a další. Yaskawa se v souladu s pátým S&T plánem zaměřuje na vývoj energeticky úsporných baterií. Z hlediska IoT jejich roboty disponují senzory a čipy určené ke sběru dat. Čipy a senzory jsou poměrně běžným prvkem v rámci IoT. Zajímavějším prvkem těchto robotů je duální komunikace, čímž by mělo dojít k validaci dat a zlepšení reakcí na jednotlivé podněty.

Zatímco se Yaskawa soustředí na rozvoj hardwarových komponent, kterými jsou senzory a jiné transmisní prvky, FANUC zahrnuje do svých výzkumných aktivit rovněž nezbytné softwarové komponenty. Z hlediska IoT využívá pokročilé analytiky za cílem adekvátního vyhodnocení případné poruchy. Vyvíjené roboty už splňují „smart“ podmínku z hlediska integrace na jiné podnikové systémy, jak bylo definováno v kapitole 1, což více či méně odpovídá konceptu smart factory. Tyto roboty se také blíží k servisním robotům z hlediska komunikace, ačkoli nevyužívají hlasové moduly, ale prozatím pouze emailové notifikace. Hitachi se zmíněným společenstvem odlišuje díky zaměřením na tvorbu plošné struktury smart city s plošným využitím v institucích.

Vývoj těchto IoT robotů probíhá zejména v geograficky soustředěných oblastech kolem Tokia, Nagoji, Kjóta a Ósaky. Robocluster v prefektuře Aichi (Nagoya) v roce 2017 čítal 402 participujících firem. Z hlediska dodávek meziproduktů, tento cluster absorbuje 20 % dodávek z celého Japonska (Greater Nagoya, 2012). Z hlediska změřený výzkumu robotů to indikuje materiálově náročné sektory, jako je letectví, automobilní průmysl, v rámci tohoto clusteru jsou nejvýraznějšími aktéry Toyota a Mitsubishi.

Ačkoli automobilní výzkum jednoznačně vévodí celému robotickému výzkumu v Japonsku, nelze v rámci tohoto clusteru nezmínit podstatného zástupce z řad servisních robotů, kterým je společnost Cyberdyne a její exoskelet HAL, viz dále.

Cluster Kjóto-Ósaka se skládá z téměř 40 různých akademických pracovišť. Zároveň disponuje jednou z nejširší studentskou základnou v Japonsku, s výjimkou Tokia, neboť v rámci Kjóta je registrováno ke studiu přes 140 000 studentů, což je přibližně 10 % z celkového počtu studentů v Japonsku (JETRO, 2017). Na skladbě tohoto clusteru se rovněž podílí významné japonské společnosti s poměrně dlouhou tradicí v technologických oborech, konkrétně lze zmínit Kjoceru, Shimadzu, Nintendo, Omron a také Kyoto Robotics (2018). Z hlediska regionálního HDP i počtu obchodních společností zastoupených v rámci clusteru jednoznačně kjótský cluster převyšuje nagojský (Greater Nagoya, 2012). Z hlediska prvku interkonektivity v rámci společnosti je třeba vyzdvihnout účast společnosti Omron a její přínos ve formě předlohy pro Society 5.0 v 70. letech, viz kapitola 2.

V rámci jednotlivých ekonomik převažuje zapojení průmyslových robotů v sekundárním sektoru, což napovídá i jejich název. Japonsko se v rámci světa vyznačuje jednou z nejvyšších denzit robotů využitých ve výrobní sféře. Dle IFR (2018) ukazatelé dominuje Jižní Korea s 631 roboty zapojenými do výroby na 10 000 lidských pracovníků, německá s 309 roboty, singapurská ekonomika v průměru využívá 488 robotů, nicméně o tuto hodnotu abstrahujeme vzhledem k relativně nízkému počtu obyvatel v porovnání s ostatními státy. Země vycházejícího slunce se tedy v upraveném hodnocení umístila na třetím místě s hustotou 303 robotů. Z hlediska proliferace robotů

je toto pozitivní zjištění, neboť na příkladu ostatních ekonomik lze demonstrovat daleko plošnější uplatnění robotů. Vzhledem k silné tradici automobilovního odvětví v Japonsku lze očekávat nejvyšší uplatnění těchto robotů právě v tomto sektoru, což potvrzuje např. Statista (2018), v jehož statistikách japonská ekonomika uplatňuje v rámci automobilovního průmyslu 1 240 robotů na 10 000 pracovníků. Zde však vyvstává otázka, zda je Japonsko schopno aplikovat roboty i v dalších odvětvích, neboť automobilovní průmysl výrazným způsobem zkresluje dříve zmíněnou hodnotu 303 robotů na 10 000 pracovníků. Jak lze vyvodit, ostatní státy jsou schopny snáze variovat využití robotů ve svých ekonomikách.

Vybrané zdroje do budoucna očekávají v rámci expanze technologií míru automatizace až na téměř 50 %. Pokud budeme abstrahovat o jiné možnosti robotizace, byla by při naplnění možností stávajícího TEP možná i hustota 5 000 robotů na 10 000. V tomto případě by se naplnily růstové předpovědi ze strany METI (2012), kdy byl růstový potenciál průmyslových robotů ztotožňován s exponenciální křivkou.

Hustota 5 000 by byla případem extrémního zastoupením jedné technologie, která by s největší pravděpodobností zvyšovala míru operačního rizika, nehledě na celkovou náročnost na chod podnikových systémů a monitorování jednotlivých strojů. Zároveň by musely podniky disponovat daleko větším finančním kapitálem vzhledem k nákladnosti těchto investic.

Z hlediska mezinárodní pozice je poměrně důležitý růst hustoty u ČLR, neboť v posledních letech výrazně restrukturalizuje svou ekonomiku s využitím pokročilých technologií. Japonsko lze alespoň z hlediska robotů označit za nejvýznamnějšího obchodního partnera, neboť jak naznačuje IFR, téměř polovina robotické výroby směřuje právě do ČLR. Růst v rámci Číny by mohl do určité míry stimulovat i posilování Japonska jako vůdce na dodavatelském trhu, což by mohlo dále povzbuzovat růst těchto technologií na úkor servisních robotů a AI.

3.2.2. Servisní roboty

V péči o stárnoucí populaci se nabízí využití robotů místo ošetřovatelů, kterých je aktuálně v Japonsku nedostatek, negativní výhled se prohlubuje do roku 2025, kdy se očekává pokles pracovníků o více než 350 000 osob (Hurst, 2017). Z hlediska japonských výrobců se skýtá potenciál i mimo domácí trh, vzhledem k negativním prognózám týkajících se zejména vyspělých zemí. Jak již bylo naznačeno v případě průmyslových robotů, negativem robotiky jsou vysoké pořizovací náklady, které jsou v případě servisních robotů o mnoho vyšší, než je tomu u druhé skupiny. Roli v tom zřejmě sehrává plošné užití průmyslových robotů, které kompenzuje vysoké náklady na výzkum, zatímco u servisních robotů je užití prozatím nižší a nedochází k umoření nákladů na výzkum. Japonská vláda tuto skutečnost vícekrát zohlednila ve svých cílech, doposud se tato snaha nesečkala s patřičnou odezvou (Zaidi, 2017).

Servisní roboty využívané v péči o obyvatele v postproduktivním věku jsou dle METI (2018) rozčleňovány na 5 základních skupin. První skupina zajišťuje transport pacientů s omezenou hybností z lůžka či sedadel za asistence ošetřovatele. Druhá skupina napomáhá volnému pohybu u pacientů, kteří nemají pohybový aparát poškozený do takové míry jako předchozí skupina a jsou schopni se s robotickou pomocí pohybovat po prostoru. Další skupina zajišťuje za pomoci senzorů lokalizaci pacientů s degenerovanými kognitivními funkcemi mozku, v případech, kdy nejsou schopni nalézt cestu domů. Další skupina se zaměřuje na vývoj technologií usnadňujících vyměšování pomocí adaptabilního polohování. Závěrečná skupina slouží jako pomocník ke vstupu do koupacích zařízení.

Japonská vláda plánuje pro rok 2019 výrazně navýšit rozpočet pro firmy věnující se vývoji technologií z těchto sektorů o 20 % oproti letošnímu roku (JapanTimes, 2018). Tato podpora cílí nejen na podporu těchto technologií, ale zejména na rozvoj AI, která je navázána na servisní roboty, neboť vyšším užitím umělé inteligence by se měly zvýšit datové toky o jednotlivých pacientech, což by mohlo určit směřování výzkumu v medicínských technologiích díky nárůstu datového toku.

Budeme-li uvažovat servisní a průmyslové roboty jako jeden statek, lze očekávat, že k růstu japonského trhu s roboty dojde až s příchodem impulzu ze zahraničí. V historickém měřítku je možné růst průmyslových robotů ztotožnit se zvyšující se mezinárodní poptávkou. Zůstává zde však otázka stran konkurenceschopnost japonských podniků, neboť prozatím téměř neexistuje mezinárodní trh a výrobci nejsou konfrontováni se zahraniční konkurencí. Na druhou stranu lze předpokládat, že mezinárodní konkurence by měla výrazný dopad na ceny těchto komodit.

Z hlediska ekonomiky jsou významné výše zmíněné skupiny robotů, které mají napomáhat při ošetřování stárnoucí populace. Neméně důležitou roli však hrají i roboty, které primárně nejsou určeny pro stárnoucí populaci. Jedná se o skupinu robotů, která umožňuje rekonstrukci pohybových schopností u osob v produktivním věku. Celosvětově nejznámější technologií je v tomto ohledu pravděpodobně exoskelet HAL, který se napojuje na mozkové vlny dané osoby a následně reprodukuje tyto pohyby pomocí mechanických částí. Japonsko se aktuálně zaměřuje pouze na vývoj exoskeletů pro medicínské účely, nicméně do budoucna mohou tyto společnosti pomocí inkrementálních inovací přetvořit v prvek pro vojenské účely, tak jako v případě amerických exoskeletů.

Ekonomický přínos robotů a automatizace bude diskutován v další části kapitoly, nicméně robotika se neomezuje pouze na výrobní sektor. Hlavní přínos robotů spočívá v jejich potenciálu v případě medicínského využití. V posledních letech se exponenciálně zvyšuje množství kardiovaskulárních onemocnění a roboty vzhledem ke své preciznosti jsou zřejmou nadějí pro tento druh operací. Od roku 2009 dominoval ve využití americký systém Da Vinci, nicméně do roku 2020 se očekává představení domácího robota Emaro, jehož pořizovací cena by měla být aspoň poloviční v porovnání s Da Vinci (Perriello, 2017).

Dalším impozantním produktem japonského výzkumu je tzv. „origami“ robot, který zajišťuje mikrochirurgické zákroky v těle pacienta (Starr, 2016), čímž výrazně posouvá možnosti současné medicíny vzhledem k minimalizaci vedlejších poškození pacientova

těla. Doposud se robotovy možnosti omezovaly na gastroenterologické problémy, nicméně při posunu ve výzkumu tohoto segmentu by se roboty daly využít i při mikrooperacích srdce, přičemž zavádění by probíhalo stejně jako v případě bypassu srdce přes stehenní cévy.

Poměrně zajímavou se jeví kombinace robotů s dalšími univerzálními technologiemi, jako jsou bio a nanotechnologie. Touto kombinací se potenciál robotů a umělé inteligence posouvá z makro roviny na molekulární úroveň. Příkladem je možné uvést kvantové body, které by měly zvyšovat výdrž baterií a zmenšovat její objem. Z hlediska elektroniky a robotů je toto žádoucí prvek, neboť aplikací těchto článků by mělo dojít ke snížení váhy stroje a usnadnit manipulaci s ním. Druhým benefitem při kombinaci GPT prvků je rychlejší dobíjení elektrických článků. Tyto baterie jsou užity například u asistenčního robota Peppera.

3.2.3. Umělá inteligence

Čtvrtým významným výzkumným odvětvím je i umělá inteligence (artificial intelligence), se kterou jsou spojovány pojmy machine learning a deep learning. Machine learning označuje proces, kdy se robot učí na základě historických incidentů a přizpůsobuje tomu své další interakce s okolím. Machine learning a zpracování dat je umožněno na základě zrychlení konektivity polovodičů a dalších částí systému. Ke zpracování informací z provázaného systému v rámci IoT bude potřeba výpočetní techniku na úrovni kvantových počítačů. Artificial intelligence označuje software či robota, který reaguje pouze na základě předprogramovaných situací a již nedochází k vyhodnocování historických interakcí a procesu učení.

Japonská vláda v posledních letech schválila vysoké množství kolaborativních projektů zahrnující tripartitní spolupráci mezi vědeckou sférou, univerzitami a vládou, na něž je cíleno i v rámci pětiletých plánů. Příkladem lze uvést projekt, který má za cíl vytvořit výhradně japonskou umělou inteligenci, přičemž za státní instituce má být v projektu zastoupena instituce RIKEN a za obchodní společnosti se projektu bude účastnit např. Toyota či NEC (Nikkei, 2016). Projekt je rozvržen do 10 let, přičemž průměrné roční

investice se očekávají ve výši 10 mld. yenů. Z hlediska rozvoje a šíření AI jsou klíčové zejména velké korporace zmíněné v předchozích částech (Toyota, Hitachi, Sony, HEC, Honda, Mitsubishi atd.).

Jak bylo v druhé kapitole nastíněno, pro japonskou vědu a výzkum je žádoucí přechod na modulární složky. Vzhledem k tradičnímu založení společností toho bude poměrně problematickým prvkem, neboť aktuálně se společnosti vyhýbají tomuto druhu uspořádání a preferují svůj výzkum držet stranou od okolních vlivů (in-house výzkum). Světlou výjimkou z tohoto nastavené je společnost Toyota, která přesunula svou laboratoř do Silicon Valley v USA (Australian Government, 2017).

V souvislosti IoT nelze opomenout tzv. „hnací motor“ robotiky z hlediska aktuálního výzkumu, kterým je posun v umělé inteligenci. NEDO (2017) predikuje zvýšený rozvoj AI ve třech fázích.

V první fázi probíhá sběr dostupných informací, které následně formují další směřování výzkumu v této oblasti, zároveň se očekává selektivní zavádění této technologie v odvětvích ekonomiky. Primární fáze by měla probíhat až do roku 2020. V další, pětileté, fázi se očekává širší difúze této technologie do společnosti a počátek interkonektivity mezi jednotlivými segmenty s AI. Mezi lety 2025 až 2030 se očekává integrace vícečetných systémů do jednoho komplexního ekosystému.

Z teoretického hlediska tento výhled odpovídá definici technoekonomického paradigmatu popsaného v kapitole 1, kdy je předpokládán bod zvratu okolo roku 2030 a dojde k vytváření synergií v rámci technického ekosystému. Zavádění fází umělé inteligence lze aplikovat na tvorbu smart city či smart factory. V rámci podniků je nejprve třeba aplikovat AI na jednotlivé stroje, které jsou v druhé fázi propojeny v rámci podnikových ERP systémů. V třetí fázi následně dojde k integraci na další společnosti a dojde k propojení v rámci dodavatelsko-odběratelských řetězců.

Do budoucna bude zajímavé sledovat vývoj v další odvětvích, například 3D tisk, zmíněný v kapitole 1, neboť by mohl významnou měrou napomoci k samostatnosti smart cities. Van Praet (2017) uvádí, že využitím 3D výroby ve slévárenství dojde k úspoře až

90 % času oproti ručně vytvářeným formám na odlitky. Potenciál 3D tisku není limitován pouze na slévárství, vzhledem k vysoké adaptivitě lze využít i v jiných odvětvích ekonomiky. Výrobní podniky by díky kompaktnosti mohly tisknout součástky ve svých továrnách namísto outsourcingu jiným dodavatelům.

Implicitním prvkem 3D tisku je nezávislost na dalších řetězcích, ačkoliv tato myšlenka prozatím nebyla nikde rozvedena. Lze očekávat, že se do budoucna konkurenční boj na úrovni smart city, potažmo smart factory bude odehrávat v rovině úrovně samostatnosti a efektivity. Myšlenka smart city obhájí pouze klady, které přináší integrace na ostatní systémy. Výraznou měrou tedy abstrahuje o prvek konkurence, který je v tržních strukturách klíčový.

Aktuálně je hodnota AI trhu odhadována na přibližně 3.7 bln. yenů, do bodu zvratu se však očekává téměř exponenciální růst na hodnotu 87 bln. yenů (Medium Corporation, 2018). Lze předpokládat, že se AI promítne do konstrukce dalšího S&T plánu pro roky 2020-2025, spíše jako integrální část jiných technologií vzhledem k očekávanému nástupu druhé fáze. Právě tato integrace do jiných technologií by nahraovala modulárnímu uspořádání vědy a výzkumu. Libovolné výzkumné segmenty by bylo možné snáze kombinovat a využívat potenciálu plynoucího z jejich synergie.

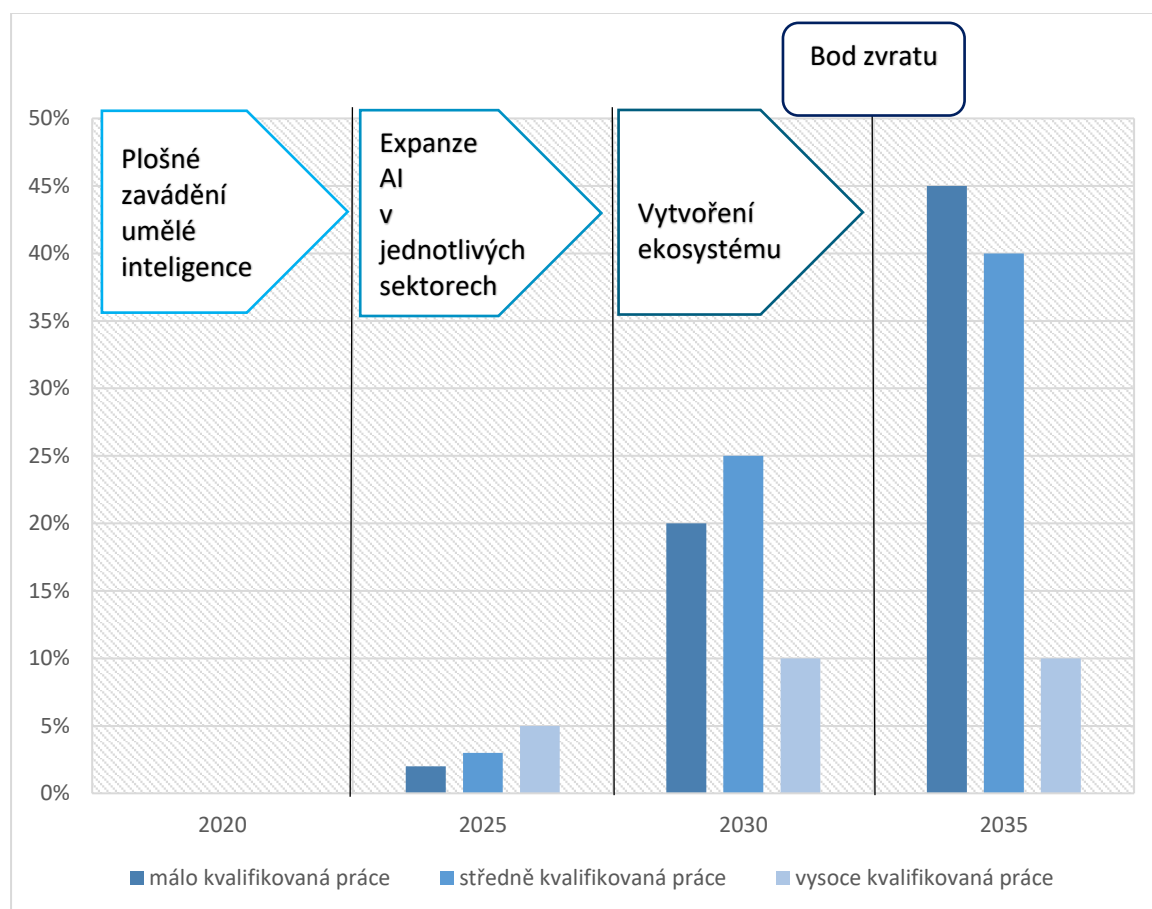
V návaznosti na koncept IoT je velmi žádoucí vývoj komplementárních technologií k robotice, data miningu atp. Jedním z těchto komplementů jsou i kvantové a neuronové technologie. V roce 2017 byl založen institut na podporu rozvoje těchto technologií. Prvotním milníkem této instituce byla optimalizace cloudových úložišť, což je z hlediska rostoucí energetické zátěže a zvyšujícímu se počtu uživatelů cloudů více než žádoucí.

PwC (2018) zavádění automatizujících technologií popisuje v mezinárodním měřítku, které zde bude aplikováno na japonskou ekonomiku. Rozvoj a dopady automatizace jsou rovněž popisovány ve třech fázích, první fáze by měla probíhat do roku 2025 a její vliv je z hlediska automatizace marginální, neboť ve všech třech typech prací se míra automatizace pohybuje pouze do 5 %. Druhá vlna je očekávána do roku 2030, přičemž

její dopad se očekává zejména u středně kvalifikované práce. V poslední vlně se hlavní změna v míře automatizace očekává u nejméně kvalifikovaných druhů prací.

Vzhledem k určité době zrání technologií tyto dvě studie tvoří komplementy dokreslující aktuální stav a potenciál z hlediska automatizace v japonské ekonomice. NEDO (2018) popisuje očekávaný vývoj v AI a PwC blíže mapuje jednotlivé dopady tohoto rozvoje na ekonomiku.

Schéma č. 4 – Zrání automatizace v rámci japonské ekonomiky a vliv na jednotlivé typy práce vyjádřený v %



Zdroj: Vlastní zpracování na základě NEDO (2017) a Pricewaterhouse Coopers (2018).

Jako jeden z nejperspektivnějších trendů v AI, se jeví samořídící automobily a drony. Druhým faktorem hovořícím ve prospěch těchto technologií je poměrně prudké snižování pracovníků v tomto sektoru, které není adekvátně kompenzováno (MOF, 2017). Další výhody ze samočinných vozidel plynou pro zemědělskou produkci.

Umělá inteligence má své uplatnění i v kombinaci s jinými stroji než jsou roboty, v případě rostoucího počtu obyvatel se nabízí využití v případě městské dopravy. Za pomoci kamer a senzorů lze snáze optimalizovat provoz jednotlivých městských linek. Aktuálně jsou tyto systémy využívány například na lince Yamanoto v Tokiu (Japan Gov, 2018). Zároveň je možné sledovat opotřebení jednotlivých přepravních komponent, což umožní optimalizovat servisní intervaly. Užití AI v případě logistiky rovněž umožňuje sledovat energetickou náročnost provozu a pomocí sběru dat vytvořit impulzy pro úpravy v provozu. Na druhou stranu vyvstává otázka, jaká je energetická spotřeba tohoto systému a zda je spolehlivě ošetřené případné přehlcení systému vstupními daty.

3.3. Ekonomický potenciál technologií/ IoT v rámci japonské ekonomiky

Japonsko se řadí mezi země s nejvyšším potenciálem automatizace práce. Chui, Manyika, Miremadi (2017) uvádí, že se řadí mezi 9 asijských zemí s potenciálem automatizace nad 50 %. Z asijských technologických konkurentů vykazují obdobné hodnoty např. Jižní Korea a Čína, v rámci Evropy dosahuje nejvyšší hodnoty Česká republika s 52,2 %. Potenciál Německa, Francie či USA nepřesahuje 48 %, viz tabulka níže.

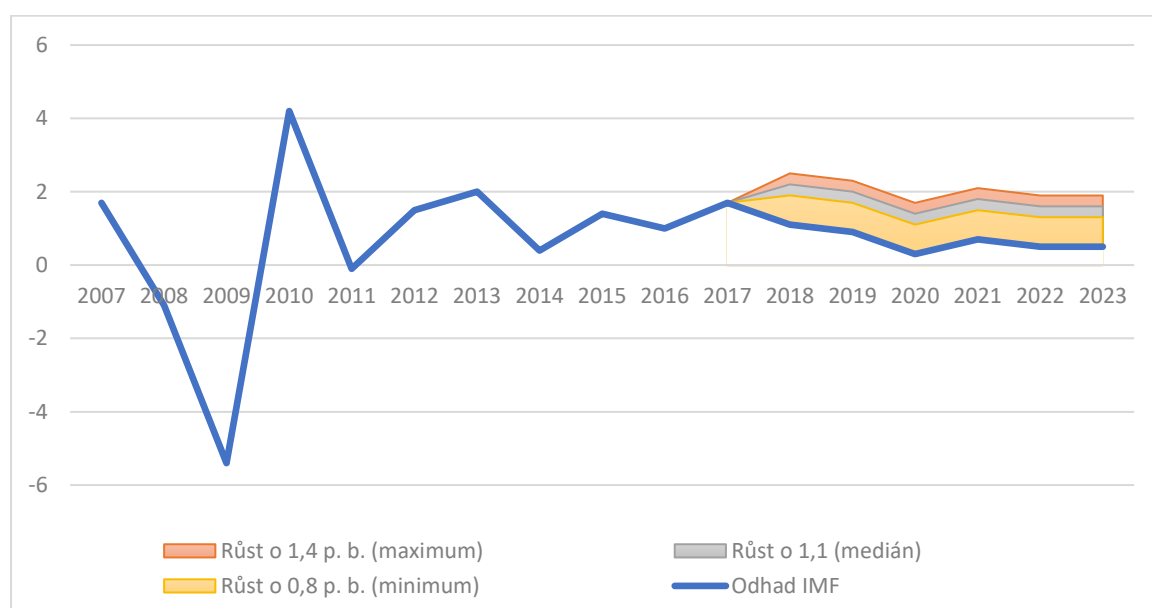
Tabulka č. 2 - Vybrané země s největší potenciálem automatizace

Kontinent	Země	Potenciál
Asie	Japonsko	55,7 %
	Jižní Korea	51,9 %
	Čínská lidová republika	51,2 %
Evropa	Německo	47,9 %
	Česká republika	52,2 %
	Francie	43,1 %
	Velká Británie	42,8 %
Severní Amerika	USA	45,8 %

Zdroj: Vlastní zpracování s využitím Chui, Manyika, Marendra (2017).

Automatizace by dle McKinsey (2017) měla přispívat k meziročnímu růstu HDP o 0,8 % až 1,4 %, přičemž růst HDP do značné míry závisí na aktuálním stupni rozvoje ekonomiky. Obecně lze předpokládat vyšší efekt u méně rozvinutých zemí vzhledem k nižší míře digitalizace a horší technické úrovni strojů využívaných například v zemědělství. Úspěšná proliferace AI by se odrazila v tempu růstu HDP mezi 0,7 % až 2,5 %, viz graf níže, v závislosti na adaptaci umělé inteligence podniky. Vysoká odchylka v potenciálu automatizace téměř 10 p. b. mezi USA a Japonskem může být způsobena i aktuálním rozdílem produktivity u soukromé sféry. Japonský průměr je výrazně nižší než u USA, což by mohlo poukazovat na menší neefektivitu, a tedy nižší možnost zlepšení. Zohlednit by se dala rovněž rozdílná úroveň ve vědě a výzkumu, kde USA dominuje v porovnání s celým světem s výjimkou samořídících automobilů.

Graf č. 8 – Predikce tempa růstu HDP mezi lety 2018 – 2023 v případě využití automatizace



Zdroj: Vlastní zpracování na základě IMF (2018), McKinsey (2017), hodnoty nad modrou spojnici jsou dopočty na základě uvedených zdrojů

Nejvyšší potenciál pro automatizaci mají předvídatelné činnosti a dále činnosti vyžadující sběr a analýzu informací a dat, což vyplývá z menší náročnosti na naprogramování umělé inteligence a z menších požadavků na schopnost učení se. V rámci ekonomik se 100 % automatizovatelnost dotýká pouze pěti procent pracovních

pozic (McKinsey, 2018), mezi dotčené obory lze zařadit zejména zmíněné dopravní služby.

Menší potenciál delegování práce na stroje vice versa možný u nepředvídatelných činností, mezi které lze zařadit zejména expertní a manažerské znalosti, ačkoliv v první fázi zavádění AI se nejvyšší míra automatizace dotýká právě těchto činností. Důvodem je pravděpodobně vyšší míra vzdělání, která byla definována jako základní vstupní bod pro aplikaci AI. S postupem času by se mohlo v souvislosti se šířením AI šířit i postupná rekvalifikace pracovních sil, čímž by se vytvořily podmínky pro implementaci AI a došlo by k plynulé automatizaci činností.

Nízká míra automatizace se týká především tacitních znalostí. Průměrného pracovníka se změna při proliferaci AI či jiných robotů dotkne v průměru z 30 %. Optimističtější výhled z hlediska zvyšování automatizace uvádí například Frey a Osborne (2018), kteří odhadují podíl na 49 %. Nižší podíl automatizovatelných činností uvádí PwC (2018) a to interval mezi 11 až 29 % v případě Japonska a dalších rozvinutých zemí. Pokud míru automatizace vztáhneme k předpovědím ohledně růstu HDP, lze nižší podíl automatizace spojit s mírným nárůstem v HDP, zatímco míra automatizace okolo 49 % by mohla převýšit indikovanou hodnotu 1,4 %. Je otázka, zda je v japonském případě na místě optimismus, neboť zvyšováním podílu automatizované práce dochází sice k růstu mezd, ale ty nepodněcují růst inflace kvůli snižujícímu se počtu zaměstnanců (Financial Tribune, 2018).

Jak již bylo nastíněno v kapitole 3.1., vývoj japonské ekonomiky se z dlouhodobého hlediska jeví jako problematický. Nedostatkem pracovní síly jsou charakterizovány všechny sektory ekonomiky, do budoucna však bude nejvíce zasažen sektor služeb, vzhledem k dlouhodobému stabilnímu růstu jeho podílu na zaměstnanosti (The Japan Institute for Labour Policy and Training – JIL, 2016). Druhým faktorem hrajícím v neprospěch služeb je jejich prozatím nízká prostoupenost servisními roboty, jak bylo nastíněno výše, hlavní podíl robotů je soustředěn do výrobního, potažmo automobilního sektoru.

V rámci sektoru služeb se nedostatek pracovníků promítá do jejich snižující se kvality. Morikawa (2018) uvádí, že technologie jsou jedna z perspektivních možností, jak jejich kvalitu opět pozdvihnout. Z hlediska úrovně kvality jsou nejohroženějšími odvětvími nemocnice, školní instituce, doručovací služby. Klesající úroveň se týká i dalších sektorů. Míra aplikace technologií v jednotlivých případech závisí na charakteru vykonávané práce, tudíž se vzhledem k individualizovaným potřebám žáků automatizace ve školství nejvíce jeví jako zcela reálná. Oproti tomu doručovací služby jeví vysokou míru potenciálu např. pro automatizaci vzhledem k nižší náročnosti na vyhodnocování informací a adaptivnosti charakteru práce, dalším relativně snadno automatizovatelnými odvětvími jsou taxi služby vzhledem k rozvoji samořídících vozidel.

Nejednoznačné názory panují ohledně vlivu automatizace na nezaměstnanost a výši mezd. Negativní vnímání umělé inteligence lze spatřovat například u neo-ludditů (Kryszczuk, Wenzel, 2017), kteří pohlíží na technologie jako na příčinu ztráty pracovních míst a snižování mezd. Schlogl a Sumner (CGDEV, 2018) ve svých prognózách prezentují vliv robotů méně negativně než luddité, dle jejich předpovědí by umělá inteligence a roboty měly vést k stagnaci výše mezd a deindustrializaci, což se více či méně potvrzuje, viz výše. U tohoto pohledu do značné míry závisí na dalších faktorech, jako je stádium vývoje ekonomiky. V tomto případě nelze univerzálně předpokládat přechod pracovní síly do sektoru služeb bez doprovodu hospodářských a sociálních změn, zároveň očekávají snížení mezd, ke kterému dojde právě přechodem pracovníků do sektoru služeb. Na druhou stranu nezohledňují rostoucí přidanou hodnotu, která je spojována s rozvojem sektoru služeb a tím rostoucími mzdami.

Další studie však zmiňují zcela odlišné efekty proliferace technologií, než jak je popisují Schlogl a Sumner. Dle IMF (2018) dochází vyšším užitím technologií ke zvyšování průměrných mezd v ekonomice a k tvorbě nových pracovních míst. Dle Tatesiho (Nikkei, 2017) by zapojení IoT či robotů ve společnosti mělo implikovat růst mezd o téměř 100 tis. yenů v porovnání se společnostmi bez technologií. Zvyšování mezd má logické opodstatnění vzhledem k zvyšující se kapitálové vybavenosti práce na jednotku pracovníka. Zároveň se zvyšuje požadavek na lépe technicky vybavenou pracovní sílu,

která se schopna obsluhovat pokročilé technologie, což se odráží v navýšené odměně. Z dlouhodobého hlediska se v Japonsku snižuje terciární vzdělání, OECD (2017) uvádí hodnotu 99,2 v porovnání s rokem 2010. Tento vývoj zhoršuje infrastrukturu pro vyšší aplikaci robotů a technologií všeobecně, avizovaný meziroční pokles v roce 2018 pouze bude pokračovat v již nastoleném trendu (JapanTimes, 2018).

Podnikům zavádějícím AI či technologie podílející se na koncepci IoT by se měla produktivita zvýšit minimálně o 20 % v porovnání s podniky bez těchto prvků dle odhadů ministra Motegiho (Nikkei, 2018). Mimo jiné potenciál automatizace zahrnuje i navýšení přidané hodnoty až o 40 % (Accenture, 2016). Tento přírůstek by měl být zajištěn právě vyšším užíváním umělé inteligence ve výrobním procesu. V tomto pojetí je prvek AI vyčleněn z TPF a tvoří samostatnou vstupní proměnnou Solowova růstového modelu. Výsledný model lze tedy formálně zapsat jako

$$Y = A \times B^{1-\alpha-\beta} \times K^{\alpha} \times L^{\beta};$$

B – změna v úrovni umělé inteligence. Ostatní proměnné odpovídají modelu uvedenému v kapitole 1.

Budeme-li předpokládat zvyšující se podíl automatizované práce v rámci japonské ekonomiky, je pouze logické, že dojde k vyčlenění samostatné proměnné v rámci tohoto modelu. Definování samostatné proměnné pro AI také zohledňuje Mooreův zákon zmíněný v kapitole 1. Růst AI by měl tedy daleko větší dopad na HDP vzhledem k jeho očekávanému růstu.

V případě japonské ekonomiky by měly být automatizací ohroženy spíše ženy, jak uvádí např. WEF (2018), přičemž očekávaná výše ztráty zaměstnání u žen se pohybuje okolo hodnoty 11 %, zatímco u mužské populace je tento podíl o 2 p. b. nižší. Dle těchto očekávání lze usoudit, že ženy v průměru vykonávají méně složité práce, čemuž tedy odpovídá i nižší mzda. Zde nastává zajímavý střet tendencí. Na jednu stranu je podporována vyšší participace žen na trhu práce a na straně druhé jsou ženské pozice ve větším ohrožení z hlediska automatizace. Nabízí se otázka, zda je v případě Japonska

smysluplná podpora vyšší participace žen na trhu práce a zda nedostatek pracovní síly raději rovnou nekompenzovat vyšším zapojením robotů.

Pro budoucí vývoj japonské ekonomiky je klíčový úspěch na poli umělé inteligence, v souvislosti s rozvojem umělé inteligence je šance na uvolnění pracovníků do pozic s vyšší přidanou hodnotou. Do budoucna se očekává, že proliferace robotiky a umělé inteligence by měla zvýšit produktivitu u jednotlivých činností a tím podpořit růst HDP.

Závěr

Technologie jsou fascinujícím prvkem každodenního života, ovlivňují a vzájemně interagují s jeho sociálními a ekonomickými rovinami. V rámci japonské ekonomiky jsou tyto vazby zřetelně zvýrazněny kvůli vlivu stárnoucí populace. V sociální rovině technologie slouží jako pomůcka či společník pro stárnoucí obyvatele, jejichž počet se každým rokem zvyšuje nejen v Japonsku.

V ekonomické rovině vytváří hodnoty namísto lidského pracovníka, jejichž počet je aktuálně v Japonsku na ústupu. Jednotlivé roviny, sociální i ekonomická, jsou bezesporu důvodem pro intenzivní podporu technologického sektoru ze strany japonské vlády. Z teoretického hlediska jsou technologie rovněž příslibem růstu produktivity, čímž je stimulován i růst ekonomiky.

Pro tuto práci byly vytyčeny tři cíle. Prvním bylo vymezení technoekonomického paradigmatu a jeho návaznosti na Průmysl 4.0. Technoekonomické paradigma se zakládá na využití několika univerzálních technologií, jejichž rozvoj slouží jako katalyzátor rozvoje v dalších odvětvích. V minulosti byly identifikovány jako GPT spalovací motor, elektřina, IT a další. Z hlediska časového je TEP vymezeno v horizontu 50 až 60 let.

Vymezení Průmyslu 4.0 prozatím není v definicích zcela přesně ukotveno. Často bývá mylně ztotožňován s digitalizací výroby, což však plně nepostihuje jeho charakter. Jedná se o propojení a integraci datových toků s využitím kyberprostoru v rámci podniku a dodavatelsko-odběratelských řetězců. Z hlediska cykličnosti průmyslových revolucí lze Průmysl 4.0 přirovnat k technoekonomickému paradigmatu. Pro toho přirovnání je podstatné i zapojení vícero GPT technologií. V rámci Průmyslu 4.0 lze identifikovat nanotechnologie, robotiku, umělou inteligenci a mnoho dalších jako univerzální technologie, které by měly zajišťovat technologický pokrok v nejbližších 50 letech.

Druhým cílem bylo posouzení aktuálního stavu vědy a výzkumu. Druhá kapitola vymezovala historické milníky ve vztahu k vědě a výzkumu. Relativní uzavřenost japonské ekonomiky snižovala vliv průmyslových revolucí a zároveň přispěla

k segregaci japonského výzkumu, což se aktuálně jeví jako problematické, neboť rozvoj technologií je ve velké míře ovlivněn právě úrovní vědecko-výzkumného prostředí.

Současný stav a vývoj tohoto prostředí v rámci japonské ekonomiky nelze hodnotit příliš pozitivně. Mezinárodní kooperace je v porovnání s ostatními technologickými zeměmi relativně slabá z hlediska postavení v Nature indexu. R&D je také ovlivněn zvyšujícím se průměrným věkem vědců bez adekvátních náhrad mladými akademiky. Možným řešením by bylo zefektivnění snah o vyšší participaci žen ve vědě a vyšší zapojení zahraničních vědců. V tomto ohledu by také bylo žádoucí přejít na modulární uspořádání výzkumu a využít růst ve vědě a výzkumu v jiných státech k vzájemné synergii. Kladně lze v rámci vědy hodnotit procentuální výdaje do R&D, ačkoliv je otázkou, do jaké míry jsou tyto investice zhodnocovány vzhledem ke klesajícímu množství patentů

Hlavním cílem práce bylo zhodnocení potenciálu technologií ve vztahu ke stárnoucí populaci a snižování tempa růst Japonska. Ve třetí kapitole byly identifikovány dvě stěžní univerzální technologie, robotika a umělá inteligence, které by do budoucna mohly rozšířit své uplatnění v japonském prostředí.

Pokud by tyto technologie v rámci japonské ekonomiky naplnily svůj potenciál definovaný v rámci technoekonomického paradigmatu, přispěly by ke zvyšování produktivity a k povzbuzení meziročního tempa růstu HDP v rozmezí 0,8 až 1,4 %. Tento růst však do značné míry závisí na úspěšném a zdařilém automatizování jednotlivých činností vykonávaných lidskými pracovníky. V současnosti se odhaduje míra automatizace lidské práce v rámci Japonska v intervalu od 11 % do téměř 50 %, přičemž nižší míra automatizace implikuje nižší růst tempa HDP.

Z hlediska budoucího vývoje bude nesmírně zajímavé sledovat vývoj japonské ekonomiky vzhledem zmíněnému potenciálu automatizace a stupňujícím se snahám japonské vlády o vyšší prosazování této technologie v jednotlivých sektorech. V práci byla analýza potenciálu omezena pouze na dvě vybrané technologie, tudíž lze předpokládat, že dosah technologických, ekonomických a sociálních bude ještě umocněn při zapojení dalších GPT.

Seznam grafů

Graf č. 1 – Produktivita kapitálu mezi lety 2000-2015 ve vybraných ekonomikách	13
Graf č. 2 – Multifaktorová produktivita v Japonsku mezi lety 2005 – 2014 v %	16
Graf č. 3 – Výdaje na vědu a výzkum ve vybraných zemích v % z HDP mezi lety 1996-2015	34
Graf č. 4 – Celkové R&D výdaje v mil USD a podíl jednotlivých typů výzkumu v % mezi lety 1996-2015 v Japonsku.....	35
Graf č. 5 – Podíl výzkumných pracovníků v rámci jednotlivých sektorů výzkumu	37
Graf č. 6 – Vývoj patentů jednotlivých ekonomik mezi lety 1998 - 2016	43
Graf č. 7 – Japonský HDP v mil. USD a % růst HDP mezi lety 1960-2022.....	47
Graf č. 8 – Predikce tempa růstu HDP mezi lety 2018 – 2023 v případě využití automatizace	60

Seznam schémat

Schéma č. 1 – Technoekonomické paradigma.....	6
Schéma č. 2 – Stěžejní průmyslové změny v průběhu revolucí.....	19
Schéma č. 3 – Zaváděcí fáze zavádění Průmyslu 4.0 v rámci podniku.....	23
Schéma č. 4 – Zrání automatizace v rámci japonské ekonomiky a vliv na jednotlivé typy práce vyjádřený v %.....	58

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 – Matice vzájemné spolupráce na vědeckých člancích v roce 2017.....	36
Tabulka č. 2 – Vybrané země s nejvyšším potenciálem automatizace.....	59

Zdroje

1. Adas Michael (1996) Technology and European overseas enterprise: An expanding world, volume 7, 464 s. Ashagte Publishing. 1996. ISBN 978-0860785255.
2. AIST (2018) History [online] AIST 2018 Dostupné z: https://www.aist.go.jp/aist_e/about_aist/history/history.html. [Viděno 15. října 2018].
3. Arimoto, A. (2013). Research and teaching: The changing views and activities of the academic profession.: Major findings of a comparative survey. Dordrecht: Springer. [online] IPO Dostupné z: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/318237/Robotics_Infographic.pdf. [Viděno 30. listopadu 2018].
4. Asia Nikkei (2017) AI and job training key to boosting Japan's productivity [online] Dostupné z: <https://asia.nikkei.com/Economy/AI-and-job-training-key-to-boosting-Japan-s-productivity>. [Viděno 15. dubna 2018].
5. ATKINSON D. Robert. Competitiveness, Innovation and Productivity: Clearing Up The Confusion. [online] Information Technology & Innovation Foundation, August 2013. Dostupné z: <http://www2.itif.org/2013-competitiveness-innovation-productivity-clearing-up-confusion.pdf>. [Viděno 22. března 2017].

6. Australian Government (2015) Japan's Science and Technology Budget and Policy [online] Dostupné z: <https://internationaleducation.gov.au/International-network/japan/countryoverview/Documents/Japan%20%20-un>. [Viděno 15. dubna 2018].
7. Australian Government (2017) Research brief: developments in artificial intelligence (AI) in Japan and implications for Australia [online] Australian Government Dostupné z: https://internationaleducation.gov.au/International-network/japan/PolicyUpdates-Japan/Documents/AI%20in%20Japan%20research%20brief_07-2017.pdf. [Viděno 30. listopadu 2018].
8. BBC (2012) Japan population to shrink by one-third by 2060 [online] BBC leden 2012. Dostupné z: <https://www.bbc.com/news/world-asia-16787538>. [Viděno 15. října 2018].
9. Bobowski Sebastian (2013) Knowledge clusters initiatives by MEXT – Case of Tokai Region. Research Papers of Wroclaw University of Economics. s 27-41. ISBN 978-83-7695-358-8
10. Brettel Malte a kol. (2014). How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective [online] WASET Dostupné z: <http://www.waset.org/publications/9997144>. [Viděno 30. listopadu 2018].
11. Brown David Alexander (2005) MEIJI JAPAN: A UNIQUE TECHNOLOGICAL EXPERIENCE? Student Economic Review, Vol. 19, 2005 [online] TCD Dostupné z: https://www.tcd.ie/Economics/assets/pdf/SER/2005/Alexander_David_Brown.pdf. [Viděno 30. listopadu 2018].
12. C. Andrew Keisner, Julio Raffo, Sacha Wunsch-Vincent (2015) Breakthrough Technologies – Robotics, Innovation and Intellectual Property - Economic Research Working Paper No. 30 WIPO [online] WIPO 2017 [vid 2017-03-25] Dostupné z: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_econstat_wp_30.pdf
13. CAO (1996) Science and Technology Basic Plan [online] Cabinet Office 2018 Dostupné z: https://www8.cao.go.jp/cstp/english/basic/1st-BasicPlan_96-00.pdf. [Viděno 30. listopadu 2018].
14. CAO (2001) The 2nd Science and Technology Basic Plan The 2nd Science and Technology [online] Basic Plan https://www8.cao.go.jp/cstp/english/basic/2nd-BasicPlan_01-05.html [Viděno 15. dubna 2018].
15. CAO (2006) The 3rd Science and Technology Basic Plan [online] <https://www8.cao.go.jp/cstp/english/basic/3rd-Basic-Plan-rev.pdf>. [Viděno 15. dubna 2018].
16. CAO (2017) Pioneering the Future: Japanese Science, Technology and Innovation 2017 Cabinet Office [online] Cabinet Office 2018 Dostupné z: https://www8.cao.go.jp/cstp/panhu/sip_english/sip_en.html. [Viděno 30. listopadu 2018].
17. CAO, (2011) The 4nd Science and Technology Basic Plan [online] Dostupné z: <https://www8.cao.go.jp/cstp/english/basic/4th-BasicPolicy.pdf> [Viděno 15. dubna 2018].
18. Cohen, Wesley M., and Steven Klepper. "The Anatomy of Industry R&D Intensity Distributions." *The American Economic Review*, vol. 82, no. 4, 1992, pp. 773–799
19. Collins Dictionary (2018) Definition of robot [online] Collins Dictionary 2018 Dostupné z: <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/robot>. [Viděno 30. listopadu 2018].
20. Demura Masaaki (2016) Researchers to develop Japanese-style AI [online] Dostupné z: <https://asia.nikkei.com/Business/Technology/Researchers-to-develop-Japanese-style-AI>. [Viděno 15. listopadu 2018].

21. DEMURA, Maasaki (2016) Researchers to develop Japanese-style AI. [online] Asia.Nikkei Dostupné z: <https://asia.nikkei.com/Business/Technology/Researchers-to-develop-Japanese-style-AI>. [Viděno 15. dubna 2018].
22. European Cluster Collaboration Platform, 2016 [online] EU Cluster platform 2018. Dostupné z: <https://www.clustercollaboration.eu/international-cooperation/japan>. [Viděno 30. listopadu 2018].
23. Everaert, Ganelli, (2016) Japan: Time to Load a Fourth Arrow—Wage Increases [online] IMF Dostupné z: <https://blogs.imf.org/2016/03/13/japan-time-to-load-a-fourth-arrow-wage-increases/>. [Viděno 15. října 2018].
24. Export.gov (2018) Japan – Cyber security [online] Export.gov 2018 Dostupné z: <https://www.export.gov/article?id=Japan-Cyber-Security>. [Viděno 30. listopadu 2018].
25. FEDERAL MINISTRY OF EDUCATION AND RESEARCH GERMANY. (2017) Industrie 4.0 [online] BMBF Dostupné z: <https://www.bmbf.de/de/zukunftsprojekt-industrie-4-0-848.html>. [Viděno 30. listopadu 2018].
26. FEDERAL MINISTRY OF FOREIGN AFFAIR GERMANY. (2016) Germany's Industrie 4.0 brings automation to medical biotech [online] MOF Germany Dostupné z: <http://www.exportinitiative-gesundheitswirtschaft.de/EIG/Redaktion/EN/Kurzmeldungen/News/2016/2016-02-08-medtech-assembly-line.html>. [Viděno 30. listopadu 2018].
27. Financial Tribune (2017) Japan Automatin Going Slow. FinancialTribune [online] Dostupné z: <https://financialtribune.com/articles/world-economy/88424/japan-automation-going-slow>. [Viděno 15. dubna 2018].
28. FOSTER, Marcus (2017) Robots making inroads in Japan's elder care facilities, but costs still high. [online] The Japan Times. Dostupné z: <https://www.japantimes.co.jp/news/2018/03/30/national/robots-making-inroads-japans-elder-care-facilities-costs-still-high/#.XAlsS2hKhPZ>. [Viděno 15. dubna 2018].
29. FRANKE, Richard H (1987) Technological revolution and productivity decline: Computer introduction in the financial industry. *Technological forecasting and social change*, 31.2: 143-154.
30. Frey, Osborne (2017) The Great Escape: How Workforce Automation is the Answer to Japan's Secular Stagnation [online] Oxford Martin. Dostupné z: https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/news-items/Nikkei_Frey_Osborne_030116.pdf. [Viděno 30. listopadu 2018].
31. Fujino Naoaki, Konno Yasushi (2016) Industry 4.0 and Significance for japanese manufacturig Industry [online] Dostupné z: <https://www.nri.com/en/knowledge/report/1st/2016/cc/papers/0901>. [Viděno 30. listopadu 2018].
32. Greater Nagoya (2012) Investment Environment for Greater Nagoya [online] Greater Nagoya Dostupné z: http://greaternagoya.org/wp-content/uploads/2010/05/20130826_GNI.pdf. [Viděno 15. října 2018].
33. GRUBLER Arnulf, NAKICENOVIC Nebojša. Long Waves, Technology Diffusion, and Substitution. International Institute for Applied System Analysis. Laxenburg 1991. Reprinted Rewiev XIV(2): Spring 1991 pp. 313-342.
34. HANNAH Mike.(2014) Industry 4.0: Turning the Vision into Reality. [online] Industrail IP Advantage. Dostupné z: <http://www.industrial-ip.org/en/industrial-ip/internet-of-things/turning-the-vision-into-reality>. [Viděno 30. listopadu 2018].

35. Harayama, Yuko (2001) Japanese Technology Policy: History and a New Perspective. [online] RIETI 2018. Dostupné z: <https://www.rieti.go.jp/jp/publications/dp/01e001.pdf> [Viděno 28-09-2018] .
36. He, Jiang & Fallah, Mahshid. (2011). The typology of technology clusters and its evolution — Evidence from the hi-tech industries. Technological Forecasting and Social Change. Researchgate[online] Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/251496857_The_typology_of_technology_clusters_and_its_evolution_-_Evidence_from_the_hi-tech_industries. [Viděno 30. listopadu 2018].
37. Hitachi (2018) Ready for Smart City? [online] Hitachi Vantara 2018. Dostupné z: <https://www.hitachivantara.com/en-us/solutions/iot-insights/smart-cities.html>. [Viděno 15. října 2018].
38. Hofstede insights (2018) Country comparison: Japan[online] Hofstede insight Dostupné z: <https://www.hofstede-insights.com/country-comparison/japan/>. [Viděno 30. listopadu 2018].
39. HURST, Daniel (2017) Japan lays groundwork for boom in robot carers [online] Guardian. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/world/2018/feb/06/japan-robots-will-care-for-80-of-elderly-by-2020>
40. IFR (2018) Robot density rises globally [online] IFR Dostupné z: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/robot-density-rises-globally>. [Viděno 15. října 2018].
41. IFR The Impact of Robots on Productivity, Employment and Jobs - A positioning paper by the International Federation of Robotics (2017) [online] IFR 2018 Dostupné z: https://ifr.org/img/office/IFR_The_Impact_of_Robots_on_Employment.pdf. [Viděno 30. listopadu 2018].
42. IMF (2017) Real GDP Growth [online] Dostupné z: http://www.imf.org/external/datamapper/NGDP_RPCH@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOWORLD/JPN. [Viděno 30. listopadu 2017].
43. International federation of robotics (2017) The Impact of Robots on Productivity, Employment and Jobs. IFR[online]. Dostupné z: https://ifr.org/downloads/papers/IFR_The_Impact_of_Robots_on_Employment_Positioning_Paper.pdf. [Viděno 30. listopadu 2018].
44. International Trade Administration (2018) Japan Cyber Security Export[online] <https://www.export.gov/article?id=Japan-Cyber-Security>. [Viděno 30. listopadu 2018].
45. JETRO (2017) Industrial cluster information [online] . Dostupné z: <https://www.jetro.go.jp/en/invest/region/icinfo/>. [Viděno 30. listopadu 2018].
46. JETRO (2017b) Kyoto city – regional information [online] JETRO. Dostupné z: <https://www.jetro.go.jp/en/invest/region/kyoto-city/icinfo.html>. [Viděno 30. listopadu 2018].
47. JETRO (2017c) Aichi Prefectural Government - Aichi Prefecture: The “Heart” of Japanese Manufacturing [online] Dostupné z: https://www.jetro.go.jp/ext_images/france/missions/seminaires/forum201705/Aichi.pdf . [Viděno 30. listopadu 2018].
48. JETRO Industrial Cluster Information [online] JETRO. Dostupné z: <https://www.jetro.go.jp/en/invest/region/icinfo/>. [Viděno 23. listopadu 2018].
49. JETRO: Market Report Smart Robots (2018) [online] JETRO 2017. Dostupné z: https://www.jetro.go.jp/ext_images/en/invest/attract/pdf/mr_smartrobot.pdf. [Viděno 25. listopadu 2018].
50. JP Times (2016) Eggs of woman in 20s frozen in Urayasu in Japan’s first city-funded program [online] JP times 2016. Dostupné z:

- <https://www.japantimes.co.jp/news/2016/06/17/national/science-health/eggs-woman-20s-frozen-urayasu-japans-first-city-funded-program/#.XAnqIGhKhPY>. [Viděno 15. října 2018].
51. JPSP (2018) About us [online] JPSP Dostupné z: <http://www.jsps.go.jp/english/aboutus/index2.html>. [Viděno 30. října 2018].
 52. Kajimoto Tetsushi (2016) New start-up wave challenges Japan's aversion to risk [online] Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/us-japan-economy-entrepreneurship/new-start-up-wave-challenges-japans-aversion-to-risk-idUSKBN1442XI>. [Viděno 15. dubna 2018].
 53. KANTEI (2016) Japan Revitalization Strategy [online] KANTEI 2016 Dostupné z: https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/hombun1_160602_en.pdf.. [Viděno 15. října 2018].
 54. Kobayashi, Masahiro (2016) Future Services & Societal Systems in Society 5.0. Japan Science and Technology Agency [online] JST 2018 Dostupné z : <https://www.jst.go.jp/crds/pdf/en/CRDS-FY2016-WR-13.pdf>. [Viděno 30. listopadu 2018].
 55. Kyoto Robotics (2018) Company profile [online] Dostupné z: <https://www.kyotorobotics.co.jp/en/company-profile.html>. [Viděno 30. listopadu 2018].
 56. Labor Situation in Japan and Its Analysis: General Overview 2015/2016 [online] Dostupné z: <https://www.jil.go.jp/english/ljsj/general/2015-2016/2015-2016.pdf>. [Viděno 15. dubna 2018].
 57. Lechevalier, Sébastien & Ikeda, Yukio & Nishimura, Junici. (2010). The effect of participation in government consortia on the R&D productivity of firms. Economics of Innovation and New Technology [online] ResearchGate 2018. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/49137680_The_effect_of_participation_in_government_consortia_on_the_RD_productivity_of_firms. [Viděno 30. listopadu 2018].
 58. LIPSEY G. Richard, CARLAW I. Kenneth, BEKAR T. (2005) Clifford. Economic Transformations: General Purpose Technologies and Long Term Economic Growth. Oxford University Press. Oxford 594 s. ISBN 0-19-929089-X.
 59. Matsuoka, Katsuimori (2017) Open innovation reaches Japan Accustomed to keeping R&D in-house, chemical producers are now reaching out [online] . Dostupné z: <https://cen.acs.org/articles/95/i32/Open-innovation-reaches-Japan.html> [Viděno 30. listopadu 2018].
 60. McKinsey (2015) THE FUTURE OF JAPAN: REIGNITING PRODUCTIVITY AND GROWTH [online] McKinsey Global Institute, březen 2015. Dostupné z: https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Featured%20Insights/Employment%20and%20Growth/How%20a%20private%20sector%20transformation%20could%20revive%20Japan/Future_of_Japan_Executive_summary_March_2015.ashx. [Viděno 15. října 2018].
 61. McKinsey Global Institute (2017) A FUTURE THAT WORKS: AUTOMATION, EMPLOYMENT, AND PRODUCTIVITY – EXECUTIVE SUMMARY [online] Dostupné z: <https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/featured%20insights/Digital%20Disruption/Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works-Executive-summary.ashx>. [Viděno 30. listopadu 2018].
 62. McKinsey Global institute (2018) SOLVING THE PRODUCTIVITY PUZZLE: THE ROLE OF DEMAND AND THE PROMISE OF DIGITIZATION [online] McKinsey (2018) Dostupné z: <https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/featured%20insights/meeting%20societ>

- ys%20expectations/solving%20the%20productivity%20puzzle/mg-solving-the-productivity-puzzle--report-february-2018.ashx. [Viděno 30. listopadu 2018].
63. McOmie, William (2006) *The Opening of Japan*. Global Oriental, Folkestone, 2006, 505 s., ISBN 1-901903-76-1
 64. Medium Corporation - Artificial Intelligence in Japan (R&D, Market and Industry Analysis) [online] Dostupné z: <https://medium.com/neuromation-io-blog/artificial-intelligence-in-japan-r-d-market-and-industry-analysis-e086a38639ec>. [Viděno 30. listopadu 2018].
 65. METI (2006) Second Term Medium-range Industrial Cluster Plan http://www.meti.go.jp/policy/local_economy/tiikiinnovation/source/2ndplan_outline_eng.pdf. [Viděno 30. listopadu 2018].
 66. METI (2009) – Industrial Cluster Project [online] [vid 2017-03-25] Dostupné z: [http://www.meti.go.jp/policy/local_economy/tiikiinnovation/source/2009Cluster\(E\).pdf](http://www.meti.go.jp/policy/local_economy/tiikiinnovation/source/2009Cluster(E).pdf). [Viděno 30. listopadu 2018].
 67. METI (2012) Trends in the Market for the Robot Industry in 2012 [online] METI 2012 Dostupné z: http://www.meti.go.jp/english/press/2013/0718_02.pdf. [Viděno 15. října 2017].
 68. METI (2016) Šetření o budoucích trendech v Japonsku V IT. METI [online] http://www.meti.go.jp/policy/it_policy/jinzai/27FY/ITjinzai_report_summary.pdf. [Viděno 30. listopadu 2018].
 69. METI (2018) Industrial cluster policy [online] Dostupné z: http://www.meti.go.jp/english/policy/sme_chiiki/industrial_cluster_en.html. [Viděno 30. listopadu 2018].
 70. Mills, Terrence (2017) Machine Learning Vs. Artificial Intelligence: How Are They Different? [online] Forber 2017) <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2018/07/11/machine-learning-vs-artificial-intelligence-how-are-they-different/#44db2a523521>. [Viděno 15. října 2018].
 71. MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU ČR (2017) Iniciativa Průmysl 4.0. [online] Dostupné z: <http://www.mpo.cz/assets/dokumenty/53723/64358/658713/priloha001.pdf>. [Viděno 30. listopadu 2018].
 72. Morikawa, Masayuki (2018) Labor Shortage Beginning to Erode the Quality of Services: Hidden inflation Rieti Tokyo [online] Dostupné z: https://www.rieti.go.jp/en/columns/s18_0012.html. [Viděno 30. listopadu 2018].
 73. Mosk, Carl. *Japanese Industrial History: Technology, Urbanization, and Economic Growth*. 238 s. New York: Routledge, 2001. ISBN 978-0765607003
 74. MTI (2015) Impact of Research and Development on Productivity [online] Dostupné z: https://www.mti.gov.sg/ResearchRoom/SiteAssets/Pages/Economic-Survey-of-Singapore-Second-Quarter-2015/FA_2Q15.pdf. [Viděno 30. listopadu 2018].
 75. NARD Craig, MORRIS Andrew (2006) Constitutionalizing Patents: From Venice to Philadelphia [online] Western Reserve University. https://scholarlycommons.law.case.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1589&context=faculty_publications. [Viděno 15. října 2018].
 76. Nature index (2018) Germany [online] Dostupné z: <https://www.natureindex.com/country-outputs/germany>. [Viděno 15. listopadu 2018].
 77. Nature index (2018) China [online] Dostupné z: <https://www.natureindex.com/country-outputs/china>. [Viděno 15. listopadu 2018].
 78. Nature index (2018) Japan [online] Dostupné z: <https://www.natureindex.com/country-outputs/japan>. [Viděno 15. listopadu 2018].

79. Nature index (2018) United Kingdom (UK) [online] Dostupné z: <https://www.natureindex.com/country-outputs/united-kingdom-uk>. [Viděno 15. listopadu 2018].
80. Nature index (2018) United States of America (USA) [online] Dostupné z: <https://www.natureindex.com/country-outputs/united-states-of-america-usa>. [Viděno 15. listopadu 2018].
81. NEDO: Sekine Hisashi (2017) Research and Development on Artificial Intelligence Technology in Japan [online] [vid 2017-03-25] Dostupné z: <http://www.nedo.go.jp/content/100877386.pdf>
82. Nikkei (2015) Abenomics shoots for higher fertility rate [online] Dostupné z: <https://asia.nikkei.com/Politics-Economy/Policy-Politics/Abenomics-shoots-for-higher-fertility-rate>. [Viděno 15. dubna 2018].
83. NIPPON (2017) Japan's Annual Births Drop Below 1 Million [online] Nippon.2016 Dostupné z: <http://www.nippon.com/en/features/h00160/bg>. [Viděno 15. dubna 2018].
84. Nishimura, Junichi & Okamuro, Hiroyuki. (2011). R&D Productivity and the Organization of Cluster Policy: An Empirical Evaluation of the Industrial Cluster Project in Japan. [online] The Journal of Technology Transfer. Dostupné z: <https://ideas.repec.org/a/kap/jtecht/v36y2011i2p117-144.html>. [Viděno 15. listopadu 2018].
85. OECD (2017) Population with Tertiary education [online] Dostupné z: <https://data.oecd.org/eduatt/population-with-tertiary-education.htm>.
86. OECD (2017a), Gross domestic product (GDP) [online] Dostupné z: <https://data.oecd.org/gdp/gross-domestic-product-gdp.htm>. [Viděno 15. listopadu 2018].
87. OECD (2017b), Gross domestic spending on R&D (indicator). Dostupné z: <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm>. [Viděno 15. listopadu 2018].
88. OECD (2017c) Gross domestic expenditure on R&D by sector of performance and field of R&D (FORD) [online] Dostupné z : https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=BERD_INDU [Viděno 30. listopadu 2018].
89. OECD (2017d) Japan [online] [vid 2017-03-25] Dostupné z: <https://data.oecd.org/japan.htm>
90. OECD (2018), Internet access (indicator). <https://data.oecd.org/ict/internet-access.htm>. [Viděno 15. listopadu 2018].
91. OECD (2018a), Researchers (indicator). <https://data.oecd.org/rd/researchers.htm#indicator-chart>. [Viděno 15. listopadu 2018].
92. OECD Business enterprise R&D expenditure by main activity (focussed) and source of funds [online] Dostupné z : https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=BERD_INDU [Viděno 30. listopadu 2018].
93. OECD (2015), *Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development*, OECD Publishing, 2015. Paris.
94. OECD/Eurostat (2005) *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd Edition*, OECD Publishing, Paris 2005.
95. Omron (2017) Creating a New Kind of Interaction Between People and Machines [online] Dostupné z: <https://www.omron.com/about/history/ayumi/matching/#history1970>. .. [Viděno 15. října 2018].

96. PARHAM Dean. Empirical analysis of the effects of R&D on productivity: Implications for productivity measurement?. [online] OECD Workshop on Productivity Measurement and Analysis 2007 Bern, Switzerland [vid 2017-03-25]. Dostupné z: <https://www.oecd.org/std/productivity-stats/37511005.pdf>. [Viděno 15. dubna 2018].
97. PAULINYI Ákoš. Průmyslová revoluce: O původu moderní techniky. ISV nakladatelství. Praha 2002.290 stran. ISBN 80-86642-02-X.
98. Perez Carlota. The New Techno-Economic Paradigm and the importance of ICT policy for the competitiveness of the whole economy [online].Amsterdam 2004 Dostupné z: http://www.ebusinessforum.gr/old/content/downloads/Carlota_Perez.pdf. [Viděno 15. dubna 2017].
99. PEREZ, Carlota. Capitalism, Technology and a Green Global Golden Age: The Role of History in Helping to Shape the Future. Political Quarterly. 86, 191-217, Dec. 2, 2015. ISSN: 00323179.
100. PERRIELLO, Brad (2017) Riverfield Surgical Robot Laboratory raises \$10m to challenge Intuitive Surgical in Japan [online] Dostupné z: <https://www.massdevice.com/riverfield-surgical-robot-laboratory-raises-10m-challenge-intuitive-surgical-japan/>. [Viděno 15. dubna 2018].
101. Porter, M. E. (2000). Location, competition, and economic development: Local cluster in global economy. Economic Development Quarterly , 14, 14-34
102. Purdy, Daugherty: Why artificial intelligence is the future of growth [online]Dostupné z: https://www.accenture.com/t20170524T055435__w__/ca-en/_acnmedia/PDF-52/Accenture-Why-AI-is-the-Future-of-Growth.pdf. [Viděno 15. dubna 2018].
103. PWC (2018) The macroeconomic impact of artificial intelligence [online] Dostupné z: <https://www.pwc.co.uk/economic-services/assets/macroeconomic-impact-of-ai-technical-report-feb-18.pdf>. [Viděno 15. dubna 2018].
104. Research and Development Center of JR East Group: Matsuura Kazushi Prospects of “Smart Maintenance” Utilizing ICT [online] Dostupné z: https://www.jreast.co.jp/e/development/tech/pdf_34/tec-34-05-08eng.pdf. [Viděno 15. dubna 2018].
105. RIKEN (2017) History [online] RIKEN 2018. Dostupné z: <http://www.riken.jp/en/about/history/>. [Viděno 15. října 2018].
106. Riken History [online] RIKEN] Dostupné z: <http://www.riken.jp/en/about/history/>. [Viděno 15. dubna 2018].
107. Schlogl Lukas, Sumner Andy (2018) The Rise of the Robot Reserve Army: Automation and the Future of Economic Development, Work, and Wages in Developing Countries [online] Dostupné z: <https://www.cgdev.org/sites/default/files/rise-robot-reserve-army-automation-and-future-economic-development.pdf>. [Viděno 15. dubna 2018].
108. Schneider Todd, Gee Hee Hong, Anh Van Le (2018) Land of Rising Robots [online] IMF. Dostupné z: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/2018/06/japan-labor-force-artificial-intelligence-and-robots/schneider.htm>. [Viděno 30. listopadu 2018].
109. SCHUMPETER A. Joseph. Capitalism, Socialism and Democracy. New York: Harper, 1975. Dostupné z: https://notendur.hi.is/~lobbi/ut1/a_a/SCUMPETER.pdf. [Viděno 15. dubna 2018].
110. Si Ma (2018) China seeks pacts on robotics [online] [vid 2017-03-25] Dostupné z: <https://www.telegraph.co.uk/news/world/china-watch/business/china-seeks-business-pacts-on-robotics/>. [Viděno 15. dubna 2018].

111. SOUKUP Jindřich, NESET Pavel, POŠTA Vít, PAVELKA Tomáš, DOBRYLOVSKÝ Jiří. Makroekonomie moderní přístup. Management Press. Praha 2008. 520 s. ISBN 978-80-7261-174-4.
112. Starr, Michele (2016) This origami robot can retrieve the batteries you swallow. [online] CNET.com Dostupné z: <https://www.cnet.com/news/this-origami-robot-can-retrieve-the-batteries-you-swallow/>. [Viděno 15. dubna 2018].
113. Statista (2018) Industrial Robots - Statistics & Facts [online] Statista Dostupné z: <https://www.statista.com/topics/1476/industrial-robots/>. [Viděno 15. října 2018].
114. STEWART, Phil (2018) Pentagon looks to exoskeletons to build 'super-soldiers' [online] Reuters. Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/us-usa-military-exoskeleton/pentagon-looks-to-exoskeletons-to-build-super-soldiers-idUSKCN1NY2Y4>. [Viděno 15. dubna 2018].
115. Super Kamiokande (2017) Overview. Super Kamiokande [online] Dostupné z: <http://www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp/sk/sk/index-e.html>. [Viděno 15. dubna 2018].
116. Tejima Shigeki (2002) R&D and Innovation by the Japanese firms in Japan and foreign countries, especially Asia [online] DIJ Tokio Dostupné z: https://www.dijtokyo.org/publications/DIJ-050520_Tejima.pdf [Viděno 15. dubna 2018].
117. The Japan Times – Foster Malcolm (2018) Robots making inroads in Japan's elder care facilities, but costs still [online] Dostupné z: <https://www.japantimes.co.jp/news/2018/03/30/national/robots-making-inroads-japans-elder-care-facilities-costs-still-high/#.XAgNU2hKhPY>. [Viděno 15. dubna 2018].
118. The Japan Times (2017) Japan to increase support for firms developing caregiver robots [online] Dostupné z: <https://www.japantimes.co.jp/news/2018/08/21/national/japan-increase-support-firms-developing-caregiver-robots/#.XAlrT2hKhPZ>. [Viděno 15. dubna 2018].
119. The Japan Times (2018) Japan to increase support for firms developing caregiver robots [online] Dostupné z: <https://www.japantimes.co.jp/news/2018/08/21/national/japan-increase-support-firms-developing-caregiver-robots/#.XAgNOMhKhPZ>. [Viděno 15. dubna 2018].
120. Tonogi Akiyuki (2017) Economic Growth Analysis of Japan by Dynamic General Equilibrium Model with R&D Investment. MOF [online] Dostupné z: https://www.mof.go.jp/english/pri/publication/pp_review/fy2017/ppr13_03_01.pdf. [Viděno 30. listopadu 2018].
121. UN (2018) Population [online] UN 2018 Dostupné z: <http://www.un.org/en/sections/issues-depth/population/>. [Viděno 15. října 2018].
122. UNCTAD (2001) Transfer of technology [online] UNCTAD Dostupné z: <http://unctad.org/en/docs/psiteiitd28.en.pdf>. [Viděno 15. dubna 2018].
123. Van Praet, Kirsten (2017) How to Reduce Data Prep Time of Metal Support Structure by 90%? [online] Dostupné z: <https://www.materialise.com/en/taxonomy/term/113>. [Viděno 15. dubna 2018].
124. VINT. (2014). The Fourth Industrial Revolution . [online] Sogeti VINT [vid 2017-03-25]. Dostupné z: <https://www.fr.sogeti.com/globalassets/global/downloads/reports/vint-research-3-the-fourth-industrial-revolution>.
125. WB (2015) Research and development expenditure (% of GDP) [online] Dostupné z: <https://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?contextual=similar&end=>

- 2015&locations=JP-CN-DE-FR-KR-US-1W-IL&name_desc=false&start=1996&view=chart. [Viděno 15. dubna 2018].
126. WB (2017a) GDP current USD [online] WB 2017 Dostupné z: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD>. [Viděno 15. dubna 2017].
 127. WB (2017b) Population, total [online] WB 2017. Dostupné z: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=JP>. [Viděno 15. dubna 2017].
 128. WB (2018) High-technology exports (% of manufactured exports) [online] Dostupné z: <https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.MF.ZS?locations=JP&view=chart>. [Viděno 15. dubna 2018].
 129. WB (2018) Patent application, residents [online] Dostupné z: https://data.worldbank.org/indicator/IP.PAT.RESD?name_desc=true. [Viděno 15. října 2018].
 130. WEE D., BAUR C. (2015) Manufacturing's next act. [online] McKinsey [vid 2017-03-25]. Dostupné z: <http://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/manufacturings-next-act>.
 131. Wenzel, Kryszczuk (2017) Dostupné z: <http://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.desklight-cb075ff9-d06e-41d5-ada0-88415fdd4be8>. [Viděno 15. dubna 2018].
 132. WORLD ECONOMIC FORUM, SCHWAB K. Global competitiveness report 2016-2017. [online]. 2016 [vid 2017-03-25]. Dostupné z: http://www3.weforum.org/docs/GCR2016-2017/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2016-2017_FINAL.pdf. ISBN-13: 978-1-944835-04-0
 133. World economic forum: Kochhar, Dabla – Norris (2018) Here's why women should be more concerned by the robot revolution than men [online] WEF Dostupné z: <https://www.weforum.org/agenda/2018/11/women-technology-and-the-future-of-work/> [Viděno 15. listopadu 2018].
 134. Yoskiyuki, Kikuchi (2017) Science and Technology (Japan) [online] [vid 2017-03-25] Dostupné z: https://encyclopedia.1914-1918-online.net/article/science_and_technology_japan
 135. Zaidi, Deena (2017) Meet the robots caring for Japan's aging population [online] Vnture Beat Dostupné z: <https://venturebeat.com/2017/11/14/meet-the-robots-caring-for-japans-aging-population/>. [Viděno 15. října 2018]