

EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE

NÁRODOHOSPODÁRSKA FAKULTA

Evidenčné číslo: 101003/I/2023/36122163873406212

UMELÁ INTELIGENCIA A ZAMESTNANOSŤ

Diplomová práca

Bratislava 2023

Bc. Kristína Hiklová

EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
NÁRODOHOSPODÁRSKA FAKULTA

UMELÁ INTELIGENCIA A ZAMESTNANOSŤ

Diplomová práca

Študijný program: Aplikovaná ekonómia

Študijný odbor: Ekonómia a manažment

Školiace pracovisko: Katedra hospodárskej politiky

Vedúci záverečnej práce: prof. Ing. Martin Lábaj, PhD.

Bratislava 2023

Bc. Kristína Hiklová

Pod'akovanie

V tejto časti práce by som rada poďakovala prof. Ing. Martinovi Lábajovi, PhD., za jeho čas, rady a odbornú pomoc pri písaní tejto záverečnej práce. Taktiež by som chcela poďakovať Ing. Tomášovi Olešovi za pomoc a ochotu pri spracovávaní údajov. Realizácia výskumu na európskych mikrouďajoch (EU-LFS) bola možná vďaka realizácii projektu MIT Slovakia Seed Fund – *Labor Market Implications of Automation in the United States and the EU* a projektu Nadácie NBS GV-2022-4-P11-Z1 *Posilnenie inovatívnej výskumnej spolupráce medzi MIT a EUBA v oblasti automatizácie* na Katedre hospodárskej politiky.

ABSTRAKT

HIKLOVÁ, Kristína: *Umelá inteligencia a zamestnanosť*. – Ekonomická univerzita v Bratislave. Národohospodárska fakulta; Katedra hospodárskej politiky. – Vedúci záverečnej práce: prof. Ing. Martin Lábaj, PhD. – Bratislava: NHF, 2023, 62 s.

Cieľom záverečnej práce je preskúmať vplyv umelej inteligencie na zamestnanosť v rámci krajín EÚ-27. Na dosiahnutie stanoveného cieľa sme využili regresnú analýzu, na ktorú sme využili mikrodáta EU-LFS a indikátor vystavenia jednotlivých povolání voči umelej inteligencii. Práca najskôr analyzuje aktuálny stav a vývoj umelej inteligencie, a porovnáva výsledky medzi skúmanými krajinami. Neskôr sme sa venovali ohrozeniu jednotlivých povolání umelou inteligenciou, ktoré sú v práci rozčlenené na ohrozené a menej ohrozené na základe Webbovho indikátora vystavenia umelej inteligencii. V poslednej časti práce sme skúmali vzťah medzi rastom zamestnanosti a expozíciou voči umelej inteligencii, pričom analýza bola vykonaná v súlade so štatistickou klasifikáciou zamestnaní SK-ISCO 08. Efekt produktivity prevyšuje nad efektom vytlačania, čo znamená, že aplikácia technológií umelej inteligencie do pracovných procesov doteraz viedla k zlepšeniu produktivity práce, nad rámec nahrádzania práce a celkovo neznížila dopyt po pracovnej sile.

Kľúčové slová: umelá inteligencia, zamestnanosť, vystavenie, efekt produktivity

ABSTRACT

HIKLOVÁ, Kristína: *Artificial intelligence and employment* – University of Economics in Bratislava. Faculty of National Economy; Department of Economic Policy. – The consultant: prof. Ing. Martin Lábaj, PhD.– Bratislava: NHF, 2023, 62 p.

The aim of this final thesis is to examine the impact of artificial intelligence on employment within the EU-27 countries. To achieve this aim, we have used regression analysis, for which we have used the EU-LFS microdata and an indicator of occupational exposure to AI. The paper first analyses the current situation and development of AI and compares the results between the countries examined. Later, we looked at the exposure of various occupations to artificial intelligence, which are categorized in the thesis into at-risk and less-at-risk occupations based on Webb's AI exposure indicator. The last part of the thesis studied the relationship between employment growth and exposure to AI, performing the analysis in accordance with the statistical classification of occupations SK-ISCO 08. The productivity effect exceeds the displacement effect, which means that the implementation of AI technologies in work processes has so far led to an improvement in labour productivity, beyond labour substitution, and has not reduced the overall labour demand.

Key words: artificial intelligence, employment, exposure, productivity effect

OBSAH

Úvod.....	6
1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí.....	8
1.1 História a vývoj umelej inteligencie	8
1.2 Riziká umelej inteligencie.....	10
1.3 Sociálno – etické problémy	11
1.4 Budúcnosť umelej inteligencie.....	12
1.4.1 Technológia GPT a ChatGPT.....	13
1.4.2 Legislatíva a regulácia.....	15
1.5 Vplyv umelej inteligencie na trh práce	16
1.5.1 Efekt produktivity a efekt vytlačania	17
1.6 Prístupy k meraniu vplyvu umelej inteligencie.....	19
1.6.1 Ukazovatele založené na frekvencii zverejňovania pracovných ponúk súvisiacich s umelou inteligenciou.....	20
1.6.2 Ukazovatele využívania umelej inteligencie založené na úlohách	21
2 Cieľ práce.....	25
3 Metodika práce.....	26
4 Výsledky práce.....	30
4.1 Využívanie umelej inteligencie v rámci EÚ-27	30
4.1.1 Umelá inteligencia na úrovni EÚ ako celku.....	30
4.1.2 Umelá inteligencia na úrovni podnikov	32
4.1.3 Umelá inteligencia na úrovni krajín	34
4.2 Vystavenie jednotlivých ekonomických činností umelej inteligencií.....	39
4.3 Situácia na trhu práce	43
4.3.1 Zamestnanosť	43
4.3.2 Podiel ohrozených pracovníkov umelou inteligenciou	46
4.4 Vzťah medzi rastom zamestnanosti a vystavením umelej inteligencií	48
5 Diskusia.....	52
Záver.....	54
Zoznam použitej literatúry.....	56

Úvod

Za posledné roky sme zaznamenali významný pokrok v rôznych oblastiach umelej inteligencie. Tento rýchly pokrok je však sprevádzaný obavami z možných účinkov na trh práce. Existujú dôvody domnievať sa, že jeho vplyv môže byť odlišný od predchádzajúcich vĺn technologického pokroku. Donedávna prevládali teórie, že umelá inteligencia bude využívaná iba pri pracovných činnostiach, ktoré využívajú rutinné, manuálne úlohy, a teda bude nahrádzať pracovníkov s nízkou a strednou kvalifikáciou. V súčasnosti však väčšina technológií umelej inteligencie predstavuje vysoko sofistikované algoritmické techniky, ktoré dokážu zautomatizovať aj nerutinné kognitívne úlohy.

Aj keď umelá inteligencia môže neúmerne ovplyvniť situáciu na trhu práce, nemusí to automaticky znamenať, že dôjde k vytlačaniu pracovníkov. Technologický pokrok vo všeobecnosti zvyšuje efektívnosť práce tým, že zrýchľuje činnosti vykonávané pracovníkmi. To vedie k zvýšeniu produkcie a k zníženiu výrobných nákladov. Účinky týchto technologických procesov na zamestnanosť teda nie sú nateraz jasné. Zamestnanosť na jednej strane môže klesať, keď sa úlohy začnú automatizovať, no na druhej strane, pri existencií dostatočného dopytu môžu nižšie výrobné náklady produkciu zvýšiť.

V tejto diplomovej práci sa venujeme účinkom umelej inteligencie na trh práce a zároveň skúmame, ktorý zo spomínaných efektov prevláda. Keďže vplyv umelej inteligencie je centrom záujmu všetkých ekonomík, v diplomovej práci sa tejto problematike nevenujeme len v rámci Slovenskej republiky, ale aj v rámci krajín Európskej únie.

V prvej kapitole približujeme, ako rôzni autori pristupovali k danej problematike, a to v oblasti histórie a vývoja, rizík a problémov. Najväčšiu časť prvej kapitoly však venujeme štúdiám, ktoré sa zaoberali vplyvu umelej inteligencie na trh práce. Diplomová práca dopĺňa literatúru uvedenú v prvej kapitole a nadväzuje na prácu OECD z roku 2021, na základe ktorej sa v ďalšej časti práce venujeme preskúmaniu súvislostí medzi zmenou zamestnanosti a využívaním umelej inteligencie v hospodárstve.

Snažíme sa preskúmať, akú úroveň vývoja v súčasnosti umelá inteligencia v sledovaných oblastiach dosahuje a aké sú rozdiely v adaptácií medzi jednotlivými krajinami. Charakterizujeme, ktoré povolania vykazujú vysokú mieru expozície voči

umelej inteligencií a naopak, u ktorých povolání je toto vystavenie nízke a teda neočakáva sa ich nahradenie.

Na toto zhodnotenie sme využívali indikátor vystavenia jednotlivých povolání vytvorený Webbom (2020), ktorý sme aplikovali na štatistickú klasifikáciu povolání SK ISCO-08. Tento ukazovateľ je následne priradený k dátam zozbieraných prostredníctvom výberového zisťovania pracovných síl s cieľom analyzovať vzťah s rastom zamestnanosti. Súhrn najdôležitejších zistení je uvedený v závere tejto diplomovej práce.

1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí

V prvej časti tejto kapitoly sa venujeme historickému prehľadu vývoja umelej inteligencie (Artificial Intelligence, ďalej len AI). Budeme sa pozerat' na to, ako sa AI vyvinula od svojho začiatku v 50. rokoch 20. storočia, a aké technológie a metódy používala. Následne sa budeme venovať rizikám spojených s AI, ako aj jej sociálno-etickým problémom. Zameriame sa na to, ako by mala spoločnosť AI využívať, aby to bolo etické a bezpečné pre všetkých. V ďalšej podkapitole sa pozrieme na budúcnosť AI, najnovšie technológie a legislatívny rámec. Najväčšiu časť prvej kapitoly venujeme vplyvu AI na trh práce a prístupom k meraniu jej vplyvu.

1.1 História a vývoj umelej inteligencie

Umelá inteligencia sa používa na označenie zariadení, vykonávajúcich kognitívne funkcie podobné tým ľudským, ako sú napríklad učenie, porozumenie, uvažovanie či vzájomná interakcia. Rýchly pokrok v schopnostiach umelej inteligencie v súčasnosti umožňuje využívať zariadenia v širokej škále nových oblastí. Očakáva sa, že AI bude mať rozsiahle ekonomické dôsledky, pretože má potenciál zásadne zmeniť výrobu, ovplyvniť správanie hospodárskych subjektov a transformovať ekonomiky a spoločnosti.

Pojem AI bol prvýkrát použitý v roku 1956, kedy John McCarthy usporiadal prvú akademickú konferenciu na túto tému. Už Vannevar Bush vo svojom diele „As We May Think“ (1945) navrhol systém, ktorý posilňuje ľudské chápanie a porozumenie. O päť rokov neskôr napísal Alan Turing (1950) prácu o predstave, že stroje sú schopné simulovať ľudské schopnosti a robiť inteligentné činnosti, ako napríklad hrať šach. Vytvoril tzv. „Turingov test,“ ktorý je založený na testovaní AI. Funguje na báze takzvanej „imitačnej hry,“ kde sa preveruje to, či je na druhej strane človek alebo počítač. Testuje teda predovšetkým schopnosť stroja napodobniť konverzáciu človeka.

I keď prvé digitálne počítače boli vynájdené len pred ôsmimi desaťročiami, od počiatku tejto histórie sa niektorí informatici snažili vytvoriť stroje, ktoré by boli rovnako inteligentné ako ľudia. Prvým takýmto systémom bol Theseus zostrojený v roku 1950. Išlo o diaľkovo ovládanú myš, ktorá dokázala nájsť cestu z labyrintu a dokázala si zapamätať jej trasu. Významný posun v oblasti AI sme zaznamenali po roku 1990, kedy bol softvér AI schopný hrať hru backgammon na vysokej úrovni, tesne pod úrovňou najlepších (ľudských) hráčov. Systém, ktorý sa najviac podobá dnešným „deep learning“ systémom bol sformulovaný po roku 2010. AlexNet sa považuje za kľúčový systém neurónovej siete

s mnohými vrstvami, ktorý dokázal rozpoznávať obrázky objektov, ako sú psy a autá, na úrovni, ktorá sa približovala človeku.

Hlavným pokrokom za posledných šesťdesiat rokov bol posun vo vyhľadávacích algoritmoch, strojovom učení a integrácia štatistickej analýzy do chápania sveta ako celku. Väčšina prelomových objavov v oblasti AI však nie je pre väčšinu ľudí viditeľná, keďže je v súčasnosti využívaná skôr jemnejšími spôsobmi. Ide napríklad o skúmanie histórie online nákupov a ovplyvňovanie marketingových rozhodnutí. Veľké systémy AI nazývané aj odporúčacie systémy, určujú čo vidíme na sociálnych sieťach, ktoré produkty sa nám zobrazujú v internetových obchodoch a čo sa nám odporúča na streamovacích platformách. Čoraz častejšie nielen odporúčajú médiá, ktoré využívame, ale na základe svojich schopností vytvárať obrázky a texty, tieto médiá aj sami vytvárajú.

Definíciu AI ponúka aj Európska komisia (2018) a tento pojem označuje ako systémy, ktoré vykazujú inteligentné správanie tým, že analyzujú okolité prostredie a podnikajú kroky na dosiahnutie konkrétnych cieľov, a to s istou mierou samostatnosti.

OECD (2019) charakterizuje AI ako strojový systém, ktorý dokáže pre daný súbor cieľov definovaných človekom, vytvárať predpovede, odporúčania alebo rozhodnutia ovplyvňujúce reálne alebo virtuálne prostredie. Systémy AI sú navrhnuté tak, aby fungovali s rôznou úrovňou autonómie.

Podľa Webba (2020) sa väčšina súčasných aplikácií AI vzťahuje na počítačový softvér, ktorý sa spolieha na vysoko sofistikované algoritmické techniky na nájdenie vzorov v dátach a ich predikciu do budúcnosti. Analýza týchto údajov naznačuje, že AI je dokonca schopná napríklad formulovať lekársku prognózu a navrhnúť liečbu, odhaliť rakovinu či identifikovať podvod.

Fossen a Sorgner (2019) naznačujú, že oblasti v ktorých AI v súčasnosti dosahuje najväčší pokrok, sú spojené s nerutinnými kognitívnymi úlohami, ktoré často vykonávajú stredne až vysoko kvalifikovaní pracovníci. Títo pracovníci sa ľahšie prispôbujú novým technológiám, pretože existuje vysoká pravdepodobnosť, že s digitálnymi technológiami už pracujú. Vzdelanejší pracovníci majú väčšiu tendenciu disponovať ľudským kapitálom špecifickým pre danú úlohu, čo môže spôsobiť, že adaptácia bude pre nich nákladnejšia.

1.2 Riziká umelej inteligencie

Hoci umelá inteligencia ponúka množstvo príležitostí na zlepšenie produktivity a efektívnosti, jej rýchly rozvoj zároveň vyvoláva obavy týkajúce sa jej vplyvu nielen na zamestnanosť, ale aj na ostatné aspekty fungovania spoločnosti. Okrem najväčšej obavy, že AI spôsobí znižovanie záujmu o pracovnú silu, do popredia však vstupujú aj ďalšie obavy, ako napríklad zhoršenie podmienok pre pracovníkov, zvyšovanie nerovností, či strata súkromia a pod.

S nárastom používania AI sa zvyšuje aj riziko kybernetických útokov a zneužitia dát. Hackeri môžu využívať AI na vytváranie sofistikovanejších útokov, ktoré by bolo ešte ťažšie odhaliť a zabezpečiť následnú prevenciu. Jedným z ďalších rizík spojených s AI je vznikajúca závislosť na technológiách. V mnohých oblastiach sa AI stáva súčasťou bežného fungovania a zabezpečuje automatizované riešenia rôznych úloh, no zároveň však môže viesť k postupnej neschopnosti tieto činnosti vykonávať samostatne. Okrem toho môže závislosť na umelých inteligentných systémoch viesť k nedostatku kreativity a iniciatívy.

Aj Acemoglu (2021) vo svojej práci rozoberá niekoľko potenciálnych hospodárskych, politických a sociálnych nákladov súčasného vývoja technológií AI. Uvádza, že ak sa bude AI aj naďalej vyvíjať po súčasnej línii a zostane neregulovaná, môže spôsobiť rôzne sociálne, hospodárske a politické škody. Môže ísť o ohrozenie hospodárskej súťaže, súkromia spotrebiteľov a ich možností výberu, nadmerná automatizácia práce, podnecovanie nerovností, neefektívne znižovanie miezd, neschopnosť zlepšiť situáciu pracovníkov a najmä poškodzovanie politického diskurzu, ktorý je základnou krvou demokracie.

Technológie AI môžu predstavovať nové bezpečnostné riziká pre používateľov, ak sú súčasťou výrobkov a služieb. Napríklad v dôsledku chyby v technológii rozpoznávania objektov môže autonómne vozidlo nesprávne identifikovať objekt na ceste a spôsobiť nehodu so zraneniami a materiálnymi škodami.

Aj Russell a Norvig (2021) vo svojej knihe predstavujú potenciálne hrozby, ktoré pre spoločnosť predstavuje AI a súvisiace technológie. Naznačujú napríklad, že ľudia môžu prísť o prácu kvôli automatizácii. Moderné priemyselné hospodárstvo sa stalo závislé od počítačov vo všeobecnosti, no najmä od vybraných programov AI. Ak bude mať rastúca automatizácia veľký vplyv na zamestnanosť, môže to mať reťazový efekt na

duševné zdravie ľudí. V regiónoch, kde sa po zatvorení tovární zrušili pracovné miesta, sa môže zvýšiť riziko samovrážd, užívania návykových látok a depresie.

Zubof (2019) argumentuje, že údaje a informácie získane prostredníctvom technológií AI môžu byť zneužívané a využívané spôsobmi, ktoré prosievajú digitálnym platformám a technologickým spoločnostiam, na úkor spotrebiteľov a pracovníkov.

Používanie systémov AI môže viesť k strate zodpovednosti, najmä pri využívaní AI v medicíne. Gawande (2002) skúma predpoklad o stanovení diagnózy pomocou systémov AI. Konštatuje, že pri navrhovaní lekárskeho expertného systému by sa o činnostiach nemalo uvažovať ako o činnostiach, ktoré priamo ovplyvňujú pacienta, ale ako o činnostiach, ktoré ovplyvňujú správanie lekára.

Tieto obavy týkajúce sa autonómie inteligentných robotov a ich vplyv na vzťah medzi lekárom a pacientom však na úrovni EÚ neboli doposiaľ riešené, najmä pokiaľ ide o ochranu osobných údajov pacientov, zodpovednosť a z toho vyplývajúce nové hospodárske a pracovné vzťahy.

1.3 Sociálne – etické problémy

Využívanie AI na sledovanie alebo dokonca predpovedanie ľudského správania predstavuje riziko stigmatizácie, posilňovania existujúcich stereotypov, sociálnej a kultúrnej segregácie a vylúčenia, podkopávania individuálnej voľby a rovnosti príležitostí.

Zvýšené využívanie algoritmického rozhodovania na základe AI v oblastiach finančných služieb, bankovníctva a trestného súdnictva bez účasti ľudského úsudku alebo riadneho procesu môže podporiť škodlivé sociálne stereotypy voči konkrétnym menšinovým skupinám a posilniť rasové a rodové predsudky. Etické aspekty spojené so sociálnou silou algoritmov taktiež sprevádzajú otázky týkajúce sa medzigeneračnej digitálnej priepasti, a môžu ovplyvniť právo na život, spravodlivý proces, súkromie, slobodu prejavu a práv pracovníkov.

Už v roku 1976 Weizenbaum v knihe „*Computer Power and Human Reason*“ poukazuje na niektoré z potenciálnych hrozieb, ktoré AI predstavuje pre spoločnosť. Jedným z jeho hlavných argumentov je, že výskum AI prináša myšlienku, že človek je robot a teda myšlienku, ktorá má za následok stratu autonómie alebo dokonca ľudskosti.

Systémy AI by sa taktiež mohli používať na nežiaduce účely. Weizenbaum (1976) poukázal na to, že jedna z technológií AI, ktorou je rozpoznávanie reči, by mohla viesť k rozsiahlemu odpočúvaniu, a tým aj k strate občianskych slobôd. Existuje napríklad potenciálne riziko, že štátne orgány alebo iné subjekty môžu využívať AI na masové sledovanie, a zamestnávateľia na sledovanie správania svojich zamestnancov, čím porušia pravidlá EÚ o ochrane údajov a iné pravidlá.

Využívanie AI na úrovni podnikov im taktiež prináša viaceré etické výzvy. Tieto výzvy sa týkajú najmä vysvetliteľnosti procesov, keďže v prípade zlyhania systémov AI musia byť tímy schopné sledovať zložitý reťazec algoritmických systémov a dátových procesov, aby zistili, prečo sa tak stalo. Dôležitá je aj otázka zodpovednosti, najmä v prípadoch, keď rozhodnutia systémov AI majú katastrofálne následky, vrátane straty kapitálu, zdravia alebo života. Podniky tiež čelia výzvam súvisiacich so zneužitím systémov na iný účel, než boli vytvorené, či snahám o predídenie situáciám, kedy na základe údajov obsahujúcich informácie o osobách dochádza k predsudkom z hľadiska rasy, pohlavia alebo etnického pôvodu.

1.4 Budúcnosť umelej inteligencie

Viacerí výskumníci v oblasti AI skúmali dlhodobé trendy, aby zistili, čo je možné v budúcnosti. Cotra (2020) skúmala nárast výpočtovej kapacity na vzdelávanie s cieľom zistiť, v akom časovom bode by sa výpočtová kapacita na vyškolenie systému AI mohla vyrovnáť kapacite ľudského mozgu. Ide teda o to, že v tomto bode by sa systém AI vyrovnal schopnostiam ľudského mozgu. Vo svojej poslednej aktualizovanej verzii odhadla že takáto „transformačná“ AI bude vyvinutá do roku 2040, teda za necelé dve desaťročia.

Roser (2022) vo svojom článku o budúcnosti AI poukazoval na fakt, že existujú dve rôzne koncepcie AI: AI na úrovni ľudského potenciálu, a transformačná AI. Prvá koncepcia vyzdvihuje schopnosti AI a priradzuje ich k známym referenčným hodnotám, zatiaľ čo transformačná AI zdôrazňuje vplyv, ktorý by táto technológia mala na svet.

O umelej inteligencii na úrovni človeka sa vyjadrovali aj vyššie spomenutí Norvig a Russell (2021). Charakterizovali ju ako stroj, ktorý by sa dokázal naučiť robiť všetko, čo dokáže človek. Išlo by teda o systém, ktorý by dokázal riešiť všetky problémy, ktoré dokážeme riešiť my ľudia, a vykonávať úlohy, ktoré dnes vykonávajú ľudia. Takýto stroj by dokázal pracovať ako prekladateľ, účtovník, ilustrátor, učiteľ, terapeut, vodič

nákladného auta, alebo ako obchodní zástupcovia na svetových finančných trhoch. Rovnako ako my, by dokázal pracovať aj v oblasti výskumu a vedy, a na základe toho vyvíjať nové technológie.

Naopak, koncept transformačnej AI nie je založený na porovnávaní s ľudskou inteligenciou, ale predstavuje udalosť takého rozsahu, ktorá by zmenila svet pre miliardy ľudí na celom svete, a celú trajektóriu budúcnosti ľudstva. Karnofsky (2021) ju charakterizuje ako AI, ktorá je dostatočne silná na to, aby nás priviedla do novej, kvalitatívne odlišnej budúcnosti. V histórii ľudstva sa vyskytli dva prípady takýchto veľkých transformácií, a to poľnohospodárska a priemyselná revolúcia.

1.4.1 Technológia GPT a ChatGPT

Hoci nárast AI sľubuje zlepšenie už existujúcich tovarov a služieb, a výrazné zvýšenie efektívnosti ich výroby, Cockburn, Henderson a Stern (2019) tvrdia, že strojové učenie môže mať ešte väčší vplyv na hospodárstvo, pretože slúži ako nová technológia na všeobecné použitie (General Purpose Technology), ktorá je zároveň „vynálezom v metóde vynálezu“ (Invention in the method of invention).

ChatGPT je vysoko pokročilý systém AI, ktorý dokáže vytvárať textové odpovede pripomínajúce ľudský jazyk. Tento chatbotový systém využíva na pochopenie a spracovanie jazyka NLP (Natural Language Processing) a metódu hlbokého učenia. To mu umožňuje vykonávať rôzne úlohy vrátane služieb zákazníkom, ktoré sú oveľa pokročilejšie ako tradičné chatboty.

Verejné vydanie systému ChatGPT spoločnosťou Open AI koncom roka 2022 malo rozsiahle účinky na takmer všetky odvetvia, a spôsobilo rozruch vo svete. Táto technológia už dnes zohráva významnú úlohu, ktorá so sebou prináša zlepšenie vyhľadávania a získavania informácií, referenčných a informačných služieb, vytvárania metaúdajov, katalogizácie a tvorby obsahu. Očakáva sa, že bude mať značnú silu napredovať aj v akademickom prostredí.

ChatGPT má vysoký potenciál na to, aby čoskoro mohol porovnávať výsledky s údajmi z reálneho sveta. Má možnosti zefektívniť úlohy a zásadne zmeniť spôsob, akým ľudia vytvárajú hodnoty. Môžeme očakávať viaceré prípady jeho využitia v budúcnosti, ako napríklad nepretržitá zákaznícka podpora, generovanie a posudzovanie potenciálnych zákazníkov a uzatváranie obchodov.

Jednou z najdiskutovanejších oblastí využívania je vzdelávanie, keďže chatboty môžu nielen vytvárať písomky a testy, ale dokážu študentom písať slohové práce, ktoré doteraz museli písať samostatne. Dá sa očakávať, že ChatGPT významným spôsobom ovplyvní učebné osnovy, ktoré sa budú musieť prispôbiť novým technológiám podobne, ako sa to stalo po vynájdení kalkulačiek.

Chatboti poháňaní AI môžu taktiež ponúkať individuálne zdravotné poradenstvo a podporu pri diagnostike zdravotných problémov, či zvyšovať efektivitu personalistov pri prijímaní zamestnancov. V budúcnosti by mohli poskytovať aktualizácie letov v reálnom čase, poveternostných podmienkach a aktuálnych udalostiach, generovať kompletne scenáre filmov alebo seriálov či písať texty piesní.

Je však dôležité zvážiť, ako túto technológiu používať zodpovedne a eticky, a nie ju zneužívať. Prináša so sebou viaceré výzvy, týkajúce sa vládnej regulácie, inštitúcií, ktoré nedokážu držať krok s rýchlo sa rozvíjajúcou oblasťou technológií, či šírenie dezinformácií. Toto rýchle prijatie ChatGPT prinúti regulačné orgány k radikálnejším krokom v oblasti pravidiel AI, no takéto snahy môžu čeliť rôznym politickým a praktickým prekážkam, keďže existuje veľa rôznych spôsobov využitia AI, ku ktorým je potrebné pristupovať individuálne.

Problematike ChatGPT sa venovali aj Acemoglu a Johnson (2023) a charakterizovali niekoľko problémov, ktoré táto technológia môže priniesť. Vyjadrili obavu, že sa môže používať na nahradenie ľudí v širšom spektre úloh, čo by mohlo byť hrozbou nielen pre pracovníkov, ale aj pre spotrebiteľov a dokonca aj pre investorov. Na trhu práce sa to podľa nich prejaví nižším počtom pracovných miest, ktoré si vyžadujú silné komunikačné zručnosti, a teda aj menej dobre platených pozícií. Naopak, manuálni pracovníci si udržia svoje pracovné miesta.

Druhým spektrom ich obáv sú spotrebiteľia. Chatboti sú síce vhodní na vybavovanie úplne bežných otázok, no pri riešení vážnych problémov spotrebiteľia potrebujú komunikovať s kvalifikovaným odborníkom, ktorý dokáže zabezpečiť včasné riešenia. V ére ChatGPT môžu strácať aj investori do verejne obchodovaných spoločností, keďže tieto spoločnosti namiesto investícií do zlepšovania služieb zákazníkom a nových technológií, sa neustále snažia znižovať zamestnanosť, a udržiavať čo najnižšie mzdy. AI tiež môže posilniť škodlivé sociálne účinky súkromného kapitálu, keďže ChatGPT a ďalšie

technológie ešte viac oslabia pracovníkov prostredníctvom dohľadu na pracovisku, prísnejších pracovných podmienok, pracovných zmlúv s nulovým počtom hodín atď.

Za najväčšiu obavu však pokladajú spôsob, akým sa technologické spoločnosti snažia tieto technológie využívať. Do popredia uvádzajú najmä fakt, že prediktívna sila algoritmov by sa mohla využiť na pomoc ľuďom, a nie na ich nahradenie. Avšak, tieto príležitosti sa často opomínajú, pretože technologické spoločnosti sa zameriavajú skôr na tvorbu AI, ktorá vedie ku znižovaniu nákladov na pracovnú silu.

1.4.2 Legislatíva a regulácia

Zdrojom neefektívnosti využívania AI v prípade platforiem je ich schopnosť vyčítať z údajov, ktoré jednotlivec zdieľa informácie o iných. To potom umožňuje potenciálne zneužitie údajov, napríklad s cieľom zredukovať prebytok spotrebiteľov alebo iným spôsobom narušiť ich súkromie. Účinná regulácia by mohla mať jednu z dvoch foriem. Acemoglu (2021) navrhuje, aby bolo možné spoločnostiam odobrať časť citlivých údajov o jednotlivcoch tak, aby sa zabránilo úniku informácií. Kritici však poukazujú na to, že takáto anonymizácia údajov by nebola veľmi možná, a ani užitočná. Lepším riešením by bola však systematickejšia regulácia toho, ako môžu platformy získané informácie využívať, čím by sa znížili škodlivé účinky pôsobiace na súkromie.

Hoci AI môže pomôcť chrániť bezpečnosť občanov a umožniť im plnohodnotnejšie využívať ich základné práva, občania sa tiež obávajú, že AI môže mať neželané účinky, alebo sa dokonca môže použiť na nekalé účely. Okrem toho je hlavným faktorom, ktorý brzdí širšie využívanie AI, okrem nedostatku investícií a zručností aj nedostatok dôvery. Všetky tieto obavy viedli Európsku komisiu aby stanovila stratégiu pre AI, ktorá sa zaoberá sociálno-ekonomickými aspektmi a zároveň zvyšuje investície do výskumu, inovácií a kapacít v oblasti AI v celej EÚ.

Medzitým (koniec roka 2022) však regulačné orgány Európskej únie predložili zákon o regulácii AI, pričom sa plánuje jeho prijatie do konca roka 2023. Rozsiahla regulácia sa bude týkať aj spoločností mimo EÚ, pričom pokuty za jej nedodržanie môžu dosiahnuť až 30 miliónov eur.

V snahe vytvárať priestor pre inovatívne prostredie, ktoré zároveň chráni ľudí a ich ľudské práva, zriadilo Ministerstvo investícií, regionálneho rozvoja a inovácií v SR stálu komisiu pre etiku a reguláciu AI, ktorá analyzuje dopady AI na spoločnosť. Táto komisia naznačuje dôležitosť etiky a regulácie v troch kľúčových oblastiach: zdravotníctvo, verejná

správa a boj s dezinformačnými médiami. Definuje aj základné etické princípy, potrebné pre budúcnosť AI, jej ďalší vývoj a bezpečné používanie, ktoré sú: férovosť, spoľahlivosť a bezpečnosť, súkromie, zapojenie spoločnosti a transparentnosť.

Narozdiel od Európskej únie, americké zákonodarné orgány hovoria o výhodách a nebezpečenstvách využívania AI už mnoho rokov. Rýchlosť uvádzania týchto produktov na trh však ďaleko predbehla pripravenosť vlád na ich reguláciu, podobne ako tomu bolo v prípade predchádzajúcich vln technologických inovácií. V Spojených štátoch doteraz neexistuje takmer žiadna účinná regulácia týchto technológií, čo vyvoláva obavy, že by AI mohla podporovať zaujatosť, dezinformácie, podvody a nenávisť. V spoločnosti však taktiež prevláda presvedčenie, že rýchle a prísne pravidlá pre AI by mohli utlmiť pokrok a obmedziť snahu amerických spoločností konkurovať Číne a iným rivalom.

Toto tvrdenie je však v rozpore s AI Watch Index (2021), ktoré vydalo Spoločné výskumné centrum Európskej komisie. Tento dokument preukazuje vedúce postavenie USA v celosvetovom meradle na základe skúmania indikátorov globálneho pohľadu na oblasť AI. Tie zahŕňajú dostupné údaje o počte a intenzite hráčov¹, oblasti špecializácie a porovnávania ich výhod v jednotlivých oblastiach, ich komparatívne výhody a investície. Celkovo analýza výsledkov indikuje relatívne silnú pozíciu EÚ, no v celosvetovom meradle výrazné zaostáva za USA a Čínou.

Aj keď Čína má najlepšie možnosti hospodárskeho prínosu v oblastiach automatizácie a v oblastiach súvisiacich s AI, zdá sa však, že úsilie v etických otázkach je v počiatočnom štádiu. Pokiaľ ide o ochranu súkromia, Roberts a kol. (2020) naznačujú, že aj keď sa na prvý pohľad nedávno zavedená právna ochrana zdá byť dostatočná, pri podrobnejšej analýze odhaľujú viaceré medzery a výnimky, ktoré umožňujú vláde (a firmám nepriamo podporovaných vládou) obchádzať ochranu súkromia, a legalizujú neobmedzenú vládnu rozhodovaciu právomoc o masovom sledovaní obyvateľov.

1.5 Vplyv umelej inteligencie na trh práce

Technologický rozvoj a najmä digitalizácia má významný dopad na trhy práce. Už John Maynard Keynes (1937) formuloval svoju „teóriu technologickej nezamestnanosti," v ktorej tvrdil, že technologické zmeny spôsobujú stratu pracovných miest.

¹ v angličtine „number of players“

Ešte pred nástupom AI sa vo všetkých vyspelých ekonomikách nadmerne investovalo do znižovania nákladov na prácu a mzdy. Takéto úsilie môže byť neprimerané buď preto, že v snahe znížiť náklady sa znižuje efektívnosť výroby, alebo preto, že vyvoláva netrhové účinky, napríklad na zamestnancov, ktorí strácajú prácu alebo sú nútení prijať horšie platenú prácu. Mnohé súčasné spôsoby využitia AI zahŕňajú automatizáciu práce alebo využívanie AI s cieľom zlepšiť monitorovanie svojich pracovníkov a udržať nízke mzdy.

Acemoglu a Restrepo (2019) zdôrazňujú význam technologického pokroku v pracovnom procese. Argumentujú však, že od osemdesiatych rokov dvadsiateho storočia sa objavili nové trendy technologického rozvoja, ktoré sa vyznačujú vysokou formou automatizácie, sprevádzané však pomalším tempom pokroku v technológiách, ktoré sú priateľské k ľuďom pretože vytvárajú nové úlohy.

Od prudkého nárastu využívania technológií AI od roku 2016 sa do popredia dostávajú otázky týkajúce sa potenciálu AI zvyšovať zamestnanosť. Bessen (2017) dospel k záveru, že využívanie informačných technológií je spojené s rastom zamestnanosti, ktorý je viditeľný najmä v nevýrobných odvetviach.

Digitalizácia ale aj Priemysel 4.0 sú výzvou aj z pohľadu prof. Luptáčka. Automatizácia je podľa neho založená na vzájomnom prepojení jednotlivých aktivít, ktoré sú vykonávané robotmi autonómne. Ide teda o komplementárny koncept založený na interakciách medzi človekom a strojom. Hoci dochádza k určitej náhrade ľudskej práce, najmä v odvetviach, ktoré sú ľahko automatizovateľné, tieto procesy sa neuskutočňujú tak rýchlo, aby predbiehali vytváranie nových pracovných miest v oblasti informačných a komunikačných služieb, ako aj v odvetviach vzdelávania. Naznačuje, že v dôsledku rastu produktivity práce, vyvolaného novými technológiami sa generujú pozitívne efekty na výrobu a zamestnanosť v celom národnom hospodárstve. Poukazuje najmä na potenciál digitálnych technológií, ktoré by mohli výrazne prispieť k náhrade chýbajúcej pracovnej sily, keďže v dôsledku demografického vývoja na Slovensku do roku 2050 klesne počet ekonomicky aktívnych ľudí takmer o 20 %.

1.5.1 Efekt produktivity a efekt vytlačania

Technologické inovácie a intenzívnejší prenik robotov do ekonomiky ovplyvňujú zamestnanosť a mzdy dvoma spôsobmi. Negatívne tým, že priamo vytlačajú pracovníkov z úloh, ktoré predtým vykonávali (t.j. efekt vytlačania), a pozitívne tým, že sa zvyšuje

dopyt po práci v iných odvetviach a úlohách (t.j. efekt produktivity). Zvyšovanie produktivity práce umožňuje firmám vyrábať viac tovarov alebo poskytovať viac služieb pri nižších nákladoch, čo môže viesť k vyšším ziskom a rastu ekonomiky. Avšak, zvyšovanie produktivity môže viesť aj k zníženiu počtu pracovných miest, keďže firmy môžu potrebovať menej pracovníkov na vykonávanie rovnakého množstva práce. V súčasnosti sa prejavuje najmä v odvetviach s jednoduchými a rutinnými pracovnými úlohami, no celkový vplyv na trh práce závisí od mnohých faktorov. Dôležitou otázkou teda je, ktorý z týchto dvoch efektov na trh práce je výraznejší.

Tejto problematike sa detailnejšie venovali aj Acemoglu a Restrepo (2017) a snažili sa preukázať, že jeden dodatočný robot na tisíc pracovníkov znižuje pomer zamestnanosti k počtu obyvateľov USA. Ich nepriaznivý výsledok naznačuje, že efekt vytlačania dominuje nad efektom produktivity vyplývajúcim z prevádzky priemyselných robotov.

Neskôr, však Acemoglu a Restrepo (2019) argumentovali tým, že automatizácia umožňuje flexibilnejšie pridelovanie úloh výrobným faktorom, tým zvyšuje aj produktivitu a prispieva k zvyšovaniu dopytu po práci pri vykonávaní neautomatizovaných úloh. Taktiež vysvetľovali efekt vytlačania tým, že automatizácia nepriaznivo mení obsah úloh vo výrobnom procese a znižuje podiel práce na pridanej hodnote. Z ich analýzy vyplýva, že efekt produktivity prevyšuje nad efektom vytlačania. Tvrdia, že je to spôsobené tým, že vďaka automatizácii môžu vzniknúť nové úlohy, ktoré si vyžadujú ľudské zručnosti a dopĺňajú úlohy, ktoré sú už automatizované. V dôsledku toho môže zvýšenie produktivity viesť k vyšším mzdám a pracovným príležitostiam v dlhodobom horizonte, keďže na vykonávanie nových úloh vytvorených automatizáciou sú potrební pracovníci.

The Economist (2016) uvádzal prípadové štúdie, ktoré naznačujú, že na základe minulých priemyselných revolúcií, v krátkodobom horizonte môže dominovať efekt vytlačania. Avšak v dlhšom časovom horizonte, keď sa trhy a spoločnosť plne prispôbia rozsiahlej automatizácii, môže dominovať efekt produktivity a mať pozitívny vplyv na zamestnanosť.

Hlavné zistenia Mita a kol. (2021) spočívali v tom, že zavádzanie AI je stimulované podnikmi, ktoré majú štruktúru úloh vhodnú na využívanie AI, a toto využívanie bolo spojené s výrazným poklesom zamestnávania v týchto podnikoch. Naznačujú teda, že

akékoľvek pozitívne účinky na produktivitu a komplementaritu boli malé v porovnaní s jej efektami vytlačania.

V prípade európskych krajín sa výskumu v oblasti vplyvu robotov na zamestnanosť venovali Chiacchio a kol. (2018). Konštatovali miernejší vplyv robotov na mieru zamestnanosti a štatisticky nevýznamný vplyv na mzdy. Na vzorke šiestich krajín (Fínsko, Francúzsko, Nemecko, Taliansko, Španielsko a Švédsko) zavedenie robotov do výrobných procesov znižovalo mieru zamestnanosti. Rovnako ako v prípade Spojených štátov teda dominuje efekt vytlačania nad efektom produktivity.

Automatizácií a dopytu po pracovných silách v európskych krajinách sa detailne venovali Lábaj a Vitáloš (2019). Zatiaľ čo v USA prevládal efekt vytlačania nad efektom obnovenia², podľa ich výsledkov v niektorých európskych krajinách došlo práve k opačnej situácii, kedy efekt obnovenia prevládal nad efektom vytlačania. Počas analyzovaných období, prevládajúci efekt vytlačania znížil pracovnú silu, podobne ako tomu bolo v USA. V rozpore s týmito výsledkami však bolo Fínsko, Francúzsko, Taliansko, Slovinsko a Spojené kráľovstvo, kde automatizácia dopyt po práci skôr zvýšila, ako ho znížila. Ich zistenia preto naznačujú, že v európskych krajinách dochádzalo k značnej automatizácii. Zo všetkých analyzovaných krajín bol stupeň automatizácie najvyšší na Slovensku.

1.6 Prístupy k meraniu vplyvu umelej inteligencie

Meranie vplyvu AI môže byť náročné z viacerých príčin, a to napríklad kvôli komplexnosti systémov, ktoré si vyžadujú dôkladné pochopenie základnej technológie a jej interakcie v rôznych súvislostiach. Systémy AI môžu byť veľmi nepredvídateľné, najmä keď sa stávajú zložitejšími a získavajú nové údaje. Meranie ich vplyvu môže byť teda veľmi náročné, pretože je problematické predvídať ich výsledky. Problematická je tiež dostupnosť údajov, keďže zhromažďovanie a analýza týchto údajov môže byť časovo a zdrojovo náročná. Jedným z problémom je aj konečná interpretovateľnosť výsledkov, keďže systémy sa často spoliehajú na zložité algoritmy a modely, ktoré si vyžadujú vysoký stupeň porozumenia.

Ak teda chceme merať celkový vplyv AI, je dôležité, aby sa prekonávali vyššie spomenuté, ale i ďalšie výzvy a to prostredníctvom dôkladného plánovania, analýzy

² efekt obnovenia = zmena v obsahu úloh vo výrobe, ktorá zvyšuje podiel práce a zlepšuje jej produktivitu

a zapojenia všetkých zainteresovaných strán. Napriek uvedeným ťažkostiam je definovanie a mapovanie vývoja AI v súčasnosti nevyhnutnosťou.

Jedným z prvých pokusov o identifikáciu a meranie vývoja v oblasti AI vypracovala OECD (2018), na základe údajov o vedeckých publikáciách, o softvéri s otvoreným zdrojovým kódom a o podaných patentových prihláškach. Cieľom bolo informovať o politickej a odbornej diskusii o umelej inteligencii, a vo všeobecnosti pripraviť priestor pre analýzu najnovších technológií na podporu tvorby politiky založenej na dôkazoch. Súbežne s úsilím OECD navrhlo v rokoch 2018 a 2019 niekoľko inštitúcií a výskumných skupín alternatívne prístupy k meraniu AI pomocou údajov o vedeckých publikáciách a/alebo o patentoch.

1.6.1 Ukazovatele založené na frekvencii zverejňovania pracovných ponúk súvisiacich s umelou inteligenciou

Prvý súbor ukazovateľov na meranie vplyvu AI na trh práce využíva údaje o požiadavkách na schopnosti súvisiace s AI v pracovných ponukách ako proxy parameter využívania AI vo firmách. Hlavným zdrojom údajov pre tieto ukazovatele sú Burning Glass Technologies (BGT)³, ktoré zhromažďujú podrobné informácie o pracovných ponukách zverejnených online. Tie zahŕňajú názov pracovného miesta, sektor, lokalitu, požadované zručnosti, vzdelania a úroveň skúseností. Tieto ukazovatele teda umožňujú včas sledovať dopyt po zručnostiach v oblasti AI na celom trhu práce.

Dopyt po zručnostiach v oblasti AI skúmali Squicciarini a Nachtigall (2021) a podrobne sa venovali výskytu a charakteristikám pracovných ponúk súvisiacich s AI, ako aj zručnostiam a vzdelaniu, ktoré sú najviac požadované. Identifikovali pracovné ponuky súvisiace s AI pomocou kľúčových slov získaných z vedeckých publikácií, rozšírených o techniky text miningu a expertného overovania.

Jedným z hlavných záverov ich práce je, že počet pracovných ponúk súvisiacich s AI neustále rastie, pričom sa tieto ponuky zameriavajú najmä na vysokokvalifikované profesie, ako sú oblasti informatiky, inžinierstva a manažmentu. Autori tiež konštatujú, že dopyt po zručnostiach sa neobmedzuje len na technologický sektor, ale je prítomný aj v iných odvetviach, ako sú financie, zdravotníctvo a výroba. Pokiaľ ide o požadované

³ V súčasnosti sú k dispozícii údaje za Austráliu, Kanadu, Nový Zéland, Singapur, Spojené kráľovstvo a Spojené štáty za obdobie rokov 2012 - 2020 (2014 - 2020 pre Nemecko a 2018 - 2020 pre ostatné krajiny Európskej únie).

zručnosti, v štúdiu sa uvádza, že strojové učenie, programovanie a analýza údajov sú najčastejšie uvádzané dopytované zručnosti. Naznačujú, že bude potrebné zvýšiť investície do programov vzdelávania a odbornej prípravy v oblasti AI ako aj do politík, ktoré zabezpečia, aby sa výhody prijatia AI šírili na celom trhu práce.

Podobný prístup v zjednodušenej forme využili aj Acemoglu a kol. (2020), keď definovali voľné pracovné miesta ako súvisiace s AI, ak obsahujú akékoľvek kľúčové slovo patriace do jednoduchého zoznamu zručností súvisiacich s AI⁴. Tento ukazovateľ je síce menej presný, no zároveň sa ľahšie replikuje. Autori sa snažili zistiť, či AI vedie k vytláčaniu určitých povolání, alebo k vytváraniu nových pracovných príležitostí. Ich výsledky sa stotožňujú s prácou Squicciariniho a Nachtigalla (2021) a z ich záverov vyplýva, že zavádzanie AI vytvára nové pracovné príležitosti v povolaniach s vysokou kvalifikáciou, a zároveň vedie k vytláčaniu pracovných miest v niektorých povolaniach s nízkou kvalifikáciou. Ako jeden z hlavných dôvodov vytláčania nízkokvalifikovaných povolání uvádzajú automatizáciu rutinných úloh, ktoré sú ľahko kodifikovateľné a replikovateľné strojmi.

S využitím dát z pracovných ponúk pracovali aj Dawson, Rizoiu a Williams (2021) a vypracovali ukazovateľ podobnosti zručností. Cieľom autorov bolo pomôcť pracovníkom identifikovať nové pracovné príležitosti, ktoré sú v súlade s ich existujúcimi zručnosťami, ako aj identifikovať zručnosti, ktoré potrebujú získať na úspešný prechod do nového zamestnania. Tento prístup definuje dve zručnosti ako podobné, ak sa často vyskytujú spoločne v pracovných ponukách BGT a obe sú súčasne dôležité pre danú pracovnú ponuku. Myšlienka tohto prístupu spočíva v tom, že ak sa dve zručnosti často súčasne vyžadujú pre pracovné miesta, tak sa buď navzájom dopĺňajú, alebo zvládnutie jednej zručnosti vedie k ľahšiemu získaniu druhej. Znamená to teda, že pracovníci, ktorí majú zručnosti podobné zručnostiam v oblasti AI, s ňou môžu ľahšie pracovať, aj keď sami nie sú schopní túto technológiu vyvíjať.

1.6.2 Ukazovatele využívania umelej inteligencie založené na úlohách

Druhým zo súborov ukazovateľov na meranie vplyvu AI na trh práce, sú indikátory založené na úlohách, ktoré vychádzajú z meraní schopností AI, ktoré pracovníci

⁴ Zoznam zahŕňal: Machine Learning, Computer Vision, Machine Vision, Deep Learning, Virtual Agents, Image Recognition, Natural Language Processing, Speech Recognition, Pattern Recognition, Object Recognition, Neural Networks, AI

vykonávajú. Zameriavajú sa na rozsah, v akom sa AI využíva na automatizáciu alebo rozširovanie konkrétnych úloh v rámci určitého odvetvia alebo povolania.

Tieto ukazovatele sa snažia identifikovať povolania ako ohrozené AI⁵, ak vykonávajú úlohy, ktoré je AI čoraz viac schopná vykonávať. Taktiež ich možno použiť na posúdenie úrovne zavedenia AI a jej vplyvu na pracovnú silu z hľadiska pracovných príležitostí, miezd a požadovaných zručností.

Miera ohrozenia AI v rámci povolania⁶, ktorú vyvinuli Felten, Raj a Seamans (2018, 2019), je založená na hodnotení pokroku v deviatich aplikáciách AI (ako je napríklad porozumenie textu alebo rozpoznávanie obrázkov). Využívali na to súbor údajov o meraní pokroku, ktorý poskytla organizácia Electronic Frontier Foundation (EFF). Autori skóre z tohto hodnotenia prepočítajú tak, aby získali súhrnné skóre, ktoré meria pokrok v každej z technológií AI v rokoch 2010 až 2015.

Skóre pre jednotlivé aplikácie potom spájajú so schopnosťami v databáze O*NET, ktorú vytvorilo ministerstvo práce USA. Tieto schopnosti sú definované ako trvalé danosti jednotlivca, ktoré ovplyvňujú výkon (napríklad periférne videnie). Prepojenie schopností O*NET s aplikáciami AI teda znamená prepojenie ľudských schopností so schopnosťami AI. Toto prepojenie sa uskutočňuje prostredníctvom prieskumu, ktorého sa zúčastnilo 200 „gig“ pracovníkov na každú aplikáciu AI, ktorí odpovedali na otázku, či sa daná aplikácia dá použiť na určitú schopnosť.

Výsledná hodnota teda zachytáva mieru vystavenia rôznych povolaní potenciálnou automatizáciou. Autori dospeli k záveru, že povolania s vyššou mierou vystavenia automatizácii majú tendenciu k nižším mzdám a rastu zamestnanosti, čo naznačuje, že AI môže mať v najbližších rokoch významný vplyv na trh práce.

Ukazovateľ (the Suitability for Machine Learning) s využitím databázy O*NET vytvorili aj Brynjolfsson, Mitchell a Rock (2017, 2018), ktorého cieľom je zachytiť, do akej miery je úloha alebo povolanie vhodné na automatizáciu pomocou techník strojového učenia. Identifikovali charakteristické znaky úloh, ktoré sú najvhodnejšie pre strojové učenie, a priradili týmto charakteristikám váhy na základe ich dôležitosti. Konštatujú, že úlohy a povolania s vyšším skóre SML majú tendenciu mať vyššie mzdy a vyšší rast

⁵ v angličtine „exposed to AI“

⁶ v angličtine „the AI occupational exposure“

zamestnanosti, čo naznačuje, že strojové učenie môže mať v najbližších rokoch pozitívny vplyv na trh práce.

Výskumu vplyvu AI na pracovné prostredie sa venoval Tolan a kol. (2021) a navrhol systém, v ktorom tento vplyv meral na základe úloh a kognitívnych schopností potrebných pre rôzne povolania, ako aj výkonnosti algoritmov pri referenčných úlohách. Autori definujú 14 kognitívnych schopností (napr. vizuálne spracovanie, plánovanie atď.) ktoré neskôr spájajú s 328 rôznymi referenčnými hodnotami (alebo aplikáciami) AI, ktoré vychádzajú z vlastnej predchádzajúcej analýzy a iných vedeckých zdrojov. Zistili, že povolania, ktoré si vyžadujú vysokú úroveň kognitívnych schopností, ako je kreativita, riešenie problémov a sociálna inteligencia, majú menšiu pravdepodobnosť, že budú v blízkej budúcnosti automatizované AI, zatiaľ čo povolania, ktoré si vyžadujú rutinné manuálne alebo kognitívne úlohy, budú s väčšou pravdepodobnosťou ovplyvnené.

Webb (2020) skonštruoval vlastný indikátor vystavenia povolaní akémukoľvek technologickému pokroku priamym porovnávaním textov patentov z verejne dostupných údajov Google patentov s textami opisov pracovných miest z databázy O*NET, s cieľom kvantifikovať zhodu medzi popismi patentov a popismi pracovných činností. Jedným z hlavných zistení tohto článku je, že AI má potenciál automatizovať mnohé rutinné úlohy a pracovné miesta, ale zároveň má potenciál vytvárať nové pracovné miesta a odvetvia. Zároveň však autor dodáva, že AI môže spôsobiť väčšiu mzdovú nerovnosť, keďže vysokokvalifikovaní pracovníci, ktorí sú schopní pracovať s technológiou AI a vyvíjať ju, pravdepodobne zaznamenajú zvýšenie svojich miezd, zatiaľ čo mzdy nízkokvalifikovaných pracovníkov v rutinných zamestnaniach môžu naopak klesať.

Možnými súvislosťami medzi AI a zamestnanosťou v kontexte viacerých krajín sa venovali aj Georgieff a Hyee (2021) z OECD. Využili indikátor vyvinutý Feltenom, Rajom a Seamansom (2018, 2019) a analýzu rozšírili na 23 krajín OECD. Ukazovateľ, ktorý umožňuje zohľadniť rozdiely vo vystavení AI v jednotlivých povolaniach, ako aj v rámci povolaní a medzi jednotlivými krajinami, sa následne porovnáva s výsledkami prieskumov trhu práce s cieľom analyzovať vzťah so zamestnanosťou. Z výsledkov práce vyplýva, že aj keď celkovo neexistuje priamy vzťah medzi mierou vystavenia umelej inteligencii a rastom zamestnanosti, v povolaniach, kde sa počítač využíva vo väčšej miere, je vyššia expozícia AI spojená s vyšším rastom zamestnanosti. V publikácii sa tiež nachádzajú

dôkazy o negatívnom vzťahu medzi využívaním AI a rastom priemerného počtu odpracovaných hodín v povolaniach, v ktorých je využívanie počítačov nízke.

2 Cieľ práce

Hlavným cieľom diplomovej práce je nadviazať na existujúci výskum a pomocou analýzy preskúmať, či existuje vzťah medzi vystavením jednotlivých povolání AI a zmenou zamestnanosti. Kľúčovou otázkou našej analýzy teda je, či súčasný pokrok v rôznych oblastiach AI spôsobí znižovanie záujmu o pracovnú silu alebo naopak, bude vytvárať nové príležitosti pre pracovníkov.

Pred realizovaním hlavného cieľa tejto práce bolo najskôr potrebné naplniť niekoľko čiastkových cieľov potrebných pre pochopenie problematiky adaptácie trhu práce na neustále sa zintenzívňujúci vývoj umelej inteligencie.

Prvým z týchto cieľov je poskytnúť ucelený pohľad na využívanie a vývoj AI v rámci sledovaných krajín ale aj EÚ ako celku. Snažili sme sa demonštrovať, ako sa toto využívanie líši v rámci oblastí či v rámci ekonomickej aktivity.

Na posúdenie vplyvu prepojenia medzi umelou inteligenciou a zamestnanosťou by mal byť zvolený ukazovateľ, ktorý čo najpresnejšie reprezentuje zavádzanie AI v hospodárstve ale aj na úrovni povolání. To nás viedlo k určeniu ďalšieho cieľa, a to prostredníctvom vhodného indikátora charakterizovať, ktoré povolania sa prejavujú ako vysoko ohrozené, a naopak tie, pri ktorých sa nahradenie AI neočakáva.

Napokon, na splnenie hlavného cieľa bolo ešte potrebné objasniť aktuálnu situáciu na trhu práce. To umožnilo konkretizovať i ďalší cieľ, a to kvantifikovať zamestnanosť v rámci sledovaných krajín a odvetví. To nám umožnilo naplnenie hlavného cieľa, a to preveriť vzťah medzi vystavením AI a zmenou zamestnanosti.

3 Metodika práce

Ešte pred samotnou analýzou vplyvu AI na zmenu zamestnanosti sme venovali veľkú pozornosť praktickej časti práce popisu ukazovateľov, ktoré sa zameriavajú na aktuálny stav a vývoj umelej inteligencie. Cieľom tohto opisu bolo získať celkový prehľad o tom, ako sa AI využíva, a zároveň identifikovať nedostatky, problémy a výzvy s ňou spojené. Tento prehľad nám taktiež umožnil lepšie pochopiť využívanie AI v praxi a aký potenciál má v budúcnosti.

Využili sme na to dostupné údaje z Eurostatu a databázu AI Watch Index (2020) vytvorenú Európskou komisiou, ktorá obsahuje 22 ukazovateľov týkajúcich sa vývoja umelej inteligencie usporiadaných do 5 oblastí, zahŕňajúc globálny pohľad, priemysel, výskum a vývoj, technológie a spoločenské aspekty.

Na dosiahnutie hlavného cieľa práce využívame ukazovateľ ohrozenia povolání vytvorený Webdom, ktorý využíva patenty a charakteristiky pracovných miest. Na skonštruovanie použil verejné údaje o Google patentoch a na opisy pracovných miest databázu povolání a úloh O*NET, ktorá opisuje 964 povolání, pričom pre každé povolanie je uvedený súbor výkonov, ktoré vykonávajú.

Na posúdenie vystavenia povolání danej technológií AI vychádzal z textu patentov, aby určil, čo daná technológia dokáže a následne kvantifikoval, do akej miery jednotlivé povolania v ekonomike vykonávajú podobné úlohy. Prvým krokom v tomto procese bol výber súboru patentov zodpovedajúcich konkrétnej technológii. Súbor patentov AI definoval ako tie, ktoré vo svojich názvoch alebo abstraktoch používajú určité kľúčové slová. Z takto vytvoreného zoznamu názvov extrahoval dvojice slov, obsahujúce sloveso a podstatné meno⁷. Následne pre každú dvojicu zoznamu vypočítal ako často sa táto dvojica alebo jej podobné dvojice vyskytujú v zozname všetkých dvojíc.

V databáze povolání sa každé povolanie skladá zo súboru úloh, pričom každá úloha je opísaná voľným textom. Z jednotlivých charakteristík úloh opäť vybral všetky dvojice vo forme sloveso a podstatné meno. Ku každej dvojici priradil relatívnu frekvenciu podobných dvojíc v patentových názvoch. Aby získal jedno celkové skóre pre určité povolanie, stanovil priemer všetkých dvojíc slovesných podstatných mien uvedených v opisoch úloh tohto povolania, vážený "dôležitosťou" úlohy pre toto povolanie. Povolaniám a úlohám sú priradené rôzne ďalšie metadáta, napríklad číselné skóre označujúce

⁷ napríklad: diagnostikovať- choroba, rozpoznať-lietadlo

požadované interpersonálne alebo analytické zručnosti. Webb však využíval najmä samotný text a skóre, ktoré bolo pridelené každej úlohe kvôli označeniu dôležitosti a frekvencii.

Ako sme uviedli vyššie, ako zdroj informácií o povolaniach bola využitá databáza O*NET. Pred výpočtom expozičného skóre pre každú dvojicu slovesných podstatných mien boli podstatné mená v každej dvojici rozdelené do pojmových kategórií, a to najmä z dôvodu, že podstatné mená používané v opisoch úloh databázy O*NET sú pomerne všeobecné, zatiaľ čo podstatné mená používané v patentoch sa líšia svojou špecifickosťou. Na tento účel bola využitá databáza WordNet (Miller 1990), na základe ktorej sa na každej úrovni jednotlivé pojmy vylučujú. To umožnilo priradiť každé z podstatných mien vyskytujúcich sa vo vytvorenom zozname k jednej kategórii pre danú pojmovú úroveň.

Označme teda množinu technológií T . Pre každú technológiu $t \in T$, nech f_c^t označuje hrubý počet výskytov agregovanej dvojice slovesných podstatných mien c , extrahovaných z patentových názvov technológie t , a nech C^t označuje úplný súbor agregovaných dvojíc slovesných podstatných mien pre technológiu t . Relatívna frekvencia, cf_c^t , agregovanej dvojice slovesných podstatných mien c v patentových názvoch technológie t je teda je,

$$\frac{f_c^t}{\sum_{c \in C^t} f_c^t}.$$

Každý z agregovaných dvojíc slovies a podstatných mien ďalej priradil relatívnu frekvenciu tejto dvojice rf_c^t , v názvoch patentov v oblasti technológií t . Pre každé povolanie i , potom vypočítal vážený priemer týchto skóre na úrovni úloh, a tým pádom získal celkové skóre vystavenia technológii t pre dané povolanie,

$$Exposure_{i,t} = \frac{\sum_{k \in K_i} [w_{k,t} * \sum_{c \in S_k} rf_c^t]}{\sum_{k \in K_i} [w_{k,t} * |\{c: c \in S_k\}|]}.$$

V tomto výraze je K_i množina úloh v povolaní i a S_k je množina dvojíc sloveso - podstatné meno, extrahovaných z úlohy $k \in K_i$. Nakoniec $w_{k,i}$, a teda váha úlohy k v rámci povolania i , je priemerom frekvencie, dôležitosti a významnosti úlohy k pre povolanie i , ako je uvedené v databáze O*NET, pričom váhy sú škálované tak, aby ich súčet bol rovný jednej. Skóre vystavenia istého povolania technológii t teda vyjadruje intenzitu patentovej aktivity v technológii t zameranej na úlohy v danom povolaní.

Na meranie vzťahu medzi týmto meradlom a zmenami v zamestnanosti sme ďalej využívali mikrodáta LFS-EU na individuálnej úrovni z roku 2021, zozbierané prostredníctvom výberového zisťovania pracovných síl v Európskej únii. Tieto mikrodáta obsahujú informácie o širokom spektre premenných týkajúcich sa účasti na trhu práce, zamestnanosti a príjmov, ako napríklad vek, pohlavie, úroveň vzdelania, povolanie, odvetvie atď. Využili sme ich najmä na výpočet zamestnanosti a počet ľudí zamestnaných v jednotlivých povolaniach. Našu vzorku sme obmedzili len na pracujúcich jednotlivcov vo veku od 15 do 99 rokov, ako podiel populácie v rovnakej vekovej kategórii.

V spomenutých analýzach sme využívali národnú klasifikáciu zamestnaní SK ISCO-08, vychádzajúcu z medzinárodnej klasifikácie ISCO-08⁸. Ide o klasifikačný systém, ktorý vypracovala Medzinárodná organizácia práce a ktorý triedi povolania podľa úrovne a obsahu zručností. Zamestnania sú v nej rozdelené do 10 hlavných tried (jednomiestny kód), 43 tried zamestnaní (dvojmiestny kód), 130 skupín zamestnaní (trojmiestny kód), 436 podskupín zamestnaní (štvormiestny kód) a 2147 jednotiek zamestnaní (sedemmiestny kód) podľa kritérií stanovených Medzinárodnou organizáciou práce.

Na získanie výsledkov na trojmiestnej úrovni ISCO-08 sa Webbove skóre vystavenia povolání AI previedlo zo šesťmiestnej klasifikácie SOC-2010 na štvormiestnu klasifikáciu ISCO-08 a agregovalo sa na dvojmiestnu úroveň pomocou priemerného skóre váženého počtom zamestnancov pracujúcich na plný úväzok v každom zamestnaní v jednotlivých krajinách. Pôvodnú vzorku 27 krajín sme obmedzili na 23 krajín, keďže pri spájaní datasetov došlo k vypadnutiu krajín, ktoré obsahovali údaje o povolaniach len na dvojmiestnej úrovni.⁹

Analýza následne spája zmeny na úrovni zamestnanosti v rámci povolání a v jednotlivých krajinách s vystavením umelej inteligencií prostredníctvom regresnej rovnice:

$$Y_{ij} = \alpha_j + \beta AI_{ij} + \gamma X_{ij} + u_{ij},$$

kde Y_{ij} je percentuálna zmena počtu pracovníkov v povolání i v krajine j v období rokov 2012-2020, AI_{ij} je index vystavenia umelej inteligencii pre povolanie i v krajine j meraný v roku 2012¹⁰, X_{ij} je vektor kontrolných premenných, ktorý zahŕňa vystavenie

⁸ z angličtiny: „The International Standard Classification of Occupations“

⁹ krajiny, ktoré boli odstránené zo vzorky: Poľsko, Bulharsko, Slovinsko, Malta

¹⁰ pôvodný rok vytvorenia datasetu, naposledy aktualizovaný v roku 2020

iným technologickým pokrokom ako je softvér a priemyselné roboty, mieru offshorability¹¹ a 1-miestne dummy pre povolanie ISCO, koeficient α_j predstavuje fixný efekt krajiny a u_{ij} štandardnú odchýlku.

Zahrnutie kontrolných premenných do analýzy umožňuje kontrolu vplyvu technológií, ktoré nie sú spojené s umelou inteligenciou. Tieto kontrolné premenné predstavujú mieru vystavenia softvéru a priemyselným robotom, ktoré rovnako ako mieru vystavenia povolaní AI vytvoril Webb (2020). Offshoring je vyjadrený indexom offshorability, ktorý vytvoril Blinder (2009). Na základe podrobných informácií o povahe práce vykonávanej vo viac ako 800 povolaní ich zoradil podľa toho, ako ľahko (resp. ťažko) sa dá práca vykonávať na diaľku. Pôvodne bol vytvorený na šesťmiestnej úrovni klasifikácie SOC 2010, no následná transformácia do štvormiestnej klasifikácie ISCO-08 umožnila zahrnutie do nášho modelu.

¹¹ Offshoring predstavuje presun činností alebo vlastníctva celého obchodného procesu do inej krajiny než v ktorej sa nachádza spoločnosť poskytujúca služby s cieľom znížiť náklady

4 Výsledky práce

V tejto časti práce sa budeme venovať detailnej analýze výsledkov využívania umelej inteligencie v rámci Európskej únie, s dôrazom na jej vplyv na zamestnanosť v rôznych ekonomických odvetviach.

Okrem zhodnotenia aktuálneho stavu využívania AI v jednotlivých krajinách EÚ-27, sa v prvej časti tejto kapitoly pozrieme aj na trendy v oblasti implementácie a rozvoja týchto technológií, ale aj na to, ako tieto trendy ovplyvňujú zamestnanosť v rámci rôznych ekonomických činností. V ďalšej podkapitole budeme analyzovať aktuálnu situáciu na trhu práce a diskutovať o možných aspektoch, ktoré na zamestnanosť vplývajú.

V poslednej časti tejto kapitoly sa zameriame na vzťah medzi rastom zamestnanosti a vystavením jednotlivých ekonomických činností AI. Budeme sa snažiť zodpovedať otázku, aké dopady na zamestnanosť môže mať narastajúce využívanie AI v jednotlivých odvetviach a ako sa tieto dopady prejavia v ekonomike. Taktiež sa zamyslíme nad možnými perspektívami budúceho vývoja, keďže vývoj a implementácia AI má vplyv na mnoho rôznych faktorov, ktoré ovplyvňujú zamestnanosť, a teda aj celkový rast ekonomiky.

4.1 Využívanie umelej inteligencie v rámci EÚ-27

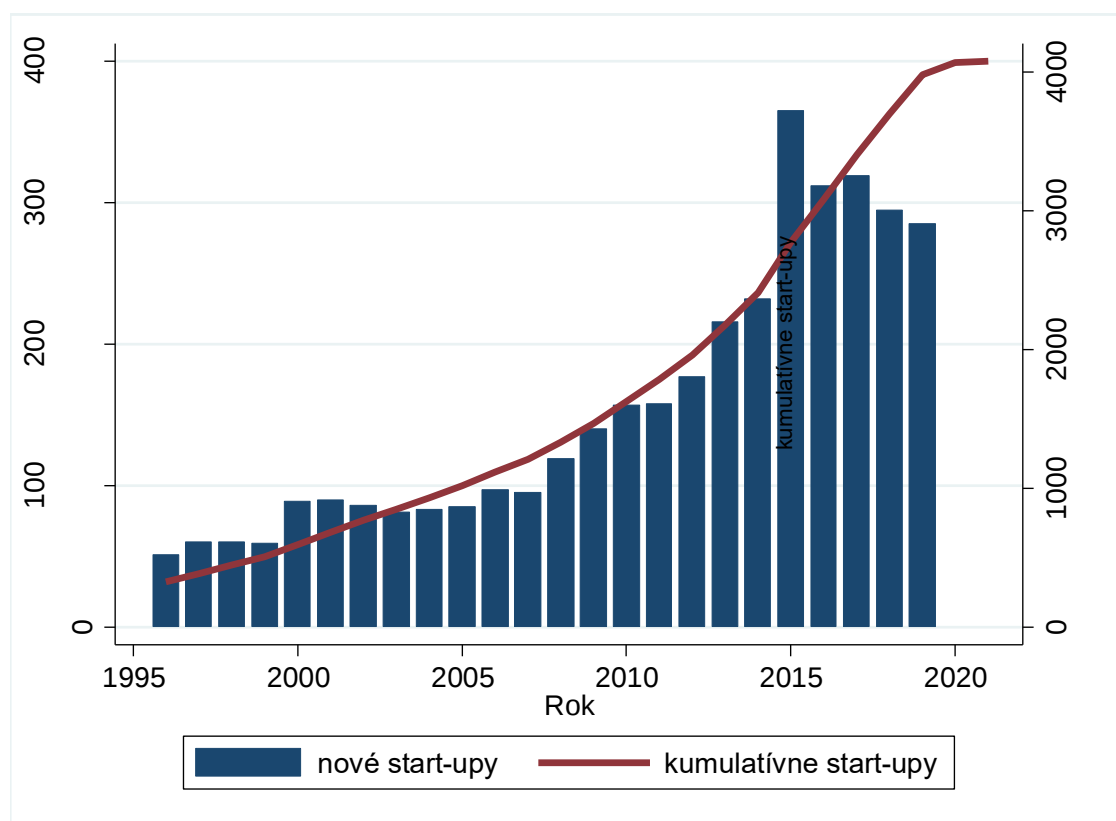
S rastúcim počtom inovatívnych spoločností sa využívanie AI stáva dôležitým faktorom, ktorý ovplyvňuje spoločnosť a ekonomiku moderného hospodárstva. V tejto podkapitole sa podrobnejšie zameriavame na informácie týkajúce sa využívania a zavádzania AI v krajinách EÚ prostredníctvom grafických zobrazení, ktoré môžu poskytnúť východisko pre pochopenie súčasného stavu v EÚ. S cieľom poskytnúť ucelený pohľad na aktuálny stav AI, ktorý poskytne lepšie pochopenie ďalšej analýzy, sa v tejto časti budeme zaoberať viacerými ukazovateľmi zameranými na využívanie, adaptáciu a podporu AI na úrovni podnikov, krajín, ale aj EÚ ako celku.

4.1.1 *Umelá inteligencia na úrovni EÚ ako celku*

Prvým z ukazovateľov, ktorý poskytuje informácie o životaschopnosti sektora je počet startupov, keďže startupy predstavujú významný zdroj inovácií. Spoločnosti, ktoré sa zameriavajú na vývoj nových technológií AI často prichádzajú s novými a kreatívnymi riešeniami, ktoré môžu mať veľký vplyv na to, ako sa AI technológie budú využívať v budúcnosti. Poskytuje tiež informácie o potenciálnych zmenách, konkurenčnom prostredí

a predpovedaní trendov. Keďže sa AI stále považuje za začínajúcu technológiu a počet startupov v jednotlivých krajinách môžeme rátať v stovkách, v tejto podkapitole sa zameriame na vývoj AI startupov v rámci celej EÚ. Graf č. 1 teda zobrazuje počet nových startupov v oblasti AI založených od roku 1996. Na doplnenie informácií je pridaný aj ukazovateľ kumulatívnych startupov, ktorý sa vypočíta agregovaním existujúcich startupov.

Graf 1: Vývoj počtu start-upov v EÚ, 1995-2020 (tis.)



Zdroj: AI Watch Index, vlastné spracovanie

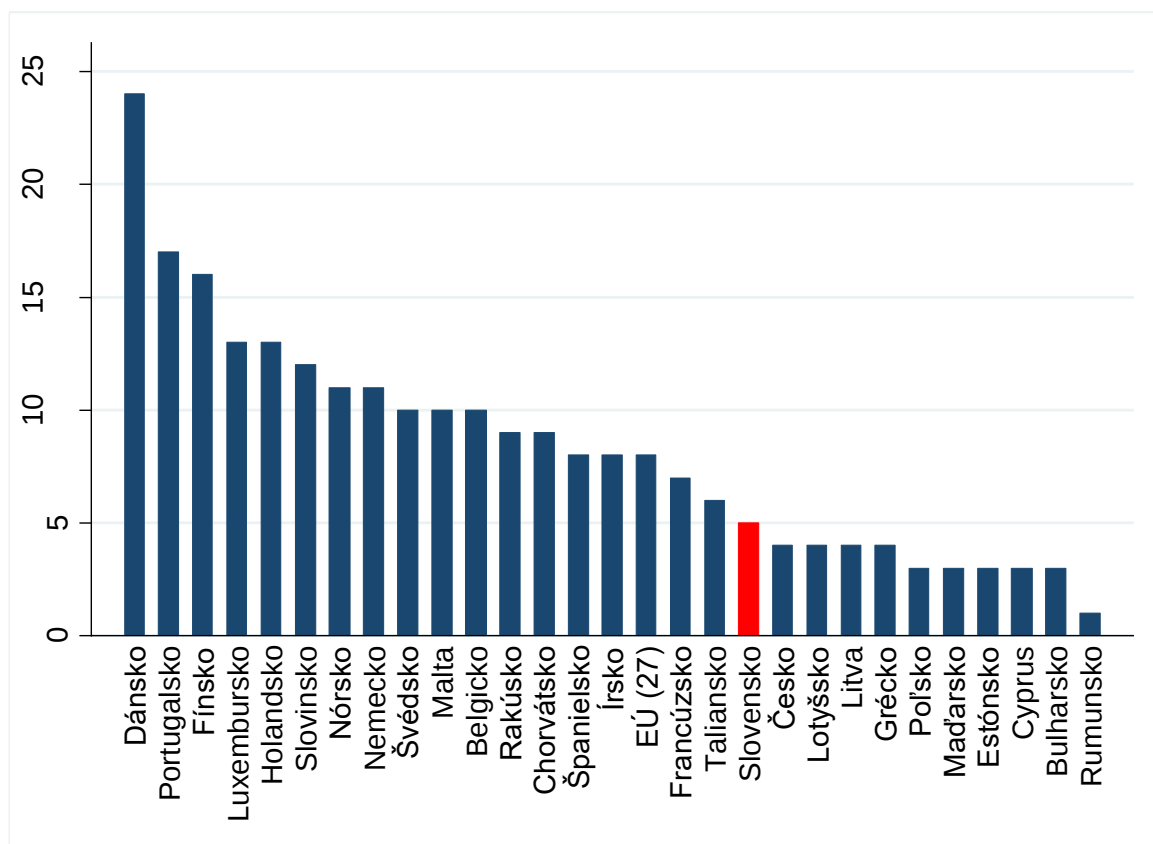
Rast nových startupov v EÚ v oblasti AI bol v priebehu času konzistentný. Počnúc úrovňou niečo viac ako 50 nových startupov na konci deväťdesiatych rokov, až po dosiahnutý vrchol v roku 2015. Väčšinu obdobia pozorujeme zrýchlenie tempa vytvárania nových robotických startupov, čo vedie k ročnému nárastu kumulatívneho počtu od roku 2003 do roku 2015 o približne o 10 %. Tento rast naznačuje, že odvetvie umelej inteligencie je v EÚ zakorenené a že je schopné pritiahnuť a stimulovať nové podnikateľské aktivity, čo je kľúčovým bodom pre udržanie konkurencieschopnosti v priebehu času.

4.1.2 Umelá inteligencia na úrovni podnikov

AI umožňuje podnikom zlepšovať svoje procesy a výkonnosť, znižovať náklady a zvyšovať produktivitu. Je preto dôležité venovať pozornosť tomu, ako sa podniky v EÚ využívaniu AI prispôbujú, v akých sektoroch a oblastiach má najväčšie zastúpenie, a akým spôsobom boli tieto technológie obstarané. V tejto časti práce sú uvedené najnovšie štatistické údaje o využívaní technológií AI v podnikoch EÚ, ktoré umožňujú porovnávať konkurencieschopnosť jednotlivých krajín.

V rámci EÚ ako celku, v roku 2021 využívalo aspoň jednu z technológií AI len 8 % podnikov s 10 a viac zamestnancami. Tieto technológie zahŕňajú postupy ako napríklad technológie analyzujúce písaný text, rozpoznávanie reči, technológie generujúce reč, rozpoznávanie obrazu, analýza údajov, automatizácia či roboti, ktorí sa dokážu sami pohybovať. Aspoň dve z vyššie uvedených technológií využívalo 4 % podnikov, zatiaľ čo len 2 % podnikov využívalo až tri z týchto technológií.

Graf 2: Podiel podnikov využívajúcich AI, krajiny EÚ, 2021 (% podnikov)

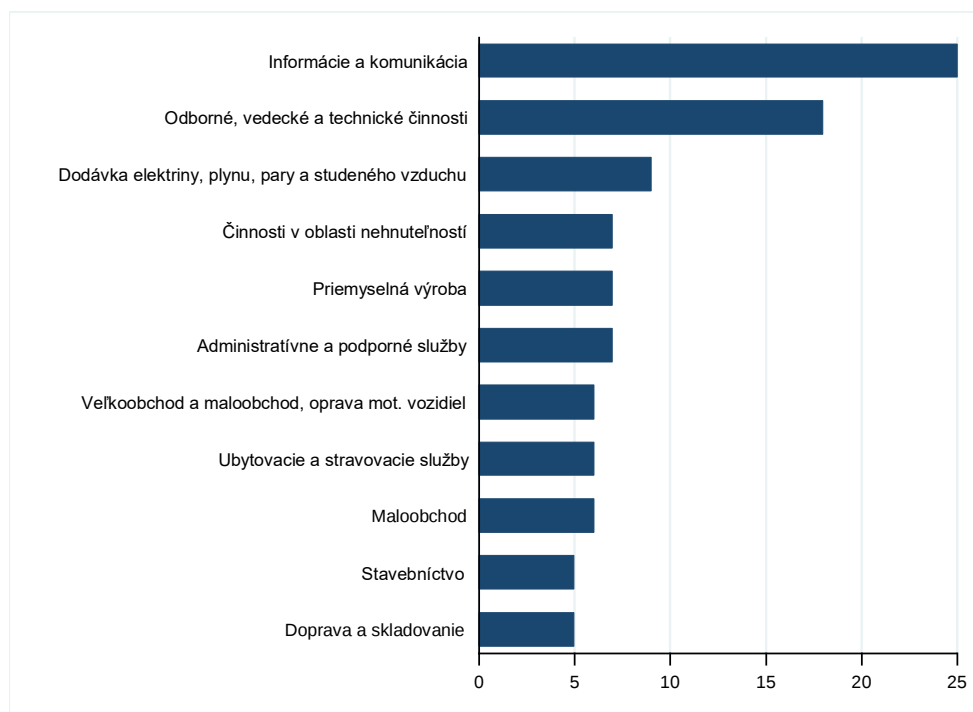


Zdroj: Eurostat, vlastné spracovanie

Porovnanie medzi krajinami EÚ ukazuje, že podiel podnikov využívajúcich AI sa pohyboval v rozmedzí 1 % až 24 %. Ako môžeme vidieť na grafe č. 2, najvyšší podiel bol v roku 2021 zaznamenaný v Dánsku, za ním nasledovalo Portugalsko a Fínsko, zatiaľ čo najnižšie podiely boli zaznamenané v Bulharsku, Estónsku, na Cypre, v Maďarsku a Poľsku, a to zhodne po 3 %. Rumunsko ako jediné zo sledovaných krajín vykazovalo hodnotu využívania AI len 1 %.

Išlo najmä o veľké podniky, keďže implementácia technológií AI je zložitý proces, pri ktorom sa využívajú úspory z rozsahu. Taktiež je dôležité poznamenať, že niektoré ekonomické činnosti využívajú AI oveľa viac ako iné, a teda je pre určité činnosti relevantnejšia. Ako je možné vidieť na grafe č. 3, vo využívaní AI najviac vynikal sektor informačných a komunikačných technológií (25 %) a sektor odborných, vedeckých a technických činností (18 %) s najvyšším podielom podnikov. Vo všetkých ostatných ekonomických činnostiach bol podiel podnikov využívajúcich AI nižší ako 10 %. Ten sa pohyboval v rozmedzí 9 % v sektore dodávok elektriny, plynu, pary a studeného vzduchu, až po 5 % v sektore stavebníctva, dopravy a skladovania.

Graf 3: Podniky využívajúce technológie AI podľa ekonomickej aktivity, EÚ, 2021 (% podnikov)



Zdroj: Eurostat, vlastné spracovanie

Dôvody využívania technológií AI sa líšili v závislosti od odvetvia hospodárstva v ktorom pôsobili. Vo výrobnom sektore sa softvér alebo systém AI najčastejšie využíval priamo vo výrobnom procese, zatiaľ čo v sektore informácií a komunikácií išlo najmä o zabezpečenie bezpečnosti. Rovnaký dôvod využívania bol zaznamenaný aj v sektore dodávky elektriny, plynu, pary a studeného vzduchu a v sektore dopravy a skladovania. Na organizáciu podnikových procesov bola umelá inteligencia využívaná v sektore odborných, vedeckých a technických činností, v činnostiach v oblasti nehnuteľností, rovnako aj v administratívnych a podporných službách a stavebníctve. Na marketing a predaj boli systémy AI využívané v sektore maloobchodu a ubytovacích a stravovacích službách.

Spomedzi podnikov EÚ, ktoré používali AI, bolo vo všetkých odvetviach najbežnejším spôsobom ich získania nákup komerčného softvéru, čo bol prípad 53 % podnikov. Nie je prekvapením, že výnimkou bol sektor informačných a komunikačných technológií, v ktorom väčšina podnikov vyvinula svoj vlastný systém. Menšia časť podnikov využívala technológie AI vyvinuté alebo upravené externými poskytovateľmi, pričom 28 % podnikov vyvinulo vlastný softvér alebo upravili komerčný softvér vlastnými zamestnancami.

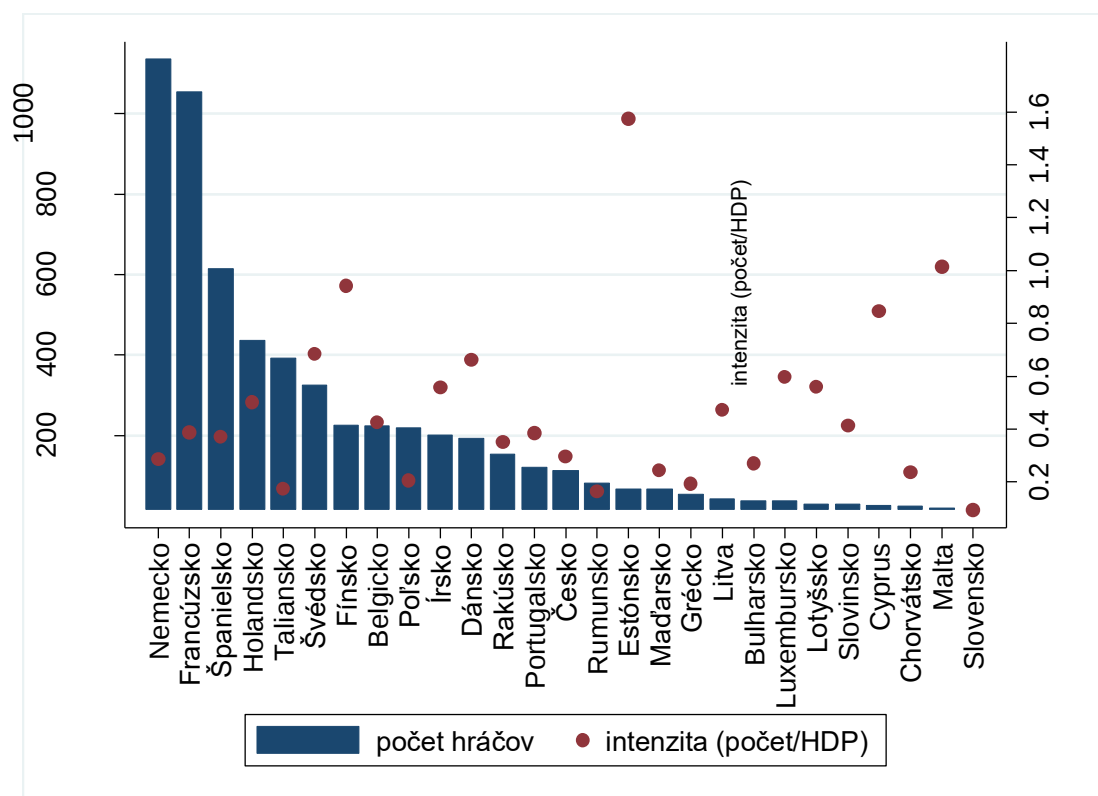
4.1.3 Umelá inteligencia na úrovni krajín

V kontexte prebiehajúcej digitálnej transformácie Európy Európska komisia podporuje rozvoj a zavádzanie umelej inteligencie ako jedného z hlavných faktorov na zvýšenie technologickej a priemyselnej kapacity.

Ďalší z ukazovateľov predstavuje počet ekonomických subjektov v prostredí umelej inteligencie a zahŕňa výskumné ústavy, univerzity, firmy, laboratória alebo vládne inštitúcie, rozdelené do 3 typov: výskumné ústavy, firmy a vládne inštitúcie. Pri tvorbe ukazovateľa boli v spomenutých subjektoch sledované aktivity, ktoré zahŕňajú obchodné výskumné aktivity a inovačné aktivity ako sú napríklad podané patentové prihlášky súvisiace s AI. Ide o viaczdrojový súbor mikrodát vytvorený s cieľom poskytnúť holistický a vzájomne prepojený pohľad na prostredie AI od roku 2009 do roku 2020.

Dôležitejším z ukazovateľov zobrazených na grafe č.4 je intenzita aktivity spojenej s AI, ktorá vyjadruje prítomnosť hráčov vo vzťahu k veľkosti ekonomiky. Vypočíta sa pomerom medzi počtom hráčov a HDP v miliardách eur. Tento indikátor teda umožňuje efektívnejšie porovnanie krajín v rámci adopcie technológií AI.

Graf 4: Hráči v oblasti AI a ich intenzita, členské štáty EÚ, 2009–2020



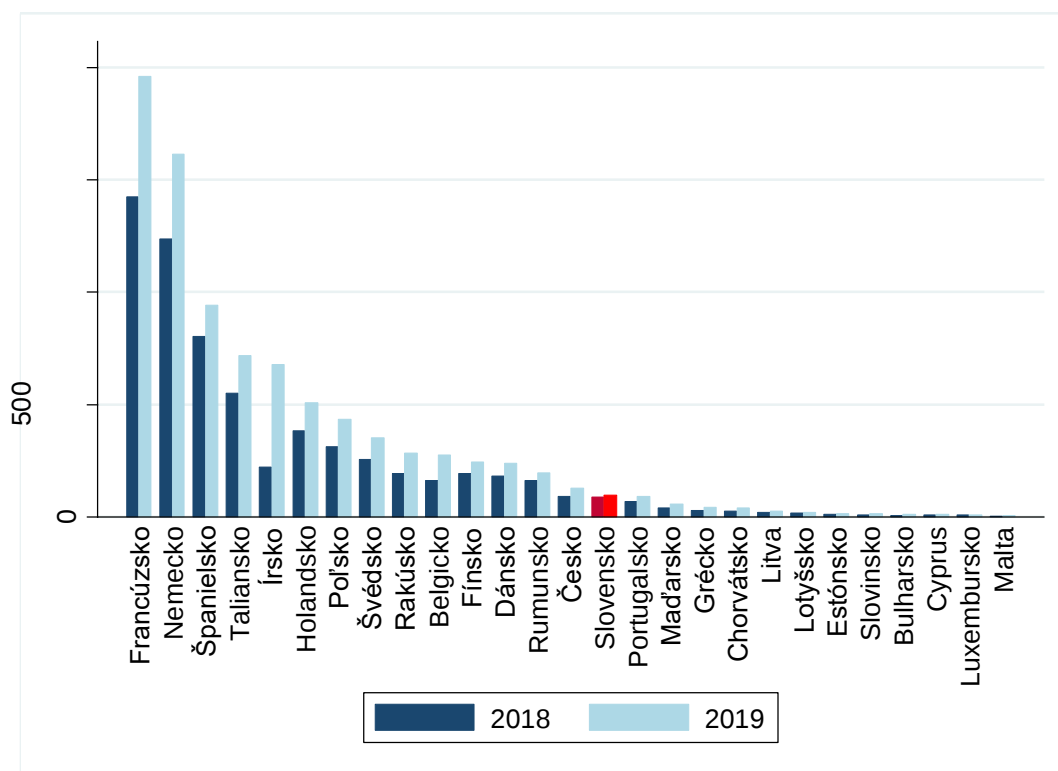
Zdroj: Eurostat, vlastné spracovanie

V rámci krajín EÚ sú Nemecko a Francúzsko krajiny s najvyšším počtom AI hráčov, ktorý sa pohybuje nad 1000 hráčov. S výrazným rozdielom nasleduje Španielskom, ktorého počet hráčov je takmer o polovicu menší, zatiaľ čo ostatné krajiny nemajú viac ako 450 hráčov v oblasti AI. Estónsko so 66 hráčmi a pomerom 1,57 hráčov na miliardu eur HDP je členským hráčom s najvyššou mierou intenzity. Tento pomer je taktiež pozoruhodný na Malte, konkrétne 1,02 hráča na miliardu eur HDP. Pre ostatné členské štáty je táto hodnota menšia ako 1, čo znamená, že na miliardu eur HDP pripadá menej ako jeden hráč.

Dostatočná a nepretržitá úroveň investícií má zásadný význam pre podporu rozvoja a zavádzania AI v celej Európe. Avšak vzhľadom na absenciu relevantných údajov o výške investícií do umelej inteligencie, vypracovala Európska komisia komplexnú metodiku na odhad investícií do umelej inteligencie v EÚ a v členských štátoch. V tomto rámci investície do AI zahŕňajú: výdavky na pracovnú silu a zručnosti, ako aj hmotný a nehmotný kapitál, ktoré vynaložili verejné a súkromné organizácie na vývoj a implementáciu AI s cieľom navrhovať obchodné procesy na vytvorenie nových alebo

zlepšenie existujúcich produktov alebo služieb. Graf č. 5 teda zobrazuje odhad investícií do umelej inteligencie zo strany verejných a súkromných organizácií na úrovni jednotlivých krajín.

Graf 5: Verejné a súkromné investície do AI, členské štáty EÚ, 2018–2019



Zdroj: AI Watch Index, vlastné spracovanie

EÚ v roku 2019 investovala do umelej inteligencie 7,9 až 9 miliárd eur, čo je odhadovaný nárast o 39 % v porovnaní s rokom 2018. Ak sa podobný trend zachová, EÚ do roku 2030 prekročí svoj ročný investičný cieľ v oblasti AI vo výške 22 miliárd eur.

Všetky členské štáty EÚ v rokoch 2018 až 2019 zvýšili úroveň investícií do umelej inteligencie. Spomedzi krajín, ktoré v roku 2019 investovali viac ako 50 miliónov eur, môžeme konštatovať, že najväčší ročný nárast zaznamenalo Írsko, Belgicko a Rakúsko. Spomedzi krajín s nižšou úrovňou investícií (t. j. menej ako 50 mil. eur) vidíme, že Bulharsko, Slovinsko a Chorvátsko vykazujú najvyššie ročné nárasty. V absolútnom vyjadrení vedú Francúzsko a Nemecko, keďže v roku 2019 predstavovali 22 %, resp. 18 % v roku 2018 všetkých investícií do umelej inteligencie v EÚ. Ak spolu s nimi zahrnieme aj Španielsko, 50 % investícií EÚ do AI počas roka 2019 realizovali len tieto tri krajiny. Napriek tomu v roku 2018 tie isté tri krajiny predstavovali 53 % investícií EÚ do AI.

Aj keď jeden rok nestačí na stanovenie trendu, skutočnosť, že koncentrácia investícií klesá, môže naznačovať postupne sa zvyšujúce investičné úsilie väčšieho počtu krajín. Nárast objemu investícií do AI v roku 2019 bol do veľkej miery spôsobený súkromným sektorom, na ktorý pripadlo 66 % všetkých investícií, zatiaľ čo verejný sektor tiež zvýšil svoje investície a v roku 2019 naň pripadlo 34 % investícií.

V ďalšej analýze získame podrobnejší prehľad o geografickom rozdelení jednotlivých aktivít. Pre tieto aktivity identifikujeme nasledujúce tematické oblasti alebo technologické subdomény AI. Pre ich komplikované názvy, ktorým zatiaľ neboli ustálené slovenské preklady, budú uvádzané ich pôvodné názvy.

AI Services predstavujú činnosti súvisiace s poskytovaním služieb a aplikácií AI vrátane infraštruktúry, softvéru a služieb rôznych platforiem, ako sú virtuálni asistenti, boti a pod. Audio and Natural Language Processing (NLP) predstavujú systémy AI na spracovanie zvuku, ktoré uľahčujú vnímanie alebo generovanie zvukových signálov vrátane reči a iného zvukového materiálu. Taktiež zahŕňajú schopnosť identifikovať, spracovať, rozumieť a generovať informácie v písomnej a hovorenej ľudskej komunikácii.

Automatizácia (t.j. automation) sa týka činností súvisiacich s výrobou alebo používaním fyzických strojov, počítačového softvéru a iných technológií na vykonávanie opakujúcich sa úloh, na ktoré sú špeciálne navrhnuté a naprogramované. Autonomous Robotics sú činnosti súvisiace s vývojom alebo používaním robotických systémov, ktoré sú určené na prevádzku v relatívne zložitom prostredí zahŕňajúcom interakciu s inými strojmi alebo ľuďmi. Na rozdiel od automatizácie sú tieto roboty navrhnuté tak, aby vykonávali viacero operácií bez akýchkoľvek predchádzajúcich inštrukcií ani naprogramovaných akcií.

Computer Vision applications zase predstavujú činnosti, ktoré identifikujú ľudské tváre a objekty v digitálnych obrázkoch ako súčasť detekcie skupiny objektov. Connected and Automated Vehicles zahŕňajú technológie pre autonómne vozidlá, prepojené vozidlá a asistenčné systémy vodiča. Internet of everything hovorí o prepojení rôznych technológií, procesov a ľudí. Ľudská interakcia v tomto prípade umožňuje monitorovať alebo konfigurovať zariadenia a procesy prostredníctvom rozhraní.

Machine Learning for Image Processing sú metódy zamerané na činnosti spracovania obrazu. Machine Learning Fundamentals zase predstavujú schopnosť systémov automaticky sa učiť, rozhodovať, predpovedať, prispôbovať sa zmenám

a reagovať na ne, a zlepšovať sa na základe skúseností bez toho, aby boli na tieto zmeny naprogramované.

Tabuľka 1: Geografické rozloženie aktivít AI podľa tematickej oblasti (podiel), členské štáty EÚ, 2009–2020

	AI Services	Audio & Natural Language Processing (NLP)	Automation	Autonomous Robotics	Computer Vision Applications	Connected and Automated Vehicles (CAVs)	Internet of Everything (IoE)	Machine Learning (ML) for Image Processing	Machine Learning (ML) Fundamentals	Spolu
Belgicko	0.04	0.26	0.02	0.05	0.24	0.18	0.14	0.17	0.18	1.28
Bulharsko	0.01		0.03	0.00		0.00	0.01		0.00	0.05
Česko	0.02	0.01		0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.10
Chorvátsko	0.00	0.00	0.01	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
Cyprus	0.00	0.01		0.01		0.00				0.02
Dánsko	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.00	0.03	0.03	0.02	0.21
Estónsko	0.01			0.00		0.00				0.02
Fínsko	0.04	0.06	0.04	0.02	0.06	0.04	0.07	0.11	0.08	0.51
Francúzsko	0.18	0.12	0.10	0.15	0.15	0.04	0.13	0.11	0.09	1.06
Grécko	0.01	0.02		0.03	0.01	0.00		0.00	0.01	0.08
Holandsko	0.07	0.04	0.04	0.07	0.08	0.05	0.04	0.09	0.07	0.54
Írsko	0.03	0.10	0.02	0.02	0.04	0.02	0.01	0.03	0.07	0.35
Litva	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04
Lotyšsko	0.01			0.00		0.00				0.01
Luxembursko	0.01	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.02
Maďarsko	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.05
Malta	0.00	0.00		0.00					0.00	0.01
Nemecko	0.18	0.21	0.24	0.20	0.18	0.33	0.27	0.30	0.28	2.20
Poľsko	0.04	0.01	0.08	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.03	0.20
Portugalsko	0.02	0.01	0.01	0.03	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.10
Rakúsko	0.03	0.00	0.01	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.00	0.14
Rumunsko	0.01	0.01	0.09	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.17
Slovensko	0.00		0.01	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.02
Slovinsko	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04
Španielsko	0.11	0.02	0.18	0.13	0.08	0.03	0.06	0.02	0.03	0.67
Švédsko	0.06	0.07	0.01	0.04	0.05	0.24	0.10	0.03	0.07	0.66
Taliansko	0.07	0.02	0.08	0.12	0.03	0.02	0.04	0.04	0.03	0.43

Zdroj: AI Watch Index, vlastné spracovanie

Tabuľka 1 zobrazuje geografické rozloženie aktivít AI ako podiel oblasti a celkového počtu aktivít všetkých krajín v danej oblasti a zdôrazňuje koncentráciu činností AI vo veľmi malom počte krajín.

Nemecko je krajinou, ktorá vyvíja najväčší počet aktivít až v siedmich z deviatich sledovaných oblastiach AI. Celkovo Nemecko produkuje až jednu pätinu všetkých aktivít EÚ v oblasti AI. Len v Audio & Natural Language Processing a Computer Vision Applications je Nemecko predbehnuté Belgickom.

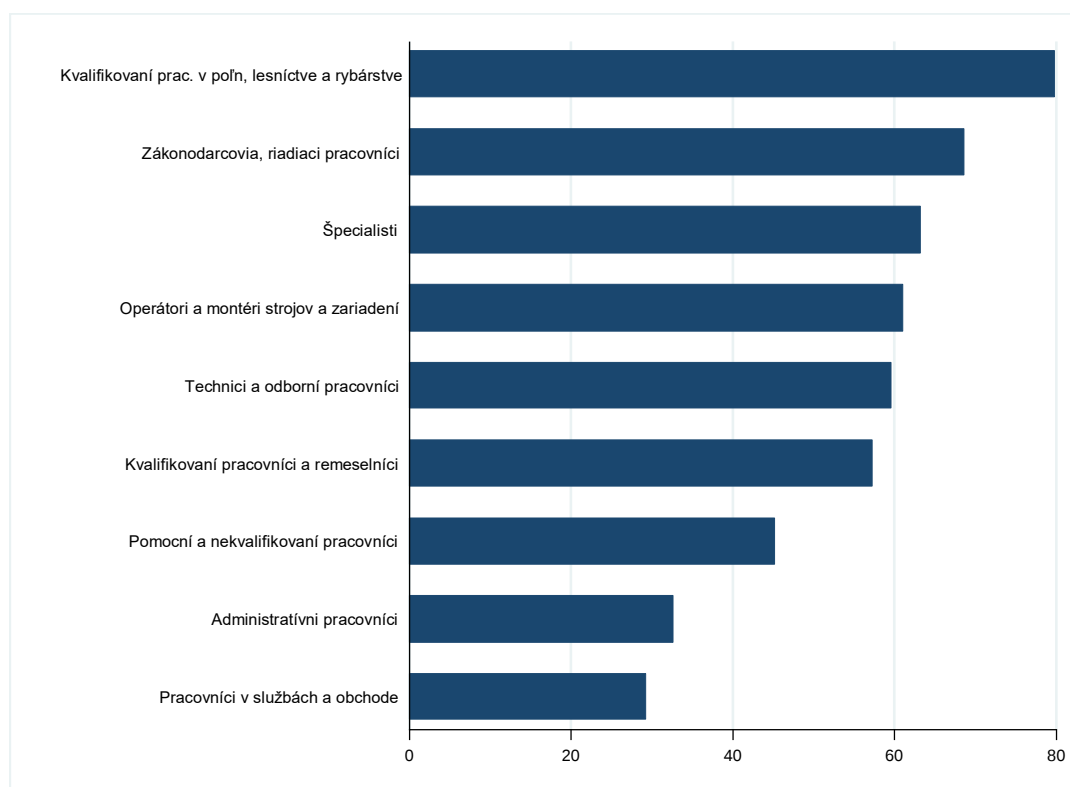
Belgicko spolu s Francúzskom a Španielskom sú ďalšie najaktívnejšie členské štáty v oblasti AI. Dokopy vyššie spomenuté krajiny vykonávajú viac ako 50 % všetkých činností v akejkolvek tematickej oblasti čo opäť poukazuje na silnú koncentráciu činností v niektorých krajinách. Jediné ďalšie krajiny ktoré predstavujú viac ako 10 % v rámci niektorej oblasti sú Fínsko v Machine Learning for Image Processing, Taliansko v Autonomous Robotics, a Švédsko v Connected and Automated Vehicles.

4.2 Vystavenie jednotlivých ekonomických činností umelej inteligencií

V teoretickej časti práce bolo spomenutých niekoľko ukazovateľov zavádzania umelej inteligencie, pričom väčšina z nich bola zameraná na USA. Keďže táto práca sa zameriava súvislosťami medzi umelou inteligenciou a zamestnanosťou na Slovensku, použitie ukazovateľov založených na frekvenciách zverejňovania pracovných ponúk, nie sú vhodné pre našu analýzu, keďže údaje BGT pred rokom 2018 sú k dispozícii len pre anglicky hovoriace krajiny. Okrem problémov s dostupnosťou údajov je tiež pravdepodobné, že ukazovatele založené na údajoch o dopyte po práci budú menej úplné ako ukazovatele založené na úlohách. Naša analýza teda spája profesijné vystavenie umelej inteligencií s výsledkami na trhu práce.

Pri analýze ohrozenia jednotlivých povolání AI využívame indikátor vytvorený Webdom, ktorý využíva texty patentov na určenie toho, čo daná technológia dokáže. Na základe toho potom kvantifikuje, do akej miery jednotlivé povolania v ekonomike vykonávajú podobné úlohy. Hodnoty jeho ukazovateľa sa nachádzajú v rozmedzí 0-100, pričom hodnoty blížiac sa k 100 prislúchajúce jednotlivým povolaniam predstavujú povolania s najväčšou pravdepodobnosťou vystavenia AI. Jeho ukazovateľ sme aplikovali na štatistickú klasifikáciu ISCO-08 a vytvorili tak komplexný zoznam ohrozenia povolání na všetkých úrovniach.

Graf 6: Vystavenie AI podľa hlavných tried zamestnaní, 2020



Zdroj: Webb (2020), vlastné spracovanie

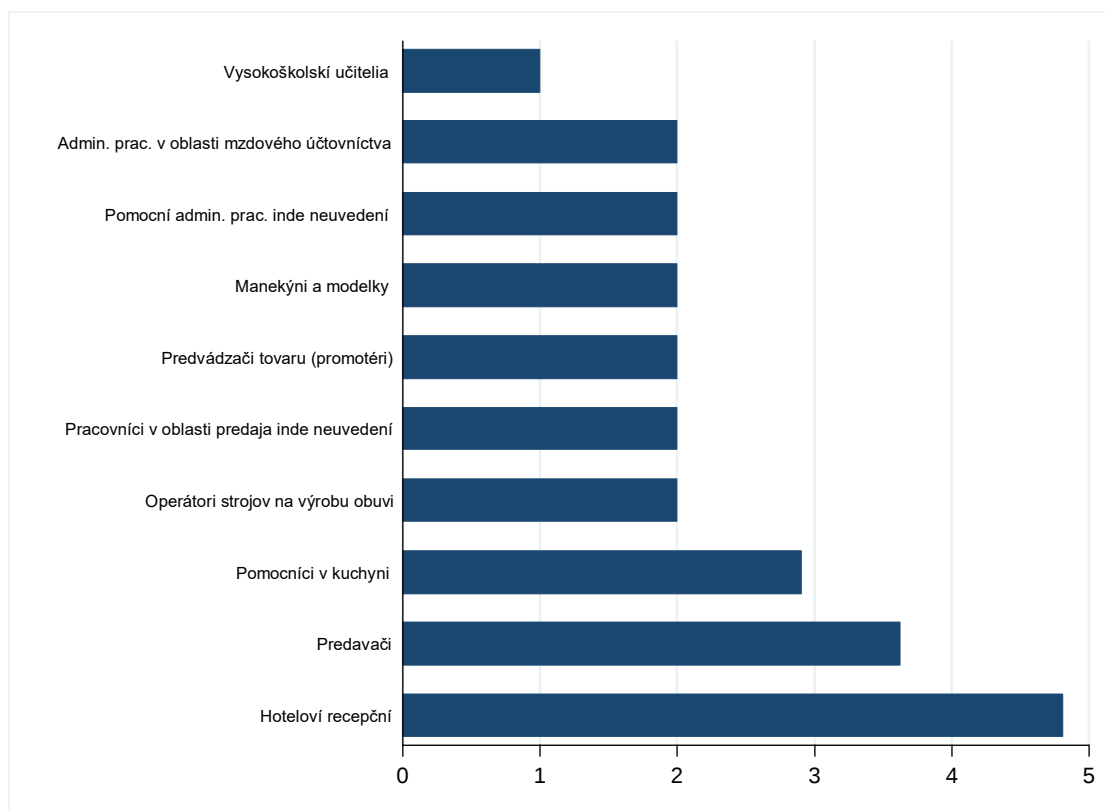
Najviac ohrozenou skupinou podľa jednomiestneho kódu ISCO-08 sú kvalifikovaní, vysoko vzdelaní pracovníci v oblasti poľnohospodárstva, rybárstva a lesníctva, ale aj riadiaci pracovníci a ostatní špecialisti. Tieto oblasti sú založené na skúsenostiach a odborných znalostiach, ktoré pri vývoji a implementácii AI technológií môžu byť ľahko prevedené do algoritmov a strojového učenia. Navyše táto hlavná trieda v sebe zahŕňa širokú škálu povolání, ktoré vykonávajú často opakujúce sa činnosti a už v súčasnosti vykazujú vysokú mieru automatizácie. Riadiaci pracovníci a ostatní špecialisti môžu byť ohrození aj v dôsledku zmien v spôsobe riadenia a organizácie práce v dôsledku vývoja AI technológií. Tieto technológie môžu výrazne zjednodušiť a automatizovať mnoho procesov, ktoré sú nateraz vykonávané riadiacimi pracovníkmi, a teda existuje riziko, že tieto pozície môžu byť nahradené AI technológiami.

Naopak, pracovníci v službách a obchode, administratívni, pomocní a nekvalifikovaní pracovníci sú podľa tohto meradla najmenej vystavení AI. Je to spôsobené najmä tým, že sa menej spoliehajú na kognitívne schopnosti, a teda na schopnosti, v ktorých AI dosiahla za posledné roky najväčší pokrok a využívajú viac a

fyzické a psychomotorické schopnosti. Ich práca zvyčajne zahŕňa viac interakcií s ľuďmi a menej závisí od špecializovaných znalostí a skúseností. Aj keď niektoré činnosti vykazujú určitú mieru automatizácie, väčšinu ich pracovnej náplne stále tvoria činnosti, ktoré vyžadujú ľudskú interakciu a rozhodovanie alebo fyzické práce, ktoré môžu byť len ťažko nahradené.

Treba však brať do úvahy, že hlavné triedy zamestnaní (jednomiestny kód) predstavujú najširšiu a najvšeobecnejšiu kategóriu a zahŕňajú veľkú skupinu povolání, a teda závery z nich môžu byť skreslené. Pre detailnejšie pochopenie sme sa teda zamerali na zamestnania podľa 4 miestneho ISCO-08 kódu, ktorý predstavuje najkonkrétnejšiu a najpodrobnejšiu kategóriu.

Graf 7: Najmenej ohrozené povolania, 4 miestny ISCO-08 kód, 2020



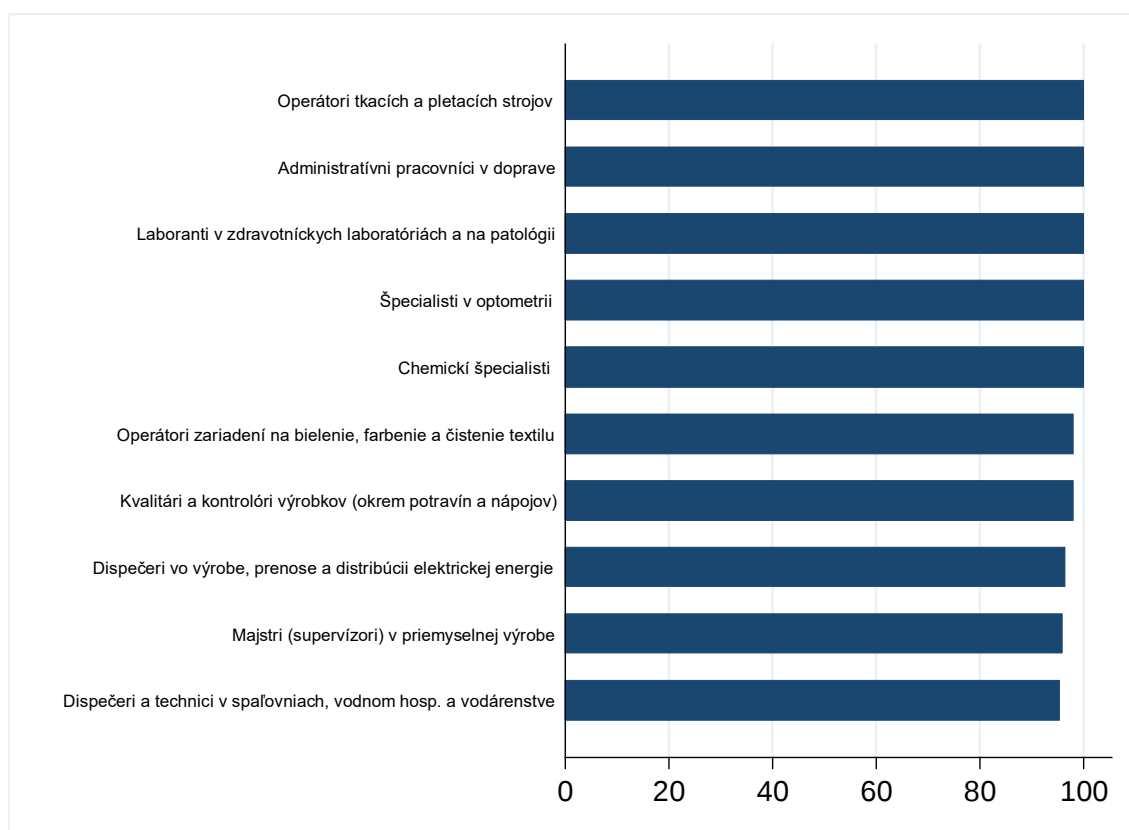
Zdroj: Webb (2020), vlastné spracovanie

Naše tvrdenie z predchádzajúcej analýzy potvrdzuje aj graf č.7 zobrazujúci najmenej ohrozené profesie spomedzi všetkých 436 podskupín zamestnaní. Najmenšia pravdepodobnosť vystavenia AI je zaznamenaná u vysokoškolských učiteľov, keďže toto povolanie si vyžaduje široké spektrum zručností a znalostí, ktoré zahŕňajú interakciu s študentmi, adaptabilitu, kreativitu a rôzne ľudské aspekty. Okrem toho, vysokoškolské

vzdelanie nie je len o prenose informácií, ale aj o formovaní osobnosti a prispôsobovaní sa potrebám študentov, preto náhrada učiteľov technológiami AI je takmer nemožná. Mzdové účtovníctvo a ostatné administratívne činnosti zase predstavuje rýchlo meniace sa odvetvie ktoré si vyžaduje vysokú mieru správnosti a úplnosti údajov. Práca modeliek, promotérov či iných predajcov taktiež zahŕňajú vysokú mieru fyzického prejavu a kreativity, teda vlastností, ktoré sú charakteristické pre človeka. Okrem toho, tieto povolania vyžadujú osobné interakcie, ktoré umožňujú priame prepojenie s cieľovou skupinou.

Najmenej ohrozenými skupinami povolaní sú teda tie, ktoré si vyžadujú vysokú mieru fyzického kontaktu, pretože automatizácia a využitie AI by v týchto prípadoch bolo nákladné a neefektívne.

Graf 8: Najviac ohrozené povolania, 4 miestny ISCO-08 kód, 2020



Zdroj: Webb (2020), vlastné spracovanie

So zisteniami z predošlej analýzy sa čiastočne zhoduje aj graf č.8, ktorý zobrazuje najviac ohrozené povolania. Nájdeme v nich vysokokvalifikovaných špecialistov, ale najmä povolania, ktoré vykonávajú veľa opakujúcich sa úloh, ktoré sú náchylné na automatizáciu. Väčšina týchto povolaní má taktiež nízku interakciu s ľuďmi a málo si

vyžaduje rozhodovanie a kreativitu. Z uvedeného teda vyplýva, že miera ohrozenia jednotlivých povolání AI vychádza z kombinácie schopností, ktorými sú technológie AI schopné nahradiť tie ľudské, a charakterom činností, ktoré sú náchylné na automatizáciu.

Je však dôležité podotknúť, že takto uvedená miera ohrozenia jednotlivých povolání neberie do úvahy počet zamestnaných v danom odvetví. V ďalšej časti práce sa teda budeme venovať prepojeniu týchto údajov s údajmi o pracovných silách.

4.3 Situácia na trhu práce

V tejto časti práce sú uvedené niektoré deskriptívne štatistiky zamerané na situáciu na trhu práce v rámci roku 2020, ktorý predstavuje posledný rok sledovaného obdobia. Avšak v neskorších analýzách už pracujeme s obdobím rokov 2012-2020. Rok 2012 je zvolený ako prvý rok analyzovaného obdobia, pretože zabezpečuje konzistentnosť s meraním vystavenia profesie AI, a to najmä z dôvodu, že pokrok v uplatňovaní AI sa meria za obdobie rokov 2010-2015, pričom AI by mohla ovplyvniť trh práce od roku 2010 a v plnej miere od roku 2015. Začatie v roku 2012 teda poskytuje dostatočne dlhé obdobie pozorovania a zároveň presne sleduje mieru nedávneho vývoja v oblasti AI. Týmto spôsobom sme boli schopní zachytiť dopad technologického vývoja na trh práce a analyzovať jeho vplyv na ohrozenie pracovníkov v ekonomike.

4.3.1 Zamestnanosť

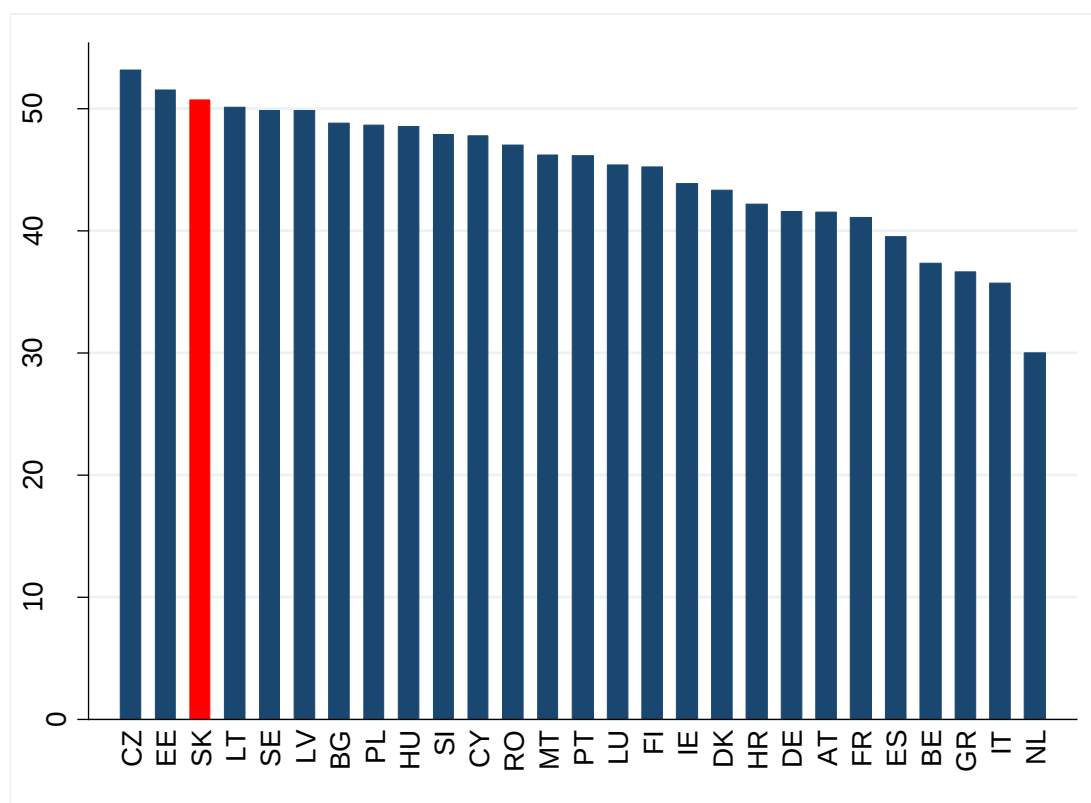
Zamestnanosť je jednou z kľúčových faktorov, ktoré ovplyvňujú hospodársky rast a prosperitu, preto je jej vývoj dôležitým aspektom hospodárskej politiky. S rastom digitalizácie a technológií umelej inteligencie sa otázky ohľadom vplyvu týchto technológií stávajú čoraz dôležitejšími.

Diplomová práca analyzuje vzťah medzi zavádzaním AI a zamestnanosťou na úrovni povolání, pretože práve riziko AI na úrovni povolania je pre pracovníkov najdôležitejšie. AI síce na jednej strane môže znižovať zamestnanosť prostredníctvom efektu vytlačania, no na druhej strane ju však môže zvýšiť prostredníctvom zvýšenia produktivity pracovníkov. Významným aspektom vplyvu AI na zamestnanosť na úrovni povolání je aj skutočnosť, že niektoré povolania budú vyžadovať nové zručnosti a schopnosti, ktoré budú zodpovedať novým požiadavkám AI. To môže viesť k významnejšej špecializácii a diverzifikácii pracovných miest a k vytváraniu nových pracovných príležitostí.

Informácie zahrnuté v tejto podkapitole budú slúžiť ako dôležitý východiskový bod pre ďalšiu analýzu vplyvu AI na trh práce. Zameriame sa najmä na celkovú úroveň zamestnanosti v krajinách EÚ, vypočítanú ako podiel ľudí zamestnaných na plný úväzok vo vekovej kategórii 15 – 99 rokov, na celkovej populácii v rámci tejto vekovej kategórie.

Zamestnanosť zahŕňa všetky osoby zapojené do pracovných činností, či už ako zamestnanci alebo samostatne zárobkovo činné osoby. Tieto údaje pochádzajú z Výberového zisťovania pracovných síl Európskej únie, ktoré sa uskutočňuje každý rok v rámci každej krajiny EÚ. V rámci EÚ-LFS sa vyberá náhodná vzorka respondentov z každého členského štátu, ktorí odpovedajú na rôzne otázky týkajúce sa ich pracovného života, vzdelávania a rodinného života. Informácie sú zbierané prostredníctvom osobných rozhovorov, telefonických rozhovorov či online dotazníkov a sú využívané na tvorbu politík a programov v oblasti zamestnanosti a sociálnej politiky v rámci EÚ.

Graf 9: Celková zamestnanosť v krajinách EÚ, plný úväzok , 2020 (%)

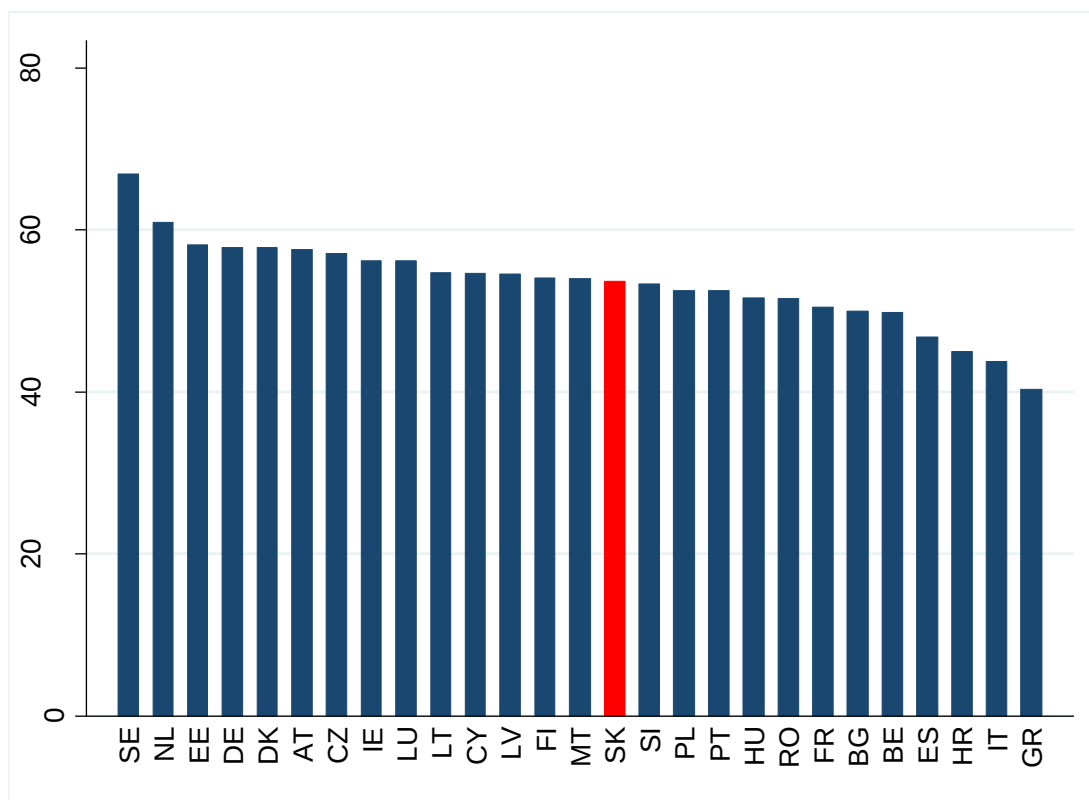


Zdroj: LFS, vlastné spracovanie

Ako je zobrazené na grafe č. 9, miera zamestnanosti sa pohybovala v rozmedzí od 30 %, po niečo viac ako 50 %. Najviac ľudí v nami skúmanej kategórii bolo zamestnaných v Česku, Estónsku, na Slovensku, v Litve, Švédsku a Lotyšsku. Naopak, najmenej ľudí pracuje v Španielsku, Belgicku, Grécku, Taliansku a poslednú priečku zastáva Holandsko.

Skutočnosť, že Holandsko dosahuje hodnoty len tesne 30 % je však spôsobená vysokým podielom ľudí pracujúcich na čiastočný úväzok, nie nízkou účasťou obyvateľov na trhu práce. Táto disproporcia môže byť spôsobená snahou podporovať flexibilné pracovné podmienky, zvyšovať rovnováhu medzi pracovným a súkromným životom alebo snahou o dosiahnutie efektívneho využitia pracovnej sily a zvýšenie produktivity. Pre potreby našej analýzy však pracujúci na skrátený úväzok neboli relevantní. Pre porovnanie uvádzame aj graf zobrazujúci celkovú zamestnanosť, ktorá zahŕňa aj zamestnaných na čiastočný úväzok.

Graf 10: Celková zamestnanosť v krajinách EÚ (%), 2020, plný + čiastočný úväzok



Zdroj: LFS, vlastné spracovanie

Najväčšie rozdiely môžeme okrem Holandska sledovať v Dánsku, Nemecku a Rakúsku. Ľudia zamestnaní na čiastočný úväzok v týchto krajinách zvyšujú zamestnanosť až o 15 %. Podobný trend môžeme pozorovať v Belgicku, Írsku a Luxembursku. Ide teda o krajiny, ktoré sa vyznačujú vysokou úrovňou hospodárskeho rastu a sú pokladané za jedny z najprosperujúcejších a najstabilnejších krajín v Európe. Okrem toho, všetky tieto krajiny sú známe svojou vysokou úrovňou sociálnej ochrany a podpory pre svojich obyvateľov, ako aj vysokou kvalitou života.

Na druhej strane, krajiny s nízkym počtom ľudí pracujúcich na čiastočný úväzok sú najmä krajiny strednej a východnej Európy. Spoločným znakom týchto krajín je, že väčšina z nich bola kedysi súčasťou bývalého Sovietskeho zväzu alebo v jeho sfére vplyvu, a po páde komunizmu v 90. rokoch 20. storočia prešli zložitými prechodovými procesmi k demokracii a trhovému hospodárstvu.

4.3.2 Podiel ohrozených pracovníkov umelou inteligenciou

Aj keď sa v oblasti umelej inteligencie udiali v posledných rokoch výrazné pokroky, je dôležité si uvedomiť, že ich dopad na pracovné trhy nemusí byť okamžitý a jednotný vo všetkých krajinách. Zavádzanie nových technológií môže byť časovo náročné a nákladné, a preto nemusí byť možné ich okamžite rozšíriť do všetkých odvetví. Okrem toho sú dôležitým faktorom aj rozdiely v štruktúre trhu práce a ekonomickom raste. Taktiež je možné, že v niektorých krajinách boli prijaté opatrenia na zmiernenie negatívnych dôsledkov automatizácie na trh práce, napríklad vo forme investícií do odborného vzdelávania a rekvalifikácie pracovníkov.

Tabuľka 2: Podiel ohrozených pracovníkov, 2012-2020

krajina	rok	
	2012	2020
AT	0.293	0.329
BE	0.299	0.315
CY	0.213	0.221
CZ	0.289	0.3
DE	0.272	0.279
DK	0.273	0.302
EE	0.305	0.339
ES	0.261	0.266
FI	0.281	0.299
FR	0.304	0.318
GR	0.301	0.274
HR	0.276	0.294
HU	0.254	0.262
IE	0.345	0.319
IT	0.235	0.25
LT	0.274	0.289
LU	0.302	0.347
LV	0.266	0.288
NL	0.342	0.345
PT	0.277	0.286
RO	0.4	0.329
SE	0.316	0.358
SK	0.231	0.259

Zdroj: vlastné spracovanie

Tabuľka č. 2 zobrazuje podiel ohrozených pracovníkov voči všetkým pracovníkom v krajine, ako priemernú hodnotu všetkých povolání v krajine. Ohrozenie vychádza z Webbovho datasetu vystavenia jednotlivých povolání AI, ktorý sme zlúčili s počtom zamestnaných v jednotlivých povolaniach.

Medzi sledovanými rokmi 2012 až 2020 však vo väčšine krajín pozorujeme len mierny nárast ohrozených pracovníkov. Ide o zmeny pohybujúce sa v rozmedzí 1 – 5 %, pričom najvýraznejšia zmena bola zaznamenaná v Luxembursku. V Grécku, Írsku a Rumunsku sme naopak zaznamenali opačný trend, kedy bol podiel ohrozených pracovníkov v roku 2020 nižší ako v roku 2012. Jedným z dôvodov tohto poklesu môže byť zmena štruktúry hospodárstva a trhu práce. Okrem toho mohlo v týchto krajinách dôjsť k posilňovaniu investícií do odborného vzdelávania, rekvalifikácie a prispôsobenia sa nových technológiám.

4.4 Vzťah medzi rastom zamestnanosti a vystavením umelej inteligencií

V ďalšej časti práce sme sa prostredníctvom regresnej analýzy zamerali na skúmanie vzťahu medzi percentuálnou zmenou zamestnanosti a niekoľkými faktormi, ktoré môžu ovplyvniť zamestnanosť, ako je miera vystavenia jednotlivých povolání AI, miera vystavenia voči softvérom a robotom, a miera offshorability. Analýza zahŕňa dáta z 2714 pozorovaní, ktoré sú tvorené vzorkou 23 krajín, v ktorých je zahrnutých v priemere 118 povolaní.

Tabuľka 3: Vzťah medzi rastom zamestnanosti a jednotlivými premennými

VARIABLES	(1) g_emp	(2) g_emp	(3) g_emp	(4) g_emp
pct_ai	0.000969** (0.000481)			
pct_software		-0.00174*** (0.000459)		
pct_robot			-0.00296*** (0.000434)	
offsh				-2.03e-05 (0.000385)
Observations	2,714	2,714	2,714	2,714
R-squared	0.023	0.027	0.038	0.022
Industry dummies	No	No	No	No
Country dummies	Yes	Yes	Yes	Yes

Standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Zdroj: vlastné spracovanie

Tabuľka č. 3 obsahuje výsledky regresnej analýzy, ktorá merala vzťah medzi percentuálnou zmenou zamestnanosti a rôznymi faktormi ohrozenia zamestnanosti. V druhom stĺpci tabuľky sú uvedené koeficienty regresnej rovnice pre premennú pct_ai. Vidíme, že koeficient je pozitívny a štatisticky významný na hladine významnosti 0,01. To znamená, že zvýšenie miery vystavenia povolaní umelej inteligencií má súvis so zvýšením percentuálnej zmeny zamestnanosti.

Tretí stĺpec vyjadruje vzťah medzi percentuálnou zmenou zamestnanosti a premennou pct_software. Narozdiel od regresnej rovnice (1), je koeficient negatívny, avšak tiež štatisticky významný na hladine významnosti 1 %. Z toho vyplýva, že zvýšenie miery vystavenia povolaní softvérom vplýva na zníženie percentuálnej zmeny zamestnanosti.

V štvrtom stĺpci sú uvedené koeficienty regresnej rovnice pre premennú `pct_robot`. V rámci regresnej rovnice (3) taktiež pozorujeme negatívny, štatisticky významný, koeficient. Zvýšenie miery vystavenia jednotlivých povolání robotmi spôsobuje zníženie percentuálnej zmeny zamestnanosti.

V poslednom stĺpci tabuľky sú koeficienty regresnej rovnice pre premennú `offsh`. Narozdiel od ostatných premenných, v regresnej rovnici (4) koeficient nie je štatisticky významný, a preto nemôžeme tvrdiť, že existuje signifikantný vzťah medzi mierou offshorability a percentuálnou zmenou zamestnanosti.

R-squared pre model je relatívne nízky (medzi 0,022 a 0,038), čo znamená, že tieto faktory dokážu vysvetliť len malú časť celkovej variability v percentuálnej zmene zamestnanosti.

V ďalšej regresnej analýze sme sa zamerali na skúmanie vzťahu medzi rastom zamestnanosti a mierou vystavenia AI, pričom sme do analýzy postupne pridávali kontrolné premenné miera vystavenia softvérom, robotmi, mieru offshorability, a zároveň boli do analýzy zahrnuté fixné efekty krajín a povolání.

Tabuľka 4: Vzťah medzi rastom zamestnanosti a mierou vystavenia

VARIABLES	(1) g_emp	(2) g_emp	(3) g_emp	(4) g_emp
pct_ai	0.000969** (0.000481)	0.00456*** (0.000677)	0.00347*** (0.000818)	0.00219** (0.000980)
pct_software		-0.00483*** (0.000647)	-0.00289*** (0.00104)	-0.00150 (0.00113)
pct_robot			-0.00169** (0.000708)	0.000366 (0.00106)
offsh				9.96e-05 (0.000471)
Observations	2 714	2 714	2 714	2 714
R-squared	0.023	0.043	0.043	0.043
Industry dummies	No	No	No	Yes
Country dummies	Yes	Yes	Yes	Yes

Standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Zdroj: vlastné spracovanie

V prvom riadku tabuľky pozorujeme, že koeficient pri premennej pct_ai je pozitívny a štatisticky významný na hladine významnosti 1%. Regresný model (1) teda naznačuje, že vyššia miera vystavenia povolání umelej inteligencií je spojená s vyššou percentuálnou zmenou zamestnanosti. Tento trend zostáva stabilný aj po zahrnutí viacerých kontrolných premenných.

Po zahrnutí premennej pct_software pozorujeme, že koeficient pri tejto premennej je negatívny a štatisticky významný na hladine významnosti 1 %. Regresný model (2) naznačuje, že efekt vytlačania vystavení softvérmí je vyšší, než efekt produktivity. Koeficient pri premennej pct_ai sa zvýšil, čo nám hovorí, že po zahrnutí premennej pct_software vyššia miera vystavenia povolání AI vyvoláva ešte väčšiu zmenu zamestnanosti.

Do tretej regresie (3) bol zahrnutý ďalší parameter, ktorý hovorí o miere ohrozenia jednotlivých povolání robotmi. Koeficient je obdobne ako pri premennej pct_software záporný, a teda vyššie vystavenie povolání robotmi súvisí s nižšou percentuálnou zmenou zamestnanosti. Trendy pri predchádzajúcich premenných ostali rovnaké a dané parametre sú štatisticky významné na hladine významnosti 1 %, na rozdiel od nového parametra pct_robot, ktorý je významný iba na hladine významnosti 5 %.

Do posledného regresného modelu (4) v tejto tabuľke bol pridaný ďalší parameter, ktorý hovorí o miere offshorability. Parameter offsh je však štatisticky nevýznamný a teda nie je možné ho interpretovať. Po zahrnutí parametra, ktorý skúma mieru offshorability, miera vystavenia softvéromi a robotmi nemá vplyv na zmenu miery zamestnanosti. Jediným štatisticky významným parametrom je práve vystavenie povolaní umelej inteligencii. Pre náš výskum je postačujúce, ak je iba tento parameter štatisticky významný, keďže ostatné parametre zohrávajú kontrolnú úlohu.

Miera vysvetlenej variability, ktorú dokážeme zistiť z koeficientu R-squared, sa nám od druhého regresného modelu nemení. Celková hodnota R-squared ukazuje, že tieto premenné spolu dokážu vysvetliť malú časť variability v percentuálnej zmene zamestnanosti. Avšak treba poznamenať, že prítomnosť dummies pre odvetvové a krajinné faktory v niektorých modeloch môže ovplyvniť interpretáciu koeficientov pre jednotlivé premenné.

Keďže ide o regresnú analýzu zameranú na zamestnanosť, premenné môžu ovplyvniť zamestnanosť dvomi spôsobmi - buď pozitívne, teda zvyšovaním produktivity a vytváraním pracovných miest, alebo negatívne, teda vytláčaním pracovných miest. Ak sú koeficienty kladné, znamená to, že zvyšovanie hodnôt týchto premenných, zvyšuje zamestnanosť. V prípade, ak by tieto koeficienty boli vysoké, mohli by naznačovať, že zvýšenie miery využívania nových technológií slúži na zvyšovanie produktivity, čím sa vytvárajú nové pracovné miesta a zvyšuje sa celková zamestnanosť.

Naopak, ak sú koeficienty záporné, znamená to, že zvyšovanie hodnôt týchto premenných vedie k vytláčaniu pracovných miest a poklesu zamestnanosti. Vyššie hodnoty záporných koeficientov by naznačovali, že využívanie nových technológií prináša vysoké riziko vytláčania pracovných miest, čím sa znižuje celková zamestnanosť.

5 Diskusia

Cieľom diplomovej práce bolo preskúmať, či existuje identifikovateľný a merateľný vzťah medzi expozíciou voči AI a zmenou zamestnanosti v rámci krajín EÚ. Uvedený cieľ sa nám podarilo naplniť prostredníctvom regresnej analýzy. Po analýze aktuálnej situácie na trhu práce prostredníctvom kvantifikácie zamestnanosti sme následne túto analýzu spojili s ukazovateľmi vystavenia jednotlivých povolání umelej inteligencii, čo nám umožnilo odpovedať na kľúčovú otázku záverečnej práce. Naše výsledky sa zhodujú s východiskovou prácou OECD (2021), v ktorej autori predpokladali, že súčasný pokrok v AI a teda vyššia expozícia povolání voči AI nespôsobuje znižovanie záujmu o pracovnú silu ale naopak, vytvára nové pracovné miesta tým, že zvyšuje produktivitu práce.

Taktiež sa nám podarilo zhodnotiť súčasný stav vývoja AI a jej uplatnenie v rámci sledovaných krajín. S využitím grafických zobrazení sme získali prehľad o tom, ktoré krajiny sa dokázali najlepšie adaptovať na súčasnú digitálnu transformáciu a naopak, ktoré krajiny nedokážu efektívne využiť príležitosti vychádzajúce z nových technológií.

Náš prístup merania vplyvu AI na zamestnanosť však preukazuje určité nedostatky. Vzhľadom na to, že AI je pomerne nová technológia, bola dostupnosť dát obmedzená. Diskutabilná teda môže byť výpovedná hodnota niektorých ukazovateľov, ktorými sme sa snažili zhodnotiť aktuálny vývoj a rozdielnosť medzi skúmanými krajinami.

Využívanie AI vo väčšej miere v budúcnosti môže zmeniť situáciu na trhu práce a s tým súvisiace požiadavky na pracovníkov. Práve z tohto dôvodu, nie je možné predvídať, či spomínaný efekt produktivity bude prevládať aj v budúcnosti.

Na výsledky našej práce môže mať vplyv aj výber ukazovateľov vystavenia a offshorability, ktoré boli vytvorené na základe amerického trhu práce a klasifikačného systému SOC. Aj keď povolania boli prevedené na klasifikáciu SK ISCO-08 na základe oficiálneho spôsobu prevodu, tie nemusia presným spôsobom kopírovať definíciu povolání v nami skúmaných krajinách.

V rámci našej analýzy taktiež mohlo dôjsť ku skresleniu údajov, keďže pri zlúčení databáz vystavenia povolání a zamestnanosti došlo k eliminácii niektorých krajín, keďže obsahovali údaje len na 2 miestnej úrovni ISCO-08.

Naša analýza zamestnanosti sa mierne odlišuje od oficiálnych štatistík zamestnanosti, keďže na jej zistenie sme využili metódu výpočtu podielu zamestnaných vo všetkých povolaniach v krajine k celkovému počtu obyvateľov. Eurostat obvykle počíta mieru zamestnanosti vo vzťahu k ekonomicky aktívnemu obyvateľstvu v produktívnom veku, väčšinou v rozmedzí 15-64 rokov.

Ďalšie limitácie práce by mohli zahŕňať obmedzený rozsah použitých premenných, ktoré nezahrnuli všetky faktory ovplyvňujúce zmenu zamestnanosti. Možným rozšírením práce by mohla byť aj analýza sociálno-ekonomických faktorov, ktoré taktiež ovplyvňujú zmenu zamestnanosti v súvislosti s umelou inteligenciou. Pozornosť by sa tiež mohla venovať prípadným etickým otázkam, ktoré je však len veľmi ťažko možné zahrnúť do analýzy.

Keďže výsledky práce naznačujú, že vyššie vystavenie povolaní AI nespôsobuje vytlačanie pracovníkov, práca môže byť užitočná pre prax, napríklad pri tvorbe politík týkajúcich sa vzdelávania a odbornej prípravy v oblasti umelej inteligencie. Krajiny, ktoré nie sú dostatočne pripravené prispôbiť sa novým technológiám, by mali klásť väčší dôraz na vzdelávanie v oblasti kritického myslenia a overovania informácií. Je pravdepodobné, že systémy vzdelávania budú musieť prejsť procesom reforiem, aby lepšie pripravili žiakov na neustále meniaci sa trh práce a s tým súvisiace meniace sa požiadavky na pracovníkov, a to nielen na Slovensku ale aj v ďalších krajinách.

Diplomová práca otvára aj dôležité otázky rizík, etiky a morálnosti AI, ktoré sú dôležitou súčasťou ochrany spotrebiteľov. Regulácia AI je však ťažšia ako regulácia mnohých iných technológií, a to jednak z dôvodu jej rýchleho vývoja a medzinárodnej pôsobnosti, ktorá si vyžaduje vysokú mieru koordinácie. Účinná regulácia by mala zabezpečiť ochranu súkromia, zabrániť diskriminácií, zohľadniť etické výzvy a zabezpečiť spravodlivé a konkurenčné trhy.

Taktiež by výsledky práce mohli byť využité pre plánovanie a riadenie pracovného trhu. Krajiny by sa mali usilovať o rozvoj povolaní, ktoré nie sú ohrozené AI a posilniť ich postavenie na trhu práce. Okrem toho by výsledky tejto práce mohli byť použité na podporu výskumu a vývoja v oblasti AI, aby sa zabezpečilo, že vývoj a implementácia umelej inteligencie bude mať čo najmenší negatívny vplyv na trh práce.

Záver

V diplomovej práci sme sa venovali umelej inteligencii a analyzovali sme jej vplyv na zamestnanosť v rámci krajín EÚ. Ako nástroj na dosiahnutie sme využili regresnú analýzu, ktorá vychádza z práce OECD z roku 2021.

V prvom kroku sme sa zaoberali analýzou aktuálneho stavu a vývoja AI a porovnávaním výsledkov medzi krajinami EÚ-27. Výsledky poukazujú na silnú koncentráciu činností spojených s AI v niektorých krajinách, najmä v Nemecku, Francúzsku a Belgicku, a nízku konkurenčnú schopnosť malých ekonomík.

Dôsledne sme sa venovali ohrozeniu jednotlivých povolání AI, ktoré rozčleňuje povolania na všetkých úrovniach podľa klasifikácie ISCO-08 ako ohrozené a menej ohrozené na základe Webbovho indikátora vystavenia AI. Medzi najmenej ohrozené povolania zaradíme vysokoškolských učiteľov, administratívnych pracovníkov v oblasti mzdového účtovníctva či iných pomocných administratívnych pracovníkov. Naopak, v skupine pracovníkov, s najvyššou expozíciou voči AI nájdeme napríklad operátorov tkacích a pletacích strojov, laborantov či dispečerov. Nepotvrdil sa teda predpoklad, že ide o povolania z rovnakého odvetvia alebo s podobnými charakteristikami práce

Po porovnaní ohrozenia jednotlivých povolání umelou inteligenciou sme sa venovali aktuálnej situácii na trhu práce. Vypočítali sme celkovú zamestnanosť v sledovaných krajinách, ktorá sa pohybovala v rozmedzí 40 – 60 %. Našu vzorku sme následne obmedzili len na zamestnancov, ktorí pracujú na plný úväzok. To nám následne umožnilo kvantifikovať podiel ohrozených pracovníkov v jednotlivých krajinách a charakterizovať, ako sa tento podiel vyvíjal. Medzi sledovanými rokmi došlo len k miernemu nárastu ohrozených pracovníkov, pričom najvýraznejšiu zmenu sme zaznamenali v Luxembursku.

V poslednej časti práce sme sa venovali analýze vzťahu medzi rastom zamestnanosti a vystavením AI. Výsledky našej analýzy potvrdzujú, že zvýšenie expozície voči AI spôsobuje rast zamestnanosti, pričom tento vzťah zostáva konzistentný a štatisticky významný aj po pridaní ostatných kontrolných premenných. Môžeme teda tvrdiť, že efekt produktivity prevyšuje nad efektom vytlačania a aplikácia technológií AI do pracovných procesov nespôsobuje znižovanie dopytu po pracovných silách.

Výsledky našej analýzy poukazujú aj na pár zaujímavých zistení. Aj keď pri zvyšovaní expozície voči AI prevláda efekt produktivity nad efektom vytlačania, pri väčšej miere vystavenia povolání voči softvérom a robotom, sme zaznamenali opačný trend. Môže to byť spôsobené najmä tým, že mnoho úloh v pracovných procesoch môže byť vykonávaných AI, čo zvyšuje produktivitu práce a zároveň umožňuje pracovníkov sústrediť sa na komplexnejšie úlohy s vyššou pridanou hodnotou. Naopak, softvér a roboty sú často schopné plniť úlohy, ktoré sú jednoduchšie a menej komplexné, a tým môžu nahrádzať nižšie kvalifikovaných pracovníkov.

Keďže hlavným cieľom diplomovej práce bolo objasniť, či súčasný pokrok technológií AI spôsobí znižovanie záujmu o pracovnú silu alebo naopak, sú z výsledkov regresnej analýzy najdôležitejšie najmä koeficienty pri premennej `pct_ai` vyjadrujúce vystavenie povolání AI. Keďže trend pri tejto premennej je pozitívny a zostal rovnaký aj pri pridávaní kontrolných premenných, môžeme vyvrátiť tvrdenia, že vyššia expozícia jednotlivých povolání voči AI je ohrozením pre pracovníkov. Aj keď v práci bolo uvedených niekoľko potenciálnych problémov, ktoré môže AI spôsobiť, z hľadiska trhu práce je skôr príležitosťou ako hrozbou.

Na základe našich zistení sme dospeli k záveru, že vplyv AI na zamestnanosť v krajinách EÚ je komplexný a závisí od mnohých faktorov. Napriek tomu však môžeme tvrdiť, že sme identifikovali niektoré spoločné trendy, ktoré by mohli pomôcť v predvídaní budúceho vývoja. Ide najmä o pozitívne efekty na zmenu zamestnanosti, ktoré by mohli byť využité pri implementácii nových technológií a ich integrácii do pracovných procesov.

Zoznam použitej literatúry

ACEMOGLU, Daaron; JOHNSON, Simon. What's Wrong with ChatGPT? [online]. Project Syndicate, 2023. Dostupné na: <https://www.project-syndicate.org/commentary/chatgpt-ai-big-tech-corporate-america-investing-in-eliminating-workers-by-daron-acemoglu-and-simon-johnson-2023-02?barrier=accesspaylog>

ACEMOGLU, Daron, et al. AI and jobs: Evidence from online vacancies. National Bureau of Economic Research [online]. 2020. Dostupné na: <http://www.nber.org/papers/w28257>

ACEMOGLU, Daron. Harms of AI. [online]. National Bureau of Economic Research, 2021. Dostupné na: <http://www.nber.org/papers/w29247>

ACEMOGLU, Daron; RESTREPO, Pascual. Automation and new tasks: How technology displaces and reinstates labor. Journal of Economic Perspectives [online]. 2019. Dostupné na: www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.33.2.3

ACEMOGLU, Daron; RESTREPO, Pascual. The wrong kind of AI? Artificial intelligence and the future of labour demand [online]. Cambridge Journal of Regions, Economy and Society, 2020. Dostupné na: <https://doi.org/10.1093/cjres/rsz022>

ANYOHA, Rockwell. A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence. Science in the News. 2017 [online]. Dostupné na: <https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence/>

BABINA, Tania et al. Artificial intelligence, firm growth, and product innovation. Firm Growth, and Product Innovation [online]. 2021. Dostupné na: <https://www.nber.org/system/files/chapters/c14773/c14773.pdf>

BAKOŠ, Tomáš; ZEMKO, Tomáš. Medzinárodne uznávaný profesor ekonómie z Viedne: Robotizácie sa nebojím, prinesie nové šance. Problém s pracujúcimi bude niekde inde [online]. ekonomika.pravda.sk, 2023. Dostupné na: <https://ekonomika.pravda.sk/ludia/clanok/665387-medzinarodne-uznavany-profesor-ekonomie-z-viedne-robotizacie-sa-nebojim-prinesie-nove-sance-problem-s-pracujucimi-bude-niekde-up/>

BARUFFALDI, Stefano, et al. Identifying and measuring developments in artificial intelligence: Making the impossible possible [online]. 2020. Dostupné na: <https://dx.doi.org/10.1787/5f65ff7e-en>

BESSEN, James. Automation and jobs: When technology boosts employment [online]. Economic Policy, 2019. Dostupné na: <http://www.bu.edu/law/faculty-scholarship/working-paper-series/>

BLINDER, Alan S. How many US jobs might be offshorable? [online]. World Economics, 2009. Dostupné na: https://paginaspersonales.deusto.es/aminondo/Materiales_web/Blinder_2009.pdf

BOSTROM, Nick; YUDKOWSKY, Eliezer. The ethics of artificial intelligence.: Artificial intelligence safety and security. 2018.

BRYNJOLFSSON, Erik et al. Replication data for: What Can Machines Learn, and What Does It Mean for Occupations and the Economy? [online]. American Economic Association, 2018. Dostupné na: <https://www.openicpsr.org/openicpsr/project/114436/version/V1/view>.

BRYNJOLFSSON, Erik; MITCHELL, Tom. What can machine learning do? Workforce implications [online]. Science magazine, 2017. Dostupné na: https://www.cs.cmu.edu/~tom/pubs/Science_WorkforceDec2017.pdf

BUSH, Vannevar. As We May Think [online]. The Atlantic, 1945. Dostupné na: <https://www.theatlantic.com/magazine/archive/1945/07/as-we-may-think/303881/>

CHENG, Sega. AI Innovations: How Artificial Intelligence is Shaping the Future [online]. ikala.tv, 2021. Dostupné na: <https://ikala.tv/2021/07/07/ai-innovations/>.

CHIACCHIO, Francesco et al. The impact of industrial robots on EU employment and wages: A local labour market approach [online]. Bruegel working paper, 2018. Dostupné na: https://www.bruegel.org/sites/default/files/wp-content/uploads/2018/04/Working-Paper_02_2018.pdf

COCKBURN, Iain The Impact of Artificial Intelligence on Innovation: An Exploratory Analysis. [online] NBER, 2019. Dostupné na: <https://www.nber.org/books-and-chapters/economics-artificial-intelligence-agenda/impact-artificial-intelligence-innovation-exploratory-analysis>.

COTRA, A. Ajeya Cotra on Forecasting Transformative Artificial Intelligence [online]. Future of Life Institute, (2020). Dostupné na: <https://futureoflife.org/podcast/ajeya-cotra-on-forecasting-transformative-artificial-intelligence/>.

DAWSON, Nikolas; WILLIAMS, Mary-Anne; RIZOIU, Marian-Andrei. Skill-driven recommendations for job transition pathways [online]. Plos one, 2021. Dostupné na: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254722>

European Union. Smart technologies in EU enterprises: AI and IoT [online]. 2022. Dostupné na: <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/-/ddn-20220609-1>

FELTEN, Edward W.; RAJ, Manav; SEAMANS, Robert. A method to link advances in artificial intelligence to occupational abilities. [online]. AEA Papers and Proceedings, 2018. Dostupné na: <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/pandp.20181021>

FELTEN, Edward W.; RAJ, Manav; SEAMANS, Robert. The Occupational Impact of Artificial Intelligence: Labor, Skills, and Polarization [online]. Social Science Research Network, Rochester, 2019. Dostupné na: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3368605

FELTEN, Edward; RAJ, Manav; SEAMANS, Robert. Occupational, industry, and geographic exposure to artificial intelligence: A novel dataset and its potential uses [online]. Strategic Management Journal, 2021. Dostupné na: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/smj.3286>

FOSSSEN, Frank; SORGNER, Alina. New Digital Technologies and Heterogeneous Employment and Wage Dynamics in the United States: Evidence from Individual-Level Data [online]. IZA Discussion Paper, 2019. Dostupné na: <https://www.iza.org/publications/dp/12242/new-digital-technologies-and-heterogeneous-employment-and-wage-dynamics-in-the-united-states-evidence-from-individual-level-data>

GAWANDE, Atul. Complications: notes from the life of a young surgeon [online]. 2002. Dostupné na: <https://atulgawande.com/book/complications/>

GEORGIEFF, Alexandre - HYEE, Raphaëla. Artificial intelligence and employment: New cross-country evidence [online]. 2021. Dostupné na: <https://dx.doi.org/10.1787/c2c1d276-en>

HÉMOUS, David; OLSEN, Morten. The Rise of the Machines: Automation, Horizontal Innovation and Income Inequality [online]. 2020. Dostupné na: <https://ideas.repec.org/p/red/sed014/162.html>

- HRONČEK & PARTNERS, s. r. o. Právne postavenie umelej inteligencie [online]. 2022. Dostupné na: <https://www.legalfirm.sk/sk/stranky/clanok/pravne-postavenie-umelej-inteligencie>
- J. RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. Artificial Intelligence: A Modern Approach. Third Edition. 2021. Harlow: Pearson Education Limited. ISBN 13: 9781292153964.
- KARNOVSKY, Igor A.; LEBED, Olga. Advanced methods of structural analysis [online]. Springer Nature, 2021. Dostupné na: https://jntukucen.ac.in/ebook_files/89.pdf
- KEYNES, John Maynard. The general theory of employment [online]. The quarterly journal of economics, 1937. Dostupné na: https://www.files.ethz.ch/isn/125515/1366_keynestheoryofemployment.pdf
- KILIAN, Gross. WHITE PAPER On Artificial Intelligence-A European approach to excellence and trust [online]. 2020. Dostupné na: <https://policycommons.net/artifacts/3457112/white-paper-on-artificial-intelligence/4257573/>
- KRITIKOS, Mihalis. Artificial Intelligence ante portas: Legal & ethical reflections [online]. 2019. Dostupné z: <https://policycommons.net/artifacts/2055025/briefing-artificial-intelligence-ante-portas/2808117/>.
- LÁBAJ, Martin; VITALOŠ, Matej. Automation and Labor Demand in European Countries: A Task-based Approach to Wage Bill Decomposition 1 [online]. Ekonomicky Casopis, 2020. Dostupné na: <https://www.cceol.com/search/article-detail?id=955125>
- LAWTON, George; WIGMORE, Ivy. AI code of ethics [online]. TechTarget, 2023. Dostupné na: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/AI-code-of-ethics>
- LUFKIN, Bryan. The ethical challenges facing artificial intelligence [online]. BBC Future, 2017. Dostupné na: <https://www.bbc.com/future/article/20170307-the-ethical-challenge-facing-artificial-intelligence>
- MILLER George A. et al. WordNet: An Online Lexical Database [online]. Princeton University Cognitive Science Laboratory, 1990. Dostupné na: <https://wordnetcode.princeton.edu/5papers.pdf>.
- MITCHELL, Melanie. Why AI is harder than we think [online]. 2021. Dostupné na: <https://arxiv.org/abs/2104.12871>

RICCARDO, Righi, et al. AI Watch Index 2021 [online]. Joint Research Centre, 2022. Dostupné na: <https://data.europa.eu/doi/10.2760/435020>

ROBERTS, Huw et al. The Chinese approach to artificial intelligence: an analysis of policy, ethics, and regulation [online]. Ethics, Governance, and Policies in Artificial Intelligence, 2021. Dostupné na: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3469783

ROSER, Max. A Brief History of AI [online]. Our World in Data, 2022. Dostupné na: <https://ourworldindata.org/brief-history-of-ai>

RUDAN, Jovana Nanaši. The Future of Chat: GPT [online]. 2023. Dostupné na: <https://sipodsoftware.com/the-future-of-chat-gpt/>

SQUICCIARINI, M; NACHTIGALL H. Demand for AI skills in jobs: Evidence from online job postings [online]. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2021. Dostupné na: <https://dx.doi.org/10.1787/3ed32d94-en>.

TOLAN, Songül, et al. Measuring the occupational impact of AI: tasks, cognitive abilities and AI benchmarks [online]. Journal of Artificial Intelligence Research, 2021. Dostupné na: <https://doi.org/10.1613/jair.1.12647>

TRENDSK. Vývoj umelej inteligencie napriek pochybám napreduje raketovou rýchlosťou [online]. 2019. Dostupné na: <https://www.trend.sk/spravy/vyvoj-umelej-inteligencie-napriek-pochybam-napreduje-raketovou-rychlostou>

TURING, Alan M. Computing machinery and intelligence [online]. The Essential Turing: the Ideas That Gave Birth to the Computer Age, 1950. Dostupné na: <https://phil415.pbworks.com/f/TuringComputing.pdf>

WALCH, Kathleen. Rethinking Weak vs. Strong AI [online]. Forbes, 2019. Dostupné na: <https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2019/10/04/rethinking-weak-vs-strong-ai/?sh=514e10a16da3>

WARWICK, Kevin. The Future of Artificial Intelligence and Cybernetics [online]. MIT Technology Review, 2016. Dostupné na: <https://www.technologyreview.com/2016/11/10/156141/the-future-of-artificial-intelligence-and-cybernetics/>

WEBB, Michael. The impact of artificial intelligence on the labor market [online]. 2020.
Dostupné na: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3482150

WEIZENBAUM, Joseph. Computer power and human reason: From judgment to
calculation [online]. 1976. Dostupné na:
<http://blogs.evergreen.edu/cpat/files/2013/05/Computer-Power-and-Human-Reason.pdf>