

Univerzita Hradec Králové
Fakulta informatiky a managementu

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2024

Radim Höfer

Univerzita Hradec Králové
Fakulta informatiky a managementu
Katedra ekonomie

Umělá inteligence v ekonomice
Diplomová práce

Autor: Radim Höfer

Studijní obor: Ekonomika a management

Vedoucí práce: Ing. Jan Mačí, Ph.D.

Hradec Králové

duben 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci zpracoval samostatně a s použitím uvedené literatury.

V Hradci Králové dne 22. 4. 2024

Radim Höfer

Poděkování

Velmi rád bych poděkoval Ing. Janovi Mačímu, Ph.D. za vstřícnost a pomoc při zpracování této diplomové práce.

Abstrakt

Diplomová práce se zaměřuje na umělou inteligenci v návaznosti na ekonomickou realitu. V práci jsou popsány a analyzovány efekty technologií umělé inteligence na společnost, a to zejména z pohledu ekonomického. Tato práce představuje umělou inteligenci a její historický kontext, ekonomické oblasti využití, ekonomické dopady a praktickou případovou studii, která je zaměřena na konkrétní nástroj umělé inteligence včetně ekonomického zhodnocení jeho přínosů a výzev souvisejících se zavedením ve společnosti Klarna. Výsledky této diplomové práce ukazují, že umělá inteligence je silou, která formuje ekonomické paradigma, kdy dochází ke změnám a narušením tradičních obchodních modelů a vznikají nové inovativní přístupy, které překračují lidské schopnosti a zdroje.

Abstract

Title: Artificial Intelligence in the Economy

The diploma thesis focuses on artificial intelligence in relation to economic reality. This diploma thesis describes and analyses the effects of artificial intelligence technologies on society, especially from an economic perspective. This diploma thesis introduces artificial intelligence and its historical context, economic fields of application, economic impacts and a practical case study that focuses on a specific artificial intelligence tool including an economic evaluation of its benefits and challenges related to its implementation at Klarna. The results of this diploma thesis show that artificial intelligence is a force shaping the economic paradigm, with changes and disruptions to traditional business models and the emergence of new innovative approaches that transcend human capabilities and resources.

Klíčová slova: umělá inteligence, ekonomika, produktivita, technologie, inovace

Key words: artificial intelligence, economy, productivity, technology, innovation

Obsah

| | |
|--|----|
| Úvod | 1 |
| 1 Umělá inteligence | 3 |
| 1. 1 Složky umělé inteligence | 4 |
| 1. 2 Typy umělé inteligence | 5 |
| 1. 2. 1 Úzká umělá inteligence | 5 |
| 1. 2. 2 Obecná umělá inteligence | 6 |
| 1. 2. 3 Umělá superinteligence | 6 |
| 1. 3 Strojové učení | 10 |
| 1. 4 Oblasti využití umělé inteligence | 13 |
| 1. 4. 1 Hraní her | 13 |
| 1. 4. 2 Zpracování přirozeného jazyka (NLP) | 14 |
| 1. 4. 3 Rozpoznávání řeči | 15 |
| 1. 4. 4 Expertní systémy | 15 |
| 1. 4. 5 Robotika | 16 |
| 2 Historie umělé inteligence | 18 |
| 2. 1 Období 1950-1956 | 18 |
| 2. 1. 1 Turingův test | 19 |
| 2. 2 Období 1957-1979 | 21 |
| 2. 3 Období 1980-1987 | 21 |
| 2. 4 Období 1987-1993 | 22 |
| 2. 5 Období 1993-2021 | 22 |
| 2. 6 Období od roku 2012 až po současnost | 23 |
| 3 Ekonomické oblasti využití umělé inteligence | 25 |
| 3. 1 Automobilový průmysl | 25 |
| 3. 1. 1 Waymo | 25 |
| 3. 2 Finančnictví | 27 |
| 3. 2. 1 DigiToo | 27 |
| 3. 3 Mediální a zábavní průmysl | 28 |
| 3. 3. 1 Spotify | 28 |
| 4 Ekonomické dopady | 30 |
| 4. 1 Investice | 30 |

| | |
|---|----|
| 4. 1. 1 Korporátní investice | 31 |
| 4. 1. 2 Investice do startupů..... | 32 |
| 4. 2. Trh práce..... | 35 |
| 4. 2. 1 Automatizace | 35 |
| 4. 2. 2 Tvorba pracovních míst..... | 38 |
| 4. 3 Dopady napříč firemními hodnotovými řetězci..... | 40 |
| 4. 3. 1 Metodologie studie | 41 |
| 4. 3. 2 Parametry..... | 41 |
| 4. 3. 3 Výsledky studie | 44 |
| 4. 4 Koncentrace tržní síly..... | 46 |
| 4. 5 Zdanění a redistribuce | 48 |
| 4. 5. 1 Základní nepodmíněný/základní příjem | 49 |
| 4. 6 Výdajová a infrastrukturní politika..... | 50 |
| 4. 7 Data..... | 51 |
| 5 Případová studie | 53 |
| 5. 1 Historický kontext | 53 |
| 5. 2 Architektura..... | 56 |
| 5. 3 Limity a problémy | 58 |
| 5. 4 Ekonomické dopady na trh práce | 60 |
| 5. 4. 1 Krátké období | 61 |
| 5. 4. 2 Dlouhé období | 61 |
| 5. 5 Příklady ekonomického využití..... | 62 |
| 5. 5. 1 Technologie | 63 |
| 5. 5. 2 Vzdělávání a školství | 64 |
| 5. 5. 3 Obchodní služby | 65 |
| 5. 5. 4 Výroba..... | 65 |
| 5. 5. 5 Finance | 66 |
| 5. 5. 6 Maloobchod | 67 |
| 5. 5. 7 Lékařství a zdravotní péče..... | 67 |
| 5. 6 Využití AI nástroje ve společnosti Klarna..... | 68 |
| 5. 6. 1 Vlastní výpočet..... | 71 |
| Závěr..... | 78 |
| Seznam použitých zdrojů..... | 80 |
| Seznam obrázků..... | 86 |

| | |
|------------------------------|----|
| Seznam tabulek..... | 87 |
| Seznam vzorců..... | 87 |
| Zadání diplomové práce | 88 |

Úvod

V současné digitální době a době rychlého technologického pokroku vstupuje umělá inteligence na scénu jako síla proměny, která ovlivňuje mnohé aspekty lidské společnosti. Technologie a její aplikace, které byly dříve považovány za pouhé *science-fiction*, jako například virtuální asistenti či samořiditelné automobily, se stávají každodenní realitou a součástí našich životů. Tato diplomová práce se zaměřuje na síť důsledků umělé inteligence, s ambicemi odhalit složité dopady na průmysly, trh práce a celková ekonomická prostředí.

Hlavním cílem této práce je pomocí analýzy a komparace zmapovat a popsat, jaký efekt mají a budou mít na společnost, zejména z pohledu ekonomického, technologie souhrnně označované jako umělá inteligence (AI).

Práce se neomezuje pouze na kompilaci faktů a analýz. Přidaná hodnota práce spočívá v syntéze historického kontextu, současných ekonomických dynamik a vyhlídek do budoucnosti spolu s praktickou případovou studií. Propojením teoretického základu fungování umělé inteligence, historického kontextu a ekonomických dopadů tato práce poskytuje ucelený pohled na situaci, kdy se umělá inteligence stává více a více součástí ekonomické skutečnosti každého dne. Nad rámec odhalování složitostí ekonomických dopadů umělé inteligence může tato diplomová práce poskytnout navigační systém pro politiky, podniky a výzkumníky a další zájemce, kteří se pohybují v neustále vyvíjejícím se světě, ve kterém umělá inteligence zastává stále důležitější roli.

Aby bylo možné popsat a pochopit mnohoznačné efekty umělé inteligence na společnost, je nejprve nutné seznámit se s teoretickým rámcem umělé inteligence. K tomu slouží první kapitola práce, ve které je umělá inteligence definována a charakterizována tak, aby bylo možné s tímto pojmem dále pracovat.

K pochopení širších dopadů umělé inteligence, je nutné se seznámit s historickým kontextem, který se přirozeně prolíná s ekonomickou skutečností (jako každá oblast lidské činnosti). Druhá kapitola stručně popisuje vývoj umělé inteligence, od průkopníku, jako byl Alan Turing až po nedávné triumfy jako například vítězství systému *AlphaGo* v deskové hře *Go*.

V následující, třetí, kapitole jsou popsány významné aplikace umělé inteligence ve vybraných odvětvích s ekonomickým dopadem. Významné nástroje zahrnují například strojové učení, zpracování přirozeného jazyka a počítačové vidění. Tato kapitola zkoumá

konkrétní nástroje, které formují ekonomickou scénu, narušují tradiční obchodní modely a podporují inovativní řešení přesahující lidské schopnosti.

Bez jakýchkoliv pochyb nástroje umělé inteligence mění způsob, jakým podniky operují a jejich ekonomický dopad je dalekosáhlý. Kapitola číslo 4 se zabývá mnohostrannými ekonomickými dopady a zkoumá, jak umělá inteligence ovlivňuje a bude ovlivňovat trh práce, produktivitu a také jaké přináší ekonomická pozitiva a negativa pro výrobce a poskytovatele služeb a také pro spotřebitele. Analýza se netýká pouze jednoho odvětví, ale poskytuje porozumění, jak příležitostem, tak výzvám, které integrace umělé inteligence do ekonomické skutečnosti přináší.

Aby se teoretický diskurs zakotvil v praktičnosti, poslední část diplomové práce nabízí reálný pohled na dopad konkrétního nástroje umělé inteligence. Jedná se o případovou studii, která je zaměřena na konkrétní nástroj umělé inteligence. Kapitola nabízí konkrétní pohledy na vzájemné působení mezi technologií umělé inteligence a ekonomikou. V této části je představena společnost *OpenAI* a model umělé inteligence s názvem GPT a nástroj s názvem *ChatGPT*. Kapitola se zabývá historickým kontextem, architekturou, limity a problémy dané technologie. V poslední části této kapitoly je představena společnost *Klarna*, která využívá AI asistenta jako formu zákaznické podpory a cílem této části je zjistit, jaké přínosy a negativa s sebou toto řešení přináší. V této části práce je proveden výpočet změny osobních nákladů na zaměstnance, při nahrazení lidských pracovníků technologií umělé inteligence.

1 Umělá inteligence

Slovní spojení umělá inteligence je v současné době (druhá polovina roku 2023) velmi mediálně používané a ve světle současného vývoje se toto spojení dostalo do povědomí mnoha lidí. Aby bylo možné vystihnout a popsat co umělá inteligence znamená, je nutné se nejprve seznámit s obecným pojmem inteligence. Jak uvádí Gupta a Mangla (2020), typická definice slova inteligence je „*schopnost získávat a aplikovat znalost*“. Inteligence taktéž zahrnuje schopnost těžit z minulých zkušeností a cílevědomě řešit problémy a schopnost přizpůsobovat se novým situacím. (Gupta, Mangla, 2020)

V psychologii existuje mnoho teorií a mnoho psychologů se v průběhu dějin problémem inteligence zabývalo. V osmdesátých a devadesátých letech minulého století bylo vytvořeno dělení inteligence dle amerického vývojového psychologa Howarda Gardnera (profesor na Harvard University – Massachusetts) na 8 typů, které jsou na sobě relativně nezávislé (Gupta, Mangla, 2020):

1. Lingvistická – Jazykové dovednosti ve formě mluvené i psané,
2. logicko-matematické – Dovednost při práci s čísly,
3. hudební – Dovednost při tvorbě a kompozici hudby,
4. prostorové – Schopnost hodnotit a analyzovat okolní svět (vizuálně),
5. tělesně-kinestetické – Taneční či atletické schopnosti,
6. interpersonální – Dovednosti v porozumění a vztahu k ostatním lidem,
7. intrapersonální – Dovednosti v porozumění sobě samému (vlastní osobě),
8. přírodní – Dovednosti v porozumění přírodnímu světu.

Ve stejné době (80. a 90. léta) přišel další americký psycholog, Robert Sternberg, s vlastní psychologickou teorií inteligence nazvanou Triarchická teorie inteligence (*Triarchic Theory of Intelligence*). V této teorii je inteligence rozdělena na tři základní aspekty (Gupta, Mangla, 2020):

- Komponentní (*componential*) inteligence – schopnosti testované testy inteligence,
- experimentální (*experimental*) inteligence – schopnost přizpůsobovat se novým situacím,

- kontextová (*contextual*) inteligence – schopnost efektivně fungovat v každodenním životě.

Sousloví umělá inteligence, anglicky *artificial intelligence* bývá v anglickém jazyce často používáno pouze ve zkrácené verzi jako *AI*, česky také někdy jako *UI*¹. Jak uvádí Gupta a Mangla (2020) tento termín navrhl používat John McCarthy (americký informatik a kognitivní vědec, mj. tvůrce programovacího jazyku *Lisp*) v roce 1956.

Od té doby navrhli vědci řadu definic pro umělou inteligenci, zde jsou uvedeny příklady (Gupta, Mangla, 2020):

- Umělá inteligence se zabývá tím, jak přimět počítače, aby dělaly věci, v nichž jsou v současné době lepší lidé,
- umělá inteligence je část počítačové vědy, která se zabývá navrhováním inteligentních počítačových systémů, tj. systémů, které vykazují vlastnosti, které spojujeme s inteligencí v lidském chování,
- umělá inteligence je obor informatiky, který se zabývá způsoby reprezentace znalostí pomocí symbolů, a nikoliv s pomocí čísel a pravidel palce nebo heuristickými metodami pro zpracování informací.

Obecně je tedy možné v kontextu této diplomové práce uvažovat o umělé inteligenci jako o uměle vytvořených počítačových systémech, které vykazují vlastnosti, spojené s inteligencí lidského chování.

1. 1 Složky umělé inteligence

Existuje mnoho různých přístupů při popisu částí AI. Systémy umělé inteligence se skládají z mnoha složek a dle Gupta a Mangla (2020) se AI systémy skládají zejména z následujících částí:

- Učení – přidávání nových znalostí k již existujícím znalostem, zlepšování a zdokonalování přechodných znalostí, úspěch AI systému je založen na rozsahu jeho znalostí a způsobu získávání znalostí (frekvenci atd.),

¹ V této práci bude používána anglická zkratka *AI*.

- reprezentace znalostí – kvalita výsledků závisí na znalostech daného AI systému znalosti jsou jednou z klíčových částí AI systému,
- řešení problémů – implementace naučených znalostí při řešení různých problémů,
- programovací jazyk – programovací jazyky a nástroje (ekosystém), které jsou použity při tvorbě těchto programů (v současné době v roce 2023 v této kategorii vládne již mnoho let programovací jazyk Python),
- hardware – výpočetní výkon potřebný k provozu AI.

Jak uvádí Gupta a Mangla (2020), aby mohl AI systém fungovat, je nutné, aby v systému byly zastoupeny všechny výše uvedené části.

1. 2 Typy umělé inteligence

Existuje mnoho dělení umělé inteligence na různé typy. Často je v literatuře, např. Abonamah, Tariq, Shilbayeh (2021) nebo Rayhan (2023), používáno dělení na 3 základní typy dle stádia vývoje a dovedností: úzká umělá inteligence, umělá obecná inteligence a umělá superinteligence.

1. 2. 1 Úzká umělá inteligence

V angličtině označováno jako *Artificial Narrow Intelligence* nebo je možné se v odborné literatuře také se zkratkou *ANI*. Tento typ bývá také někdy nazýván jako „slabá“ umělá inteligence. V současnosti (rok 2023) se jedná v podstatě o jediný existující typ AI (ze zde uvedených).

Tento typ umělé inteligence je zaměřen na plnění jednoho specifického úkolu jako například řízení auta, převod mluveného slova na text či rozpoznávání předmětů na fotografii. Tyto systémy jsou navrženy takovým způsobem, aby mohly zadané problémy řešit v reálném čase. Tyto AI systémy se neustále učí a zdokonalují v řešení daného specifického problému, avšak nejsou schopny plnit jiné úkoly, než ty, pro které jsou navrženy (např. úzká umělá inteligence pro řízení automobilů značky Tesla není schopná hrát šachy). (Abonamah, Tariq, Shilbayeh, 2021)

1. 2. 2 Obecná umělá inteligence

Tento typ bývá v anglické jazyce označován jako *Artificial General Intelligence* či zkratkou *AGI*. Jedná se o systém umělé inteligence (agent), který je schopen naučit se a vykonávat jakékoliv intelektuální úkoly, které se dokáže naučit lidská bytost. (Abonamah, Tariq, Shilbayeh, 2021)

Hlavním rozdílem oproti *ANI* je skutečnost, že obecná inteligence zvládá mnoho různých druhů úkolů a není schopna vykonávat pouze jeden typ, jako například již, zmíněné řízení automobilů. Zde jsou uvedeny některé klíčové rysy *AGI* dle Goertzel (2014):

- Schopnost dosahovat různorodých cílů a provádět různorodé úkoly v různých prostředích v kontextech,
- schopnost řešit jiné druhy problémů, odlišné od těch, které předpokládali tvůrci tohoto systému,
- *AGI* systém by měl být dobrý ve zobecňování znalostí, které získal, aby tyto znalosti přenesl z jednoho problému nebo kontextu do jiných.

Obecná umělá inteligence bývá také velmi často zobrazována ve science fiction v různých podobách. Příkladem takového vyobrazení může být vyobrazení inteligentních robotů v knihách spisovatele Isaaca Asimova (mistr vědecko-fantastických románů) či počítač HAL 9000 z knižní filmové série Vesmírná Odysea.

V současné době (rok 2023) neexistuje AI systém, který by splňoval definici *AGI*, avšak tvorba tohoto typu AI je dlouhodobou snahou mnoha výzkumníků a společností jako např. společnosti OpenAI či Google.

1. 2. 3 Umělá superinteligence

Tento typ bývá v anglické jazyce označován jako *Artificial Superintelligence* či zkratkou *ASI*. Jedná se o hypotetický typ AI, který disponuje inteligencí, která výrazně převyšuje inteligenci lidí. (Goertzel, 2014)

Teoreticky superinteligence může nalézt uplatnění prakticky ve všech oblastech lidských zájmů, jako například v oblastech jako např. matematika, umění, lékařství atd. Umělá superinteligence může teoreticky provádět veškeré úkony, které jsou schopni

provádět lidé. Systémy *ASI* dokáží rychle pochopit a analyzovat okolnosti ke stimulování vlastní činnosti. V důsledku toho se očekává, že schopnosti superinteligentních systémů v oblasti rozhodování a řešení problémů budou přesnější než u lidí. Mnoho odborníků je však skeptických ohledně budoucího vývoje a možné udržitelnosti superinteligentních systémů. Podle nedávné studie publikované v *Journal of Artificial Intelligence Research* v lednu 2021 vědci z předních institutů, jako je Institut Maxe Plancka, dospěli k závěru, že by bylo téměř nemožné, aby lidé vytvořili umělou superinteligenci. (Kanade, 2022)

Jak uvádí Kanade (2022), pokud se podaří lidstvu vytvořit *ASI*, tento nástroj zahájí novou éru technologií s potenciálem, který povede další „průmyslové revoluci“ a to v závratném tempu. Mezi typické vlastnosti *ASI*, které ji odlišují od ostatních forem inteligence (umělé či neumělé) patří (Kanade, 2020):

- Umělá superinteligence bude jedním z nejlepších a možná i posledních lidských vynálezů, které kdy budou lidé potřebovat, protože se bude sama neustále vyvíjet a bude stále více inteligentní,
- superinteligence urychlí vývoj v různých oblastech lidských zájmů, jako je například vesmírný vývoj či samotné programování umělé inteligence,
- superinteligence může sama vyvinout další formy pokročilé superinteligence, které mohou dokonce umožnit kopírování umělých myslí,
- vytvoření a existence *ASI* může vést k technologické singularitě.

Potenciální přínosy *ASI*

Umělá superinteligence s sebou přináší mnoho hypotetických přínosů pro lidstvo a pro ekonomiku. Níže jsou některé zmíněny dle Kanade (2020).

Snížení lidských chyb

„*Chybovat je lidské*“ je citát, který je přisuzován římskému filozofovi Senecovi (Citáty slavných osobností, 2022). Lidé dělají chyby, a to z různých příčin. Někdy se jedná o chyby bezvýznamné (člověk zapomene při nákupu potravin jednu ingredienci) a někdy mohou být chyby velmi závažné, ba přímo tragické, (chodec se špatně rozhlédne a narazí do něho automobil).

Jako příklad s potenciálními přínosy je možné uvést oblast programování (vývoj software). Programování je velmi časově náročný proces, který vyžaduje logické, kritické a kreativní myšlení. Lidští programátoři se setkávají s mnoha chybami (syntaktické, aritmetické atd.). V tomto oboru může být *ASI* velmi užitečná, protože dokáže přistupovat k milionům programů, samostatně sestavovat logiku z dostupných dat, kompilovat a ladit programy a zároveň omezovat chyby v programování na minimum. (Kanade, 2022)

V tomto případě by schopnosti *ASI* natolik převyšovali lidské, že by v podstatě lidští programátoři přestali existovat (či by se výrazně změnila náplň jejich každodenní práce).

Plnění rizikových úkolů

Jednou z nejvýznamnějších výhod super AI je, že omezení rizika lidí lze překonat nasazením superinteligentních AI systémů k plnění nebezpečných úkolů. Ty mohou zahrnovat zneškodnění bomby, průzkum nejhlubších částí oceánů, těžbu uhlí a ropy nebo dokonce řešení následků přírodních nebo lidmi způsobených katastrof. (Kanade, 2022)

Jako příklad je možné uvést jadernou katastrofu v Černobyli, ke které došlo v roce 1986. V té době ještě nebyli vynalezeni roboti pohánění umělou inteligencí. Radiace jaderné elektrárny byla tak intenzivní, že dokázala zabít každého člověka, který by se přiblížil k jádru během několika minut. (Kanade, 2022)

Zapojení do vědy

Z vědeckých úkolů může Super AI usnadnit průzkum vesmíru, protože technické problémy při vývoji města na Marsu, mezihvězdné vesmírné cestování, a dokonce i meziplanetární cestování lze řešit pomocí schopností pokročilých systémů AI řešit problémy. (Kanade, 2022)

Díky své vlastní schopnosti myšlení lze super AI efektivně použít k testování a odhadování pravděpodobnosti úspěchu mnoha rovnic, teorií, výzkumů, startů raket a vesmírných misí. Organizace jako NASA, SpaceX, ISRO a další již používají systémy a superpočítače poháněné umělou inteligencí, jako jsou Plejády, aby rozšířily své úsilí o vesmírný výzkum. (Kanade, 2022)

Potenciální rizika ASI

Jak dále uvádí Kanade (2022) Umělá superinteligence s sebou nepřináší pouze potenciální přínosy ale také značná rizika.

Ztráta kontroly a pochopení

Jedním z potenciálních nebezpečí umělé superinteligence, kterému se dostává velké pozornosti odborníků po celém světě, je, že tyto systémy by mohly využít svou sílu a schopnosti k provedení nepředvídaných akcí, a nakonec se stát nezastavitelnými. (Kanade, 2022)

Pokud dojde k situaci, kdy bude se systémem superinteligence něco v nepořádku, lidé nebudou schopni systém zadržet. Navíc by bylo velmi obtížné předvídat reakci systému lidské požadavky. Ztráta kontroly a porozumění tak může vést k úplnému zničení lidské rasy. (Kanade, 2022)

Zapojení do zbrojení

Dnes se zdá být logické, že vysoce vyspělé systémy umělé inteligence by mohly být potenciálně využity k ovládnutí společnosti nebo k výrobě zbraní. Vlády po celém světě již využívají AI k posílení svých vojenských operací. Přidání zbraňové a vědomé superinteligence by však mohlo válčení pouze proměnit a negativně ovlivnit. Pokud by navíc takové systémy nebyly regulovány, mohly by mít neblahé důsledky. (Kanade, 2022)

Soulad s lidskými cíli

Existuje však nenulová pravděpodobnost, že superinteligentní systém vyvine destruktivní metodu k dosažení svých cílů. Taková situace může nastat, když se lidem nepodaří sladit vlastní cíle s cíli AI. Pokud například dá člověk příkaz inteligentnímu automobilu, aby ho co nejrychleji odvezl na letiště, může se do cíle dostat, ale může použít vlastní trasu. (Kanade, 2022)

Také pokud ASI systém pracuje na důležitém projektu a dokončení tohoto projektu má nejvyšší prioritu, tak jakýkoliv pokus zastavit ASI (ať již z jakéhokoliv důvodu, i z opodstatněného) může systém vyhodnotit jako hrozbu pro dosažení daného cíle a dle toho poté reagovat. (Kanade, 2022)

1. 3 Strojové učení

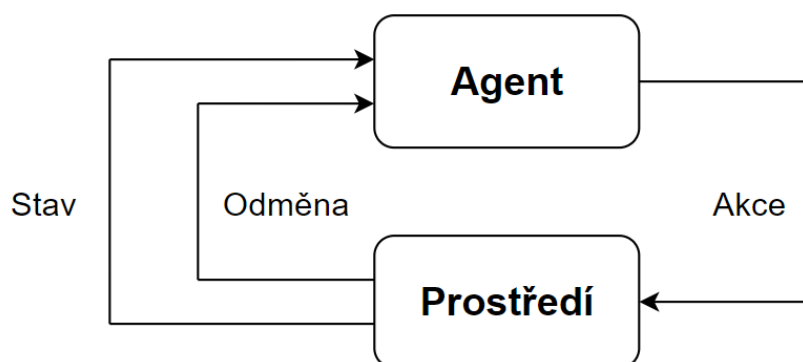
Strojové učení je jedním z nejdůležitějších a nejvíce využívaných způsobů, kterým se stroje „učí“. Tato část práce představí podstatu strojového učení (bez bližších technických detailů). Je důležité alespoň koncepčně této problematice porozumět, protože nachází uplatnění prakticky ve všech ekonomických aplikacích AI.

Jak uvádí Brown (2021) strojové učení, anglicky *Machine learning*, je podoblast umělé inteligence, která umožňuje počítačům učit se, aniž by byly tyto systémy explicitně naprogramovány. Poprvé s tímto termínem přišel průkopník v oblasti AI Arthur Sloan v padesátých letech dvacátého století.

Strojové učení může být také definováno jako systém umělé inteligence, který je schopen zlepšovat svůj výkon po určitou dobu (Gupta, Mangla, 2020). Strojové učení předpokládá schopnost systému získávat nové znalosti a dovednosti, ale také i schopnost rozpoznávat stávající znalosti na základně nově nabytých znalostí. Tato podoblast umělé inteligence se stala široce rozšířenou výzkumnou oblastí, která se věnuje zejména hledání nových metod učení a nových algoritmů. (Gupta, Mangla, 2020)

Obecně se rozlišují 3 typy strojového učení: učení s učitelem (*supervised learning*), učení bez učitele (*unsupervised learning*) a zpětnovazební učení (*reinforcement learning*). Modely strojového učení s učitelem jsou trénovány pomocí označených souborů data, které umožňují těmto modelům se postupně učit a zpřesňovat své výstupy. Příkladem může být algoritmus, který je trénován k identifikaci určitého typu objektu na obrázku. Takovýto algoritmus by byl vycvičen pomocí obrázků objektů, pro jejichž identifikování je určen a pomocí obrázků jiných objektů. V případě učení s učitelem budou všechny tyto obrázky označené lidmi (jaký objekt se na obrázku nachází). V případě druhého typu strojového učení, učení bez učitele, sám daný systém hledá vzory v datech, která jsou neoznačená. Tento typ strojového učení může najít nové vzory nebo trendy. Příkladem může být program, který prochází různé typy dat o online prodeji a dokáže identifikovat různé typy zákazníků. Poslední typ strojového učení, zpětnovazební učení, je proces, kdy je systém trénován pomocí pokusů a omylů, kdy žádoucí chování se odměňováno a nežádoucí trestáno. Posilování žádoucího chování je možné například tím, že člověk stroji „řekne“, kdy učinil správné rozhodnutí, což systému pomůže učit se, které akce by měl provádět (žádoucí chování). (Brown, 2021)

Schematická znázornění zpětnovazebního učení je možné vidět na obrázku č. 1 níže. Označení agent je, zjednodušeně řečeno, označení pro daný systém, který vnímá prostředí a podniká akce k dosažení cílů. Jak je vidět na schématu, agent provádí akce ve vztahu k danému prostředí a na základě těchto akcí je agent „odměňován“ či „trestán“ a na základě zpětné vazby aktualizuje svůj stav.



Obrázek 1 – Schéma zpětnovazebního učení

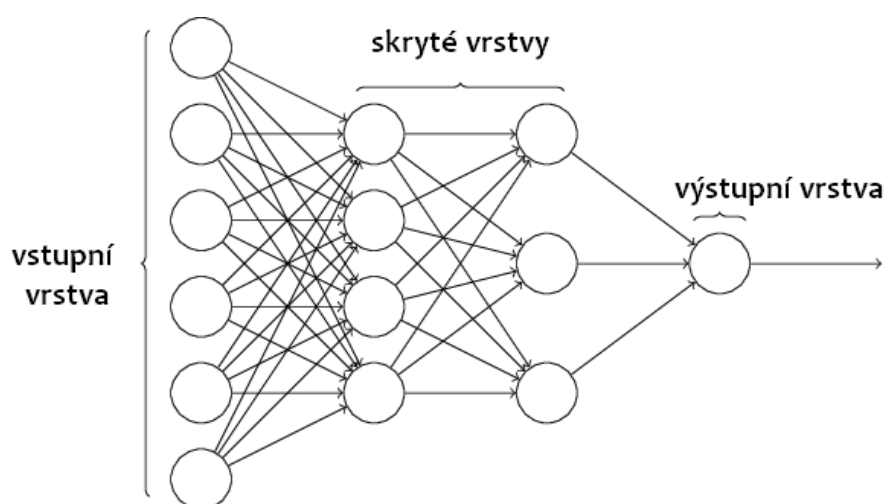
Zdroj: Struktura zpětnovazebního systém zpětnovazebního učení [online]. [cit. 2023-11-05].
Dostupné z: https://miro.medium.com/v2/resize:fit:1400/1*7cuAqjQ97x1H_sBleAVVZg.png

Jedou z nejpoužívanějších architektur systémů umělé inteligence, využívající zpětnovazební učení, jsou takzvané neuronové sítě. Jak uvádí Gupta a Mangla (2020), neuronové sítě jsou výpočetní systémy, vytvořené dle vzoru lidského mozku. Jedná se o síť navzájem propojených výpočetních prvků, zvaných neurony. Každý z těchto prvků může přijímat vstupy a tyto vstupy následně zpracovávat a vytvářet výstup. Stejně jako lidský mozek mohou tyto systémy zpracovávat mnoho informací současně a mohou rozpoznávat vzory a samy se přeprogramovat k řešení problémů. (Gupta, Mangla, 2020)

Data se v neuronových sítích po uzlech nebo po neuronech a každá část plní jinou funkci. Například v neuronové síti, která je vycvičena k identifikaci koček na obrázku, jednotlivé části neuronové sítě vyhodnocují informace a dospějí k výstupu, který určí, zda se na daném obrázku nachází kočka. S neuronovými sítěmi souvisí i tzv. hluboké učení, anglicky *deep learning*, je proces učení, kdy jsou použity neuronové sítě s více vrstvami. Tyto vrstvené neuronové sítě mohou zpracovávat rozsáhlé množství dat a určovat váhu jednotlivých částí dané sítě. Jako příklad je možné uvést systém pro rozpoznávání obrazu,

kdy některé vrstvy mohou zaznamenávat části lidského obličeje a jiná část sítě bude schopna určit, zda se jedná o lidský obličej. (Brown, 2021)

Na obrázku číslo 2 níže je schematicky znázorněna vícevrstvá neuronová síť. Na obrázku jsou znázorněny (kruh) jednotlivé výpočetní prvky zvané neurony a jejich vzájemné uspořádání ve více vrstvách. Vstupní vrstva je soubor neuronů, která prvotně zpracovává a přináší do systému vstupní data. Skryté vrstvy se nacházejí mezi vstupní a výstupní vrstvou a jejich cílem je zpracovávat a transformovat vstupy k použití výstupní vrstvou. Jak je možné vidět na obrázku, části neuronové sítě jsou navzájem propojeny, a to takový způsobem, že data se z každé vrstvy šíří do každé jednotky (neuronu) další vrstvy (znázorněno šipkami). Každý neuron může mít jakýkoliv počet vstupů ale pouze jediný výstup. Jak uvádí Russel a Norvig (2010), každé spojení má numerickou hodnotu zvanou váha, anglicky *weight*, která určuje sílu spojení (numerická hodnota může být i negativní). Numerický výstup neuronů je určen na základě tzv. aktivační funkce. (Russel, Norvig, 2010)



Obrázek 2 – Vícevrstvá neuronová síť

Zdroj: Vícevrstvá neuronová síť [online]. [cit. 2023-11-05]. Dostupné z: <https://robodoupe.cz/wp-content/uploads/2018/09/EvoRobo-neurositCZ.png>

1. 4 Oblasti využití umělé inteligence

V této části jsou představeny základní oblasti využití umělé inteligence, z nichž některé budou dále ještě zmíněné, zejména z pohledu ekonomického využití a přínosů.

1. 4. 1 Hraní her

V podstatě velká část raného výzkumu AI byla provedena pomocí hraní deskových her jako jsou například šachy nebo dáma, či hra go. Konfigurace desek používané při hraní těchto her jsou snadno reprezentovatelné v počítačích a nevyžadují žádné složité formalismy. Pro řešení rozsáhlých a složitých problémů umělé inteligence se používá mnoho technik, jako jsou heuristiky. (Gupta, Mangla, 2020)

Jak uvádí Gupta a Mangla (2020) hraní her je pro výzkum AI důležité ze tří hlavních důvodů. Prvním důvodem jsou jasně daná pravidla, proto nejsou rozsáhlé specifické znalosti z jiných doména potřebné. Druhým důvodem je že tyto hry poskytují vysoce strukturovaný úkol, kde je možné úspěch v tomto úkolu měřit s nejmenší námahou (příkladem mohou být šachy, což je hra s nulovým součtem, kde jeden ze dvou hráčů může vyhrát či prohrát²). (Gupta, Mangla, 2020)

Třetím důvodem, proč je hraní her pro AI důležité je skutečnost, že hry v podstatě simulují situace ze skutečného života (v různě omezené míře).

Jakkoliv se hraní her může zdát na první pohled jednoduchým úkolem, tak jak uvádí Gupta a Mangla (2020), hraní některých takových her nemusí být tak pro AI systémy tak snadné kvůli problémům s tzv. kombinatorickou explozí, kdy například v šachu existuje 35^{100} možných pozic³. Pravděpodobně nejznámějším příkladem hraní her v souvislosti s umělou inteligencí je počítač *Deep Blue*, který byl vyvinut americkou společností IBM v devadesátých letech minulého století, který je považován za jeden z prvních systémů umělé inteligence (typ ANI). Tento, v té době, superpočítač byl speciálně vytvořen pro hraní šachů a v roce 1996 se zapsal do historie tím, že porazil ruského velmistra Garryho Kasparova, což byl první případ, kdy počítač vyhrál hru proti lidskému mistru světa v turnajových podmínkách.

² Je zde i třetí možnost a to tzv. pat, který nastane, když hráč, který je na tahu není v šachu, ale také nemůže udělat žádný tah, který by byl v souladu s pravidly, hra tedy končí remízou.

³ Jedná se o velmi vysoké číslo se 157 číslicemi.

Počítač *Deep Blue* ve své poslední konfiguraci používal 256 procesorů a by schopen vyhodnotit 200 miliónů šachových pozic za sekundu. (Britannica, 2023)



Obrázek 3 – Počítač Deep Blue

Zdroj: Deep Blue Supercomputer Tower. *National Museum of American History* [online]. [cit. 2023-11-21]. Dostupné z: https://americanhistory.si.edu/collections/search/object/nmah_1005331

1. 4. 2 Zpracování přirozeného jazyka (NLP)

V angličtině je zpracování přirozeného jazyka nazýváno *Natural Language Processing* nebo je také často používána pouze zkratka *NLP*. Jedná se práci s jazykem, tak jak ho lidé běžně používají.

Hlavním cílem zpracování přirozeného jazyka je, aby systém porozuměl otázkám, které budou tomuto systém lidé klást v jazyce, který používají. Systém je poté schopen poskytnout odpověď tazateli ve stejném jazyce (Gupta, Mangla, 2020). Oblast *NLP* je možné rozdělit do dvou kategorií (Gupta, Mangla, 2020):

- Porozumění přirozenému jazyku – systém je schopen porozumět významu,
- generování přirozeného jazyka – systém je schopen vytvářet vlastní výstup v jazyce, tak, že mu lidé porozumí.

1. 4. 3 Rozpoznávání řeči

Rozpoznávání mluvené řeči, v anglickém jazyce nazýváno *speech recognition* je úzce spjatá s *NLP*. Jedná se o schopnost, která umožňuje počítačovému programu zpracovat lidskou řeč do písemné podoby. Tato schopnost bývá běžně zaměňována s rozpoznáváním hlasu, avšak cíle rozpoznávání hlasu je pouze identifikace hlasu uživatele, kdežto cíle rozpoznávání řeči je převod mluvené řeči (verbální formát) do podoby textové. (web společnosti IBM, 2023)

Jak dále uvádí společnost IBM na své oficiální webové stránce (2023), k dispozici je mnoho aplikací a zařízení pro rozpoznávání řeči, ale pokročilejší řešení využívají umělou inteligenci a strojové učení. Tato řešení pracují celkově s gramatikou, syntaxí, strukturou a složením zvukových a hlasových signálů, aby porozuměly lidské řeči a tuto řeč zpracovaly. Ideálně se tyto systémy učí za pochodu a s každou interakcí vyvíjejí vlastní odpovědi. Jak uvádí Gupta a Mangla (2020), tyto systémy mohou zpracovávat různé přízvuky, slangová slova, šum v pozadí nebo dokonce i změny v hlasovém projevu v důsledku nachlazení. Rozpoznávání řeči bývá často jednou z částí složitějších systémů. Jako příklad je možné uvést hlasové virtuální asistenty Google Asistent, Siri (společnost Apple) či Amazon Alexa.

1. 4. 4 Expertní systémy

Jedná se o systémy využívající AI, jejichž účelem je řešení problémů ve specializované oblasti, která vyžaduje odborné znalosti. Aby mohly expertní systémy dosáhnout zdánlivé inteligence a expertízy v dané oblasti, skládají se ze dvou složek: znalostní bázi a odvozovací mechanismy. Znalostní báze je uspořádaná sbírka faktů o dané oblasti. Druhá část, odvozovací mechanismus, je složka, která interpretuje a vyhodnocuje fakta a na základě znalostní báze daný systém poskytuje odpovědi. Typické použití expertních systémů představuje klasifikace, monitorování či diagnostika. První expertní systém byl vyvinut již v roce 1965 Edwardem Feigenbaumem a Joshuou Lederbergem ze Stanfordovy univerzity (USA). Tento expertní systém byl pojmenován *DENDRAL* a byl vyvinut speciálně pro chemickou analýzu. (Zwaas, 2023)

Expertní systém *DENDRAL* analyzoval například sloučeninu uhlíku, vodíku a dusíku a na základě spektrografických⁴ údajů získaných z látky tento systém následně vytvořil hypotézu o molekulární struktuře látky. Výkonnost tohoto expertního systému byla srovnatelná s výkonností chemiků, kteří byli považováni za odborníky v této činnosti a systém by užíván v akademické sféře ale i v průmyslu. (Copeland, 2023)

1. 4. 5 Robotika

Jak uvádí Gupta a Mangla (2020), oblast robotiky lze definovat jako vědu, která se zabývá zejména konstrukcí, výrobou a využitím robotů.

Robot je automaticky fungující stroj, který nahrazuje lidský výkon, ačkoliv není nutné, aby svým vzhledem připomínal lidské bytosti ani aby vykonával dané úkoly stejným způsobem jako lidé. Oblast robotiky nese významnou českou stopu, jelikož slovo robot bylo poprvé použito v divadelní hře Karla Čapka *R.U.R* (1920) a toto slovo vycházelo ze slova „robot“, což je slovo, které označovalo nucenou práci nevolníků. (Moravec, 2023)

Slovo „robotika“ se v anglickém znění „robotics“ poprvé objevilo ve vědeckofantastické povídce s názvem *Hra na honěnou* v anglickém originále *Runaround* v roce 1942. V této povídce také autor Isaac Asimov poprvé definoval tři zákony robotiky, které mohou být do jisté míry aplikovány i v reálném světě (Moravec, 2023):

1. Robot nesmí zranit lidskou bytost nebo svou nečinností dovolit, aby byla lidská bytost zraněna.
2. Robot musí uposlechnout příkazů, které mu dají lidské bytosti, kromě případů, kdy by takové příkazy byly v rozporu s Prvním zákonem.
3. Robot musí chránit svou vlastní existenci, pokud taková ochrana není v rozporu s prvním nebo druhým zákonem.

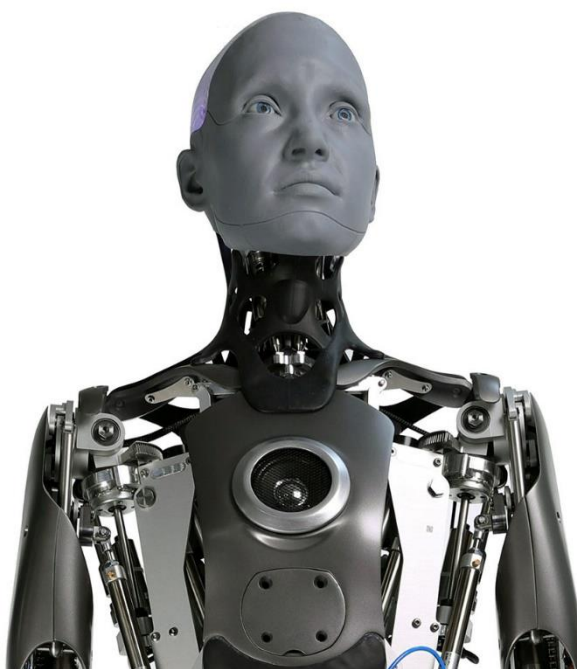
Jak uvádí Moravec (2023), roboti mohou být vybaveni ekvivalenty lidských smyslů, jako je například zrak či hmat. Současný výzkum v oblasti robotiky je zaměřen na vymýšlení robotů s určitým stupněm soběstačnosti, který umožní mobilitu a rozhodování v nestrukturovaném prostředí.

⁴ Interakce hmoty a elektromagnetického záření (zejména světla).

Jak uvádí Gupta, Mangla (2020), hlavní složky robota je možné rozdělit na tři části:

- Manipulátor – část stroje, který vykonává fyzickou práci,
- řídicí jednotka – část, která vytváří signály pro aktivaci různých částí, určených pro manipulaci,
- zdroj energie – poskytuje potřebnou energii k vykonávání dané činnosti.

Mezi nejpokročilejší robotické platformy patří například humanoidní robot Ameca, který byl vyvinut anglickou společností *Engineered Arts*. Dle oficiálního webu společnosti je Ameca speciálně navržená platforma pro vývoj budoucích robotických technologií. Samotní tvůrci nutně nepovažují Amecu za umělou inteligenci, ale některé části software mohou být označeny jako AI. Jak dále uvádějí tvůrci, hlavním účelem Ameca je být platformou pro vývoj AI. (web společnosti Engineered Arts, 2023)



Obrázek 4 – Humanoidní robotická platforma Ameca

Zdroj: Ameca [online]. [cit. 2023-11-21]. Dostupné z:
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5e/Ameca_Generation_1.jpg

2 Historie umělé inteligence

Jak uvádí Smith, McGuire, Huang, et al. (2006) hlavním pokrokem v oblasti AI za posledních šedesát let byl zejména v oblastech strojového učení, vyhledávacích algoritmů nebo také ve využití statistické analýzy. Avšak většina z těchto vědeckotechnických průlomů nebyla pro běžné lidi patrná. Umělá inteligence se používala méně viditelnými způsoby (oproti častému zobrazení ve science fiction). V oboru umělé inteligence bylo v průběhu historie často přeceňována obtížnost některých základních problémů a v posledních šedesáti letech byly průlomové objevy slibována do 10 let. V oblasti umělé inteligence se zdá, že očekávání vždy předčí konečnou realitu (Smith, McGuire, Huang, et al., 2006).

Autoři Smith, McGuire, Huang, et al. (2006) kladou otázku, zda je problémem v tom, zda nebyli soustředěny dostatečné prostředky na základní výzkum nebo za je složitost umělé inteligence na takové úrovni, že ji lidé ještě nedokázali plně pochopit.

Za první práci, která je v současnosti uznávána jako práce v oboru umělé inteligence provedli Walter Pitts a Warren McCulloch již v roce 1943. Tito výzkumníci čerpali ze tří hlavních zdrojů informací, a to sice ze základní lidské fyziologie a funkce neuronů v mozku, výrokové logiky a z teorie Alana Turinga. Pitts a Warren navrhli model umělých neuronů, kdy každý neuron může být v jednom ze dvou stavů (zapnutý nebo vypnutý), kdy při změně do zapnutého stavu dochází v reakci na dostatečnou simulaci sousedních neuronů. Bylo ukázáno, že libovolnou vypočitatelnou funkci lze vypočítat pomocí sítě propojených neuronů a také, že logické operátory lze implementovat pomocí těchto síťových struktur. V roce 1949 demonstroval pravidlo (zvané Hebbovo pravidlo) pro úpravu síly spojení mezi neurony, které je dodnes vlivným modelem. (Russel, Norvig, 2010)

2. 1 Období 1950-1956

Jak již bylo uvedeno, termín umělé inteligence (AI) by poprvé použit vědcem Johnem McCarthym v roce 1956, když poprvé vedl akademickou konferenci na toto téma.

Americký vědec, inženýr a vynálezce Vannevar Bush (1890-1974) publikoval v časopisu *Atlantic Monthly* článek s názvem „*As We May Think*” (Dennis, 2023), ve kterém navrhl systém, který bude amplifikovat lidem jejich vlastní znalosti a porozumění. Toto zařízení pojmenoval *Memex* – indexovaný archivní mikrofilmový stroj pro vyhledávání informací, a tento systém se v podstatě stal předlohou ke vzniku hypertextového protokolu

a k souvisejícímu World Wide Webu (Dennis, 2023). V roce 1950 publikoval Alan Turing svou stěžejní práci, viz níže.

Dalším důležitý milník zaznamenal rok 1952, ve kterém Americký počítačový vědec Arthur Lee Samuel, který v této době pracoval v americké společnosti IBM. Samuel vyvinul první program pro hraní deskové hry dáma, což byl v dané době první program, který se tuto hru „naučil“ hrát samostatně (Tableau, 2023).

2. 1. 1 Turingův test

Alan Turing (1912–1954) byl britský matematik a logik, který svou prací významně přispěl k matematice, kryptoanalýze, logice, informatice a také k oblasti, která byla později pojmenována umělá inteligence. (Copeland, 2023)

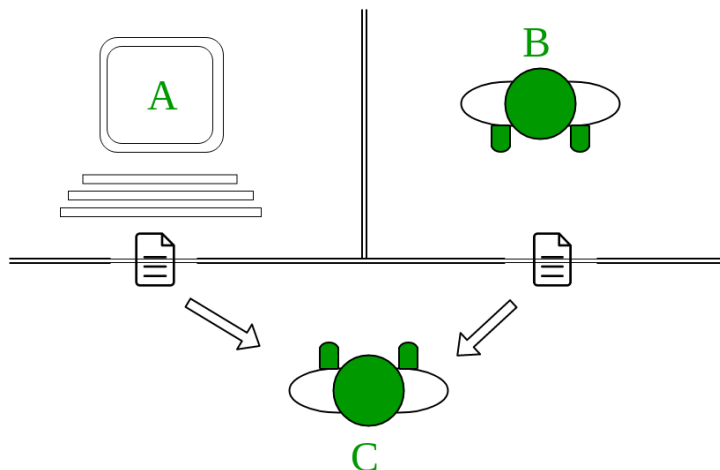
Turing v roce 1950 publikoval článek (*Computing Machinery and Intelligence*) do časopisu *Mind Magazine*, ve kterém kladl otázku za může stroj myslet. Tímto článkem začala diskuse, která se později stala součástí samotné filozofie umělé inteligence. (Gupta, Mangla, 2020)

Jak dále uvádí Gupta a Mangla (2020), myšlení je obtížné definovat. Existují dva druhy otázek, kterými filozofové se zabývali:

- Může být stroj inteligentní? Může řešit všechny problémy, které člověk může vyřešit pomocí inteligence?
- Může být stroj sestrojen s myslí a zažívat subjektivní vědomí?

V daném článku navrhl Alan Turing tzv. imitační hru (v originále *imitation game*), později nesl koncept označení Turingův test. Turingův test měří výkon údajně inteligentního stroje proti výkonu člověka. Tento test staví člověka a jeho strojový protějšek do pozice v místnostech odděleně od druhého člověka, který je označován jako tazatel (viz obrázek číslo 5 níže). (Gupta, Mangla, 2020)

Vzdálený lidský tazatel musí v pevně stanoveném časovém rámci rozlišit počítač od lidského subjektu na základě jejich odpovědí na různé otázky položené tazatelem. Pomocí řady takových testů lze měřit úspěšnost počítače v „myšlení“ podle pravděpodobnosti, že bude nesprávně identifikován jako lidský subjekt. (Britannica, 2023)



Obrázek 5 – Schematické znázornění Turingova Testu

Zdroj: Turingův test [online]. [cit. 2023-12-06]. Dostupné z: <https://media.geeksforgeeks.org/wp-content/uploads/Turing-Diagram-159676.png>

Alan Turing uváděl, že pokud lidský tazatel v místnosti C není schopen identifikovat, zda v místnosti A nebo B je stroj či člověk, pak stroj disponuje inteligencí. Turing, v kontextu dané doby, považoval tento test za dostačující důkaz pro schopnost myšlení stroje.

Jak dále uvádí Gupta, Mangla (2020), tento test není tak jednoduchý, jak se může na první pohled zdát. Lidé mohou být mnohem lepší v oblastech kreativního myšlení, či zdravého rozumu. Naopak stroje vynikají především v rychlosti a práci s numerickými výpočty. Stroje se ve svých výpočtech nemýlí, avšak u člověka existuje vyšší pravděpodobnost, že se může mýlit v odpovědi, a to i po dlouhé prodlevě. Proto Turing tvrdil, že lze pokládat stroj za inteligentní. (Gupta, Mangla, 2022)

Alan Turing neuvedl doslova, že by Imitační hra mohla být použita jako měřítko inteligence nebo jiné lidské vlastnosti. Turingův test se stal terčem kritik, protože byl navržen jako měřítko kvality schopnosti stroje myslet nebo inteligence stroje. Tento návrh se setkal s kritikou ze strany filozofů ale i ze strany počítačových vědců. Test předpokládá, že tazatel může určit, zda stroj „myslí“, porovnáním jeho schopností a schopností s chováním člověka. Každý prvek tohoto předpokladu byl zpochybněn, včetně hodnoty porovnávání pouze chování a hodnoty porovnávání stroje s člověkem. Spolehlivost tazatelova úsudku byla také součástí diskuse. Kvůli těmto úvahám někteří výzkumníci v oblasti umělé inteligence zpochybnili relevanci tohoto testu. (Gupta, Mangla, 2020)

2. 2 Období 1957-1979

V pozdní padesátých a také v šedesátých letech 20. století se umělá inteligence dostala do hlavního proudu, zejména díky knihám a filmům, které se zabývali myšlenkami robotů. V sedmdesátých letech došlo také například k prvnímu sestrojení antropomorfního robota v Japonsku. (Tableau, 2023)

Z tohoto období stojí za zmínku například vznik programovacího jazyka LISP, který byl vytvořen Johnem McCarthym kolem roku 1960 na univerzitě MIT. Co se týče spojení s oborem AI, tento programovací jazyk se v dané době začal běžně používat pro vývoj AI⁵. (Hemmendinger, 2023)

V 70. letech také vznikl první expertní systém zvaný *DENDRAL*, viz podkapitola 1. 4. 4. V roce 1979 vznikla americká asociace pro umělou inteligenci s názvem *Association for the Advancement of Artificial Intelligence*, zkráceně *AAAI*. Dle oficiální webové stránky se jedná o neziskovou společnost, která se věnuje „rozvoji vědeckého poznání mechanismů, které jsou základem myšlení a inteligentního chování, a jejich ztělesnění ve strojích“. (Doslovný překlad z anglického originálu). Jak je uvedeno dále mezi cíle této organizace zejména podpora výzkumu a odpovědného využívání AI nebo také zvyšování povědomí veřejnosti v oblasti AI. (Association for the Advancement of Artificial Intelligence, 2023).

2. 3 Období 1980-1987

Období osmdesátých let bývá často označováno jako „*AI Boom*“. V této době byl projeven rychlý růst zájmu o umělou inteligenci díky průlomům ve výzkumu ale také díky vládnímu financování. (Tableau, 2023)

V roce 1980 byl uveden první expertní systém na komerční trh, nazvaný *XCON* (*expert configurator*). Tento expertní systém obsahoval několik tisíc pravidel pro navrhování konfigurací počítačových komponent pro zákazníky. Tento program byl používán ve společnosti *Digital Equipment Corporation* a do roku 1986 ušetřil společnosti odhadem 40 milionů dolarů. V této společnosti bylo v roce 1988 používáno 40 expertních systémů a například společnost *DuPont* jich používala 100. (Russel, Norvig, 2010)

⁵ V roce 2023 je nejpoužívanějším programovacím jazykem pro vývoj AI Python.

Do vývoje AI investovalo i například Japonsko, kdy oznámilo desetiletý plán na vybudování inteligentních počítačů. Spojené státy v reakci na japonský projekt vytvořili vlastní konsorcium zvané *Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC)*, jehož primární cílem bylo zajistit konkurenceschopnost. Odvětví AI se v osmdesátých letech rozrostlo z několika milionů dolarů na miliardy dolarů. (Russel, Norvig, 2010)

2. 4 Období 1987-1993

Období konce 80. let a začátek 90. let bývá označován jako *AI Winter*. Tento termín je označení pro období, kdy je zaznamenán nízký zájem spotřebitelů, veřejnosti a soukromého sektoru o umělou inteligenci. Snížení zájmu následně vede k snížení financování výzkumu a důsledkem toho je snížený počet průlomových objevů. (Tableau, 2023)

2. 5 Období 1993-2021

Navzdory nedostatku financování oblasti AI v předchozích letech, došlo v následujících letech k mnoha pokrokům, včetně zavedení prvního systému AI, který porazil úřadujícího mistra světa v šachu. V této době se AI dostala do každodenního života běžných lidí prostřednictvím různých inovací a produktů, jako například v podobě vysavače *Roomba*. (Tableau, 2023)

Jedním z důležitých pokroků z tohoto období minulého století je počítač *Deep Blue*, viz podkapitola 1. 4. 1. Jako další důležitý pokrok v oblasti AI je možné uvést počítač *Watson*, který byl vyvinut společností IBM. Tento systém v roce 2011 porazil lidské protivníky v americké televizní kvízové soutěži *Jeopardy!* (Walsh, 2021). Otázky v soutěži pokrývali širokou škálu různých témat, jako je například historie, literatura či popkultura. Tato soutěž byla pro počítačový systém velmi náročná, vzhledem k rozmanitosti témat a vzhledem k rychlosti s jakou museli soutěžící odpovídat. Počítač *Watson* nebyl při soutěži připojen k internetu, ani mu nebyla poskytována jakákoliv vnější pomoc (web společnosti IBM, 2023). Systém *Watson* byl schopen zpracovávat herní otázky a informace následně prohledával ve svém úložišti informací. Pomocí různých algoritmů *Watson* zjišťoval povahu otázek a poté dokázal vytvořit seznam odpovědí, seřazený dle pravděpodobnosti, zda je odpověď správná (Walsh, 2021).

Za další důležitý historický milník, kdy se AI dostala do každodenního života může být považován virtuální asistent zvaný *Siri*. Původně se jednalo o výzkumný projekt, který začal již v roce 2003 na Stanfordově univerzitě. Cílem tohoto projektu bylo vytvoření virtuálního osobního asistenta, který by dokázal provádět úkoly díky využití zpracování přirozeného jazyka a strojového učení. Později, v roce 2007, založili výzkumníci z projektu vlastní společnost, která vytvořila speciální aplikaci pro mobilní telefony společnosti *Apple*. Společnost *Apple* tuto aplikaci odkoupila a technologii přímo integrovala do svého nejnovějšího mobilního telefonu iPhone 4S, který byl uveden na trh v roce 2011. Virtuální asistent *Siri* byl uváděn jako osobní asistent a umožňoval uživatelům provádět různé úkoly, které uživatel zadával hlasem. Jako příklad činností, která mohl asistent vykonávat je možné uvést posílání textových zpráv nebo vyhledávání informací na internetu. Asistent se také dokázal učit preference uživatele a přizpůsobovat se. Asistent *Siri* ukázal lidem potenciál využití AI v každodenním životě a výrazně ovlivnil způsob, jak lidé požívají mobilní zařízení. Tato technologie také významně podpořila inovaci v oblasti AI. (Sanchez, 2023)

O užitečnosti a úspěšnosti asistenta *Siri* svědčí fakt, že v průběhu let byla tato technologie neustále vylepšována a v roce 2023 je tento asistent stále součástí ekosystému společnosti *Apple*.

2. 6 Období od roku 2012 až po současnost

V této době dochází k dalším důležitým pokrokům na poli AI ať již přímo ve výzkumné sféře či při integraci AI do produktů a služeb.

Jako příklad je možné uvést společnost *Hanson Robotics*, se sídlem v Hongkongu, která vyvinula robota s lidskou podobou (android) zvaného *Sophia*. Jak uvádí společnost na své webové stránce, *Sophia* je rámcem pro vývoj v oblasti výzkumu AI a robotiky, zejména co se týče interakcí mezi lidmi a roboty. *Sophie* je také prvním robotem (2016), který kdy dostal legální občanství a také prvním robotem, který se stal velvyslancem inovací v Rozvojovém programu OSN. (Hanson Robotics, 2023)

Dalším příkladem pokroku v oblasti AI je systém *AlphaGo*, vyvinutý společností *Google DeepMind* (dceřiná společnost společnosti Google). Cíle systému *AlphaGo* bylo hraní starobylé čínské deskové hry zvané *Go*. Jak uvádí společnost, desková hra *Go* byla dlouho pokládána za velkou výzvu pro umělou inteligenci, protože hra je mnohokrát komplexnější než například šachy (které také hrály důležitou roli ve vývoji v oblasti AI),

s počtem 10^{150} možných konfigurací hrací desky. Svou první hru vyhrál systém *AlphaGo* v roce 2015 proti mistru Evropy a v roce 2016 porazil systém hráče *Lee Sedol*, který byl v dané době považovaný za nejlepšího hráče. (Google DeepMind, 20203)

3 Ekonomické oblasti využití umělé inteligence

Vhodné využití nástrojů umělé inteligence je možné nalézt v podstatě ve všech ekonomických oblastech. V této části diplomové práce jsou uvedeny příklady využití nástrojů umělé inteligence ve vybraných oborech a v každé části je uveden konkrétní příklad využití AI.

3. 1 Automobilový průmysl

Jedním z oborů, kde AI nachází nespočet možných uplatnění je automobilový průmysl. Umělou inteligenci využívají výrobci automobilů téměř ve všech aspektech procesu výroby. AI ale není využívána pouze ve výrobním procesu, ale zahrnuje také například autonomní vozy, navigující pomocí strojového učení. Cílem využití AI v automobilech je například zlepšení bezpečnosti vozidel, snížit spotřebu paliva či poskytování rozšířené konektivity. (Schroer, 2023)

Umělá inteligence nachází využití v celém životním cyklu vozidla, od konstrukce a výroby až po prodej a následnou údržbu. Jedním z příkladů využití pokročilé umělé inteligence v automobilovém průmyslu jsou takzvaná autonomní vozidla. Jako autonomní vozidla jsou označována vozidla se schopností učení a samostatného řízení. Díky nástrojům AI jako je například strojové učení, mohou tato vozidla jezdit samostatně (autonomně) s minimálními či vůbec žádnými zásahy člověka a tato vozidla jsou schopna jezdit bezpečně a dodržovat pravidla silničního provozu (Srivastava, 2023).

3. 1. 1 Waymo

Jedním z příkladů autonomních vozidel mohou být produkty společnosti *Waymo*. Dle informací z webové stránky crunchbase (2023) se jedná o americkou společnost se sídlem v kalifornském *Mountain View*, založenou v roce 2009. Jak uvádí dále web crunchbase (2023), tato společnost využívá software a senzorové technologie vyvíjené ve společnosti Google. V roce 2015 tato společnost uskutečnila první plně autonomní jízdu na veřejně dostupných komunikacích (v automobilu nebyly pedály ani volant). Jak je uvedeno na oficiální webové stránce (2023), společnost se snaží svou činností snižovat počet zranění a smrtelných úrazů v dopravě.

Společnost *Waymo* vyvíjí technologii nazvanou *Waymo Driver*. Dle webu společnosti (2023) se jedná o nejzkušenějšího řidiče na světě s miliony najetých mil na veřejných komunikacích a s miliardami najetých mil v simulacích, celkově testováno ve více než 13 amerických státech. Společnost používá zejména vozidla Jaguar I-PACE, která jsou propojena s daným systémem. Dle slov společnosti, dosavadní shromážděná data ukazují, že *Waymo Driver* snižuje počet zranění a úmrtí v místech kde je tato technologie používána. Již zmíněný systém se skládá z lidarů, radarů, kamery a výpočetního výkonu. Lidar vytváří 3D obraz okolí vozidla a tyto senzory jsou umístěny po celém vozidle a tento systém poskytuje pohled na okolí bez ohledu na denní dobu. Díky radaru systém zaznamenává důležité údaje, jako je vzdálenost či rychlost okolních objektů. Kamery poskytují systému pohled v 360 stupních okolo vozidla a dokáží rozpoznat například semaforey a jiné objekty. Samotný palubní počítač, který používá nejnovější serverové CPU a GPU, přebírá informace od senzorů a v reálném čase identifikuje různé objekty a plánuje bezpečnou cestu k danému cíli. Na obrázku č. 6 je zobrazen automobil značky Jaguar využívající technologii *Waymo Driver*. Jak uvádí Cheng a Bender na blogu společnosti (2019), AI (strojové učení) je klíčovou rolí téměř ve všech částech výše zmíněného samořídícího systému. AI pomáhá vozům identifikovat okolí, orientovat se a předvídat chování ostatních účastníků silničního provozu. Systém využívá kombinaci neuronových sítí, které umožňují interpretovat přijatá data. Technologie *Waymo Driver* je základem služby *Waymo One*, což je první plně autonomní služba spolujízdy, která je k dispozici přes mobilní aplikaci a v současné době (listopad 2023) je, dle webu společnosti, k této službě dostupná v amerických městech Phoenix (Arizona) a San Francisco (Kalifornie).



Obrázek 6 - Automobil využívající technologii autonomního řízení *Waymo Driver*

Zdroj: Waymo [online]. [cit. 2023-12-06]. Dostupné z: <https://i0.wp.com/smdp.com/wp-content/uploads/2023/02/Waymo-Santa-Monica-1.jpg?fit=1200%2C677&ssl=1>

3. 2 Finančníctví

AI je široce využívána také v oblasti financí, a to mnoha různými způsoby. Jak uvádí Buchanan (2019), mimo technologický obor je odvětví finančních služeb největším investorem do umělé inteligence a zažívá velký růst. V oblasti finančníctví se nástroje AI využívají k mnoha různým účelům jako například k odhalování podvodů, automatizovanému poradenství nebo také k algoritmickému obchodování.

3. 2. 1 DigiToo

Společnost DigiToo je česká společnost, která byla založena v roce 2020 (crunchbase, 2023). Tato společnost vyvinula platformu pro automatizaci a digitalizaci přijatých faktur a dalších účetních dokladů. Na oficiální webové stránce společnosti (DigiToo, 2023) je uvedeno, že daná platforma využívá ve všech klíčových částech produktu umělou inteligenci. Jednou z částí produktu je automatizované čtení faktur s pomocí AI.

Jak uvádí společnost na své webové stránce (2023): *„Vyvinuli jsme vlastní čtení faktur pomocí umělé inteligence (AI), bez potřeby šablon a složitého nastavování. Na čtení faktur nepoužíváme třetí strany, osobně zajišťujeme kvalitu a můžeme tak model čtení stále zlepšovat. Díky pokročilým technologiím v oblasti strojového učení a rozpoznávání textu, které využíváme – umožňujeme automatizovaně zpracovávat faktury a extrahovat z nich relevantní informace, aniž by bylo nutné manuálně definovat šablony nebo provádět složité nastavení.“*

Dle společnosti je aplikace DigiToo díky AI schopna přijímat faktury v různých formátech (PDF, PNG atd.), od různých dodavatelů a v různých jazycích. Díky zapojení strojového učení se aplikace učí z případných oprav uživatele. Systém je také díky detailní analýze dokladů schopen přiřazovat kódy účtů a středisek, kdy systém vychází z kontextu celé faktury. Systém dále nabízí funkci automatizovaného schvalování, kdy AI analyzuje dokumenty a přiřadí je odpovídajícímu schvalovateli, čímž se snižuje prostor pro lidskou chybu a zvyšuje se rychlost schvalovacího procesu. *„Automatizace jednoduchého schvalovacího procesu pomocí AI snižuje náklady a čas vašich lidí, faktura nečeká na předvýběr ze strany člověka. Naše AI pracuje bez přestání 24/7 v reálném čase, čímž fakturám umožňuje rychlý průchod systémem ihned poté, co jsou nahrány. A co víc, není potřeba složitého nastavování schvalovacího stromu, naše AI analyzuje charakteristiku*

každého dokumentu, přiřadí jej odpovídajícímu schvalovateli a upozorní dalšího v procesu. Celé řešení klade důraz na jednoduchost a plnou automatizaci.“ (Digitoo, 2023). Systém Digitoo lze velmi jednoduše propojit s mnoha účetními systémy jako je například systém Pohoda, Money S3 a další.

3. 3 Mediální a zábavní průmysl

Dalším odvětvím ekonomiky, ve kterém nachází AI široké uplatnění je zábavní a mediální průmysl. Umělá inteligence ovlivňuje v podstatě vše od tvorby obsahu až po uživatelskou zkušenost (*user experience*). Organizace z oblasti mediálního průmyslu mohou zapojit umělou inteligenci, aby automatizovali, řídili rozhodování a pracovali se zkušenostmi spotřebitelů. Mediální společnosti také mohou využívat AI k udržení svých analytických schopností. (Meena, Jingar, Gupta, 2020)

Jedním z největších využití AI v této oblasti je v oblasti personalizace obsahu, založení na doporučovací systémech. Nástroje umělé inteligence jsou široce využívány na zábavních platformách jako je například *YouTube* nebo *Netflix*, kdy platformy svým uživatelům poskytují personalizovaná doporučení dalšího obsahu. Na základě analýzy preferencí, historie interakce a chování uživatelů, mohou nástroje AI například navrhovat obsah (knihy, filmy, hudba atd.), který se se mohl uživateli líbit. Aby mohly tyto systémy doporučovat vhodný obsah, shromažďují údaje o uživatelích, analyzují jejich interakce a identifikují vzorce chování. S využitím strojového učení a historických dat tyto systémy vytváří modely, které dokáží předvídat preference daných uživatelů. Systémy poté vytvářejí personalizovaná doporučení a průběžně je aktualizují na základě zpětné vazby od uživatelů. (Matuszewska, 2023)

3. 3. 1 Spotify

Dle webu crunchbase (2023) byla společnost Spotify, se sídlem ve švédském Stockholmu, založena v roce 2006 a v současnosti je veřejně obchodovatelná na americké burze cenných papírů. Společnost poskytuje službu (se stejným názvem jako název společnosti) pro streamování hudby a podcastů. Dle oficiální stránky společnosti, se jedná o nejpopulárnější audio streamovací službu na světě s více než 500 miliony uživatelů. Jak je uvedeno na webu Spotify Engineering (2020), strojové učení (AI), je srdce všeho, co

společnost Spotify dělá. Jak je uvedeno dále, strojové učení umožňuje službě doporučovat umělce, seznamy skladeb i podcasty. Příkladem využití strojového učení může být funkce zvaná *Discover Weekly*. Jak uvádí web společnosti (2019), kdy každé pondělí je pro posluchače vytvořen personalizovaný seznam 30 skladeb (playlist) od různých umělců na základě analyzovaného chování daného uživatele. Jak dále uvádí společnost, daný seznam skladem je tím více personalizovaný, čím více s ním uživatel interaguje. Příkladem může být, když si uživatel označí skladbu, že se mu líbí, systém bude schopen zpřesnit svá další doporučení. Zde je krátký úryvek o vzniku této funkcionality (Leijonhufvud a Carlson, 2021): „Programátoři nakrmili systém daty z asi jedné a půl miliardy playlistů, které vytvořili uživatelé. Písničky z nich se k sobě většinou hodily. Výběr tedy provedli samotní posluchači. Stroje ho jen ‚destilovaly‘, což přineslo pozoruhodné výsledky“. Mezi další příklady využití AI v této službě lze uvést například funkci zvanou *AI DJ*. Dle společnosti (2023) se jedná o personalizovaného průvodce s umělou inteligencí, která zná hudební preference daného uživatele natolik dobře, že průvodce sám dokáže vybrat co zahrát. V listopadu roku 2023 je tato funkce dostupná ve vybraných zemích (v České republice není dostupná). Pro tuto funkci je používán realistický hlas, který doprovází vybrané skladby a interprety komentářem, viz obrázek 7 níže.



Obrázek 7 - Spotify DJ

Zdroj: Spotify DJ [online]. [cit. 2023-12-06]. Dostupné z: <https://image-cdn.hypb.st/https%3A%2F%2Fhypebeast.com%2Fimage%2F2023%2F05%2Fspotify-launches-ai-dj-in-uk-and-ireland-0.jpg?w=960&cbr=1&q=90&fit=max>

4 Ekonomické dopady

Umělá inteligence již po dlouhou dobu (viz kapitola 2) ovlivňuje lidskou společnost a jedná se o sílu, která dramaticky mění globální ekonomiku a způsoby, jakými ekonomiky po celém světě fungují. S tím, jak se pokročilé algoritmy a strojové učení stávají nedílnou součástí ekonomických procesů, je dopad umělé inteligence na různé aspekty ekonomických aktivit nepopíratelný. Ekonomické prostřední, kterému kdysi dominovali tradiční postupy, zažívá proměny ať již v samotné struktuře výroby, distribuci nebo spotřebě. Při zkoumání ekonomických dopadů umělé inteligence je třeba brát v úvahu, stejně jako při zkoumání jiných technologií, různé pohledy. Například příslib vyšší efektivity a optimalizace procesů je třeba porovnávat s potenciálním přesunem pracovních míst, změnou dynamiky pracovní síly a nutností získat nové dovednosti. Postupná integrace umělé inteligence do různých průmyslových odvětví slibuje nejen revoluci procesů, ale také nové vymezení samotné podstaty konkurenceschopnosti v globálním měřítku.

Tato část diplomové práce se prostřednictvím případových studií, empirických důkazů a teoretických rámců snaží odhalit složitou souhru mezi umělou inteligencí a ekonomikou (v globálním měřítku). V této kapitole jsou popsány a rozebrány mnohostranné důsledky pro průmyslová odvětví, trhy práce, produktivitu a globální konkurenceschopnost, ale také etické úvahy a politické důsledky, které s sebou technologie umělé inteligence přináší do ekonomické skutečnosti.

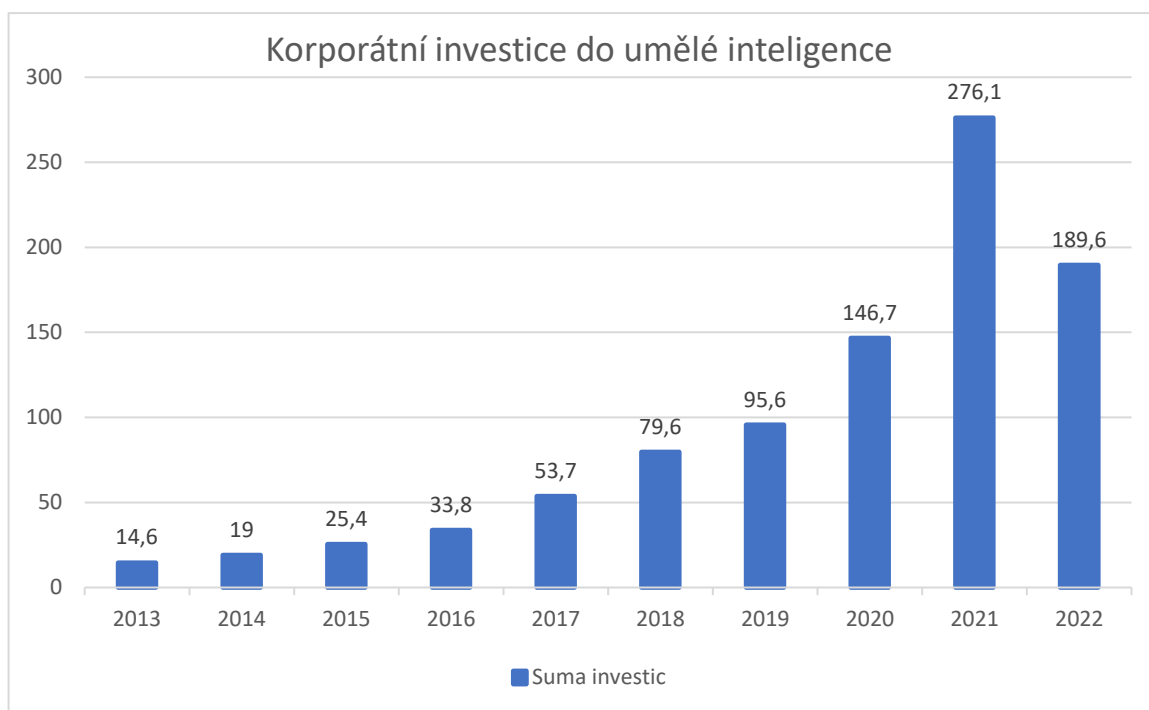
4. 1 Investice

V ekonomickém prostředí hrají investice klíčovou roli při podpoře tvorby kapitálu, kdy podniky získávají potřebná aktiva a infrastrukturu k rozšíření činnosti. Investice jsou v podstatě základem hospodářského pokroku, protože podporují rozvoj, vytvářejí bohatství a připravují země na trvalý růst ve stále se vyvíjející globální ekonomice. V oblasti technologického vývoje mohou investice do daných technologií sloužit také jako jeden z klíčových ukazatelů zájmu o vývoj a aplikace dané technologie. Strategické přidělování finančních prostředků na výzkum a vývoj umělé inteligence a následných aplikací, a to jak veřejnými, tak soukromými subjekty, představuje promyšlený krok k využití transformační síly technologie. Finanční alokace mohou také v určité míře představovat „víru“ v potenciál

dané technologie (AI) přetvořit průmyslová odvětví, podnítit inovace a posílit dlouhodobou hospodářskou konkurenceschopnost.

4. 1. 1 Korporátní investice

Jako konkrétní příklad měřítka ekonomického zájmu o umělou inteligenci mohou posloužit celosvětové korporátní investice do umělé inteligence. V této statistice jsou zahrnuty fúze a akvizice, investice do menšinových podílů, soukromé investice a veřejné nabídky (Statista, 2023). Statistika měřená od roku 2013 do roku 2022 je v miliardách amerických dolarů zobrazena na obrázku číslo 8 níže.



Obrázek 8 – Celosvětové korporátní investice do umělé inteligence v miliardách dolarů

Zdroj: How Much Are Companies Investing in AI? Statista [online]. 2023 [cit. 2024-01-10].
Dostupné z: <https://www.statista.com/chart/31314/global-corporate-investment-in-artificial-intelligence>

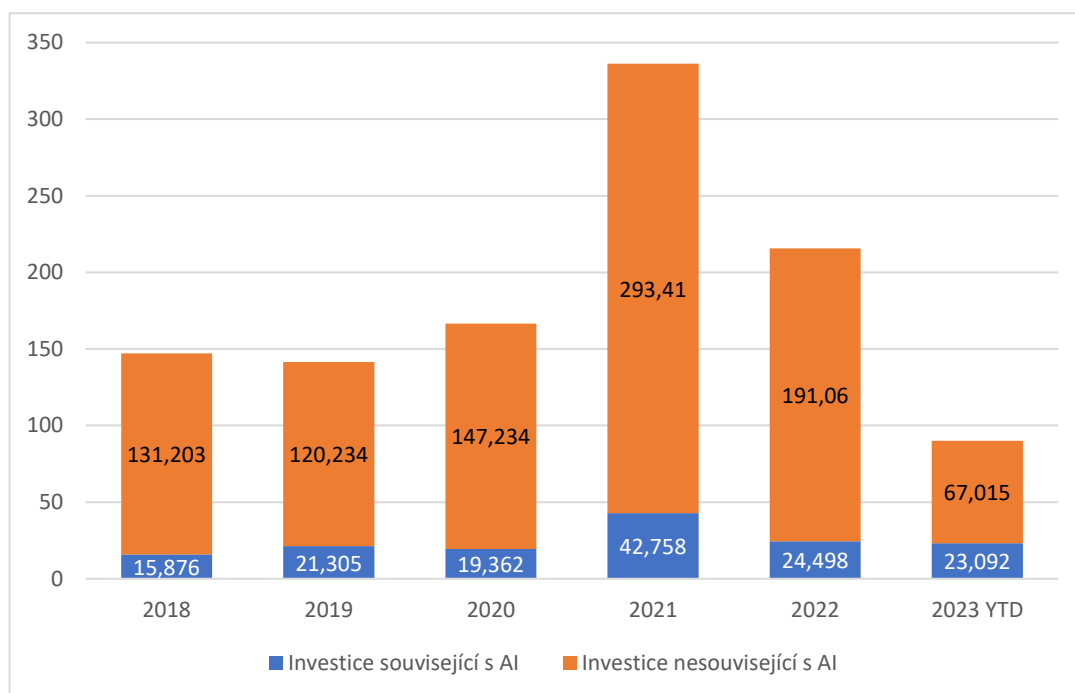
Jak je vidět na obrázku číslo 8 výše, od roku 2013 do roku 2022 je možné pozorovat vzestupný trend v celkové hodnotě korporátních investic do umělé inteligence. V roce 2013 dosáhly dle statistiky investice do umělé inteligence absolutní hodnoty ve výši 14,6 miliardy dolarů a v posledním sledovaném roce, tj. rok 2022, dosáhly investice výše 189,6 miliardy dolarů, což je v porovnání oproti roku 2013 nárůst téměř na třináctinásobek. Ve sledovaném období byla největší celková hodnota investice do AI v roce 2021 a to sice ve výši 276,1 miliardy dolarů a následně došlo k poklesu v následujícím roce. Tento rostoucí trend v průběhu let jasně ukazuje, že je zde velký finančně-ekonomický zájem o umělou inteligenci a její aplikace. Jak uvádí Maslej, Fattorini, Brynjolfsson, et al. (2023), největší akvizicí v roce 2022 byla akvizice americké společnosti *Nuance Communications*, kterou odkoupila společnost *Microsoft* za celkovou částku 19,8 miliard dolarů.

4. 1. 2 Investice do startupů

Další zajímavou statistikou mohou být investice do startupů, které jsou postaveny na technologiích umělé inteligence. Za startupy se označují rychle se vyvíjející, začínající a inovativní společnosti, které používají vyspělé technologie a mají velký potenciál ekonomického růstu. Tyto specifické společnosti jsou vnímány jako disruptivní a transformující ekonomické síly, a to zejména v oboru technologií.

Následující graf uvádí americké financování rizikovým kapitálem (tzv. *venture capital*) startupů, souvisejících s umělou inteligencí, od roku 2018 do srpna roku 2023 (*year-to-date*) v miliardách amerických dolarů. Co je nutné zmínit, je skutečnost, že ve statistice je uvažováno pouze s investicemi v celkové výši 200 tisíc amerických dolarů a vyšší za jedno kolo⁶.

⁶ Investice rizikového kapitálu typicky probíhají v moha „kolech“, od tzv. „*seed rounds*“ až po „*growth-stage rounds*“.



Obrázek 9 – Objem investic amerického rizikového financování do AI startupů (v miliardách dolarů)

Zdroj: GLASNER, Joanna. (2023). AI's Share Of US Startup Funding Doubled in 2023. *Crunchbase* [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://news.crunchbase.com/ai-robotics/us-startup-funding-doubled-openai-anthropic-2023>

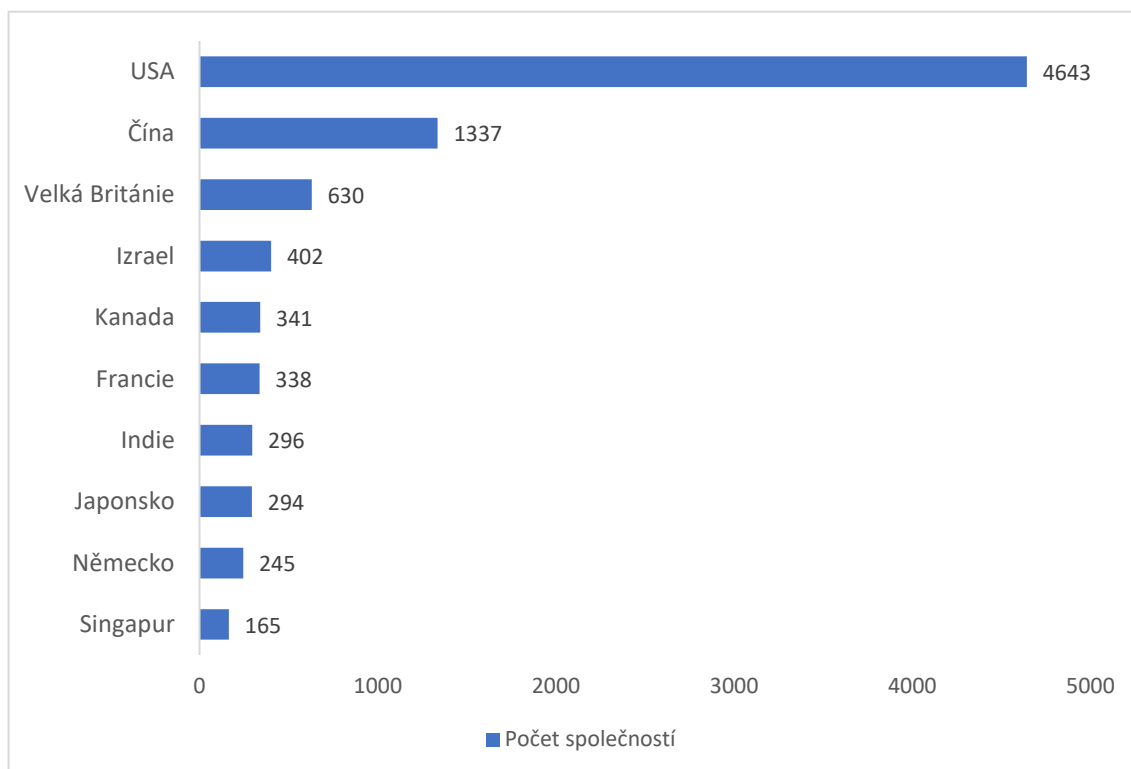
Jak je patrné z obrázku výše, jedná se o složený sloupcový graf, kde modrou barvou jsou označeny americké rizikové investice do startupů, které souvisejí s AI a oranžová barva představuje investice, které nesouvisejí s AI. Nejnižší objem investic, do „AI startupů“, byl v roce 2018 a to sice v absolutní výši 15,876 miliard dolarů. Nejvyšší absolutní hodnota rizikových investice americkými investory byl ve sledovaném období zaznamenán v roce 2021 a to sice v absolutní výši 42,758 miliard dolarů.

Z obrázku je ale patrný velmi důležitý trend, a to sice skutečnost, že rizikové investice americkými investory do „AI startupů“ mají meziročně rostoucí trend, a i když se celkový podíl rizikových investic snižuje, je zde stále větší podíl investic do startupů souvisejících s AI. Například v roce 2018 představoval poměr investic do „AI startupů“ ku ostatním investicím do startupů 12,1 %. Naopak v posledním sledovaném roce (od začátku roku 2023 do srpna 2023), byl tento poměr přes 34 %, což je znatelný nárůst oproti roku 2018 i oproti přechozímu roku 2022, kdy byl tento poměr pouze necelých 13 %.

Je pozoruhodné, že zatímco většina odvětví zaznamenává méně investic, společnostem v těchto odvětvích s přesvědčivými argumenty v oblasti AI se daří lépe získávat financování. Lze předpokládat, že tento trend bude pokračovat, vzhledem k tomu,

že umělá inteligence představuje stále více důležitou součást startupů. Zájem o financování umělé inteligence může připomínat situaci, která nastala zhruba před 25 lety v Severní Americe, kdy se nové startupy označovali jako „internetová společnost“ a tím se chtěli odlišovat, avšak dnes se již předpokládá, že internet je klíčem obchodního model prakticky každého startupu. Existuje možnost, že být společností zabývajících se umělou inteligencí přestane být relevantní kategorizací. Ne proto, že by byla irelevantní, ale proto, že je příliš zásadní na to, aby ji někdo vynechal. (Glasner, 2023)

Na obrázku číslo 10 níže jsou zobrazeny počty nově financovaných společností zabývajících se umělou inteligencí, členěné dle geografické lokace. Statistika je měřena kumulativně, a to od roku 2013 až do roku 2022 a je zde zobrazeno 10 lokací v sestupném pořadí, tj. od největšího čísla po nejmenší. Jak je patrné z tohoto obrázku, největší počet nově financovaných AI společností, ve sledované časovém období, je ve Spojených státech amerických, a to v hodnotě 4 643. Jako druhá země se v dané statistice umístila Čína, a to sice s celkovým počtem 1 337 AI společností, což je zhruba 3,5x méně než v USA a jako třetí se v této statistice umístila Velká Británie s počtem 630 AI společností, což je necelá polovina v porovnání s Čínou.



Obrázek 10 – Kumulativní počet nově financovaných AI společností dle geografické oblasti, 2013 až 2022

Zdroj: MASLEJ, Nestor, FATTORINI, Loredana, BRYNJOLFSSON, Erik, et al. (2023). Artificial Intelligence Index Report 2023. *Stanford HAI* [online]. [cit. 2024-02-02]. Dostupné z: https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2023/04/HAI_AI-Index-Report_2023.pdf

4. 2. Trh práce

Jak již bylo v této práci mnohokrát uvedeno, nástroje umělé inteligence nacházejí uplatnění v podstatě ve všech ekonomických oborech. Co se týče ekonomických dopadů umělé inteligence na trh práce, mohou být výsledky velmi různorodé. V mnoha krajních případech využívají společnosti a pracovníci AI jako nástroj k efektivnější práci a v některých případech dochází také k nahrazení pracovníků nástroji AI, které zvládnou danou práci efektivněji/rychleji/levněji. AI také umožňuje společně pracovat efektivněji a zkvalitňovat produkty/služby což může přispívat k ekonomickému blahobytu (viz následující podkapitola).

AI má potenciál dramaticky změnit trh práce. Na jedné straně je zde potenciál pro zvýšený růst produktivity vítán vzhledem k desetiletí trvajícím zpomalování růstu produktivity ve Spojených státech a dalších vyspělých ekonomikách. Na druhé straně by potenciál narušení pracovních sil způsobený umělou inteligencí mohl potenciálně zhoršit stávající problémy v pracovní síle, včetně desetiletí trvajících poklesu míry participace mužů na pracovní síle. Ekonomický výzkum tyto otázky teprve začal posuzovat. První výsledky výzkumu naznačují, že umělá inteligence a robotika skutečně zvyšují růst produktivity a že celkové dopady na trh práce jsou mnohoznačné (Furman, Seamans, 2019)

Následující část diplomové práce se zaměřuje na širší současné a budoucí ekonomické dopady umělé inteligence na trh práce.

4. 2. 1 Automatizace

Tato podkapitola vychází ze studie konzultantské společnosti *PwC* (Gillham, Rimmington, Dance, et al., 2018). Cílem studie bylo zachytit kumulativní dopady umělé inteligence v různých světových regionech a odhad podílu současné pracovní síly do roku 2030 společně s odhadem počtu pracovních míst, která v tomto procesu zaniknou. Studie vytvořila odhady automatizace pracovní síly a celkového úbytku pracovních míst pomocí vážených průměrů pro jednotlivé země. Tato studie však nebrala v úvahu vytváření nových pracovních míst v důsledku umělé inteligence (viz další kapitola). Studie vycházela z existující práce, kterou provedla instituce *OECD*⁷.

⁷ Organisation for Economic Co-operation and Development (Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj).

Jak uvádí autoři Gillham, Rimmington, Dance, et al. (2018), v rámci studie se nepodařilo vytvořit odhady pro každou zemi v rámci daného regionu, ale v případě možnosti byly použité údaje ze dvou klíčových zemí, aby byly odhady automatizace pro daný region co nejvíce reprezentativní. Při modelování odhadu automatizace v daném regionu, ve kterém je vybrána více než jedna země, byl ve studii použit vážený průměr pro jednotlivá odvětví za dané země.

Dle Gillham, Rimmington, Dance, et al. (2018), byly země v daných regionech vybrány tak, aby byly výsledky co nejvíce reprezentativní. Země používané k modelování ve studii a podíly jejich HDP jsou zobrazeny v tabulce číslo 1 níže.

| Region | Vybraná země regionu | Podíl HDP zemí v regionu (%) |
|------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| Severní Amerika | Spojené státy americké | 92 |
| Latinská Amerika | Chile | 5 |
| Severní Evropa | Velká Británie, Německo | 46 |
| Jižní Evropa | Španělsko, Itálie | 73 |
| Rozvinutá Asie | Japonsko, Jižní Korea | 88 |
| Čína | Jižní Korea (zástupná země) | ----- |

Tabulka 1 – Země používané k zastoupení regionu a podíl regionálního HDP v modelu společnosti PwC

Zdroj: GILLHAM, Jonathan, RIMMINGTON, Lucy, DANCE, Hugh, et al. (2018). The macroeconomic impact of artificial intelligence. PWC [online]. [cit. 2024-01-09]. Dostupné z: <https://www.pwc.co.uk/economic-services/assets/macro-economic-impact-of-ai-technical-report-feb-18.pdf>

Omezením této studie byla skutečnost, že vychází z dat, která jsou dostupná pouze pro země OECD, což ovlivnilo zachycení podílu HDP Číny a Latinské Ameriky. Jak uvádí autoři, v případě Číny nebyla dostupná žádná data z jakéhokoliv regionu v Číně, a proto nakonec autoři studie vybrali jako zástupnou zemi v regionu Jižní Koreu, která by dle autorů (na základě různých charakteristik) nejlépe reprezentovala potenciál automatizace v Číně. (Gillham, Rimmington, Dance, et al., 2018)

Jak uvádí Gillham, Rimmington, Dance, et al. (2018), hlavním zdrojem dat při této studii byl datový soubor OECD, který je sestaven dle *Programu pro mezinárodní hodnocení kompetencí dospělých (PIAAC)*. Jak se uvádí ve studii, tento datový soubor obsahuje

charakteristiky pracovních míst a charakteristiky jednotlivců, kteří vykonávají danou práci. V rámci studie by použit datový soubor, který vychází z výchozí studie *OECD* a který používá *SOC*⁸ kódy pro klasifikaci různých povolání.

Výsledky studie

V rámci studie došli autoři k závěru, že procenta pracovních míst s vysokým „rizikem“ automatizace do roku 2030 se výrazně liší jak v různých geografických regionech, tak i v rámci průmyslových odvětvích.

Dle závěrů autorů mají největší potenciál pro automatizaci regiony Severní Amerika a Evropa. Studie uvádí že v regionech Severní Amerika a Evropa se počet ohrožení pracovních míst automatizací pohybuje mezi 23 % a 76 %, v závislosti na daném odvětví. V oblastech ekonomiky v Asii je dle studie zjištěn mnohem nižší potenciál v rozmezí mezi 11–29 %. Dle autorů jsou rozdíly mezi danými geografickými regiony dány především rozdíly ve složení jednotlivých odvětví a v rozdílech v rozdílech v míře automatizace pracovních míst v rámci odvětví, které souvisejí s rozdíly ve skladbě úkolů v různých zemích. Jak je psáno ve studii, země s větším zaměřením na zpracovatelský průmysl, mají obvykle vyšší „riziko“ automatizace. Jak uvádí autoři, například Japonsko má složení průmyslu (jednotlivé sektory) náchylné k automatizaci, avšak pracovníci v této zemi obvykle více vykonávají úkoly manažerského typu spíše než manuální úkoly, což snižuje pravděpodobnost automatizace. (Gillham, Rimmington, Dance, et al., 2018)

Z hlediska odvětví jsou klíčovými faktory, které určují potenciál automatizace, podíl času stráveného manuálními úkoly, rutinními úkoly nebo jednoduchými výpočty ve srovnání s úkoly zahrnujícími řídicí, sociální a gramotnostní dovednosti a úroveň požadovaného vzdělání pro danou pozici. Jak uvádí studie, největší pravděpodobnost automatizace mají odvětví s velkým podílem rutinních a manuálních úkolů, jako například doprava či logistika. Naopak v odvětví služeb, kde je kladen větší důraz na sociální dovednosti a gramotnost a kde jsou obvykle zaměstnanci více vzdělání (zdravotnictví, technologie, vzdělávání) je pravděpodobnost automatizace s využitím umělé inteligence nižší. (Gillham, Rimmington, Dance, et al., 2018)

⁸ *SOC* = standardní systém klasifikace povolání, používaný ve Spojených státech amerických.

4. 2. 2 Tvorba pracovních míst

V současné době se v souvislosti s umělou často hovoří o automatizaci práce, či přímo o ztrátě pracovních míst. Avšak jak uvádí Gillham, Rimmington, Dance, et al. (2018), výzkumníci zabývající se touto problematikou se nezaměřili pouze na hrozby, které s sebou nesou nástroje umělé inteligence, ale také na příležitosti, zejména ve tvorbě nových pracovních míst. Jak udávají autoři Gillham, Rimmington, Dance, et al. (2018), například i ve výzkumu *OECD* z roku 2015 je uvedeno, že nové technologie s sebou mohou přinášet také pozitivní vliv na poptávku po práci, pokud dochází ke zvýšení poptávky po produktech v důsledku zlepšení konkurenceschopnosti a pozitivního vlivu na příjmy pracovníků. Umělá inteligence bude sama o sobě vyžadovat nové role a zaměstnaní i bez nárůstu poptávky po pracovní síle, protože spolu s vývojem a aplikací AI bude nutné tyto technologie udržovat, provozovat a v neposlední řadě také regulovat (Gillham, Rimmington, Dance, et al., 2018).

V souvislosti s umělou inteligencí identifikují Wilson, Daugherty a Morini-Bianzino (2017) vznik zcela nových, jedinečných pracovních míst, které přímo nenahrazují předchozí pracovní místa, ale vyžadují nové dovednosti a školení. Autoři Wilson, Daugherty a Morini-Bianzino (2017) rozdělili kategorie nových pracovních míst do 3 kategorií, kdy tito lidé budou „doplňovat“ úkoly prováděné umělou inteligencí a cíle jejich práce bude zajišťovat, aby práce umělé inteligence byla efektivní, odpovědná, spravedlivá, transparentní a kontrolovatelná.

Autory definované role jsou následující (volně přeloženo z anglického originálu): školitelé, vysvětlovači a udržovatelé. Jak uvádějí autoři, tyto pracovní pozice budou vyžadovány ve velkém měřítku napříč průmyslovými odvětvími a tyto požadavky budou znamenat zátěž pro školení a vzdělávání v organizacích. Tyto pracovní role se také budou klást rozdílné požadavky na dovednosti a zkušenosti daných pracovníků.

Role školitelů

Jednou ze tří kategorií pracovních míst, které budou dle Wilson, Daugherty a Morini-Bianzino (2017) vyžadovat lidské pracovníky jsou tzv. školitelé, v anglickém originále *trainers*, jejichž prací bude dle autorů učit systémy, jak by měly fungovat. Dle autorů například školitelé pomáhají AI nástrojům pro zpracování přirozeného jazyka (NLP) a nástrojům pro překládání jazyků dělat méně chyb. Tito lidé také učí nástroje umělé

inteligence napodobovat lidské chování v oblastech jako jsou například projevy soucitu, používání vhodného humoru či odhalovat sarkasmus.

Autoři jako příklad uvádějí americkou organizaci *Kemoko*, která vyvíjí algoritmus strojového učení, jehož cílem je pomáhat virtuálním asistentům, jako například *Siri (Apple)* či *Alexa (Amazon)*, odpovídat na otázky uživatelů se soucitem. Příkladem situace, kdy je vhodné, aby virtuální asistent reagoval empaticky je situace, kdy jsou například uživatelé frustrováni, že výrobek, který nakoupili je vadný či se jim ztratilo zavazadlo. V takovýchto situacích bude žádoucí, aby systém dokázal s uživateli komunikovat (či přímo problém vyřešit) s odpovídající mírou soucitu, porozumění ale i třeba také humoru. Pokud tento algoritmus reaguje nevhodně, je úkolem člověka (zmíněného školitele) náprava, čímž se algoritmus postupem času zlepšuje. Hlasový asistent *Alexa*, by bez „vyškolení empatie“ odpovídal na úzkosti uživatele v předem připravených a opakujících se odpovědích, avšak se správným „vyškolením“ dokáže asistent reagovat lépe a užitečněji. Co se týče potřebného vzdělání a dovedností pro roli školitele, lidé, kteří jsou empatictí by se mohlo naučit potřebné dovednosti v rámci školícího a například vysokoškolský titul nebude pro tuto roli potřeba. (Wilson, Daugherty a Morini-Bianzino, 2017)

Role vysvětlovačů

Další kategorií nově vzniklých pracovních míst v důsledku umělé inteligence, kterou autoři Wilson, Daugherty a Morini-Bianzino (2017) identifikují jsou tzv. *vysvětlovači* (v originále *explainers*). Tato role dle autorů doslova umožní překlenout propast mezi technologií a byznys lidry. Jak uvádí autoři, tyto lidé pomohou zajišťovat přehlednost, která je, se stále rostoucí nepřehledností nástrojů AI a jejich fungování, stále důležitější. Bude nutné, aby zaměstnanci společností, které vyvíjejí a provozují nástroje umělé inteligence, dokázali vysvětlit fungování složitých algoritmů i netechnickým odborníkům (potenciálně široké veřejnosti). Autoři uvádí že, i politici uvažují regulace v této oblasti a jako příklad je uvedeno nařízení Evropské Unie *Obecné nařízení o ochraně osobních údajů (General Data Protection Regulation)*, které vešlo v účinnost v roce 2018, které dle autorů v podstatě definuje „právo na vysvětlení“, díky kterému umožní spotřebitelům (zákazníkům) klást otázky a bojovat proti rozhodnutí, které bylo učiněno čistě na základě algoritmů (rozhodnutí se týká zákazníků).

Role udržovatelů

Poslední (třetí) kategorií nově vzniklých pracovních míst v důsledku umělé inteligence, kterou autoři Wilson Daugherty a Morini-Bianzino (2017) identifikují jsou tzv. *udržovatelé* (v originále *sustainers*). Dle autorů bude úkolem těchto lidí v podstatě zajišťovat, aby systémy umělé inteligence správně fungovaly a aby se s patřičnou naléhavostí řešily nezamýšlené důsledky. Autoři ve vlastním průzkumu zjistili (2017), že méně, než jedna třetina dotazovaných společností má vysokou míru důvěry ve spravedlnost a auditovatelnost jejich nástrojů umělé inteligence a méně, než polovina dotázaných společností má vysokou míru důvěry v bezpečnost daných nástrojů. Dle autorů tyto statistiky poukazují na zásadní problémy, které je třeba vyřešit a v tomto ohledu budou lidé z kategorie *udržovatelé* mít zásadní roli.

Jednou z hlavních rolí bude takzvaný „*manažer pro dodržování etických předpisů*“ v originále „*ethics compliance manager*“. Úkolem těchto lidí bude působit v podstatě jako ombudsman a budou prosazovat lidské hodnoty a normy. Člověk v takovéto roli by mohl například zasahovat v případech kdy systém umělé inteligence, který je využíván ke schvalování úvěrů, diskriminuje určitou skupinu lidí. Tyto pracovní pozice, pravděpodobně budou vyžadovat vysoce specializované a pokročilé dovednosti. Organizace musí pracovat s procesy v oblasti lidských zdrojů tak, aby dokázaly nejen přilákat, ale také udržovat tyto odborníky, po nichž bude vysoká poptávka. (Wilson, Daugherty a Morini-Bianzino, 2017)

4. 3 Dopady napříč firemními hodnotovými řetězci

Index dopadu umělé inteligence je model vytvoření společností PwC (Gillham, Rimmington, Dance, et al., 2018), jehož cíle je identifikace a vyhodnocení dopadů umělé inteligence napříč firemními hodnotovými řetězci u produktů ve zkoumaných průmyslových odvětvích. Jak uvádí autoři studie, tento index zachycuje potenciál umělé inteligence transformovat konkrétní produkty a poskytuje skóre, které vyjadřuje míru, v jaké by mohla být, díky využití AI, transformována nabídka produktů. Dané skóre je poté v rámci studie kvantifikováno pomocí různých technik, vycházejících z další akademické literatury, aby bylo možné vypočítat dopady, které bude mít umělá inteligence na spotřebitelský výběr. (Gillham, Rimmington, Dance, et al., 2018)

4. 3. 1 Metodologie studie

V rámci studie byly identifikovány hlavní produktové řady napříč sedmi průmyslovými odvětvími, které byly v této studii analyzovány. V daných odvětvích bylo zkoumáno jak společnosti a instituce v současné době využívají nástroje umělé inteligence a jaké nové techniky a aplikace jsou v nedohlednu. V rámci dané studie byly poté rozřazeny současné a nově vznikající oblasti příležitostí pro dané firmy. V této studii bylo analyzováno zhruba 3 000 případů využití nástrojů umělé inteligence napříč různými produktovými kategoriemi. Z těchto shromážděných dat byl vytvořen tzv. *index dopadu*, který klasifikuje aplikace umělé inteligence v několika dimenzích: prvek hodnotového řetězce, odvětví, pododvětví, produktová řada, typ dopadu (hnací síla příjmů vs. snižování nákladů), potenciální dopad na spotřebu a doba pro dosažení zralosti.

Jak uvádí Gillham, Rimmington, Dance, et al., (2018), *index dopadu umělé inteligence*, má být samostatným nástrojem pro hodnocení dopadů umělé inteligence, ale také zdrojem podkladů pro hodnocení dopadů při využití analýzy pomocí S-CGE⁹ modelu. Parametry konzistence a dostupnost údajů byly v rámci studie reprezentovány zástupnými prostředky. Tři z parametrů indexu dopadu personalizace, užitečnost a úspora času byly začleněny jako přímé vstupy do modelu.

4. 3. 2 Parametry

Ve všech hodnoceních v tomto modelu byl použit stav průměrného produktu vyráběného ve vyspělých ekonomikách a také skutečnost, jak by zavedení umělé inteligence v daných průmyslových odvětvích mohlo personalizovat produkty, zvýšit jejich kvalitu (a tím výsledný užitek pro spotřebitele), ušetřit spotřebitelům čas a zvýšit konzistenci ve výrobě. V rámci tohoto modelu bylo každé výše uvedené kategorii přiděleno číselné skóre 1 až 5. (Gillham, Rimmington, Dance, et al., 2018)

⁹ Dynamický, vypočitatelný model obecné rovnováhy, který modeluje ekonomické interakce mezi různými „hráči“ v ekonomice, jmenovitě: firmami, domácnostmi a vládními institucemi.

Potenciál personalizace

Studie v kategorii *potenciál personalizace* měřila, jak velký prostor existuje pro personalizaci produktů nástroji AI vzhledem k současné personalizaci prostřednictvím stávajících technologií. V této kategorii byly zkoumány stávající produkty ve vyspělých zemích a jejich stávající úroveň personalizace. Pokud jsou produkty v současnosti vysoce personalizované, získali nízké skóre potenciálního zvýšení a pokud je produkt vyráběn na komoditní úrovni a je zde vysoký potenciál personalizace s využitím AI, pak získává, dle této studie, nejvyšší skóre. Jak uvádí autoři, některé produkty nemohou být personalizovány (či velmi těžce), tudíž nedostaly žádné číselné skóre.

Níže je uvedeno hodnocení v této kategorii (Gillham, Rimmington, Dance, et al., 2019):

- 5 = Produkt je v současnosti komoditou (např. obsluha v call centru),
- 4 = Produkt je v současnosti mírně přizpůsobená komodita (např. podílové fondy podle cílového data odchodu do důchodu),
- 3 = Produkt je v současnosti přizpůsobený na demografické úrovni (např. reklamy na *Super Bowl*, cílené na určitou etnicko-demografickou skupinu v USA),
- 2 = Produkt je aktuálně přizpůsobený na úrovni daného segmentu (např. reklamy cílené na osoby dle poštovního směrovacího čísla),
- 1 = Produkt je v současnosti přizpůsobený (personalizovaný) na individuální úrovni (např. domácí inspekce).

Kvalita a užitá hodnota

Jak uvádí Gillham, Rimmington, Dance, et al., (2018), každý produkt na trhu má svou vnitřní hodnotu nebo úroveň užitku, která je hnací silou pro poptávku spotřebitelů po daném produktu či službě. V rámci studie byla zkoumána užitá hodnota produktu v současnosti a porovnávána s užitou hodnotou produktu s využitím AI. V rámci studie bylo analyzováno, jak jednotlivé případy použití mohou mít odlišnou míru dopadu na užitek spotřebitelů a úměrně k tomu na poptávku spotřebitelů. Níže je opět uvedeno podrobně hodnotící škála (Gillham, Rimmington, Dance, et al., 2018):

- 5 = Užitečnost produktu ovlivňuje život a smrt lidí (např. auto vyhýbající se nehodám),
- 4 = Rozsah funkcí produktu je rozšířen (např. těžební řešení, které může operovat a přemísťovat se),

- 3 = Rozsah funkcí produktu je stejný, ale jeho užitečnost je značně rozšířena (produkt „dělá“ totéž, avšak mnohem lépe),
- 2 = Umělá inteligence má pozorovatelný vliv, avšak vliv na užitečnost daného produktu je minimální
- 1 = Umělá inteligence nemá prakticky žádný dopad na užitek spotřebitele (srovnatelná verze produktu jako bez využití AI).

Úspora času

Další sledovanou kategorií v dané studii je úspora času. V rámci studie bylo měřeno, kolik času by produkt s využitím AI spotřebitelům „ušetřil“. Studie rozlišovala mezi četností časové úspory a mezi rozsahem úspory při daném použití. Hodnotící škála Gillham, Rimmington, Dance, et al. (2018) je uvedena níže:

- 5 = Úspora značného množství času spotřebitelů každý den (v rozsahu hodin),
- 4 = Úspora nějakého množství času každý den (v rozsahu minut),
- 3 = Nepravidelná úspora množství času (v rozsahu hodin),
- 2 = Minimální nepravidelná úspora času (v rozsahu minut),
- 1 = Prakticky žádná úspora času.

Konzistence

Index dopadu zahrnuje také parametr konzistence výroby zboží a služeb. Jak uvádí Gillham, Rimmington, Dance, et al. (2018), cíl tohoto ukazatele se částečně překrývá s cílem ekonometrické analýzy pro vztah produktivity, a proto nebyl použit jako specifický vstup pro analýzu ekonomického dopadu modelu S-CGE.

Dostupnost dat

Jak uvádí autoři, pro plné využití ekonomického (nejenom) potenciálu nástrojů umělé inteligence je nutná dostupnost dat, a to ve velkém měřítku a specifičnosti. Více dostupných dat může potenciálně znamenat „lepší“ nástroje AI a tím vyšší celkový potenciál dopadu na společnost. Dle studie je dostupnost dat důležitým prvkem indexu, ale jedná se spíše o měřítko samotné míry umělé inteligence spíše než výstupu. (Gillham, Rimmington, Dance, et al., 2018)

Doba do dosažení vyspělosti

Jak uvádí autoři (Gillham, Rimmington, Dance, et al., 2018), v rámci studie byla uvažována i takzvaná doba do dosažení vyspělosti, v originále „*time to maturity*“, což byla další dimenze, která byla v modelu *Indexu dopadu umělé inteligence* sledována. Dle autorů, se jedná o odhadovanou dobu, kdy by daný případ využití (umělé inteligence) byl mohl být přijat „průměrnou“ společností ve vyspělých ekonomikách.

Dle autorů bylo při posuzování této metriky využito vlastního týmu odborníků, a kromě technologické proveditelnosti byly brány v úvahu také hnací síly a překážky v daném sektoru. Autoři udávají, že tato metrika poskytuje představu o technologické proveditelnosti, zda je daný případ použití v současné době realizovatelný (např. z pohledu infrastruktury). Jak uvádí autoři, v rámci této metriky bylo zvažováno mnoho faktorů, jako například regulační prostředí či riziko selhání daného nástroje AI.

V rámci *Indexu dopadu umělé inteligence* byla metrika doby do dosažení vyspělosti rozdělena do 3 základních kategorií (Gillham, Rimmington, Dance, et al., 2018):

- Krátké období: technologie používané v současné době nebo do 3 let,
- středně-dlouhé období: technologie používané do 3 až 7 let od současnosti,
- dlouhé období: technologie používaná za více než 7 let od současnosti.

4. 3. 3 Výsledky studie

Jak již bylo uvedeno, v rámci studie bylo pracováno s vybranými sektory a v rámci těchto sektorů bylo analyzováno zhruba 3 000 případů použití nástrojů AI napříč různými produktovými řadami. Použití umělé inteligence byla následně ohodnocena v rámci sledovaných parametrů (viz výše). Výsledkem je index (číslo od 1 do 5, dle hodnot v kategoriích výše) pro sledovaná odvětví v rámci 3 hlavních sledovaných parametrů (personalizace, kvalita a užitá hodnota, úspora času). Nejvíce bodů ve sledované kategorii personalizace a úspore času získaly sektory zdravotnictví, vzdělávání a další veřejné služby, doprava a logistika. Dále v kategorii kvalita a užitá hodnota je opět nejvyšší hodnota indexu v sektoru zdravotnictví (stejně jako výroba a stavebnictví) a finanční a odborné služby. Výsledky viz tabulka číslo 2 níže.

| Sektor | Personalizace | Úspora času | Kvalita a užitá hodnota |
|---|---------------|-------------|-------------------------|
| Energie, veřej. služby, těžba | 1,0 | 2,0 | 3.1 |
| Výroba a stavebnictví | 1,9 | 1,7 | 3.7 |
| Spotřební zboží, ubytovací, a stravovací služby | 2,9 | 2,6 | 3.1 |
| Doprava a logistika | 3,4 | 2,9 | 3.0 |
| Technologie, média, komunikace | 2,2 | 2,6 | 3.1 |
| Finanční a odborné služby | 2,8 | 2,4 | 3.5 |
| Zdravotnictví, vzdělávání a další veřejné a osobní služby | 4,3 | 3,0 | 3.7 |

Tabulka 2 – Výsledky Indexu dopadu umělé inteligence pro jednotlivá sledovaná odvětví

Zdroj: GILLHAM, Jonathan, RIMMINGTON, Lucy, DANCE, Hugh, et al. (2018). The macroeconomic impact of artificial intelligence. PWC [online]. [cit. 2024-01-09]. Dostupné z: <https://www.pwc.co.uk/economic-services/assets/macro-economic-impact-of-ai-technical-report-feb-18.pdf>

Personalizace produktů a služeb

Mnoho produktů z oblasti zdravotnictví a automobilového průmyslu nejsou obvykle personalizovány na základě jednotlivců, ale vykazují velký potenciál personalizace. Například v oblasti zdravotní péče je velká část poskytování péče a léků určena pro masový trh a personalizované služby a zboží jsou poskytovány až po vyčerpání „komoditních“ služeb, a to za vysoké ceny. Podobné je to i v sektoru dopravy, kde také chybí možnosti personalizace pro konkrétní způsob dopravy, kdy se v současnosti většina lidí spoléhá na jeden nebo dva způsoby dopravy. V budoucnu bude možné přizpůsobovat různé druhy dopravy pro konkrétní případ použití, což povede také k optimalizaci užitku z majetku a spotřebitelské zkušenosti. (Gillham, Rimmington, Dance, et al., 2018)

Úspora času

Jak již bylo řečeno, v kategorii úspora času získaly nejvyšší hodnotu indexu opět doprava a zdravotnictví. Jak uvádí autoři (Gillham, Rimmington, Dance, et al., 2018), například autonomní doprava je popsána jako velmi významná metoda, která vede k úspoře času. Stejně tak nástroje umělé inteligence mají velký potenciál úspory času v oblasti zdravotnictví. Například závažné zdravotní obtíže mohou snižovat kvalitu života a mohou vyžadovat velké množství zdrojů (časových, ale i finančních). Dle autorů by se dalo předejít některým případům hospitalizace, kdyby například měli ošetřovatelé lepší přístup ke zdravotním údajům v reálném čase, což by umožnilo přijímat důležitá opatření. Příkladem mohou být AI nástroje, které jsou speciálně určené k diagnostice pacientů a mohou poskytovat diagnostická data prakticky v reálném čase, viz podkapitola 5. 5. 7.

Kvalita a užitá hodnota

Jak již bylo uvedeno, nejvyšší *Index dopadu umělé inteligence* získaly sektory výroba a stavebnictví a opět zdravotnictví (a přidružené služby). Jak uvádí autoři studie, oblast výroby poskytuje mnoho případů použití nástrojů AI. Jako příklad je uvedena technologie, která dokáže identifikovat možné zvýšení poptávky po daném výrobku a přiměřeně upravit produkci, aby byla tato poptávka pokryta. Zvýšená efektivita výroby sníží výrobní náklady a povede k menšímu zpoždění při dodávání výrobků spotřebitelům. Naopak v oblasti zdravotnictví by mohlo zapojení nástrojů umělé inteligence v mnoha případech prodloužit životy pacientů. (Gillham, Rimmington, Dance, et al., 2018)

4. 4 Koncentrace tržní síly

Jak uvádí Korinek a Stiglitz (2021), vzestup nástrojů umělé inteligence může vést k větší koncentraci tržní síly a v důsledku toho se ekonomika může posunout k takové rovnováze, která je narušena tržní silou s většími rentami pro dominantními podniky. Ekonomičtí aktéři s dostatečnou tržní silou, kteří si jsou vědomi svých dopadů na tržní ceny (včetně cen výrobních faktorů), pravděpodobně této síly využijí k záměrnému zvýhodnění oproti ostatním aktérům. Samotná výsledná narušení mohou částečně či zcela kompenzovat přínosy inovací, což může vést ke zhoršení distribučních efektů šetření práce či efektů inovací, šetřících ekonomické zdroje. (Korinek, Stiglitz, 2021)

Jak píše Korinek a Stiglitz (2021), je těžké si představit, že by ekonomika založená na umělé inteligenci byla konkurenceschopná či vhodně popsána modelem konkurenční rovnováhy (*equilibrium model*). Autoři Korinek a Stiglitz (2021) udávají několik důvodů, proč pokrok v oblasti umělé inteligence posiluje tržní sílu velkých společností. Prvním důvodem že umělá inteligence je „informační zboží“, které se od ostatních statků liší tím, že není konkurenční, to znamená že jej lze používat téměř s nulovými mezními náklady, což v podstatě znamená, že pouze jedna firma může obsluhovat velmi velký trh. Kromě toho je tvorba nástrojů AI obvykle spojena s vysokými utopenými náklady či také s vysokými fixními náklady, proto je potřeba aby soukromé firmy získaly monopolní rentu, aby se jim tyto náklady vrátily. Kromě toho nástroje umělé inteligence obvykle zahrnují významné síťové externality¹⁰, z nichž některé vznikají v důsledku hromadění velkého množství dat, které umožňuje trénovat algoritmy lépe než konkurence. Všechny tyto vlivy vytvářejí velké překážky pro vstup na trh a tendenci k tomu, co bývá někdy označováno jako „*superstar efekt*“. (Korinek, Stiglitz, 2021)

V některé literatuře se uvádí, že roste počet tzv. „superhvězdných firem“ v ekonomice, které jsou „superziskové“, avšak spíše, než aby odrážely velmi produktivní technologie, mohou části těchto zisků vznikat jako důsledek uplatňování monopolní síly. Jako příklad je možné uvést Spojené státy americké, kdy velká část zisků na akciovém trhu v posledním desetiletí byla soustředěna do digitálních gigantů¹¹, a to do značné míry díky jejich tržní síle. Technologický pokrok v algoritmech umožnil digitálním firmám získat větší přebytek od spotřebitelů prostřednictvím diskriminačních cen. (Korinek, Stiglitz, 2021)

Tyto monopolní efekty se pravděpodobně projeví nejen na úrovni podniků, ale také na úrovni zemí, a v případě umělé inteligence budou pravděpodobně obzvláště závažné. Také zde existuje i riziko, že země, které zastávají vedoucí roli ve výzkumu a vývoji umělé inteligence, mohou těžit z veškerých výnosů, spojených s rozvojem umělé inteligence. Zbytek světa a zejména většina rozvojových a rozvíjejících se ekonomik, může zůstat pozadu. V minulosti se na technologickém pokroku významnou měrou podílel základní výzkum, který byl financován vládami zemí s vysokými příjmy a který byl volně k dispozici všem rozvojovým zemím. To se může s umělou inteligencí změnit. (Korinek, Stiglitz, 2021)

¹⁰ Činnost, prostřednictvím které firmy či jednotlivci způsobují nedobrovolné náklady nebo zisky jiným subjektům bez kompenzace prostřednictvím trhu.

¹¹ Například Amazon, Google či Apple.

Někteří lidé naznačují, že pozitivní stránkou pro rozvojové země může být to, že současné algoritmy strojového učení jsou velmi náročné na data a rozmanitější data obsahují více informací, což může být určitý způsob generování příjmu, avšak zdá se, že prodej dat není pro rozvojové země pravděpodobnou cestou k tomu, aby získaly zpátky svůj „ušlý“ příjem ani také neexistují žádné důkazy, které by tomu nasvědčovaly. Ve skutečnosti je možné, že mezní výnos z většího počtu různorodých údajů může být omezený. Budoucí pokroky v algoritmech strojového učení mohou tyto rozvíjející se země učinit méně závislými, na velkém množství dat, kdy bude zapotřebí specifitějších, na míru šitých (pro konkrétní účely) dat. (Korinek, Stiglitz, 2021)

4. 5 Zdanění a redistribuce

Hospodářská politika hrála rozhodující roli při utváření hospodářských výsledků v předchozích obdobích a totéž bude platit v případě umělé inteligence. Některé politické nástroje k řešení dopadů technologického narušení jsou podobné těm, které fungovaly v přechodných obdobích technologických změn a některé z nich jsou přizpůsobeny speciálně pro problémy, které s sebou přináší umělá inteligence. (Korinek, Stiglitz, 2021)

Mezi rozhodující hospodářské politiky v boji proto rostoucí nerovnosti patří různé daňové politiky a také politiky přerozdělování (redistribuce), kdy důležitou roli hraje zejména progresivní zdanění. Předpojatost technologického pokroku vůči nekvalifikovaným pracovníkům v kombinaci například s nárůstem monopolní síly, přispěly k nárůstu příjmové nerovnosti a k ještě větší nerovnosti v otázce bohatství na celém světě. V důsledku toho se zvýšil význam progresivního zdanění, avšak v poslední době stále více zemí své daňové systémy činí stále více regresivními. Jako příklad je možné uvést skutečnost, že mnoho zemí například zdaňuje výnosy z rent (např. pozemkové renty) nižšími sazbami oproti sazbám pracovníků. Například ve Spojených Státech amerických odvádí „bohatí“ ve formě daní nižší zlomek svých příjmů než většina populace. (Korinek, Stiglitz, 2021)

Jak uvádí Korinek a Stiglitz (2021), zvyšování daní je obzvláště výzvou pro rozvojové země, kde neformální sektor¹² je typicky větší než ve vysokopříjmových ekonomikách. Pro vlády je snazší vybírat daně z obchodních transakcí, pokud jsou tyto ekonomické činnosti zprostředkovány například prostřednictvím digitálních platforem, kdy

¹² Označení pro ekonomické aktivity, které nejsou monitorovány ani regulovány vládou.

jsou tyto transakce monitorovány a evidovány. Jedním z problémů je například situace, kdy technologický pokrok, který ve svém důsledku šetří práci, snižuje daňové příjmy z práce, což bývá tradičně nejvíce zdaňovaným faktorem v ekonomikách. Tato situace vyžaduje, aby se zdanění přesouvalo k jiným rentám a faktorům. Ve výsledku může zdanění renty ve skutečnosti odrazovat od vyhledávání renty což v důsledku zvyšuje efektivnost. Toto zdanění může například ovlivnit rozhodnutí jednotlivců a firem, kdy, pokud je na rentu uvalena daň, dané subjekty mohou vyhledávat alternativní ekonomické zdroje. Popsané chování odráží skutečnost, kdy ekonomické subjekty upravují své chování na základě vnímaných nákladů a přínosů. V kontextu umělé inteligence mohou být zejména některé monopolní nájmů digitálních gigantů zdaněny, aniž by došlo k zásadním deformacím v ekonomice. (Korinek, Stiglitz, 2021)

Při navrhování daňových systémů opodstatněná obava, že daně v konečném důsledku nesou jiné faktory a subjekty, než na které byly uvaleny, což nevede k žádoucím redistribučním cílům, kdy jako příklad uvádějí Korinek a Stiglitz (2021) situaci, kdy zdanění kapitálu odrazuje kapitalisty od jeho akumulace.

Při navrhování daňových systému existuje opodstatněná obava, že v konečném důsledku daňové břemeno jiné faktory a subjekty, než na které byly uvaleny. Tato situace následně nevede k žádoucím redistribučním cílům. Příkladem může být situace, kdy zdanění kapitálu odrazuje kapitalisty od jeho akumulace. (Korinek a Stiglitz, 2021)

4. 5. 1 Základní nepodmíněný/základní příjem

Jedním z možných modelů ekonomické redistribuce, který je v souvislosti s umělou inteligencí široce diskutován, je takzvaný základní nepodmíněný příjem, v angličtině *universal basic income (UBI)*. Dle Peters (2023) je univerzální nepodmíněný příjem vládní program, ve kterém každý dospělý občan dostává pravidelně stanovenou částku peněz, kdy cílem tohoto systému je zmírnit chudobu a nahradit jiné sociální programy založené na potřebách, které potenciálně vyžadují větší byrokratické zapojení. Jak uvádí Peters (2023), tento koncept je možné datovat v podstatě až do 16. století, avšak až v posledních letech se dostává do širšího povědomí, kdy velká část zájmu souvisí zejména s růstem automatizace práce. Peters (2023) uvádí, že zastánci tohoto konceptu věří, že základní zaručená platba vlády může pomoci, aby se lidé zasažení ekonomickou transformací vyhnuli chudobě. I když tento příjem by nestačil na živobytí, teoreticky by mohl doplnit příjem z nižších mezd nebo

zaměstnání na částečný úvazek, ale dle některých názorů by mohl základní nepodmíněný příjem dokonce odrazovat od práce (Peters, 2023).

Mnoho zemí či oblastí na světě již má praktické zkušenosti se základním nepodmíněným příjmem, jmenovitě například stát Aljaška, kde od roku 1982 stát poskytuje každému občanovi roční příjem v rozmezí zhruba tisíc až dva tisíce dolarů, dle ceny ropy (Samuel, 2020). Tento příjem je financován Stálým fondem Aljašky (*Alaska Permanent Fund*), který je financován příjmy z ropy (Samuel, 2020).

Jak uvádí Korinek a Stiglitz (2021), mnozí lidé z technologické komunity reagovali na obavy z dopadu technologického pokroku na zaměstnanost prosazováním tohoto univerzálního základního příjmu. Dle Korínka Stiglitz (2021) by bylo vhodné, aby se příjem opravdu vztahoval na všechny občany světa stejnou měrou a ne, jen občany, kteří měli to štěstí, že se narodili v konkrétním místě, která mají fiskální kapacitu si takový program dovolit, což by dle autorů byl významný krok vpřed vzhledem k obtížím při zajišťování převodů přes hranice států.

Dále Korinek a Stiglitz (2021) udávají, že programy základního nepodmíněného příjmu by mohly mít smysl v budoucnosti, kdy se pracovní síla stane nadbytečnou, dle autorů je v současnosti (dílo autorů psáno v roce 2021) žádoucí se soustředit na vytváření pracovních míst pro všechny lidi, kteří jsou ochotni pracovat. Následně Korinek a Stiglitz (2021) uvádějí, že jedním z přístupů k zajištění minimálního příjmu pro všechny občany, v dlouhodobém horizontu (s přínosem solidarity) je sdílené kapitálové vlastnictví, kdy společnosti, kterým je poskytována vládní pomoc, nebo staví na inovacích, které jsou částečně založeny na výzkumu financovaném vládou, byly požádány, aby přispěly akciemi do suverénního investičního fondu, vlastněného každým v dané zemi.

4. 6 Výdajová a infrastrukturní politika

Jak uvádí Korinek a Stiglitz (2021) výdajová politika může být v kontextu vyrovnání nepříznivých účinků umělé inteligence stejně důležitá jako zdanění a celková daňová politika a jak tvrdí autoři, výdajová politika přináší oproti transferům několik výhod, které jsou zvláště důležité v rozvojových zemích. Dle autorů mohou být vládní výdaje snadněji zacíleny na základě potřeb a mohou být více odolné vůči korupci. Například výdaje na lidský blahobyť, jako jsou například výdaje na vzdělání a zdraví, jsou přirozeně zaměřeny na ty,

kterí vzdělávání a zdravotní péči dostávají, a nejsou vynakládány na ty, kteří již vzdělání mají, nebo na ty, kteří jsou zdraví Korinek a Stiglitz (2021).

Výdajové politiky mohou v důsledku zvyšování poptávky po kvalifikované pracovní síle zvyšovat rovnost tržních příjmů (predistribuce), ale také mohou být cíleny tak, aby přínosy výdajů šly neúměrně na vrub méně majetným, což zvyšuje rovnost blahobytu. Obzvláště důležité jsou investice do digitální infrastruktury, které umožňují občanům přístup k internetu a tím pádem i k rozsáhlým službám, které jsou jeho prostřednictvím internetu poskytovány. Nedávné pokroky v oblasti síťových technologií umožňují rozvojovým zemím přeskocit starší technologie, v nichž se vysokopříjmové země pohybují. Dalšími příklady zvyšování veřejných výdajů na pracovní sílu je vytváření pracovních míst v sektoru služeb, například v oblasti zdravotnictví a v některých aspektech vzdělávání, kde tyto výdaje mohou, jak prospívat chudým a potřebným, tak i zvyšovat mzdy v důsledku samotného zvýšení poptávky po práci. (Korinek a Stiglitz, 2021)

4. 7 Data

Jak udává Korinek a Stiglitz (2021) data jsou zásadním vstupem pro novou ekonomiku umělé inteligence, a proto se informační politika stala hlavním tématem politické a regulační agendy. Zdá se že globální společnosti, které se zabývají umělou inteligencí sami určují agendu samotné regulace dat, kdy se pravidla týkající digitální ekonomiky posouvají tím směrem, kdy poskytují lepší ochranu technologickým gigantům. Toto je důležité zejména pro rozvojové země, kde pravidla nyní určují tyto technologičtí giganti, kteří se nezajímají o názory občanů ve vysokopříjmových zemích, natož pak v ostatních zemích. Monopolizace dat globálními hráči v oblasti umělé inteligence znesnadňuje rozvojovým zemím tyto velké hráče dohnat a znesnadňuje rozvoj vlastních společností, založených na umělé inteligenci. Globální giganti těží se svého přístupu k obrovskému množství dat z celého světa, které jim umožňují své produkty neustále zdokonalovat. (Korinek a Stiglitz, 2021)

Například Evropa se touto problematikou zabývá a snaží se zajistit sdílení přínosů nových digitálních technologií a minimalizovat škody. Příkladem mohou být iniciativy, které vyžadují sdílení údajů s cílem zabránit monopolizaci dat. V tomto ohledu by bylo žádoucí zavést nové předpisy o transparentnosti, například o algoritmech a cílených reklamách, díky kterým by byly možné škodlivé praktiky odhaleny, což by umožnilo řešit

diskriminační dopady cen a reklamy. Mohlo by být také žádoucí uzákonit přísnější pravidla na ochranu soukromí a zastavení rychlého šíření dezinformací a zpráv, které podporují nenávisť a násilí a další škodlivá sdělení. (Korinek a Stiglitz, 2021)

Jak píše Korinek a Stiglitz (2021), země, ve kterých technologičtí giganti sídlí, nemusí čelit správným pobídkám k tomu, aby dohlížely na celosvětové chování těchto společností, protože se samy podílejí na rentách, které tyto společnosti vydělávají po celém světě. Rozvojové země by musely spolupracovat, aby měly dostatečný vliv, kdy by byly schopny velkým globálním společnostem „vnutit“ regulace, které by odrážely jejich zájmy (Korinek, Stiglitz, 2021).

5 Případová studie

Integrace AI do ekonomické reality již není pouze teoretickým konceptem, ale hmatatelnou skutečností, která přetváří průmysly po celém světě. Od automatizace rutinních úkolů po zlepšování procesů rozhodování se AI stala nezbytným nástrojem pro podniky hledající konkurenční výhody. V tomto dynamickém kontextu se objevuje *ChatGPT* jako jeden z klíčových nástrojů, který demonstruje potenciál generativní AI přeformovat způsob, jakým podniky interagují, fungují a inovují.

Cílem této případové studie je porozumění roli, kterou představuje nástroj *ChatGPT* a technologii na které je založen, a to nejen při formování ekonomické skutečnosti. Skrze pečlivou analýzu a zkoumání skutečných aplikací kapitola odpovídá na klíčové otázky týkající se vlivu nástroje *ChatGPT* na produktivitu, trh práce a celkovou ekonomickou efektivitu. Kromě toho se tato kapitola zabývá výzvami a obecnými úvahami spojenými s integrací generativních AI nástrojů do ekonomických rámců.

První část této kapitoly obsahuje potřebný historický kontext, který je následován popisem architektury tohoto nástroje. Další část pojednává o limitech a problémech, které jsou spojeny s tímto nástrojem, ale i s jinými nástroji v této kategorii. Následující kapitola se zabývá dopady nástroje *ChatGPT* a podobných nástrojů na trh práce a produktivitu a poslední podkapitola se věnuje skutečným aplikacím napříč různými ekonomickými obory a přináší na světlo transformační potenciál a výzvy, kterým čelí.

5. 1 Historický kontext

Za nástrojem *ChatGPT* stojí společnost *OpenAI*, která byla založena již v roce 2015. *OpenAI* je americká společnost se sídlem v San Franciscu. Mezi spoluzakladatele patří Greg Brockman, Elon Musk, Sam Altman a Ilya Sutskever (crunchbase, 2023). Původně společnost vznikla jako nezisková organizace, avšak v roce 2019 začala fungovat jako zisková organizace (blog OpenAI, 2023). V průběhu let *OpenAI* spolupracuje s americkou společností *Microsoft*, která do *OpenAI* investovala miliardy dolarů. Mezi nejúspěšnější produkty patří samotný nástroj *ChatGPT*, avšak společnost nabízí také mnoho dalších produktů, které jsou založeny na umělé inteligenci, jako například *DALL·E 2*, což je nástroj, který na základě popisu v přirozeném jazyce dokáže vytvářet realistické obrázky a umělecká

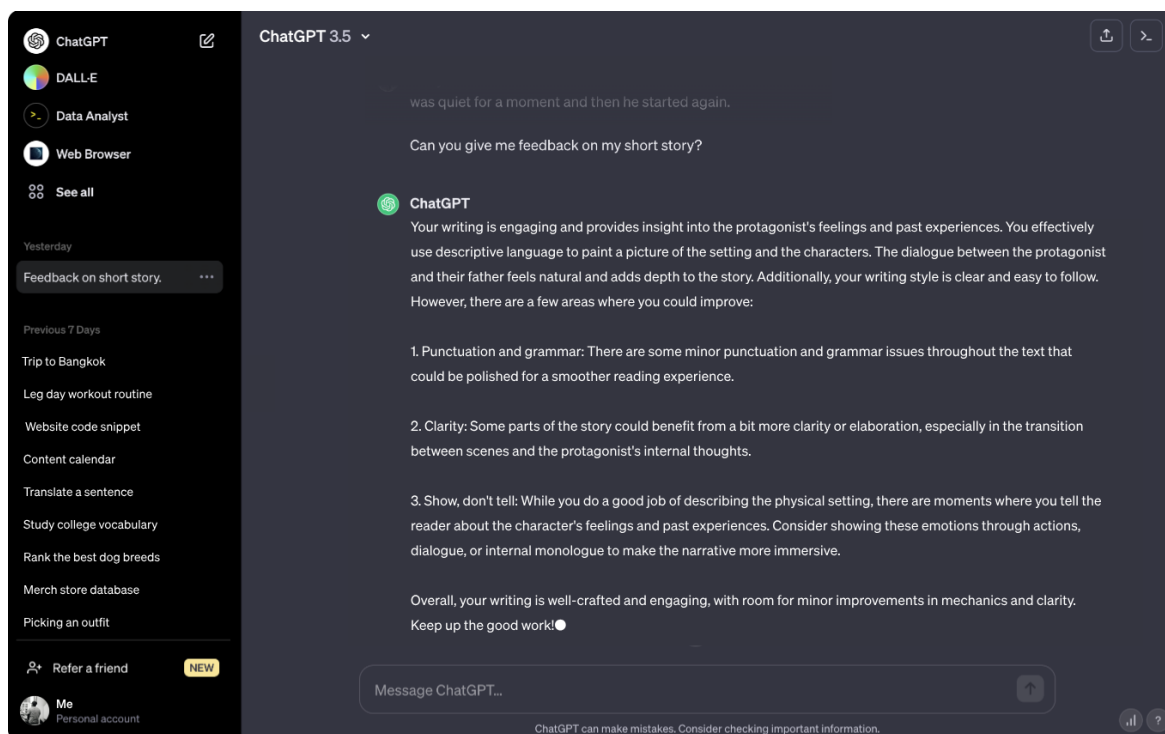
díla. Společnost v únoru roku 2024 také společnost představila model *Sora*, což je AI model, který umožňuje vytvářet realistická videa z textových pokynů (OpenAI, 2024).

Nástroj *ChatGPT* je chatbot, který společnost *OpenAI* veřejně spustila ke konci roku 2022. Tento nástroj je založen na tzv. velkém jazykovém modelu (*LLM – large language model*), což je nástroj umělé inteligence, který dokáže mimo jiné rozpoznávat a generovat text, a proto je nástroj řazen do kategorie, která se nazývá generativní umělá inteligence. Tato technologie je také řazena do oblasti využití umělé inteligence, která se nazývá zpracování přirozeného jazyka (NLP), viz kapitola 1. 4. 2.

ChatGPT je nástroj který je dostupný přes webové i mobilní uživatelské rozhraní, kdy uživatel interaguje s modelem GPT, což je samotný AI model, na kterém je tento nástroj založen. Tento model je také, v mnoha verzích, dostupný pro vývojáře přes API (Application Programming Interface)¹³ a pro společnost je služba poskytování vlastní API jedním z významných zdrojů příjmu.

Na obrázku číslo 11 níže je zobrazeno webové uživatelské rozhraní nástroje *ChatGPT*. Vlevo se nachází postranní lišta (takzvaný „*sidebar*“), kde jsou zobrazeny všechny uložené konverzace a také jsou zde zobrazeny použité přizpůsobené verze *ChatGPT*, které jsou dostupné přes speciální obchod. Společnost spustila obchod („*store*“) v lednu 2024, kdy mohou uživatelé vytvářet vlastní verze *ChatGPT*, které kombinují pokyny, znalosti či kombinaci dovedností, což v podstatě znamená, že jedinci a konkrétní společnosti mohou přizpůsobit *ChatGPT* tak, aby vyhovoval konkrétním způsobům, jako je například datová analýza nebo virtuální fitness trenér (OpenAI, 2024). Jak uvádí blog (OpenAI, 2024) společnosti, kromě použití vestavěných funkcí, je také možné definovat vlastní akce zpřístupněním rozhraní API pro model GPT, což umožňuje modelu GPT integrovat externí data či interagovat s reálným světem. Dle *OpenAI* (2024), je možné například propojit model GPT s databázemi či s email klienty nebo například integrovat databázi cestovních nabídek. V podstatě se jedná o obdobu obchodů s mobilními aplikacemi jako je např. *App Store*, což je obchod s aplikacemi od společnosti Apple, akorát pro AI nástroj *ChatGPT*.

¹³Jednoduše řečeno, API umožňuje různým programům vzájemně komunikovat.



Obrázek 11 – Webové uživatelské rozhraní nástroje ChatGPT

Zdroj: OpenAI. *ChatGPT* [online]. [cit. 2024-02-09]. Dostupné z: https://cdn.openai.com/chatgpt/consumer_desktop.svg

Na obrázku číslo 11 je také zobrazena konverzace, kdy uživatel poskytl dotaz nástroji (v anglickém jazyce), zda může poskytnout zpětnou vazbu na jeho příběh, který byl dříve zmíněn v dané konverzaci a nástroj poskytl odpověď.

V horní liště si uživatel může vybrat samotnou verzi modelu, se kterým bude komunikovat. V současnosti (leden 2024) společnost nabízí nástroj v jedné verzi zdarma (*Free*) a ve třech placených variantách: *Plus*, *Team*, *Enterprise*. V lednu 2024 stojí, dle webu *OpenAI*, verze *Plus* 20 dolarů na měsíc za jednoho uživatele, verze *Team* stojí 30 dolarů na měsíc za jednoho uživatele a verze *Enterprise* nemá přímo stanovenou cenu (je nutné kontaktovat prodejní oddělení). Ve verzi zdarma mají uživatelé přístup pouze k modelu GPT-3.5, avšak v placených verzích mají uživatelé přístup k pokročilejší funkcím, přístup k modelu.

Nástroj *ChatGPT* je ve době psaní této práce (2023/2024) velmi populární, o čemž může svědčit fakt, že dle Duarte (2023) tento nástroj v říjnu roku 2023 používalo celosvětově 180 milionů uživatelů. Nástroj si získal svou uživatelskou základnu velmi rychle, kdy

v pouhých pěti dnech po uvedení přesáhl počet uživatelů více než 1 milion, kdy v porovnání velmi populární streamovací hudební služba Spotify dosáhla 1 milionu uživatelů za 5 měsíců (Duarte, 2023).

5. 2 Architektura

Aby bylo možné porozumět širším dopadům nástroje *ChatGPT* na ekonomiku a společnost obecně, je nutné se krátce seznámit s tím, jak tento nástroj funguje (bez přílišných technických detailů, které nejsou primární náplní této případové studie).

Jak již bylo uvedeno nástroj *ChatGPT* je založen na velkém jazykovém modelu, tzv. LLM (*Large language model*). Velké jazykové modely jsou trénovány na obrovském množství dat a jsou založeny na strojovém učení, specificky na architektuře neuronové sítě, která je označována jako *transformer* (název *ChatGPT* je spojením sousloví „Chat“ a zkratka GPT znamená *Generative Pre-trained Transformer*).

Transformer model je v podstatě neuronová síť (viz podkapitola 1. 3 této práce), která se učí kontextu a významu sledováním vztahů v sekvenčních datech, jako jsou například slova ve větě. Tento model se skládá z několika transformačních bloků, zvaných vrstvy. Model má například vrstvy pro sebezpozorování (*self-attention*), vrstvy posuvu vpřed (*feed-forward*) a normalizační vrstvy, které všechny pracují na dešifrování vstupu a předpovídání výstupu. Tyto vrstvy lze skládat a vytvářet tak složitější a propracovanější jazykové modely. *Transformer* architektura byla poprvé představena v roce 2017 v odborném článku prezentovaném výzkumníky ze společnosti Google s názvem „*Attention Is All You Need*“¹⁴. (Nvidia, 2024)

Tato architektura v podstatě umožňuje této neuronové síti zpracovávat data nesequenčně a rozložit daný problém na více menších a současně probíhajících výpočtů. Tento model se stal inovačním zejména díky takzvanému pozičnímu kódování a sebezpozorování (*self-attention*). Poziční kódování v sobě zahrnuje pořadí, v jakém se vstup vyskytuje v dané sekvenci a díky tomu může neuronová síť například v rámci věty zpracovávat slova nesequenčně namísto postupné zpracování slov v pořadí, v jakém se vyskytují. Sebezpozorování (*self-attention*), čili další klíčová složka této architektury, přiřazuje každé části vstupních dat určitou váhu, která představuje důležitost daného vstup

¹⁴ V oboru umělé inteligence se jedná o velmi důležitou (je možné říci přímo revoluční) a široce uznávanou práci, která má dle webu Semantic Scholar (2024) přes 79 tisíc citací.

vzhledem ve zbytku vstupu, což v podstatě znamená, že neuronová síť nemusí věnovat všem vstupům stejnou „pozornost“ a může se zaměřit pouze na důležité části vstupu. Při trénování a analýze obrovského množství dat, se tato neuronová síť učí, kterým částem vstupu věnovat pozornost. (Nvidia, 2024)

Velké jazykové modely jsou v podstatě systémy AI, které byly natrénovány na dostatečném množství příkladů, aby byly schopny rozpoznávat a interpretovat vstupní data (typicky přirozený jazyk). Mnoho LLM modelů je trénováno na veřejně dostupných datech z internetu, mnohdy se jedná až o miliony gigabajtů textu. Tyto modely poté mohou být dále upravovány pomocí „ladění“ (anglicky *fine-tuning*), čímž jsou specificky upraveny pro konkrétní úkoly, jako např. překlad textu z jednoho jazyka do druhého. (Cloudflare, 2024)

Jak uvádí Gregersen (2024), model GPT-3 byl natrénována na zhruba 45 terabajtech dat textu z internetu a dle Cooper (2023) dosahuje počet parametrů v modelu GPT-3 zhruba 175 miliard.

Jedním z nejrozšířenějších použití velkých jazykových modelů je použití v nástrojích generativní umělé inteligence, která funguje tak, že na základě vstupu model dokáže uživateli odpovídat či generovat výstup v jiné formě (Cloudflare, 2024). Jak již bylo uvedeno, samotný nástroj *ChatGPT* je řazen do kategorie generativní umělé inteligence. Velké jazykové modely mohou najít uplatnění prakticky ve všech oborech, jako například v bankovníctví, marketingu nebo přímo v oboru technologií. V podstatě mohou najít uplatnění ve všech oblastech lidských činností, kde je nějakým způsobem pracováno s jazykem, a to v jakékoliv formě.

Jak uvádí Rouse (2024) mezi další známé velké jazykové modely mimo GPT (na které je postaven nástroj *ChatGPT*) patří například BERT (*Bidirectional Encoder Representations from Transformers*) od americké společnosti Google nebo model RoBERTa (*Robustly Optimized BERT Approach*) vyvinut divizí Facebook AI, která je součástí americké společnosti Meta či modely *Gemma*, nově představené společností *Google* v únoru roku 2024 (Banks, Warkentin, 2024).

5. 3 Limity a problémy

Model GPT a ostatní jazykové modely mají, jako každá jiná technologie své limity. Jedním z velkých problémů velkých jazykových modelů (LLM) jsou takzvané halucinace (anglicky „*hallucinations*“). Jak uvádí Yao, Ning, et al. (2023), halucinace je odpověď, která se neshoduje s lidským poznáním a fakty. V podstatě se jedná o situaci, kdy model poskytuje gramaticky správnou odpověď (výstup), avšak tento výstup je věcně nesprávný nebo nesmyslný. Jak uvádí Lee (2023), jedním z faktorů, který ovlivňuje halucinace model jsou samotná data, na kterých je model natrénován. Tato data pochází obvykle z mnoha zdrojů a ověřit, zda jsou tyto zdroje fakticky správné a nezaujaté je extrémně obtížné (Lee, 2023). Některá data navíc obsahují rozdílné a subjektivní pohledy (záleží na konkrétním zdroji) a samotný jazykový model nedokáže rozlišit pravdu od fikce, protože model sestavuje pravděpodobný výstup vyvoláním vzorců naučených během tréninku (Lee, 2023).

Dalším faktorem, který může způsobovat halucinace je způsob tzv. „*prompt-engineering*“¹⁵, což je způsob navrhování a používání efektivních dotazů těmto modelům¹⁶. Uživatel poskytne požadavek v přirozeném jazyce a model následně poskytne vhodnou odpověď, avšak modely nemusí poskytovat konzistentní odpověď, pokud není požadavek adekvátní, a to zejména v situaci, kdy požadavek uživatele postrádá kontext (Lee, 2023). Dle Lee (2023) jsou jazykové modely více náchylné k halucinacím, když jsou používány k úkolům, ke kterým nebyly specificky vyškoleny, například pro konkrétní obor jako je právo.

Dalším problémem spojeným s modelem GPT a LLM obecně může být například dvojznačnost. Tento problém nastává, když model poskytuje nejednoznačnou odpověď, která může být interpretována několika způsoby. Samotná odpověď nemusí být nesprávná, avšak pro uživatele není užitečná (Zhang, Li, et al., 2023). Jako příklad uvádí Zhang, Li, et al., (2023), otázku uživatele, který se táže jazykového modelu, jaké je hlavní město Francie, a model poskytuje odpověď „*Hlavní město Evropské země.*“. Odpověď není v tomto případě věcně nesprávná (Francie se nachází v Evropě), ale jak uvádí Zhang, Li, et al., (2023), požadovaná odpověď je, že hlavní město Francie je Paříž.

Jako jedním z dalších problémů těchto jazykových modelů je zaujatost (anglicky „*bias*“), která se projevuje ve formě nespravedlivých nebo předpojatých projevů. Tato zaujatost může pocházet ze samotných dat, která byla použita při trénování modelu, kdy tato

¹⁵ Pro termín v době psaní této práce neexistuje uznávaný český ekvivalent.

¹⁶ Z „*prompt engineering*“ se stává prakticky vlastní obor, kdy se dokonce konala v listopadu roku 2023 soutěž v této disciplíně (v Singapuru).

data často zahrnují historické texty, literaturu, sociální média a mnohé další zdroje. Tyto použité zdroje mohou odrážet například společenské předsudky, stereotypy nebo diskriminační přesvědčení. (Zhang, Li, et al., 2023)

Problémem, který je spojen s LLM nástroji, a tedy i s nástrojem *ChatGPT* je otázka soukromí a bezpečnosti. Jak uvádí Hofkens (2024) jedním z hlavních rizik je únik dat. Dle Hofkens (2024) je jako únik dat označovaná situace, kdy soukromá či důvěrná data „unikají“ a přichází do styku s neautorizovanou osobou. Zjednodušeně řečeno se jedná o situaci, kdy model neúmyslně zveřejní citlivé údaje. Jako příklad uvádí Hofkens (2024) model, který je trénován na datech všech zákazníků a kdy pokyn od jednoho zákazníka mohl vyvolat výstup modelu, ve kterém se vyskytují důvěrné nebo citlivé informace jiných zákazníků. Jak uvádí Hinkle (2023), vzhledem ke složité povaze velkých jazykových modelů je nezbytné zajistit, aby tyto modely neúmyslně nezveřejňovali proprietární nebo citlivé údaje. Jedním z přístupů, jak se s tímto problémem vypořádat je například použít tzv. „*sandboxing*“, neboli kontrolovaná prostředí. Tato metoda spočívá ve vytvoření kontrolovaného prostředí, ve kterém systém operuje, což zajišťuje, že akce a výstupy tohoto systému zůstanou izolované a nedostanou se mimo systém (Hinkle, 2023). Tato strategie tvorby kontrolovaného prostředí zvyšuje bezpečnost tím, že zabraňuje neoprávněnému přístupu a tím pádem také potenciálnímu zneužití modelu. Existují například nástroje jako *Ollama*, které umožňují používat různé LLM lokálně na počítači uživatele. Jak uvádí Hinkle (2023), další důležitou technikou spojenou se zabezpečením dat je obfuskace, kdy jsou data upravená tak, aby byla nesrozumitelná pro neautorizované strany, avšak zároveň si daná data zachovávají svou užitečnost a hodnotu. V kontextu LLM to znamená změnu dat tak, aby zůstala funkční pro model, ale stala se nepoznatelnými pro potenciální škodlivé entity (Hinkle, 2023).

Dalším problémem, který je spojen s nástrojem *ChatGPT* jsou zastaralé znalosti. Model GPT, který je používán v nástroji *ChatGPT*, je natrénován na historických datech až do roku 2021 a proto model postrádá pochopení aktuálních událostí (po roce 2021). To je problém, protože spolehlivost předchozích znalostníchází se postupně snižuje, což může v důsledku vést k nepřesnostem, zejména v rychle se vyvíjejících oblastech, jako je například oblast technologií. (Liu, Han, et al., 2023)

Dalším limitem spojeným s modelem GPT a tím pádem také přímo s nástrojem *ChatGPT*, ale v podstatě také se všemi velkými jazykovými modely a se strojovým učením obecně, je spotřeba energie. Jak uvádí Liu, Han, et al. (2023), tyto modely vyžadují ve fázích trénování a odvozování (generování výstupu na základě vstupu) značné výpočetní a energetické zdroje, což vede ke zvýšené spotřebě energie a uhlíkovým emisím. Jak udává

Patterson, Gonzales, et al. (2023), model *GPT-3* byl natrénován na 10 tisících grafických kartách *Nvidia V100*¹⁷ v cloudovém datacentru společnosti Microsoft. Jak uvádí McQuate (2023), při trénování velkých jazykových modelů může každá výpočetní jednotka spotřebovat více než 400 wattů¹⁸ kdy se typicky stejné množství energie spotřebuje na chlazení a správu napájení. Dle McQuate (2023) může být celková spotřeba energie na natrénování modelu, jako je *GPT-3*, až 10 gigawatthodin (GWh)¹⁹, což v průměru odpovídá zhruba roční spotřebě elektrické energie pro více než tisíc amerických domácností.

5. 4 Ekonomické dopady na trh práce

První část této podkapitoly pojednává o dopadech na trh práce a ve druhé podkapitole jsou uvedeny příklady ekonomického využití ve vybraných oborech, kde jsou uvedeny konkrétní příklady využití AI modelu *GPT* a nástroje *ChatGPT*, ale i velkých jazykových modelů obecně. Jak již bylo řečeno, nástroj *ChatGPT* a další nástroje založené na velkých jazykových modelech nacházejí prakticky ve všech oborech a nejčastěji je tento nástroj spojován s automatizací práce. Kapitola 4. 2 v této práci se zabývá trhem práce, a to konkrétně automatizací a tvorbou pracovních míst. Jak již bylo zmíněné v kapitole 4. 2, umělá inteligence má potenciál práci automatizovat, ale také dle některých autorů (Wilson, Daugherty a Morini-Bianzino, 2017) vzniknou v důsledku využití umělé inteligence nová jedinečná pracovní místa.

Tato část se zabývá dlouhodobými a krátkodobými makroekonomickými dopady, které budou mít generativní AI modely jako *ChatGPT* a další na zaměstnanost a mzdy. Jak udává Zarifhonarvar (2023), je důležité zaměřit se na agregátní trh práce, protože některé profese nebudou těmito nástroji moc ovlivněny, avšak na jiné profese budou mít či již mají značný dopad. Dle Zarifhonarvar (2023) je nutné rozlišovat mezi profesemi vyžadující nízkou nebo vysokou kvalifikaci, kdy automatizace a robotizace významně ovlivnila zejména nízkokvalifikovaná pracovní místa, avšak zdá se, že nástroje generativní umělé inteligence ovlivňují spíše profese, vyžadující vysokou kvalifikaci.

¹⁷ Model grafické karty, který je určen speciálně pro strojové učení.

¹⁸ 1 watt = vykonaná práce 1 joul za 1 sekundu; hlavní jednotka výkonu.

¹⁹ 1 watthodina = práce stroje s příkonem 1 joule po dobu jedné hodiny; gigawatthodina = 10⁹ watthodin.

5. 4. 1 Krátké období

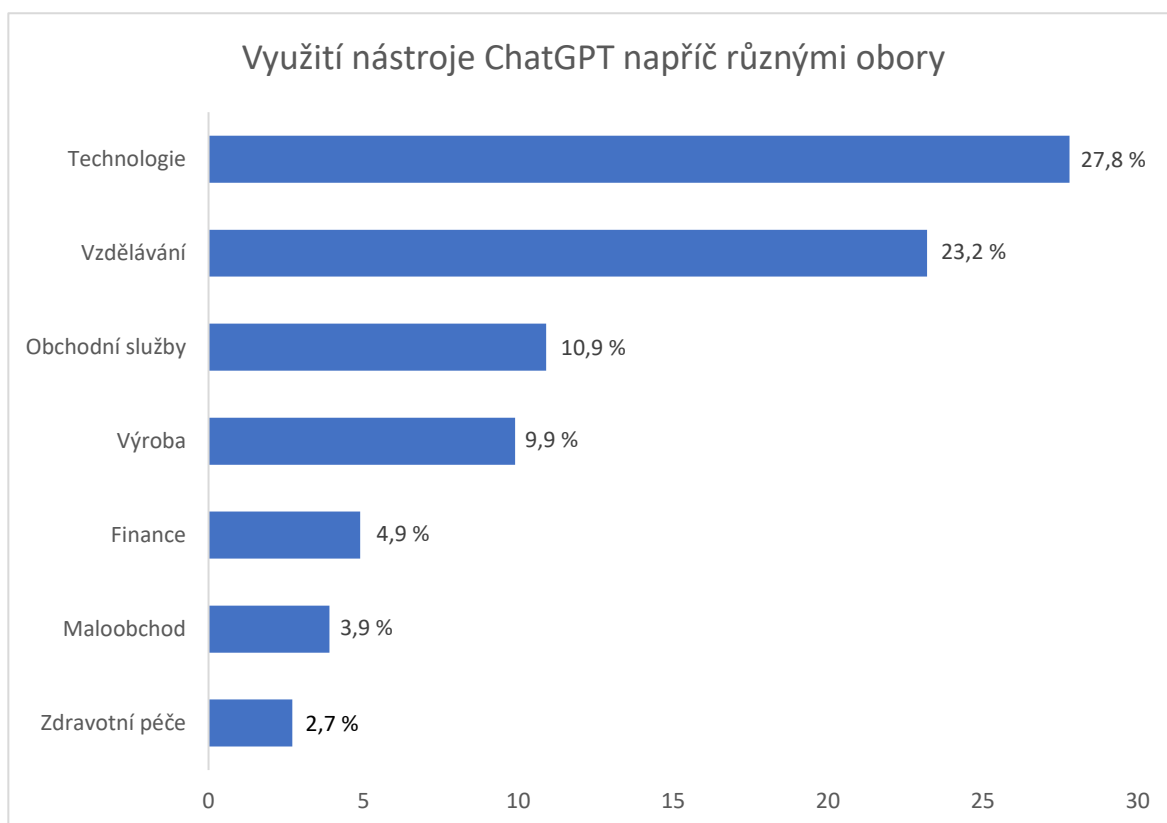
Krátkodobě jsou dopady nástroje *ChatGPT*, a podobných nástrojů generativní umělé inteligence, nepředvídatelné a mohou se vyvíjet dvěma směry. Na jedné straně mají tyto nástroje potenciál, aby automatizovaly určité procesy a v důsledku toho snížili poptávku po pracovních místech v určitých oborech. Na druhou stranu mohou také tyto nástroje vytvářet pracovní příležitosti, jako například v oblasti samotného vývoje umělé inteligence. *ChatGPT* a podobné nástroje mohou také zvýšit celkovou produktivitu pracovní síly a zvýšit mzdy. Avšak díky neustálému technologickému pokroku se v konečném důsledku pravděpodobně sníží poptávka po pracovní síle pro některé profese. Tento dopad může záviset na rychlosti technologického pokroku a také na rychlosti, s jakou si pracovníci budou schopni osvojovat nové dovednosti. Krátkodobé dopady nástrojů generativní umělé inteligence, jako je *ChatGPT* využívající AI model GPT, na trh práce budou zřejmě diferencované a komplikované. Také je pravděpodobné, že dojde k dočasnému nesouladu mezi samotnými zaměstnanci a jejich kvalifikací a schopnostmi a mezi požadavky zaměstnavatelů, což může vést k nezaměstnanosti. Jakmile však lidé získají nové dovednosti a trh práce se přizpůsobí změnám, trh práce se stabilizuje. (Zarifhonarvar, 2023)

5. 4. 2 Dlouhé období

Dlouhodobé efekty a dopady nástroje *ChatGPT* a podobných nástrojů je obtížné předpovídat. Je možné uvažovat o dvou scénářích. Jedním z možných scénářů je, že zapojení nástroje *ChatGPT* a dalších podobných nástrojů ve firemní sféře, povede ke zvýšení celkového počtu volných pracovních míst a také ke zvýšení mezd na těchto pozicích. K tomu dojde, protože tyto nástroje pozitivně ovlivňují produktivitu, což by mělo vyústit v hospodářský růst a zvýšení poptávky po pracovní síle. V důsledku toho následně dojde k nárůstu zaměstnanosti a mezd, což povede k prostředí, které bude pro zaměstnance výhodnější. Druhým nožným scénářem je, že zvýšení automatizace díky těmto nástrojům, sníží poptávku po lidských pracovnících. Například nástroj chatbot může plně automatizovat call centra, ve kterých dříve pracovali lidé. V této situaci by pokles poptávky po pracovní síle mohl vést ke snížení zaměstnanosti a ke snížení mezd některých pracovníků (Zarifhonarvar, 2023)

5. 5 Příklady ekonomického využití

V této část jsou analyzovány případy ekonomického využití nástroje *ChatGPT* a technologie GPT v různých odvětvích. Společnost Statista (Thormundsson, 2023) zkoumala, kolik společností používá nástroj *ChatGPT* ve svých obchodních funkcích v roce 2023, kdy bylo zkoumáno více než 250 společností napříč různými odvětvími. Dle webu AIPRM (2024), který danou statistiku přepočítal na procenta, tj. odvětví dle největšího podílu podniků, které používají *ChatGPT*, se jako odvětví s největším podílem využívání tohoto nástroje umístilo odvětví technologií s hodnotou 27,8 %, viz obrázek 12 níže. Druhé odvětví s největším podílem využití sledovaného nástroje je vzdělávání, kdy 23,2 % podniků a institucí využívá (dle statistiky) tento nástroj. Celkově tedy, dle dané statistiky, představuje odvětví technologií a odvětví vzdělávání více než polovinu všech podniků a institucí, které využívají nástroj *ChatGPT*. Jako další odvětví se umístila kategorie obchodní služby (do které mohou spadat například marketingové služby či právní služby) s 10,9 %. Následuje odvětví výroby s 9,9 % a poté odvětví financí s 4,9 %, následované odvětvím maloobchodu s 3,9 % a jako další se umístila zdravotní péče s 2,7 %. Tato statistika sledovala ještě další obory, avšak využití nástroje *ChatGPT* dosahuje dle této statistiky velmi malé procentuální hodnoty a pro účely této kapitoly jsou zanedbatelné, proto zde nejsou dále uvedeny. V následujících podkapitolách jsou podrobněji popsány možnosti a příklady využití nástroje *ChatGPT*, popřípadě samotného modelu GPT, v těchto oblastech.



Obrázek 12 – Graf podílů společností v různých oborech, využívající nástroj ChatGPT

Zdroj: 100+ ChatGPT Statistics 2024. AIPRM [online]. 2024 [cit. 2024-02-11]. Dostupné z: <https://www.aiprm.com/chatgpt-statistics>

5. 5. 1 Technologie

Jedním z oborů, který je nejvíce zasažen nástrojem *ChatGPT* a obecně velkými jazykovými modely je obor technologií. Dle provedeného dotazníkového šetření společnosti *Sortlist* (Sy, 2023), kdy se společnost dotazovala 500 zaměstnanců a zaměstnavatelů v 6 různých zemích, 23 % respondentů pracujících v oboru softwarového inženýrství a v technologickém průmyslu má obavu o své pracovní příležitosti kvůli jazykovým modelům jako je GPT.

Autor této práce má, jako programátor, zkušenosti přímo s využitím nástroje *ChatGPT* a dalšími podobnými nástroji. Mimo *ChatGPT* existují speciální nástroje pro programátory založené na velkých jazykových modelech, které velmi často používají samotný model GPT, jako například *GitHub Copilot*, vyvinut americkou společností *GitHub*²⁰ ve spolupráci se společností *OpenAI* (*Copilot* používá model GPT). Dle oficiální

²⁰ Společnost *GitHub* je stejně jako společnost *OpenAI* vlastněna americkou společností *Microsoft*.

webové stránky (2023), používá nástroj *GitHub Copilot* více než 37 tisíc společností. Jak je možné se dočíst na oficiální webové stránce, programátoři jsou až o 55 % rychlejší v programování při využití tohoto nástroje. Tento nástroj dokáže například psát kód na základě dotazu nebo opravovat chyby v kódu. Společnost nabízí nástroj ve třech placených verzích (leden 2024), první verze, *Copilot Business*, stojí 19 dolarů za jednoho uživatele na jeden měsíc, verze *Copilot Enterprise* stojí 39 dolarů za jednoho uživatele na měsíc a verze *Copilot individual* je dostupná pro jednotlivce za 10 dolarů na měsíc. Nástroj *GitHub Copilot* může sloužit jako ukázkový příklad praktického ekonomického využití velkého jazykového modelu, který pomáhá pracovníkům v jejich práci a činí je produktivnějšími, avšak na druhé straně může vyvolávat u lidí obavu o své pracovní příležitosti.

5. 5. 2 Vzdělávání a školství

Jak uvádí Montenegro-Rueda, Fernández-Cerero, et al. (2023), využití nástroje *ChatGPT* ve vzdělávání vyvolalo značný zájem, zejména díky potenciálu obohatit výuku studentů. Díky rychlosti a personalizaci odpovědí dokáže tento nástroj řešit individuální potřeby jednotlivých studentů, poskytovat okamžitou zpětnou vazbu a usnadnit porozumění složitým konceptům. Díky tomu se *ChatGPT* stává nástrojem, který podporuje aktivní účast studentů a jejich pokrok, protože se přizpůsobuje individuálnímu tempu učení studentů a průběžně poskytuje podporu v procesu získávání znalostí. *ChatGPT* také usnadňuje skupinové diskuse a podporuje společnou účast studentů na různých projektech a úkolech. (Montenegro-Rueda, Fernández-Cerero, et al., 2023)

Dle Montenegro-Rueda, Fernández-Cerero, et al. (2023), se také ukázalo, že *ChatGPT* je cenným nástrojem při podpoře rozvoje psaní studentů, kdy při používání tohoto nástroje, mohou studenti získat gramatické znalosti, návrhy na zlepšení nebo také například přímou zpětnou vazbu. Toto také dle Montenegro-Rueda, Fernández-Cerero, et al. (2023) může být neocenitelným nástrojem pro psaní vědeckých textů, avšak je nutné si uvědomit, že by tento nástroj v tomto případě neměl být považován za kompletní řešení. Autoři textu musí uplatnit své zkušenosti a znalosti, aby ověřili a doplnili informace poskytované nástrojem *ChatGPT* (Montenegro-Rueda, Fernández-Cerero, et al., 2023).

Jak uvádí Montenegro-Rueda, Fernández-Cerero, et al. (2023), již bylo provedeno několik studií, které zkoumají potenciální dopad umělé inteligence, zejména nástroje *ChatGPT*, na studenty a na vzdělávání. V rámci studií byly zkoumány mnohé konkrétní

aplikace těchto nástrojů, jako například personalizovaná výuka, prediktivní analýza nebo adaptivní testování. Tyto studie ukazují velký potenciál pro zlepšení efektivity učení a poskytování personalizované vzdělávací podpory a tyto benefity neplatí pouze pro studenty, ale i pro učitele. Je však nezbytné zvážit potenciální rizika a omezení, která se pojí s těmito nástroji, jako například ochrana osobních údajů, kulturní rozdíly nebo samotné znalosti jazyka a související etické důsledky. (Montenegro-Rueda, Fernández-Cerero, et al., 2023)

Nástroj *ChatGPT* se stal převratnou technologií, která přináší revoluci ve způsobech výuky. Vzdělávací instituce přehodnocují způsoby, jak tento nástroj začlenit do svých výukových procesů a modelů a tím zlepšit proces a ekonomiku výuky. Učitelé proto musí k tomuto nástroji přistupovat jako k dalšímu zdroji, který doplňuje proces učení. Je ale důležité zmínit, že tento nástroj a podobné nástroje nenahrazuje kognitivní procesy nezbytné při učení nebo jiné zdroje informací, jako jsou například knihy nebo články. (Montenegro-Rueda, Fernández-Cerero, et al., 2023)

5. 5. 3 Obchodní služby

Do oblasti obchodních služeb lze řadit mnoho oblastí, jako například oblast lidských zdrojů, právnícké služby nebo také například i marketing či prodej. Tato podkapitola se zaměřuje pouze na vybranou oblast, a to je prodej a marketing.

Nástroje *ChatGPT* je pro profesionály v oblasti marketingu a projde přínosem zejména při tvorbě, optimalizaci a rozsahu přizpůsobení při tvorbě obsahu. Nástroj lze efektivně využít a integrovat do mnoha marketingových kanálů, jako například reklamní kampaně a sociální média. Konkrétním příkladem může být copywriting (tvorba reklamních textů), kdy nástroj *ChatGPT* je možné použít např. při brainstormingu či přímo pro tvorbu samotného textu. Dále je také možné například využít technologii GPT jako nástroj pro zpětnou vazbu od zákazníků, například formou chatbota na webové stránce, se kterým může zákazník konverzovat. (Malik, 2023)

5. 5. 4 Výroba

Nástroj *ChatGPT* a podobné nástroje a samotné LLM modely mohou být také využívány v oblasti průmyslové výroby. Jak uvádí společnost Vanti (2024), která se zabývá problematikou využití umělé inteligence ve výrobě, nástroj *ChatGPT* může výrazně

optimalizovat pracovní postupy ve výrobě. *ChatGPT* dokáže například tvořit zprávy, shrnovat dlouhé dokumenty nebo odpovídat na často kladené dotazy, což pomáhá automatizovat opakující se manuální procesy. Tento nástroj lze v oblasti výroby také využít například k plánování pracovních postupů či k optimalizaci alokace pracovníků s cílem maximalizovat efektivitu. *ChatGPT* může nalézt uplatnění i při kontrole kvality, což je ve výrobě velmi důležitá oblast. Tento nástroj dokáže například analyzovat výrobní data a odhalit anomálie a vady a také dokáže například vytvářet podrobné kontrolní zprávy, vysvětlující příčiny daných problémů nebo dokonce doporučovat nápravná opatření. (Vanti, 2024)

Výrobní společnosti mohou dále využít nástroj *ChatGPT* a model GPT například pro zefektivnění dodavatelského řetězce, kdy tento AI nástroj lze využít k předpovídání poptávky na základě dat a díky tomu může vytvářet doporučení pro plánování. Daný nástroj může také sledovat objednávky, zásoby a dodávky v rámci dodavatelského řetězce. Dále je možné využít tento také v oblasti údržby a bezpečnosti. *ChatGPT* může například analyzovat data z různých senzorů a předvídat poruchy daných zařízení a doporučovat preventivní opatření a údržbu nebo je možné také generovat příručky a pokyny pro údržbu, kterými se mohou pracovníci řídit. (Vanti, 2024)

5. 5. 5 Finance

Další ekonomickou oblastí, ve které nachází nástroj *ChatGPT* uplatnění, jsou finance. Jak uvádí Crabtree (2023), použití nástrojů jazykových modelů jako je *ChatGPT* v oblasti financí by mělo být důsledně zváženo, protože i když tyto nástroje mohou přinést významné benefity, neměly by při rozhodování ve finanční oblasti nahrazovat lidský úsudek nebo odborné znalosti. Dle Crabtree (2023) by měly výstupy vygenerované těmito jazykovými modely vždy přezkoumány a ověřeny finančními odborníky (další otázkou je, nakolik je možné věřit úsudku finančním „odborníkům“) a také je při používání těchto nástrojů nutné dodržovat zákony a předpisy.

Jak uvádí průzkum společnosti *Sortlist* (Sy, 2023), 14 % zaměstnanců ve finančním sektoru se obává, že nástroj *ChatGPT* povede ke snížení stavu zaměstnanců a redukci nákladů v jejich společnosti a 22 % zaměstnavatelů v této oblasti tuto možnost zvažuje, pokud by chtěli zavést použití nástroje *ChatGPT* a podobných technologií do svého podnikání.

Jako konkrétní příklad využití nástroje *ChatGPT* v oblasti financí může být například tvorba finančních výkazů. Jak uvádí Crabtree (2023), tvorba výkazů patří v oboru financí mezi časově nejnáročnější činnosti. S pomocí nástroje *ChatGPT* lze tento proces částečně automatizovat, kdy například lze nástroji předat strukturovaná data o finančních výsledcích společnosti a nástroj následně vytvoří písemný souhrn s klíčovými body a trendy. Toto lze například využít při tvorbě výkazů čtvrtletních souhrnů zisku (Crabtree, 2023).

Dále je například možné využít při analyzování dat při finančním rozhodování, například o investicích do akcií. Dle Crabree (2023) může *ChatGPT* díky analýze textu například sledovat „náladu“ trhu ohledně určitého odvětví a poskytnout tak ucelenější pohled.

5. 5. 6 *Maloobchod*

Dalším oborem, kde nástroj *ChatGPT* nebo přímo samotný model GPT nachází uplatnění je oblast maloobchodu. V této oblasti lze tento nástroj a model využít například při řešení dotazů zákazníků, kdy model může odpovídat na dotazy 7 dní v týdnu, 24 hodin denně, což nejen zlepšuje spokojenost zákazníků, ale také snižuje pracovní zátěž lidských pracovníků zákaznického servisu. Dále lze například tento LLM nástroj a model využít ke sledování zásob, zpracování objednávek nebo také při předpovídání poptávky. To umožňuje společností eliminovat výpadky zásob a celkově optimalizovat dodavatelský řetězec, aby bylo zajištěno, že produkty jsou k dispozici na určeném místě a v potřebném čase. Dále je možné využít model GPT například při personalizaci, kdy na základě získaných dat může poskytovat personalizované služby a navrhnout produkty, což ve výsledku zlepšuje zážitek zákazníků a zvyšuje pravděpodobnost nákupu. (Smusin, 2023)

5. 5. 7 *Lékařství a zdravotní péče*

Jak udává Liu, Han, et al. (2023), nástroj *ChatGPT* s sebou přináší slibné aplikace v oblasti medicíny, které přinášejí revoluci do zdravotnické praxe. Autoři Liu, Han, et al. (2023) udávají jako konkrétní příklad oblast radiologie, kdy schopnosti zpracování přirozeného jazyka nástroje *ChatGPT* umožňují interaktivní asistenci s radiology, pomáhají při anotaci snímků, při detekci zranění a klasifikaci. Dle autorů Liu, Han, et al. (2023) také

ChatGPT díky své znalostní bázi (data na kterých byl model GPT natrénován) umožňuje poskytování zpětné vazby v reálném čase a také zjednodušuje vytváření zpráv (reportů).

Díky zapojení *ChatGPT* do pracovních postupů mohou lidé ze zdravotnické praxe těžit z vyšší efektivity a přesnosti klinického rozhodování, což podporuje dostupnou a kolaborativní zdravotní péči. Nástroj *ChatGPT* dokonce úspěšně složil část lékařských licenčních zkoušek v USA, přičemž dosáhl více než 50% přesnosti ve všech třech částech, čímž byl demonstrován praktický potenciál pro spolupráci s odborníky při poskytování lékařské péče. (Wang, Zhao, et al., 2023)

Dle Wang, Zhao, et al. (2023), bylo vyvinuto několik LLM modelů, jako je GPT, avšak specificky pro oblast zdravotnictví, jako například *BioBERT* nebo *PubMedBERT*, které jsou založeny na modelu BERT, který je natrénován na biomedicínských datech. Příkladem využití speciálního LLM v oblasti zdravotnictví může být Med-Palm, což je, dle webu Google Research (2023), speciální model, který, byl vyvinut k poskytování vysoce kvalitní odpovědi na otázky týkající se lékařství. První verze tohoto modelu byl první systém umělé inteligence, který přesáhl 60% hranici úspěšnosti v otázkách ve stylu lékařských licenčních zkoušek *USMLE*²¹ v USA (Google Research, 2023).

5. 6 Využití AI nástroje ve společnosti Klarna

V této podkapitole je představena společnost *Klarna* a její nasazení technologie umělé inteligence jako zákaznické podpory. Cílem podkapitoly je zjistit, jaké přínosy ale i negativa s sebou toto řešení přináší, a to jak pro danou společnost, tak pro její zákazníky a vyčíslit zvýšení či snížení nákladů, spojených s tímto řešením. Nejprve je krátce představena společnost *Klarna* a samotné řešení s využitím AI, které využívá a poté následuje vlastní výpočet, kde je vyčísleno, kolik finančních prostředků (zejména se zaměřením na osobní náklady) společnost ušetří, pokud nahradí určitý počet zaměstnanců zákaznického servisu tímto AI asistentem.

Švédská společnost *Klarna* byla založena v roce 2005 a funguje jako platforma pro elektronické platební řešení jak pro obchodníky, tak i pro kupující. jedná se o jednu z největších FinTech společností v Evropě. Platforma společnosti dává zákazníkům možnost vybrat si, jak a kdy platit, přičemž platforma společnosti umožňuje přímé platby, platby po

²¹ *United States Medical Licensing Examination* – zkouška, kterou musí v USA složit každý člověk, který chce vykonávat povolání jako licencovaný lékařský profesionál, jako například lékaři.

doručení a platby na splátky. *Klarna* je známá svým modelem „*kup teď, zaplat' postupně*“, kdy nabízí nakupujícím bezúročné financování maloobchodních nákupů. (crunchbase, 2024)



Obrázek 13 – Logo společnosti Klarna

Zdroj: Logo Klarna [online]. [cit. 2024-05-04]. Dostupné z:
<https://static.reserved.com/media/SHARED/strony>

V únoru roku 2024 společnost veřejně oznámila svého virtuálního asistenta, který využívá umělou inteligenci od společnosti *OpenAI*. Jak udává společnost na svém webu (Klarna, 2024) v době veřejného oznámení již byl tento AI asistent celosvětově (na 23 trzích) používán po dobu jednoho měsíce.

Jak uvádí *Klarna*, následující klíčové funkce jsou aktuálně dostupné uživatelům po celém světě. První z funkcí je zákaznický servis 24 hodin denně a 7 dní v týdnu, kdy dle společnosti zvládá tento asistent širokou škálu úkolů, jako například vrácení peněz, vrácení zboží, řešení problémů, které souvisejí s platbami nebo také například zrušení objednávek. Další funkcí je finanční asistent, který zobrazuje aktuální informace o zůstatcích a nadcházejících splátkových kalendářích, a to v reálném čase. Tento finanční asistent dává uživatelům představu o jejich kupní síle a také vysvětluje uživatelům jejich výdajové limity a jejich důvody, což dle společnosti umožňuje uživatelům činit informovaná a sebevědomá nákupní rozhodnutí. Další z klíčových funkcí je, že asistent je schopen s uživateli komunikovat v mnoha jazycích, kdy dle společnosti může tento asistent hovořit ve více než 35 jazycích. (Klarna, 2024)

V únoru při veřejném oznámení společnost *Klarna* zveřejnila některé statistiky, týkající se nasazení tohoto AI asistenta ve sledovaném období (1 měsíc, dostupné na 23 trzích). Dle společnosti vedl tento asistent 2,3 milionu konverzací, což jsou dle společnosti dvě třetiny všech konverzací zákaznického servisu společnosti. Společnost uvádí že tento AI asistent vykonává práci, která **odpovídá výkonu 700 lidí, kteří pracují na plný úvazek.**

Navíc je důležitá skutečnost, že asistent pouze nenahradí lidskou práci, ale dle společnosti se dokonce vyrovná lidských pracovníků v hodnocení spokojenosti uživatelů. Dle společnosti **zákazníci vyřeší problémy za méně než 2 minuty oproti 11 minutám dříve** (bez využití tohoto AI asistenta). Veškeré tyto přínosy se přímo promítnou do ekonomické situace společnosti, kdy **Klarna odhaduje, že v roce 2024 se zisk v důsledku tohoto nástroje zvýší o 40 milionů dolarů**. Jak uvádí generální ředitel společnosti Sebastian Siemiatkowski, tento průlom v oblasti AI v interakci se zákazníky znamená pro zákazníky společnosti vynikající zkušenosti za lepší ceny, zajímavější výzvy pro zaměstnance a lepší návratnost pro investory. (Klarna, 2024)

Kromě výhod a přínosů pro společnost a zákazníky, přináší integrace tohoto AI asistenta také některé **hrozby a slabé stránky**, o kterých se veřejně nehovoří. Jednou ze slabých stránek může být například skutečnost, že tento AI asistent je **závislý na technologii od společnosti OpenAI**, což by mohl být například problém, pokud například společnost *OpenAI* zvýší ceny za využívání svých AI modelů, což by mohlo snížit potenciální finanční přínosy. Další hrozbou může být například skutečnost, že tento AI asistent **sdílí data při komunikaci s modelem od společnosti OpenAI**, kdy v tomto případě musí být zajištěno, že nejsou sdílěna citlivá data, což by mohlo ohrozit zákazníky, tak společnost *Klarna*. Dále pokud by například **klesla kvalita samotného jazykového modelu od společnosti OpenAI, toto zhoršení by se mohlo přímo projevit** v AI asistentovi společnosti *Klarna*, protože tento asistent je závislý na tomto modelu, což podtrhuje fakt, že společnost využívající tuto technologii, nemá plnou kontrolu nad tímto jazykovým modelem, (kromě možného ladění) **kdy snížení kvality jazykového modelu by mohlo vést ke snížení spokojenosti zákazníků a v důsledku toho i ke snížení ziskovosti společnosti**.

Na obrázku číslo 14 níže jsou formou SWOT analýzy shrnuty silné a slabé stránky a také příležitosti a hrozby při využití AI asistenta v zákaznickém servisu ve společnosti *Klarna*.



Obrázek 14 – SWOT analýza využití AI asistenta ve společnosti Klarna

Zdroj: vlastní zpracování

5. 6. 1 Vlastní výpočet

V této části je provedena vlastní analýza výše uvedeného případu nasazení AI chatbota ve společnosti *Klarna*. Jak již bylo uvedeno, společnost uvádí, že tento asistent vykoná práci, která odpovídá práci 700 zaměstnanců a v důsledku toho se zvýší zisk o 40 milionů dolarů. Cílem této podkapitoly je provést vlastní výpočet a vyčíslit přímé náklady a potenciální úspory tohoto řešení pro společnost, a to zejména v návaznosti na osobní náklady. Pro modelování tohoto příkladu bude využita již zmíněná společnost *Klarna*.

Jak již bylo uvedeno, virtuální asistent společnosti *Klarna*, založený na umělé inteligenci, využívá technologii (jazykový model) GPT od společnosti *OpenAI*. Vývojáři mohou tento jazykový model integrovat do vlastních aplikací pomocí API (Application

Programming Interface), což je, jednoduše řečeno, rozhraní, které umožňuje aplikacím komunikovat s tímto modelem. Společnost *OpenAI* nabízí přes API několik GPT modelů, jako například GPT-3.5 Turbo nebo GPT-4.

V kapitole 5. 2 bylo zmíněno takzvané „ladění“ (anglicky *fine-tuning*), což je specifické proces upravení AI modelu, čímž je specificky upraven pro konkrétní úkoly, jako např. překlad textu z jednoho jazyka do druhého. Jelikož je pro tento modelový příklad uvažována společnost *Klarna*, tak aby tento model dokázal odpovídat relevantně pro zákazníky společnosti, bude třeba využít tohoto ladění a model natrénovat na uložených textových konverzacích se zákaznickou podporou. Pro zjednodušení zde nebude bráno v úvahu očistění o citlivá data a předpoklad bude, že společnost má tyto konverzace uložené a dostupné. Dle technické dokumentace společnosti *OpenAI* (2024) je pro využití ladění modelů společnost doporučeno využít konkrétní model s označením *gpt-3.5-turbo-0125*. Samotné ladění je nejčastěji prováděno pomocí knihovny, od společnosti *OpenAI*, v programovacím jazyku *Python* (přílišné technické detaily nejsou náplní této kapitoly).

Pro účely ladění modelu je nutné poskytnout tréninková data, konkrétně seznam zpráv, kde každá zpráva má přiřazenou roli, obsah a volitelný název. Jak uvádí společnost *OpenAI* (2024) ve své technické dokumentaci, alespoň některé z příkladů ladění by se měly přímo zaměřovat na případy, kdy se vybidnutý model nechová tak, jak je požadováno, a poskytnuté zprávy asistenta v datech by měly být ideálními odpověďmi, které chcete, aby model poskytoval. Jak již bylo uvedeno, společnost *Klarna* uvádí, že jejich asistent zvládl 2,3 milionu konverzací ve sledovaném období (1 měsíc), což jsou dle společnosti dvě třetiny všech konverzací zákaznického servisu společnosti (celkově tedy zákaznický servis společnosti vede 3,45 milionu konverzací se zákazníky za jeden měsíc).

Aby byl natrénovaný model co nejužitečnější pro daný případ použití, je vhodné ho natrénovat na velkém množství dat. Jak uvádí společnost *OpenAI* (2024), výrazné zlepšení modelu přichází typicky po 50 až 100 tréninkových příkladech. Náklady při ladění modelu jsou založeny na tzv. počtu tokenů, což jsou jednotky vstupu, které zahrnují slova ale i například interpunkci a speciální symboly.

Z důvodu nedostatku interních dat od společnosti *Klarna*, bude následující smyšlená konverzace mezi pracovníkem zákaznického servisu a zákazníkem použita jako modelový vstup pro ladění modelu:

- **Zákazník:** Dobrý den, provedl jsem nákup pomocí aplikace, ale ještě jsem nedostal potvrzovací e-mail. Můžete mi prosím pomoci?
- **Pracovník:** Dobrý den! Rád vám pomohu. Můžete mi prosím poskytnout číslo Vaší objednávky, abych se mohl podívat?
- **Zákazník:** Samozřejmě, mé číslo objednávky je #123456789.
- **Pracovník:** Děkuji vám za poskytnutí čísla objednávky. Nechám si to pro Vás zkontrolovat. Zdá se, že vaše objednávka byla úspěšně zpracována a potvrzovací e-mail byl odeslán na e-mailovou adresu, která je spojena s Vaším účtem. Mohl byste prosím zkontrolovat složku spamu nebo propagační e-maily, zda se e-mail neobjevil tam?
- **Zákazník:** Zkontroloval jsem složku spamu, ale stále jsem e-mail nedostal. Můžete mi ho znovu poslat?
- **Pracovník:** Samozřejmě, mohu vám potvrzovací e-mail znovu poslat. Mohl byste mi potvrdit e-mailovou adresu spojenou s vaším účtem?
- **Zákazník:** Moje e-mailová adresa je jméno@email.com.
- **Pracovník:** Děkuji Vám. Právě jsem znovu odeslal potvrzovací e-mail na jméno@email.com. Dejte mi prosím vědět, jestli ho obdržíte. Doručení může chvíli trvat.
- **Zákazník:** Dostal jsem ho! Moc Vám děkuji za vaši pomoc.
- **Pracovník:** Nemí zač. Pokud budete mít další otázky nebo připomínky, neváhejte nás kdykoliv kontaktovat. Přeji Vám hezký den!

Tato konverzace obsahuje zhruba 200 tokenů (například část věty „Dobrý den,“ představuje 3 tokeny, kde každé slovo je jeden token a čárka je také jeden token), tudíž tato hodnota bude použita jako odhad pro typickou konverzaci se zákaznickým servisem pro tento příklad. Aby byl vyladěný jazykový model co nepřesnější, bude v tomto příkladu použito pro ladění celkem 3 000 konverzací (předpoklad, že společnost má konverzace uložené ať již s využitím vlastní infrastruktury nebo s využitím nástroje třetí strany, jako je např. nástroj pro zákaznickou podporu s názvem Zendesk) celkem tedy $3\,000 * 200$ tokenů, což je 600 tisíc tokenů.

Společnost *OpenAI* účtuje poplatek za využití modelu na základě počtu vstupních tokenů a počtu tréninkových epoch (celkový počet iterací všech tréninkových dat v jednom cyklu). Společnost *OpenAI* účtuje za ladění dle následujícího vzorce:

$$\text{základní cena za tokeny} * \text{počet tokenů ve vstupním souboru} * \text{počet epoch}$$

Vzorec 1 – Poplatek za ladění jazykového AI modelu společnosti OpenAI

Zdroj: Preparing your dataset. *OpenAI API docs* [online]. 2024 [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: <https://platform.openai.com/docs/guides/fine-tuning/preparing-your-dataset>

Pro model *gpt-3.5-turbo-0125* je stanovena cena 3 dolary za milion vstupních tokenů. Po dokončení ladění modelu lze model uložit na přidružený účet od *OpenAI*. Ekonomicky vyčísleno budou tedy celkové jednorázové náklady pro ladění modelu (při využití 3 epoch, což je doporučení *OpenAI* následující (v dolarech):

$$3 * (600\ 000 / 1\ 000\ 000) * 3 = 5,4\ USD$$

Jak je vidět na tomto výpočtu, tyto náklady spojené s laděním modelu jsou pro společnost typu *Klarna*, která operuje celosvětově zanedbatelné. V podstatě lze tyto náklady na ladění modelu považovat za alternativu nákladů na „školení“ zaměstnanců zákaznické podpory.

Následně lze vyladěný model použít například v rámci vlastní mobilní aplikace, která je integrována s infrastrukturou společnosti tak, že AI asistent dokáže pomoci uživatelům například s vyhledáváním v historii objednávek či rušit objednávky. Přímé náklady, které se pojí s integrací AI asistenta do mobilní aplikace zde nebudou uvažovány (jsou jednorázové a velmi těžko vyčíslitelné) nepřímé náklady spojené s infrastrukturou, jako například provoz severů či databáze, je možné v tomto příkladu zanedbat, protože k tomuto účelu lze použít stávající infrastrukturu a tuto infrastrukturu je nutné používat i v případě, kdy není využíván AI chatbot (a to i například k jiným účelům).

Také jsou zde spojeny provozní náklady s používáním vyladěného modelu GPT-3.5 Turbo (v podstatě „mzdové“ náklady AI modelu), které jsou, v březnu 2024, 3 dolary za 1 milion vstupních tokenů a 6 dolarů za 1 milion výstupních tokenů. Pokud je uvažována výše uvedené konverzace jako modelová, vstupních tokenů je 63 a výstupních 142. Společnost *Klarna* uvádí, že jejich chatbot vedl 2,3 milionu konverzací za sledovaný měsíc. Pokud je

použita výše uvedená konverzace jako modelový příklad typické konverzace je možné vypočítat celkové náklady spojené s používáním model následovně:

$[(\text{počet vstupních tokenů v milionech} * \text{cena za milion vstupních tokenů}) + (\text{počet výstupních tokenů v milionech} * \text{cena za milion výstupních tokenů})] * \text{celkový počet konverzací}$

Vzorec 2 – Náklady na používání (vstup, výstup) jazykového modelu od společnosti OpenAI

Zdroj: Vlastní zpracování dle: Pricing. *OpenAI* [online]. 2024 [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: <https://openai.com/pricing>

V tomto modelovém příkladu je výsledek za jeden měsíc, vyjádřený v amerických dolarech, následující (dle cen *OpenAI*, březen 2024):

$$[((63 / 1\,000\,000) * 3) + ((142 / 1\,000\,000) * 6)] * 2\,300\,000 = 2\,394,3 \text{ USD}$$

Pokud bude uvažováno, že 2,3 milionu konverzací bude průměrný počet konverzací zákaznického servisu, které povede AI chatbot každý měsíc jsou celkové roční náklady přímo spojené s využíváním modelu následující (v dolarech):

$$2\,394,3 * 12 = 28\,731,6 \text{ USD}$$

Jak je vidět z výsledku výše, celkové náklady za přímé používání modelu v 2,3 milionech konverzacích zákaznického servisu představuje náklady přibližně ve výši 2 394 dolarů za jeden měsíc, což je zhruba 29 tisíc dolarů za jeden kalendářní rok. Společnost *Klarna* uvádí, že AI asistent vykonává práci, která odpovídá práci 700 pracovníků.

Klarna je společnost se sídlem ve Švédsku a dle webu Glassdoor (2024) činí průměrná měsíční hrubá mzda na pozici pracovníka zákaznického servisu ve městě Stockholm (hlavní město Švédska) 46 tisíc švédských korun za měsíc čili v přepočtu zhruba 4 400 dolarů za měsíc a k tomu zaměstnavatelé ve Švédsku platí příspěvky na sociální zabezpečení z náhrad vyplacených zaměstnanců, a to ve výši 31,42 % (PwC Worldwide Tax Summaries, 2024), čili pro výpočet celkových osobních nákladů na pracovníky je nutné k hrubé mzdě připočítat tyto příspěvky na sociální zabezpečení.

Pro zjednodušení zde nebudou brány v úvahu nemzdové náklady spojené se zaměstnanci, jako například pronájem kancelářských prostor či náklady spojené s administrací, protože v porovnání s osobními náklady na zaměstnance jsou zanedbatelné. Pokud AI chatbot vykonává práci za 700 zaměstnanců, společnost ročně na mzdách, včetně příspěvku na sociální zabezpečení ve výši 31,42 % (PwC, 2024) ušetří celkovou částku dle následujícího vzorce:

$$(m\acute{e}s\acute{i}\acute{c}n\acute{i} \text{ mzda } \text{zam\acute{e}stnance} + \text{p}\acute{r}\acute{i}\text{s}\acute{p}\acute{e}\text{v}\acute{e}\text{k} \text{ soci\acute{a}ln\acute{i}\acute{o}ho } \text{poji}\acute{s}\acute{t}\acute{e}\text{n\acute{i}}) * \text{po}\acute{c}\text{e}\text{t } \text{m}\acute{e}s\acute{i}\acute{c}\acute{u} \text{ v } \text{roce} * \\ \text{po}\acute{c}\text{e}\text{t } \text{zam\acute{e}stnanc}\acute{u}$$

Vzorec 3 – Osobní náklady na zaměstnance za sledované časové období

Zdroj: Vlastní zpracování

V tomto modelovém příkladu jsou celkové roční osobní náklady (mzdové náklady spolu s příspěvky na sociální zabezpečení) 700 zaměstnanců zákaznického servisu následující (v dolarech):

$$(4\,400 + 0,3142 * 4\,400) * 12 * 700 = 48\,572\,832 \text{ USD}$$

Z celkových ročních osobních nákladů na zaměstnance ve výši 48 527 832 dolarů představuje částka 11 612 832 dolarů příspěvky na sociální zabezpečení a částka 36 960 000 dolarů představuje hrubé mzdy. Celkové osobní náklady na 700 zaměstnanců za období jednoho měsíce v roce jsou tedy (v dolarech):

$$48\,572\,832 / 12 = 4\,047\,736 \text{ USD}$$

Pokud tedy AI chatbot odvede práci za 700 pracovníků zákaznického servisu a společnost by tyto pracovníky propustila, ročně by klesly celkové osobní náklady o necelých 49 milionů dolarů za jeden rok. Zároveň přímé využití AI modelu („mzdové náklady“ AI) je spojené s přímými náklady ve výši zhruba 2 394 dolarů za jeden měsíc, což činí 28 728 dolarů za rok. Jak lze na tomto výpočtu vidět, pokud společnosti nasadí do provozu AI chatbota jako zákaznickou podporu, mohou ušetřit signifikantní část osobních nákladů na pracovníky (hrubá mzda včetně příspěvku na sociální zabezpečení), kdy v tomto příkladu představují přímé náklady za zákaznickou podporu s využitím AI pouze 0,059 % přímých osobních nákladů, při využití lidských pracovníků.

Tento výpočet jasně demonstruje finanční přínosy využití AI asistenta v zákaznické podpoře, kdy společnosti mohou za zaměstnance ušetřit až miliony dolarů ročně, přesto kvalita zákaznického servisu zůstane stejná či se může naopak zlepšit (například zákazníci vyřeší problémy rychleji a pohodlněji, viz údaj výše o průměrné době řešení jednoho zákaznického požadavku). Jak již ale bylo řečeno, využití AI chatbota jako zákaznické podpory s sebou nese i některé hrozby, jako například závislost na třetí straně nebo potenciální úniky citlivých dat.

V tabulce číslo 3 níže jsou shrnuty jednotlivé výsledné nákladové položky pro situaci, kdy práci vykonává 700 zaměstnanců zákaznického servisu v porovnání se situací, kdy danou práci odvede specializovaný asistent umělé inteligence.

| Položka | Práce vykonaná zaměstnanci | Práce vykonaná AI asistentem |
|--|----------------------------|------------------------------|
| Počet zaměstnanců | 700 | 0 |
| Hrubé mzdy | 36 960 000 USD | 0 USD |
| Příspěvky soc. pojištění (zaměstnavatel) | 11 612 832 USD | 0 USD |
| Využití AI modelu | 0 USD | 28 731,6 USD |
| Celkové náklady | 48 572 832 USD | 28 731,6 USD |

Tabulka 3 – Porovnání práce vykonané zaměstnanci a práce vykonané AI asistentem na případu Klarny (SWE)

Zdroj: vlastní zpracování

Jak je vidět v tabulce výše, společnost *Klarna* ušetří více než 48 milionů dolarů, pokud nahradí 700 pracovníků zákaznického servisu asistentem umělé inteligence. Jak vyplývá ze samotné tabulky, přímé náklady na vykonanou práci AI asistentem jsou zanedbatelné v porovnání se situací, kdy danou práci vykonávají lidské pracovníky. Dále z tabulky vyplývá, že s využitím AI asistenta odpadají některé nákladové položky, které se pojí s lidskými pracovníky, jako například hrubé mzdy a příspěvky na sociální zabezpečení a společnost *Klarna* platí zejména za využití samotného jazykového modelu.

Závěr

Umělá inteligence v současné době technologického pokroku vystupuje jako transformační síla, která ovlivňuje společnost a stává se jedním z klíčových prvků ekonomické transformace.

Cílem této práce bylo pomocí analýzy a komparace popsat, jaký efekt mají a také budou mít na společnost, a to zejména z pohledu ekonomického, technologie, které jsou souhrnně označovány pojmem umělá inteligence. Přidaná hodnota práce spočívá zejména v syntéze historického kontextu, současných ekonomických dynamik, vyhlídek do budoucnosti a představení praktické případové studie.

Jedním z klíčových závěrů této práce je skutečnost, že umělá inteligence je silou, která formuje ekonomické paradigma. Díky pokroku v technologiích umělé inteligence, jako je například strojové učení a následně v přímých aplikacích, které jsou na těchto technologiích založené (například zpracování přirozeného jazyka), dochází ke změnám a narušení tradičních obchodních modelů, kdy vznikají nové inovativní přístupy, které překračují lidské schopnosti a zdroje.

První kapitola práce poskytovala nutný teoretický základ, kdy je umělá inteligence definována a charakterizována takovým způsobem, který umožní dále s tímto teoretickým rámcem pracovat.

Následující kapitola se zabývala stručným historickým kontextem umělé inteligence, který se přirozeně prolínal s ekonomickým rámcem a který napomohl k pochopení širších historických dopadů a umělé inteligence a směrů, kterými se vývoj umělé inteligence vyvíjel.

Následně byly popsány některé významné aplikace umělé inteligence ve vybraných odvětvích s ekonomickými dopady na společnost. V kapitole byly uvedeny konkrétní nástroje, které formují každodenní ekonomickou skutečnost a podporují inovace.

Další kapitola této práce se zaměřila na mnohostranné ekonomické dopady umělé inteligence. Tato kapitola se zabývala mnohostrannými ekonomickými dopady, konkrétněji například na trh práce, produktivitu a celkovou ekonomickou výkonnost. Kapitola přinesla porozumění integrace umělé inteligence do ekonomiky, která s sebou přináší jak pozitiva, například zvýšenou efektivitu, tak i negativa, včetně otázek ohledně automatizace pracovních míst a sociálních nerovností.

Poslední část diplomové práce pojednává o konkrétním nástroji umělé inteligence. V této části byla představena společnost *OpenAI* a model umělé inteligence s názvem GPT a nástroj *ChatGPT*. Kapitola se zabývala historickým kontextem, architekturou, limity a problémy dané technologie. Dále byly analyzovány dopady nástroje *ChatGPT* a modelu GPT na trh práce, a bylo zjištěno, že v krátkém období pravděpodobně dojde k dočasnému nesouladu mezi zaměstnanci a jejich kvalifikací a schopnostmi, a mezi požadavky zaměstnavatelů, což může vést k nezaměstnanosti. Avšak jakmile si lidé osvojí nové požadavky, trh práce se stabilizuje. Co se týče dlouhého období, je velmi obtížné předpovídat dopady nástroje *ChatGPT* a podobných nástrojů na trh práce. V následující části té samé kapitoly byly popsány příklady ekonomického využití v nejvýznamnějších odvětvích pro danou technologii. V poslední části této kapitoly byla představena společnost *Klarna*, která využívá AI asistenta jako formu zákaznické podpory. Cílem podkapitoly bylo zjistit, jaké přínosy a negativa s sebou toto řešení přináší, a to jak pro danou společnost, tak pro její zákazníky, a vyčíslit zvýšení či snížení nákladů spojených s tímto řešením. Mezi přínosy, které využití AI asistenta v dané společnosti přináší, patří například snížení nákladů pro společnost, pohodlnost pro zákazníka či neustálá dostupnost. Negativum, které toto řešení přináší, může být například skutečnost, že společnost *Klarna* sdílí data se společností *OpenAI*. Toto řešení s sebou přináší i určité příležitosti jako například využití lepších a novějších jazykových modelů. Mezi nejvýznamnější hrozby využití AI asistenta patří například únik citlivých dat. V této části práce byl proveden i výpočet změny osobních nákladů na zaměstnance (mzdové náklady spolu s příspěvky na sociální zabezpečení). Tímto výpočtem se došlo k závěru, že pokud AI asistent vykoná práci, která odpovídá výkonu 700 zaměstnancům zákaznického servisu. Společnost ušetří za období jednoho roku více než 48 milionů dolarů na osobních nákladech. Společnost *Klarna* může sloužit jako ukázkový příklad integrace umělé inteligence do podnikových procesů a jasně ukazuje, jaká úskalí s sebou toto řešení přináší. Tato případová studie poskytuje konkrétní pohled na skutečnost, kdy se umělá inteligence stává nedílnou součástí našich životů a jakým způsobem může takovýto nástroj ovlivňovat nejenom ekonomickou skutečnost.

Celkově lze konstatovat, že umělá inteligence s sebou přináší jak nové příležitosti, tak i výzvy pro společnost. Nyní je v rukou zainteresovaných sil, jako například korporací, výzkumníků, politiků, či samotných uživatelů, jakým směrem se bude budoucí integrace umělé inteligence do našich každodenních životů vyvíjet. Tato diplomová poskytuje navigační systém, který může posloužit jako komplexní průvodce všem zainteresovaným stranám.

Seznam použitých zdrojů

100+ ChatGPT Statistics 2024. *AIPRM* [online]. 2024 [cit. 2024-02-11]. Dostupné z: <https://www.aiprm.com/chatgpt-statistics>

ABONAMAH, Abdullah A., TARIQ, Muhammad U. a SHILBAYEH, Samar. (2021). On the Commoditization of Artificial Intelligence. *Frontiers in Psychology* [online]. [cit. 2024-01-19], roč. 12, č. 696346. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.6963466>

About Spotify. *Spotify* [online]. 2023 [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://newsroom.spotify.com/company-info>

About the Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI) Member Organization. *Association for the Advancement of Artificial Intelligence* [online]. 2023 [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://aaai.org/about-aaai>

AlphaGo. *Google DeepMind* [online]. 2023 [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://deepmind.google/technologies/alphago>

Ameca. *Engineered Arts* [online]. 2023 [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://www.engineeredarts.co.uk/robot/ameca>

Attention is All you Need. *Semantic Scholar* [online]. 2024 [cit. 2024-02-04]. Dostupné z: <https://www.semanticscholar.org/paper/Attention-is-All-you-Need-Vaswani-Shazeer/204e3073870fae3d05bc2f6a8e263d9b72e776>

BANKS, Jeanine, WARKENTIN, Tris. Gemma. (2024). Introducing new state-of-the-art open models. *Google Blog* [online]. 2024 [cit. 2024-02-24]. Dostupné z: <https://blog.google/technology/developers/gemma-open-models>

BROWN, Sara. (2021). Machine learning. explained. *MIT Sloan* [online]. [cit. 2023-12-03]. Dostupné z: <https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/machine-learning-explained>

BUCHANAN, Bonnie G. (2019). Artificial intelligence in finance. *The Alan Turing Institute* [online]. [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: https://www.turing.ac.uk/sites/default/files/2019-04/artificial_intelligence_in_finance_-_turing_report_1.pdf

COOPER, Kindra. (2023). DATA SCIENCE OpenAI GPT-3: Everything You Need to Know. *Springboard* [online]. [cit. 2024-02-04]. Dostupné z: <https://www.springboard.com/blog/data-science/machine-learning-gpt-3-open-ai>

COPELAND, B. J. (2023). Alan Turing. *Britannica* [online]. [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/biography/Alan-Turing>

COPELAND, B. J. (2023). DENDRAL. *Britannica* [online]. [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/DENDRAL>

CRABTREE, Matt. (2023). 10 Ways to Use ChatGPT for Finance. *DataCamp* [online]. [cit. 2024-02-09]. Dostupné z: <https://www.datacamp.com/blog/10-ways-to-use-chatgpt-for-finance>

- DENNIS, Michael Aaron. (2023). Vannevar Bush. *Britannica* [online]. [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/biography/Vannevar-Bush>
- DUARTE, Fabio. (2023). Number of ChatGPT Users (Dec 2023). *Exploding Topics* [online]. [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://explodingtopics.com/blog/chatgpt-users>
- Editoři encyklopedie Britannica. (2023). Deep Blue. *Britannica* [online]. [cit. 2023-12-03]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/topic/Deep-Blue>
- Editoři encyklopedie Britannica. (2023). Turing test. *Britannica* [online]. [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/Turing-test>
- Five Ways to Make Your Discover Weekly Playlists Even More Personalized. *Spotify* [online]. 2019 [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://newsroom.spotify.com/2019-05-02/five-ways-to-make-your-discover-weekly-playlists-even-more-personalized>
- For Your Ears Only: Personalizing Spotify Home with Machine Learning. *Spotify Engineering* [online]. 2020 [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://engineering.atspotify.com/2020/01/for-your-ears-only-personalizing-spotify-home-with-machine-learning>
- FURMAN, Jason a SEAMANS, Robert. (2019). AI and the Economy. Online. *University of Chicago Press*. [cit. 2024-01-11], roč. 19, č. 1, s. 161 - 191. ISSN 1531-3468
- GILLHAM, Jonathan, RIMMINGTON, Lucy, DANCE, Hugh, et al. (2018). The macroeconomic impact of artificial intelligence. *PWC* [online]. [cit. 2024-01-09]. Dostupné z: <https://www.pwc.co.uk/economic-services/assets/macroeconomic-impact-of-ai-technical-report-feb-18.pdf>
- GitHub Copilot. *GitHub* [online]. 2024 [cit. 2024-02-09]. Dostupné z: <https://github.com/features/copilot>
- GOERTZEL, Ben. (2014). Artificial General Intelligence: Concept, State of the Art, and Future Prospects. *Journal of Artificial General Intelligence* [online]. [cit. 2023-12-03]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/271390398_Artificial_General_Intelligence_Concept_State_of_the_Art_and_Future_Prospects
- GREGERSEN, Erik. (2023). ChatGPT. *Britannica* [online]. [cit. 2024-02-04]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/ChatGPT>
- GUPTA, Neeru a MANGLA, Ramita. (2020). Artificial Intelligence Basics. Trinity Press, [cit. 2023-12-03]. ISBN 978-1-68392-516-3
- HEMMENDINGER, David. (2023). LISP. *Britannica* [online]. [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/LISP-computer-language>
- HINKLE, Mark. (2023). LLMs and Data Privacy: Navigating the New Frontiers of AI. *The New Stack* [online]. [cit. 2024-02-23]. Dostupné z: <https://thenewstack.io/llms-and-data-privacy-navigating-the-new-frontiers-of-ai>

HOFKENS, Roeland. (2024). Large Language Models: Security & Data Privacy. *LanguageWire* [online]. [cit. 2024-02-23]. Dostupné z: <https://www.languagewire.com/en/blog/llm-data-security>

How much does a Customer Service make in Stockholm, Sweden? *Glassdoor* [online]. 2024 [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: https://www.glassdoor.com/Salaries/stockholm-customer-service-salary-SRCH_IL.0,9_IM1136_KO10,26.htm

ChatGPT and Manufacturing: A New Era of Efficiency and Innovation. *Vanti* [online]. 2024 [cit. 2024-02-10]. Dostupné z: <https://www.vanti.ai/chatgpt-and-manufacturing-a-new-era-of-efficiency-and-innovation>

CHENG, Shuyang a Gabriel BENDER. (2019). AutoML: Automating the design of machine learning models for autonomous driving. *Waymo* [online]. [cit. 2023-12-06]. Dostupné z: <https://waymo.com/blog/2019/07/automl-automating-design-of-machine.html>

Introducing GPTs. *OpenAI* [online]. 2023. [cit. 2024-02-04]. Dostupné z: <https://openai.com/blog/introducing-gpts>

KANADE, Vijay. (2022). What Is Super Artificial Intelligence (AI)? Definition, Threats, and Trend. *Spiceworks* [online]. [cit. 2023-12-03]. Dostupné z: <https://www.spiceworks.com/tech/artificial-intelligence/articles/super-artificial-intelligence>

Klarna AI assistant handles two-thirds of customer service chats in its first month. *Klarna* [online]. 2024 [cit. 2024-03-15]. Dostupné z: <https://www.klarna.com/international/press/klarna-ai-assistant-handles-two-thirds-of-customer-service-chats-in-its-first-month>

Klarna. *Crunchbase* [online]. 2024 [cit. 2024-15-03]. Dostupné z: <https://www.crunchbase.com/organization/klarna>

KORINEK, Anton a Joseph E. STIGLITZ. (2021). Artificial intelligence, globalization, and strategies for economic development. *National Bureau of Economic Research working paper series National Bureau of Economic Research* [online]. [cit. 2023-10-01], wp 28453. Dostupné z: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w28453/w28453.pdf

Large Language Models Explained. *Nvidia* [online]. 2024 [cit. 2024-02-04]. Dostupné z: <https://www.nvidia.com/en-us/glossary/large-language-models>

Latinské přísloví „Chybovat je lidské“. *Citáty slavných osobností* [online]. 2023 [cit. 2023-12-15]. Dostupné z: <https://citaty.net/citaty/13725-chybovat-je-lidske>

LEE, Kenny. (2023). Understanding LLM Hallucinations and how to mitigate them. *Kili* [online]. [cit. 2024-02-09]. Dostupné z: <https://kili-technology.com/large-language-models-llms/understanding-llm-hallucinations-and-how-to-mitigate-them>

LEIJONHUFVUD, Jonas a CARLSSON, Sven. (2021). In. Spotify – Příběh inovátorů, kteří porazili Apple, Google i Amazon. Jan Melvil Publishing, [cit. 2023-12-07], s. 161-162. ISBN 978-80-7555-124-5

- LIU, Yiheng, HAN, Tianle, et al. (2023). Summary of ChatGPT-Related Research and Perspective Towards the Future of Large Language Models [online]. [cit. 2024-02-09]. Dostupné z: <https://arxiv.org/pdf/2304.01852.pdf>
- MALIK, Akhil. (2023). Top Industries That Could Benefit from ChatGPT. *Signity Solutions* [online]. [cit. 2024-02-09]. Dostupné z: <https://www.signitysolutions.com/blog/benefits-of-chatgpt-for-top-industries>
- MASLEJ, Nestor, FATTORINI, Loredana, BRYNJOLFSSON, Erik, et al. (2023). Artificial Intelligence Index Report 2023. *Stanford HAI* [online]. [cit. 2024-01-19]. Dostupné z: https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2023/04/HAI_AI-Index-Report_2023.pdf
- MATUSZEWSKA, Julia. (2023). How is AI used in entertainment? Use cases, examples, and tools. *Miquido* [online]. [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://www.miquido.com/blog/how-is-ai-used-in-entertainment>
- MCQUATE, Sarah. (2023). Q&A: UW researcher discusses just how much energy ChatGPT uses. *UW News* [online]. [cit. 2024-02-09]. Dostupné z: <https://www.washington.edu/news/2023/07/27/how-much-energy-does-chatgpt-use>
- Med-PaLM. *Google Research* [online]. 2024 [cit. 2024-02-09]. Dostupné z: <https://sites.research.google/med-palm>
- MEENA, Ravindar, JINGAR, Priyanka, GUPTA, Sachin. (2020). Our Heritage Artificial Intelligence: A Digital Transformation Tool in Entertainment and Media Industry [online]. [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Ravindar-Meena-2/publication/373839036_Our_Heritage_Artificial_Intelligence_A_Digital_Transformation_Tool_in_Entertainment_and_Media_Industry/links/64ffdc97849bbb203b94d682/Our-Heritage-Artificial-Intelligence-A-Digital-Transformation-Tool-in-Entertainment-and-Media-Industry.pdf
- MONTENEGRO-RUEDA, Marta, FERNÁNDEZ-CERERO, José, et al. (2023). Impact of the Implementation of ChatGPT in Education: A Systematic Review. *Computers* [online]. [cit. 2024-02-09]; 12(8):153. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/computers12080153>
- MORAVEC, Hans Peter. (2023). Robot. *Britannica* [online]. [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/robot-technology>
- OpenAI announces leadership transition. *OpenAI* [online]. 2023. [cit. 2024-02-04]. Dostupné z: <https://openai.com/blog/openai-announces-leadership-transition>
- OpenAI. *Crunchbase* [online]. 2023 [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://www.crunchbase.com/organization/openai>
- PATTERSON, David, GONZALEZ, Joseph, et al. (2022). The Carbon Footprint of Machine Learning Training Will Plateau, Then Shrink [online]. [cit. 2024-02-09]. Dostupné z: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2204/2204.05149.pdf>
- PETERS, Katelyn. (2023). What Is Universal Basic Income (UBI), and How Does It Work? *Investopedia* [online]. [cit. 2024-01-19]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/b/basic-income.asp>

Preparing your dataset. *OpenAI API docs* [online]. 2024 [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: <https://platform.openai.com/docs/guides/fine-tuning/preparing-your-dataset>

Pricing. *OpenAI* [online]. 2024 [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: <https://openai.com/pricing>

RAYHAN, Swajan. (2023). AI Superintelligence and Human Existence: A Comprehensive Analysis of Ethical, Societal, and Security Implications. [online]. [cit. 2024-01-19]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/372861470_AI_Superintelligence_and_Human_Existence_A_Comprehensive_Analysis_of_Ethical_Societal_and_Security_Implications

ROUSE, Margaret. (2024). Large Language Model (LLM). *Techopedia* [online]. 2024 [cit. 2024-02-04]. Dostupné z: <https://www.techopedia.com/definition/34948/large-language-model-llm>

RUSSEL, Stuart a Peter NORVIG. (2010). Artificial Intelligence: A Modern Approach. 3. vydání. Pearson, [cit. 2023-12-07]. ISBN 978-0136042594

SAMUEL, Sigal. (2020). Everywhere basic income has been tried, in one map. *Wox* [online]. [cit. 2024-01-19]. Dostupné z: <https://www.vox.com/future-perfect/2020/2/19/21112570/universal-basic-income-ubi-map>

SANCHEZ, Victo. (2023). The history of Siri and its impact on today's technology. *RoutineHub Blog* [online]. [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://blog.routinehub.co/the-history-of-siri-and-its-impact-on-todays-technology>

SCHROER, Alyssa. (2023). Artificial Intelligence in Cars: Examples of AI in the Auto Industry. *Built In* [online]. [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://builtin.com/artificial-intelligence/artificial-intelligence-automotive-industry>

SMUSIN, Mitya. (2023). ChatGPT in Retail Industry: A Comprehensive Guide. *Yellow* [online]. [cit. 2024-02-12]. Dostupné z: <https://yellow.systems/blog/chatgpt-in-retail>

Sophia. *Hanson Robotics* [online]. 2023 [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://www.hansonrobotics.com/sophia>

Sora. *OpenAI* [online]. 2024 [cit. 2024-02-18]. Dostupné z: <https://openai.com/sora>

Spotify Debuts a New AI DJ, Right in Your Pocket. *Spotify* [online]. 2023 [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://newsroom.spotify.com/2023-02-22/spotify-debuts-a-new-ai-dj-right-in-your-pocket>

Spotify. *Crunchbase* [online]. 2023 [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://www.crunchbase.com/organization/spotify>

SRIVASTAVA, Sudeep. (2023). How is AI Transforming the Future of the Automotive Industry? Benefits and Use Cases. *Appinventiv* [online]. [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://appinventiv.com/blog/ai-in-automotive-industry>

Sweden. *PwC Worldwide Tax Summaries* [online]. 2024 [cit. 2024-04-06]. Dostupné z: <https://taxsummaries.pwc.com/sweden/individual/other-taxes>

- SY, Anne-Gaëlle. (2023). ChatGPT Statistics: More productivity, less jobs in marketing. *Sortlist* [online]. [cit. 2024-02-09]. Dostupné z: <https://www.sortlist.com/datahub/reports/chat-gpt-statistics>
- THORMUNDSSON, Bergur. (2023). Amount of companies using ChatGPT in their business function in 2023, by industry. *Statista* [online]. [cit. 2024-01-10]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/1384323/industries-using-chatgpt-in-business>
- WALSH, Bryan. (2021). Looking back at Watson's 2011 "Jeopardy!" win. *Axios* [online]. [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://www.axios.com/2021/02/13/ibm-watson-jeopardy-win-language-processing>
- WANG, Sheng, ZHAO, Zihao et al. (2023). ChatCAD: Interactive Computer-Aided Diagnosis on Medical Image using Large Language Models [online]. [cit. 2024-02-09]. Dostupné z: <https://arxiv.org/pdf/2302.07257.pdf>
- Waymo Driver. *Waymo* [online]. 2023 [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://waymo.com/waymo-driver>
- Waymo One. *Waymo* [online]. 2023 [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://waymo.com/waymo-one>
- Waymo. *Crunchbase* [online]. 2023 [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://www.crunchbase.com/organization/waymo>
- What is large language model? *Cloudflare* [online]. 2024 [cit. 2024-02-04]. Dostupné z <https://www.cloudflare.com/learning/ai/what-is-large-language-model>
- What is speech recognition? *IBM* [online]. 2023 [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://www.ibm.com/topics/speech-recognition>
- What is the history of artificial intelligence (AI)? *Tableau* [online]. 2023 [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://www.tableau.com/data-insights/ai/history>
- What is Watson? IBM Takes on Jeopardy. *IBM Support* [online]. 2021 [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://www.axios.com/2021/02/13/ibm-watson-jeopardy-win-language-processing>
- WILSON, H. James, DAUGHERTY, Paul R., MORINI-BIANZINO, Nicola. (2017). The Jobs That Artificial Intelligence Will Create. *MIT Sloan Management Review*. [cit. 2024-01-11], roč. 58, č. 4.
- YAO, Jia-Yu, NING, Kung-Peng et al. (2023). LLM Lies: Hallucinations are not Bugs, but Features as Adversarial Examples. *Pekingská univerzita* [online]. [cit. 2024-02-09]. Dostupné z: <https://arxiv.org/pdf/2310.01469.pdf>
- ZARIFHONARVAR, Ali. (2023). Economics of ChatGPT: a labor market view on the occupational impact of artificial intelligence. *Journal of Electronic Business & Digital Economics* [online]. [cit. 2024-01-11]. Dostupné z: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4350925

ZHANG, Yue, LI, Yafu, et al. (2023). Siren's Song in the AI Ocean: A Survey on Hallucination in Large Language Models. [online]. [cit. 2024-02-09]. Dostupné z: <https://arxiv.org/pdf/2309.01219.pdf>

ZWAAS, Vladimir. (2023). Expert system. *Britannica* [online]. [cit. 2023-12-04]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/expert-system>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Struktura zpětnovazebního systém zpětnovazebního učení [online]. [cit. 2023-11-05]. Dostupné z: https://miro.medium.com/v2/resize:fit:1400/1*7cuAqjQ97x1H_sBlEAVVZg.png

Obrázek 2: Vícevrstvá neuronová síť [online]. [cit. 2023-11-05]. Dostupné z: <https://robodoupe.cz/wp-content/uploads/2018/09/EvoRobo-neurositCZ.png>

Obrázek 3: Deep Blue Supercomputer Tower. *National Museum of American History* [online]. 2023 [cit. 2023-11-21]. Dostupné z: https://americanhistory.si.edu/collections/search/object/nmah_1005331

Obrázek 4: Ameca [online]. [cit. 2023-11-21]. Dostupné z: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5e/Ameca_Generation_1.jpg

Obrázek 5: Turingův test [online]. [cit. 2023-12-06]. Dostupné z: <https://media.geeksforgeeks.org/wp-content/uploads/Turing-Diagram-159676.png>

Obrázek 6: Waymo [online]. [cit. 2023-12-06]. Dostupné z: <https://i0.wp.com/smdp.com/wp-content/uploads/2023/02/Waymo-Santa-Monica-1.jpg?fit=1200%2C677&ssl=1>

Obrázek 7: Spotify DJ [online]. [cit. 2023-12-06]. Dostupné z: <https://image-cdn.hypb.st/https%3A%2F%2Fhypebeast.com%2Fimage%2F2023%2F05%2Fspotify-launches-ai-dj-in-uk-and-ireland-0.jpg?w=960&cbr=1&q=90&fit=max>

Obrázek 8: How Much Are Companies Investing in AI? *Statista* [online]. 2023 [cit. 2024-01-10]. Dostupné z: <https://www.statista.com/chart/31314/global-corporate-investment-in-artificial-intelligence>

Obrázek 9: GLASNER, Joanna (2023). AI's Share Of US Startup Funding Doubled in 2023. *Crunchbase* [online]. [cit. 2023-12-11]. Dostupné z: <https://news.crunchbase.com/ai-robotics/us-startup-funding-doubled-openai-anthropic-2023>

Obrázek 10: MASLEJ, Nestor, FATTORINI, Loredana, BRYNJOLFSSON, Erik, et al. (2023). Artificial Intelligence Index Report 2023. *Stanford HAI* [online]. [cit. 2024-02-02]. Dostupné z: https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2023/04/HAI_AI-Index-Report_2023.pdf

Obrázek 11: ChatGPT. *OpenAI* [online]. [cit. 2024-02-09]. Dostupné z: https://cdn.openai.com/chatgpt/consumer_desktop.svg

Obrázek 12: 100+ ChatGPT Statistics 2024. *AIPRM* [online]. 2024 [cit. 2024-02-11]. Dostupné z: <https://www.aiprm.com/chatgpt-statistics>

Obrázek 13: Logo Klarna [online]. [cit. 2024-05-04]. Dostupné z: <https://static.reserved.com/media/SHARED/strony>

Obrázek 14: SWOT analýza využití AI asistenta ve společnosti Klarna. Vlastní zpracování.

Seznam tabulek

Tabulka 1: GILLHAM, Jonathan, RIMMINGTON, Lucy, DANCE, Hugh, et al. (2018). The macroeconomic impact of artificial intelligence. *PWC* [online]. [cit. 2024-01-09]. Dostupné z: <https://www.pwc.co.uk/economic-services/assets/macroeconomic-impact-of-ai-technical-report-feb-18.pdf>

Tabulka 2: GILLHAM, Jonathan, RIMMINGTON, Lucy, DANCE, Hugh, et al. (2018). The macroeconomic impact of artificial intelligence. *PWC* [online]. [cit. 2024-01-09]. Dostupné z: <https://www.pwc.co.uk/economic-services/assets/macroeconomic-impact-of-ai-technical-report-feb-18.pdf>

Seznam vzorců

Vzorec 1: Poplatek za ladění jazykového modelu společnosti *OpenAI*. Preparing your dataset. *OpenAI API docs* [online]. 2024 [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: <https://platform.openai.com/docs/guides/fine-tuning/preparing-your-dataset>

Vzorec 2: Náklady na používání (vstup, výstup) jazykového modelu od společnosti *OpenAI*. Preparing your dataset. *OpenAI API docs* [online]. 2024 [cit. 2024-03-21]. Dostupné z: <https://platform.openai.com/docs/guides/fine-tuning/preparing-your-dataset>

Vzorec 3: Osobní náklady na zaměstnance za sledované časové období. Vlastí zpracování.

Zadání diplomové práce



Univerzita Hradec Králové
Fakulta informatiky a managementu

Autor: Bc. Radim Höfer

Studium: I2200537

Studijní program: N0413A050048 Ekonomika a management

Studijní obor: Ekonomika a management

Název diplomové práce: Umělá inteligence v ekonomice

Název diplomové práce AJ: Artificial Intelligence in the Economy

Cíl, metody, literatura, předpoklady:

Cíl: Pomocí analýzy a komparace zmapovat a popsat, jaký efekt mají a budou mít na společnost, zejména z pohledu ekonomického, technologie souhrnně označované jako umělá inteligence.

Osnova: 1. Úvod 2. Umělá inteligence 3. Historie umělé inteligence 4. Ekonomické oblasti využití umělé inteligence 5. Ekonomické dopady 6. Případová studie 7. Závěr

BUGHIN, Jacques, Jeongmin SEONG a James MANYIKA. Modeling the impact of AI on the world economy. [online] McKinsey Global Institute, 2018 [cit. 2023-10-01]. Dostupné z: <https://www.mckinsey.com/media/McKinsey/Featured%20Insights/Artificial%20Intelligence/Notes%20from%20the%20frontier%20Modeling%20the%20impact%20of%20AI%20on%20the%20world%20economy/MGI-Notes-from-the-AI-frontier-Modeling-the-impact-of-AI-on-the-world-economy-September-2018.ashx>

ERNST, Ekkehard, Rossana MEROLA a Daniel SAMAAN. The economics of artificial intelligence: Implications for the future of work. [online] International labour organization, Ženeva, 2018 [cit. 2023-10-01]. ISSN 978-92-2- 031138-7. Dostupné z: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---cabinet/documents/publication/wcms_647306.pdf

FURMAN, Jason a Robert SEAMANS. AI and the Economy. Innovation Policy and the Economy [online]. 2019, 19 (1), 161 – 191 [cit. 2023-10-01]. ISSN 978-92-2-031138-7. Dostupné z: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/epdf/10.1086/699936>

JONATHAN, Gillham, LUCY Rimmington, HUGH, Dance, et al. The macroeconomic impact of artificial intelligence. [online] PwC, 2018 [cit. 2023-10-01]. Dostupné z: <https://www.pwc.co.uk/economic-services/assets/macro-economic-impact-of-ai-technical-report-feb-18.pdf>

KORINEK, Anton a Joseph E. STIGLITZ. Artificial intelligence, globalization, and strategies for economic development. National Bureau of Economic Research working paper series [online] National Bureau of Economic Research, 2021, wp 28453 [cit. 2023-10-01]. Dostupné z: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w28453/w28453.pdf

Zadávací pracoviště: Katedra ekonomie,
Fakulta informatiky a managementu

Vedoucí práce: Ing. Jan Mačí, Ph.D.

Datum zadání závěrečné práce: 15.10.2021