



POLARIZACE ČESKÝCH PODNIKŮ V DŮSLEDKU PRŮMYSLU 4.0

Říjen 2020

Praha

POLARIZACE ČESKÝCH PODNIKŮ V DŮSLEDKU PRŮMYSLU 4.0

Štěpán Jurajda a kol.

CERGE-EI

1 Úvod

Jedním z nevýznamnějších ekonomických procesů současnosti je zavádění technologických řešení, jejichž účelem je provádět pracovní úkony, pro které byla dříve využívána lidská práce. Technologie, umožňující substituci lidské práce za kapitál se v současné praxi vyskytují ve třech základních podobách: (1) automatizační technologie, (2) robotické technologie a (3) softwarová řešení využívající umělou inteligenci. Pro účely této studie budeme používat termín „technologické inovace“ jako souhrnné označení všech třech skupin. Termín „Průmysl 4.0“ (nebo Čtvrtá průmyslová revoluce) se pak váže na integraci všech třech kategorií do výrobního procesu s dalekosáhlými implikacemi pro ekonomiku obecně a zejména trh práce (Schwab, 2015). V této zprávě se budou tyto tři typy technologií označovat jako technologie P4 a firmy, které je zavedly jako firmy P4 aby se odlišili od podniků, které k trendu Průmyslu 4.0 zatím nepřistoupily. Takovéto podniky budeme označovat jako P3.

Nejstarší skupinu tvoří automatizační technologie, kterých využití je podrobně dokumentováno přinejmenším od devatenáctého století (Atack, Margo, & Rhode, 2019), avšak klasickým příkladem pro využití automatizačních technologií je zavedení velkovýroby „Modelu T“ ve *Ford Motor Company* v roce 1910, kde část rutinních úkonů při výrobě byla převzata specializovanými stroji, navrženými pro tento konkrétní účel. Na rozdíl od těchto specializovaných automatizačních technologií, robotické technologie nemusí být specializované pro konkrétní druh úkonu.¹ V tomto smyslu robotické technologie představují sofistikovanější metodu náhrady lidské práce, kterou lze naprogramovat tak, aby mohla zastávat různé pracovní úkony. Nakonec, umělá inteligence („Artificial Intelligence“, AI) je kolektivní název pro třídu řešení, která nahrazují intelektuální práci (na rozdíl od předchozích dvou kategorií nahrazujících manuální práci) jako je například rozeznávání textu či obrazů. Přirozeně existují značné průniky mezi těmito kategoriemi.²

Tato analýza zdokumentuje rozdíly mezi firmami, které zavedly automatizační technologie, robotické technologie, či umělou inteligenci do svých pracovních procesů v porovnání s firmami, které technologickou inovací doposud neprošly. Zaměříme se především na rozdíly ve dvou rozměrech: dle produktivity a dle dopadu na zaměstnance. Tímto naše studie přímo navazuje na rozsáhlý celosvětový ekonomický výzkum dopadů automatizace na produkční proces a na trh práce. Je-li nám známo, jde o první šetření této problematiky v zemi střední Evropy podložené kvalitně definovaným rozsáhlým náhodným výběrem firem a propojující informace o ekonomické výkonnosti firem s detailní informací o jejich struktuře zaměstnanosti. Blízkou paralelou k tomuto šetření

¹ Viz definice ISO 8373:2012, kde je „robot“ definován jako "automatically controlled, reprogrammable, multipurpose manipulator, programmable in three or more axes, which can be either fixed in place or mobile for use in industrial automation applications" zatímco automatizace je definována pouze jako "the implementation of processes by automatic means" [ISO 11065:1992, 048].

² Jako příklad můžeme poukázat na robota určeného pro inspekci letadel „Air Cobot“, který ze země snímá trup letadla a vyhodnocuje nutnost údržby (Holl, 2016), čímž kombinuje robotické technologie s umělou inteligencí.

je *European Manufacturing Survey* (EMS), což je mezinárodní průzkum evropských firem, který se částečně týká zavádění robotických technologií a následným efektům na zaměstnance (European Commission, 2016). Jak však ukazujeme níže (sekce 4.1), EMS data vykazují velmi vysoké míry adopce robotů, které nejsou v souladu s jinými zdroji dat. Další paralelou je šetření francouzského Ministerstva průmyslu (Direction Générale des Entreprises), které zkoumalo nákupy robotických technologií mezi malými a středními podniky. Tato data (spolu s dalšími zdroji) analyzovali Acemoglu, Lelarge, and Restrepo (2020a). Strukturálně se naše šetření nejvíce blíží průzkumu Evropské investiční banky (EIB), který se dotazoval zvláště na robotické a AI technologie v několika zemích EU. Obecně mají šetření technologických inovací často nejasnou výběrovou strategii a tedy srovnatelnost; to je naopak silná stránka tohoto šetření vycházejícího z Informačního systému o průměrných výdělcích.

Dominantní hypotéza v ekonomické literatuře o technologických inovacích indikuje, že automatizace či robotizace nemusí nutně způsobit vytlačování lidské pracovní síly, nýbrž mění náplň práce v již existujících pracovních pozicích. Podle této hypotézy by mělo docházet k polarizaci pracovních pozic na nízko kvalifikované ale těžko automatizovatelné, a pozice zaměřené na vysoko kvalifikované abstraktní činnosti, v nichž má lidská práce komparativní výhodu před prací robotů. Podobně v literatuře získává na podpoře hypotéza o polarizaci ekonomických subjektů na ty, které nové technologie zavádějí a jsou díky nim více úspěšné, a ty relativně méně produktivní subjekty, které bez nových technologií dále zaostávají. Pro vyhodnocení těchto hypotéz v českém prostředí provádíme porovnání několika klíčových charakteristik firem v závislosti na míře automatizace jejich produkčního procesu, zejména vzdělanostních nároků na zaměstnance, pracovní doby, produktivity práce, apod.

2 Strukturální změny v produkčním procesu: přehled literatury a dat

Rychlé zavádění technologií nahrazujících lidskou práci podnítilo intenzivní teoretický i empirický výzkum, který odhalil řadu překvapivých výsledků. Na jedné straně průzkumy v Japonsku ukazují, že firmy očekávají, že část své pracovní síly nahradí roboty (Morikawa, 2017), což je v souladu s ekonomickou intuicí, že komparativní výhoda robotů ve výrobním procesu překoná komparativní výhody lidské práce. Toto zjištění bylo později potvrzeno výsledky ze 17 zemí, které indikují (Graetz & Michaels, 2018), že robotizace vytlačuje pracovníky s nízkou kvalifikací, ale současně vede ke zlepšení produktivity, jež doprovází zvýšení mezd pro pracovníky s vyšší kvalifikací. Podobný závěr vyplývá z podrobných dat o čínském trhu práce (Giuntella & Wang, 2019), kde se uázalo, že zvýšená pravděpodobnost robotizace je spojena se značnými ztrátami pracovních míst pro nekvalifikované pracovníky a sníženými mzdami. Tato analýza navíc spojila zavádění robotů se zvýšenými politickými nepokoji.

Analýzy změn struktury zaměstnanosti v USA (Autor, Dorn, & Hanson, 2015) do jisté míry podporují názor, že v oblastech více ohrožených robotizací klesá zaměstnanost v pracovních místech zaměřených na rutinní činnosti. Americké údaje o trhu práce však zároveň odhalují další nuance, které přesahují prostou substituci kapitálu za práci. Na rozdíl od výsledků založených na celosvětových datech používaných Graetzem a Michaelsem (2018), Autor et al. (2015, s. 644) ukazují, že ztráty v rutinních pracovních místech se zdají být „kompenzovány zvýšením zaměstnanosti v abstraktních nebo manuálních povoláních s náročnější náplní práce“. Je možné, že robotizace nejen zvyšuje produktivitu práce pracovníků zaměstnaných ve firmách, které nakupovaly roboty, ale má také vedlejší účinky na další firmy v regionu, které jsou robotizaci nepřímo vystavené.

Dalším důležitým aspektem robotizace je její dopad nejen na málo kvalifikovaná pracovní místa, ale také na výše kvalifikovaná povolání (Autor, 2015). Ukázalo se, že u těchto zaměstnání dochází v důsledku automatizace ke změnám v náplni práce. Ačkoli pracovní pozice zůstávají zachovány, mění se úkoly, které v nich pracovníci plní. Celá řada případů (Agrawal, Gans, & Goldfarb, 2019) podporuje tuto hypotézu, podle které robotizace ovlivňuje vysoce kvalifikovaný segment trhu práce tím, že nahradí lidskou práci v konkrétních úkolech, ačkoli nenahradí celé povolání, např. umělá inteligence může předčít soudce při rozhodování o kauci tím, že bude přesněji předpovídat porušení podmínek propuštění.

Tyto poznatky jsou integrovány do teoretického rámce v sérii článků (Acemoglu & Restrepo, 2018, 2019), kde je představen model, ve kterém lze pracovní sílu nahradit kapitálem (automatizace), ale automatizace vytlačuje úkoly spíše než povolání. Současně zavedení automatizace zvyšuje přidanou hodnotu, což ve firmě vytváří nové úkoly, které zase zvyšují poptávku po práci. Atack et al. (2019) používají tento model k interpretaci účinků zavedení parních strojů v devatenáctém století a argumentují tím, že masivní

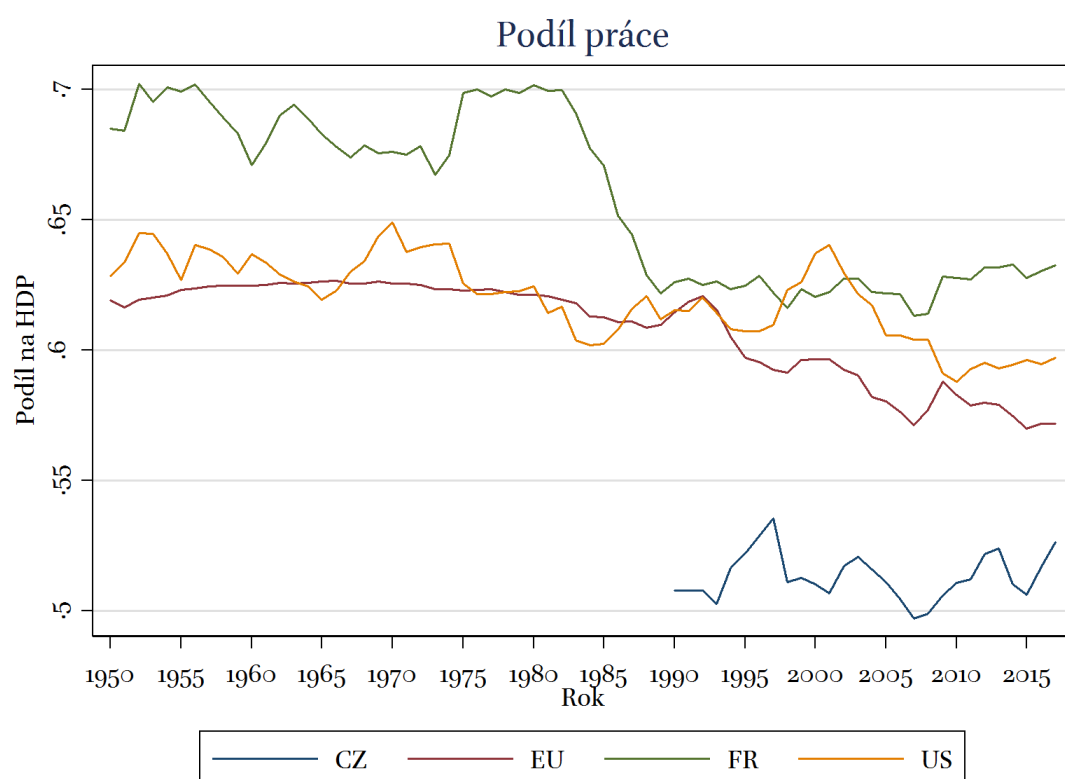
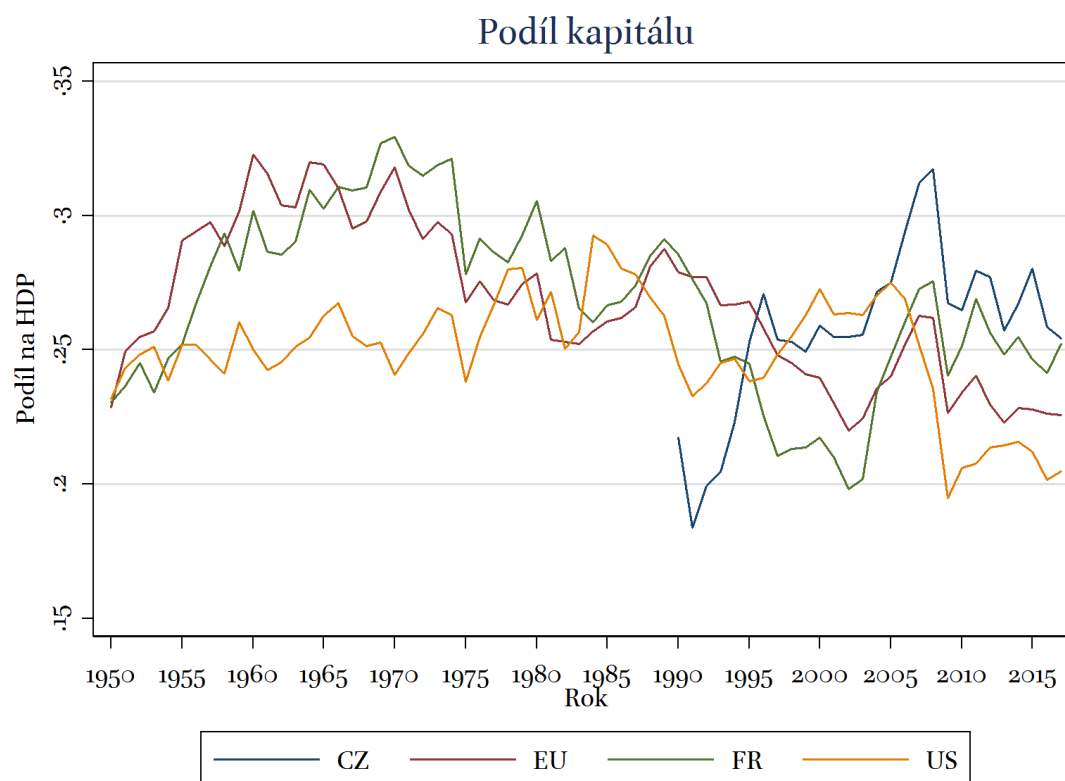
nárůst výkonu v důsledku automatizace kompenzoval ničivé účinky na pracovní místa, která byla ztracena v důsledku náhrady lidské práce automatizací.

Do jisté míry jsou obecné trendy ve změnách zapojení lidské práce a kapitálu viditelné přímo na makroekonomických ukazatelích. Standardním přístupem v podobných situacích je změřit podíly kompenzací práce a kapitálu na hrubém domácím produktu (HDP) v dané zemi. Tento ukazatel se vyznačuje třemi výhodami: za prvé jde o velice intuitivní vyjádření „důležitosti“ práce a kapitálu v ekonomice, jelikož čím větší část HDP představuje kompenzace práce (mzdy zaměstnancům, zisky živnostníků a podobně), tím více je ekonomika závislá na lidské práci. Druhou výhodou je propojení s ekonomickou literaturou, která říká, že produkční faktory by měly být kompenzovány svým mezím produktem (za předpokládané absence trhových distorzí jako jsou například nedokonalé informace), a tudíž podíly kompenzace na HDP přímo vykazují relativní přínosy práce a kapitálu do výrobního procesu. Třetím důvodem je dostupnost těchto dat, která jsou z velké části součástí národního účetnictví, a tudíž se objevují ve standardních datových zdrojích jako například *Penn World Tables* (Feenstra, Inklaar, & Timmer, 2015).

Je ovšem nutno podotknout, že výpočet tohoto jednoduchého indexu zapojení lidské práce je doprovázen řadou potíží. Hlavním problémem je dostupnost dat o kompenzaci za vykonanou práci. Ačkoli údaje o mzdách jsou dostupné z národních účtů, u živnostníků a jiných osob samostatně výdělečně činných (OSVČ) tyto údaje chybí. Krom toho příjem takovýchto osob je obvykle kombinací kompenzace za práci a výnosů z kapitálu. Proto je nutné při výpočtu indexu použít korekce, aby země, v nichž jsou více zastoupeny OSVČ nevytvářely falešný dojem nízké závislosti na lidské práci (Gollin, 2002). Dalším problémem je fakt, že tento index nezohledňuje sektorovou kompozici ekonomiky. Jako příklad by bylo možné uvést ekonomiku, pro níž je důležité zemědělství, kde se intenzivně využívá lidská práce, ale jde o nízko-kvalifikovanou pracovní sílu, z níž velká část je zaměstnána pouze sezónně. Kompenzace této pracovní síly nemusí představovat velký podíl na HDP, ale jde o ekonomiku s důležitým zastoupením lidské práce na výrobním procesu.

Grafy uvedené níže (Obr. 2.1) ukazují podíly práce a kapitálu v České republice (CZ), Spojených státech (US), Francii (FR) a průměru Evropské unie (EU) z *Penn World Tables*.

Obr. 2.1 Podíly kompenzací práce a kapitálu na HDP, zdroj PWT 9.1. *Poznámka:* hodnoty se nemusejí sčítat do 1,0 protože je zde vynechán podíl celkové produktivity (Total Factor Productivity)



Kvůli změnám v metodice národního účetnictví data nejsou k dispozici pro všechny evropské země za všechny roky, a proto uvádíme evropský průměr jako referenční bod pro českou ekonomiku. Podíl kapitálu vykazuje relativně stabilní trend, který mírně osciluje kolem 25% (tj. podíl kompenzace kapitálu/HDP $\approx 0,25$), což je do značné míry připsatelné běžné ekonomické cykličnosti, například pokles po krizi 2008 je viditelný u všech pozorovaných ekonomik.

Dynamika podílu práce je poněkud jiná: zde je patrný pozvolný ale systematický pokles ve Spojených státech i v Evropské unii. Výrazný pokles zaznamenala také francouzská ekonomika, ačkoli v tomto případě došlo k delšímu ustálení na začátku devadesátých let minulého století. Česká ekonomika vykazuje mírné fluktuace kolem cca 51%, což je nízká hodnota.³

Tyto hodnoty souhlasí s výsledky studií zmíněných výše: při v zásadě ustáleném trendu podílu kapitálu a klesajícím trendu podílu práce, dochází k relativnímu růstu zapojení kapitálu do výrobního procesu. Tento stav svědčí o pomalém, ale vytrvalém procesu „kapitalizace“ výroby, která čím dál tím více závisí na technologických řešeních. V českém prostředí však tento proces není velmi patrný. Jedním důvodem může být prostý nedostatek dat, jelikož česká data nejsou k dispozici před rokem 1990. Dalším důvodem může být relativně nízká míra zavádění inovativních technologií mezi českými zaměstnavateli.

Dalším ukazovatelem, který může napomoci při odhalování strukturálních změn v ekonomice je podíl na *růstu* HDP. Tyto veličiny udávají, jakou část růstu HDP lze asociovat se změnou kapitálové zásoby, či se změnou pracovní síly. Jsou tedy informativnější ohledně problematiky maximalizace ekonomického růstu nežli podíly kompenzací, jelikož vypovídají o tom, který z faktorů produkce je důvodem pro rychlejší (či naopak pomalejší) ekonomický růst v zemi. Tyto proměnné však nejsou přímo pozorovatelné z dat uváděných v národním účetnictví, čímž vzniká nutnost odhadnout je na základě jistých poněkud restriktivních předpokladů, jakými jsou například transcendentální logaritmická produkční funkce s konstantními zisky z rozsahu (pro detaily viz Stehrer, Bykova, Jäger, Reiter, & Schwarzhappel, 2019). Je tedy nutné k těmto hodnotám přistupovat s jistou mírou obezřetnosti, jelikož se jedná o odhady, nikoli o empirická pozorování.

Grafy uvedené níže (Obr. 2.2) zobrazují podíly práce a kapitálu na růstu HDP z *EUKLEMS: capital, labour, energy, materials and service*, což je databáze zachytávající informace o zásobách kapitálu a o zapojení pracovní síly v jednotlivých odvětvích s roční frekvencí (European Commission, 2020). Ukazují, že odhadnuté míry podílů na růstu HDP fluktuují

³ Jedno z možných vysvětlení této nízké úrovně je rozdílná struktura zaměstnanosti, především vysoký podíl zaměstnanosti v ČR ve zpracovatelském průmyslu. Další vysvětlení by mohlo souviset s vysokým podílem OSVČ v české struktuře zaměstnanosti. Nicméně v naší (zde nereportované) analýze se neukazuje, že by podíl zpracovatelského průmyslu na zaměstnanosti systematicky vysvětloval podíl práce na HDP přes země EU v posledních letech. A databáze PWT již v rámci metodologických možností ošetřuje podíl OSVČ při výpočtu podílu práce na HDP.

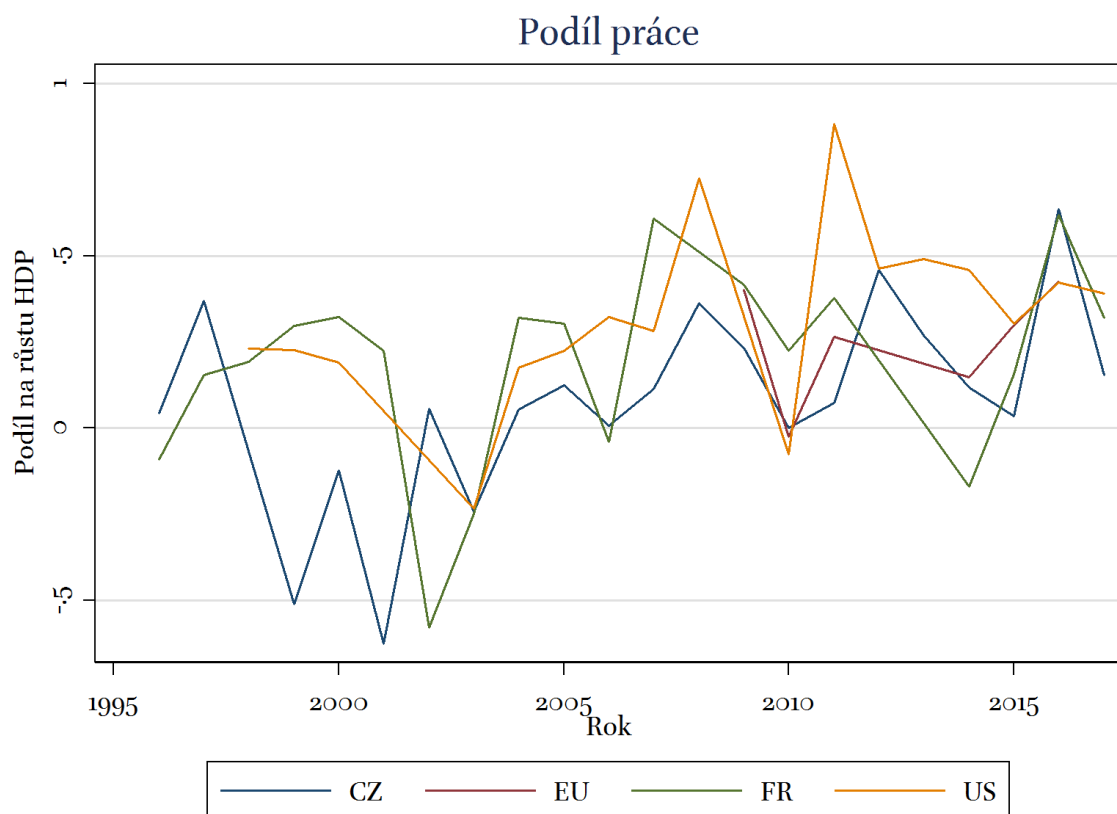
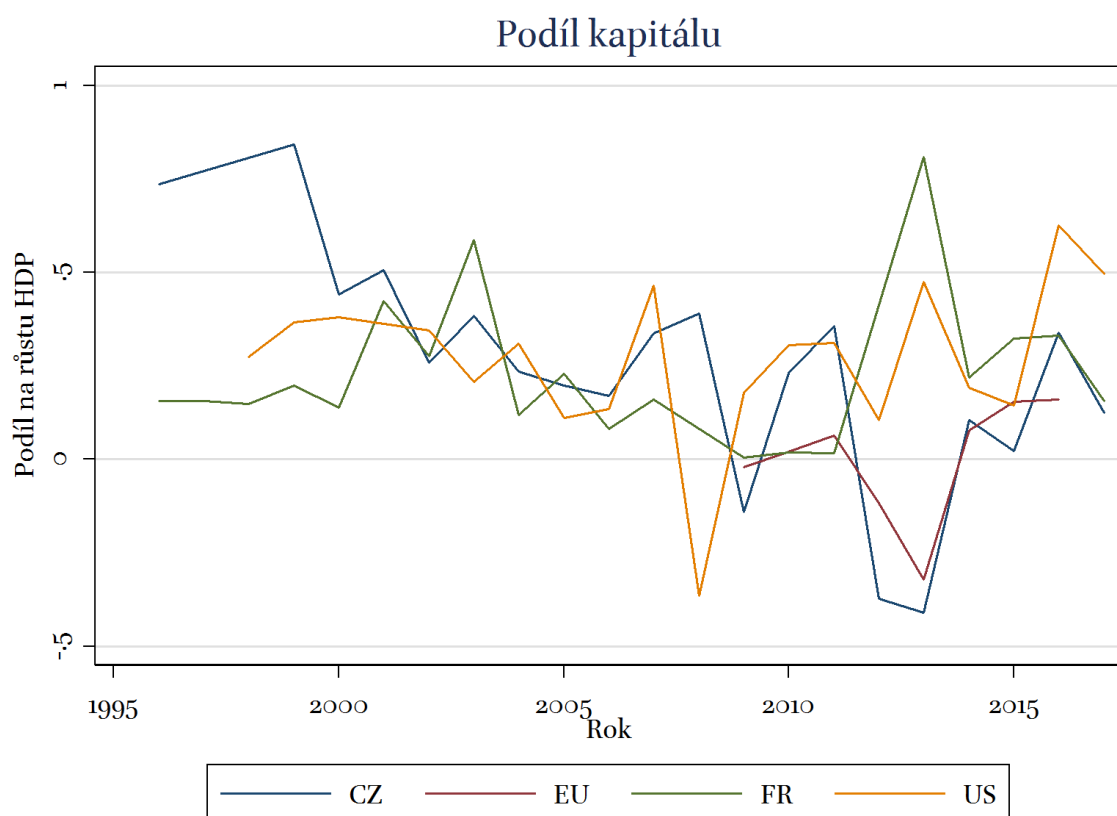
velmi výrazně, většinou mezi 0 až 50 procenty jen s minimálním dlouhodobým trendem. Česká republika se jeví jako poněkud anomální případ, jelikož zde podíl kapitálu na růstu HDP dlouhodobě klesá (i přes odchylky opačným směrem), zatímco podíl práce vykazuje mírnou rostoucí tendenci.

Vzhledem k tomu, že ekonomický růst je podmíněn řadou dalších faktorů mimo kapitálové zásoby a práci, jako jsou například cykličnost ekonomiky, není překvapivé, že v těchto časových řadách pozorujeme značnou míru „šumu“ a časový trend je tedy hůře patrný. Další komplikací je fakt, že KLEMS data sahají pouze po rok 1995, a tudíž zde není k dispozici podobně široká perspektiva jako u Penn World Tables výše. V případě evropského průměru (EU) data sahají dokonce pouze po rok 2009.

Nicméně je zde možné vyvodit závěr, že i v těchto krátkých a hlučných časových řadách je vidět signál podobný tomu z dat o podílu kompenzací na HDP, a tím je pozvolný růst kapitálu k prominenci. V amerických (US) i francouzských (FR) datech je vidět nárůst podílu kapitálu od doby finanční krize. V obou těchto zemích dosáhly podíly kapitálu svá maxima právě v tomto období a také celkový trend časové řady je v tomto období stoupavý. U podílu práce je tento trend mnohem méně zřetelný a spíše konstantní (ačkoli s výraznými fluktuacemi).

Česká ekonomika se však od tohoto trendu liší tím, že podíl kapitálu je dlouhodobě klesající a naopak podíl práce má od roku 2001 stoupavou tendenci. Tuto situaci si lze vysvětlit tím, že česká ekonomika vykazuje tranziční dynamiku: růst podílu kapitálu na HDP a pokles jeho podílu na růstu HDP může svědčit o tom, že firmy akumulují kapitál a proto se jeho mezní účinek zmenšuje.

Obr. 2.2 Podíly práce a kapitálu na růstu HDP, zdroj databáze KLEMS. *Poznámka:* hodnoty se nemusejí sčítat do 1,0 protože je zde vynechán podíl celkové produktivity (Total Factor Productivity)



3 Data o inovacích produkčních procesů v České republice

Informace o zavádění technologických inovací v české ekonomice pocházejí z výběrového šetření ekonomických subjektů, které provedla firma Trexima, spol. s r.o. v období duben až květen 2020. Toto výběrové šetření bylo provedeno mezi ekonomickými subjekty s minimálně deseti zaměstnanci zařazenými do mzdové („podnikatelské“) sféry v České republice. Malé firmy nebyly do šetření zařazeny, jelikož zkušenosti z podobného šetření ve Francii ukazují, že zavádění technologických inovací je vysoce koncentrováno u velkých firem, zatímco menší firmy do těchto technologií neinvestují vůbec nebo jen velmi zřídka (Acemoglu, LeLarge, & Restrepo, 2020b). Výběr byl založen na současné struktuře Informačního systému o průměrném výdělků (ISPV), čili datového souboru postihujícím charakteristiku firem a jejich zaměstnanců, který pravidelně sbírá a aktualizuje firma Trexima. V rámci šetření bylo ve dvou vlnách osloveno 4,084 ekonomických subjektů.

Jednotlivé subjekty tak byly díky charakteru ISPV do šetření vybrány (osloveny) na základě náhodného výběru tak, aby bylo možné získat reprezentativní výsledky za celou mzdovou sféru České republiky s deseti a více zaměstnanci. Celkový počet oslovených subjektů byl 4 084. Na online dotazník odpovědělo 1094 respondentů, což představuje přibližně 27% návratnost, která zakládá opodstatněné obavy o reprezentativnost nasbíraných dat.

Potenciálním problémem šetření bylo propuknutí epidemie COVID-19, ke kterému došlo krátce před zahájením rozesílání dotazníků. První potvrzené případy nákazy COVID-19 se v České republice objevily začátkem března a první dotazníky byly rozeslány v dubnu, v období prudce stoupajícího počtu nakažených a implementace restriktivních opatření proti šíření nákazy. Je tedy možné, že zde došlo k selekci pozorovaného vzorku, jelikož firmy, které v období krizového stavu odpověděly na dotazník, mohly být ty, které byly méně zasažené. Pokud by firmy byly méně zasažené proto, že jejich pracovníci mohou pracovat z domu, protože do produkčního procesu byly zavedeny technologie, které jim to umožnily, viděli bychom nereprezentativní zastoupení firem, které inovace zavedly. Této otázce se věnujeme v sekci analýzy, kde zkoumáme odpovědi firem na otázky ohledně závažnosti potíží, které souvisí s pandemií. Pokud je míra zavádění technologických inovací nekorelovaná s tím, jak jsou firmy postiženy propadem poptávky nebo problémy s pracovními silami v rámci pandemie, pak to snižuje obavu z tohoto typu selekce subjektů do šetření, tj. obavy ze zkreslené vypovídací hodnoty šetření. To se naštěstí potvrzuje v sekci 6.

Ačkoliv bylo oslovení jednotlivých subjektů provedeno na základě náhodného výběru, mohlo se také např. stát, že odpověděly pouze větší firmy, které měly personální kapacity, které se mohly věnovat vyplňování dotazníku. Tím by se vzorek neúměrně koncentroval na větší firmy, které jsou v lepší pozici zavádět inovace do svých výrobních procesů, čímž by mohlo dojít k nadhodnocení odhadnuté míry inovací. Je tedy také nutné zkontrolovat, do jaké míry je sesbíraný vzorek reprezentativní pro obecnou populaci českých

ekonomických subjektů. V tomto směru jsme propojili vyplněné dotazníky s datovými soubory sbíranými pro účely Informačního systému o průměrném výdělku, který obsahuje reprezentativní vzorek českých ekonomických subjektů a dále s finančními výkazy z databáze Albertina. Tímto vznikl datový soubor, který obsahuje respondenty i ne-respondenty a umožňuje tím porovnání těchto dvou skupin. Ze 4,084 oslovených subjektů je jich 2,802 propojeno s databází výsledovek Albertina a pro 2,708 subjektů jsou dostupné firemní charakteristiky, které dovolí zkoumat potenciální systematickosti účasti na šetření.

Pro toto porovnání využíváme logistickou regresi, kde je pravděpodobnost zodpovězení dotazníku modelována jako funkce pozorovaných charakteristik firem. Byl-li zachován náhodný výběr navzdory neúplné návratnosti dotazníku, pak by firemní charakteristiky neměly mít vliv na pravděpodobnost zodpovězení. Jinými slovy, pokud bylo rozhodnutí odpovědět či neodpovědět v zásadě náhodné, pak bychom neměli vidět systematické rozdíly mezi respondenty a ne-respondenty. Je-li tomu tak, pak by logistická regrese neměla najít asociace mezi firemními charakteristikami a pravděpodobností zodpovězení.

Formálně lze vyjádřit náš přístup pomocí rovnice $\mathbb{E}(y_i|X_i) = 1/(1 + \exp(-\alpha - X_i\beta))$, kde y je proměnná rovná nule, zodpověděla-li firma i na dotazník a jinak je y_i rovno nule. $\mathbb{E}(\cdot | X_i)$ je operátor očekávání podmíněný vektorem firemních charakteristik X_i , a tudíž $\mathbb{E}(y_i|X_i)$ je pravděpodobnost zodpovězení dotazníku pro firmu s charakteristikami X_i . Nakonec $\exp(-\alpha - X_i\beta)$ je Eulerova konstanta umocněná na konstantu α a součin firemních charakteristik s parametrovým vektorem β , který vyjadřuje míru asociace firemních charakteristik a pravděpodobnosti zodpovězení. Došlo-li k čistě náhodnému odpovídání, pak $\beta = 0$. Pokud však jistá firemní charakteristika je asociována s vyšším procentem návratnosti dotazníku, pak je $\beta > 0$.

Firemní charakteristiky, u kterých lze předpokládat, že budou predikovat pravděpodobnost zodpovězení dotazníku v rámci šetření jsou: (1) produktivita práce, (2) velikost firmy, kterou aproximujeme její přidanou hodnotou, (3) procento zaměstnanců s vysokoškolským vzděláním, (4) indikátor kraje, v němž firma operuje a (5) indikátor klasifikace její ekonomické činnosti podle NACE kapitol. K této základní verzi modelu ještě přidáme rozšířenou verzi, která obsahuje také (6) indikátor přítomnosti kolektivní smlouvy ve firmě, (7) počet zaměstnanců, (8) druhou mocninu počtu zaměstnanců, (9) procento zaměstnanců se středoškolským vzděláním a (10) procento zaměstnanců se základním vzděláním.⁴ Produktivita práce je definována jako účetní přidaná hodnota na jednu odpracovanou hodinu. Jelikož produktivita práce a přidaná hodnota obsahují velké hodnoty, obě tyto proměnné jsou před modelováním standardizovány, aby měly průměr rovný nule a rozptyl rovný jedné. Touto transformací nedochází ke ztrátě informací relevantních pro predikční schopnost modelu, ale dopomůže numerické stabilitě odhadnutých výsledků.

⁴ Indikátor vzdělání není uveden u všech zaměstnanců, tudíž zde není problém kolinearity.

Tabulka 3.1 Logistický model návratnosti dotazníků na základě firemních charakteristik. Počet pozorování 2 707, p-hodnoty byly vypočteny na základě Huber-Whiteovy robustní varianční-kovarianční matice. V tabulce je vynechána kategorie NACE A – Zemědělství a kraj Hlavní město Praha, které slouží jako referenční hodnoty, tj. jelikož má Jihočeský kraj pozitivní parametr, pak firmy z Jihočeského kraje odpovídaly s vyšší pravděpodobností nežli pražské firmy.

Proměnná (Regresor)	Základní model		Rozšířený model	
	Parametr	p-hod.	Parametr	p-hod.
Produktivita práce	10.770	0.000	12.044	0.000
Přidaná hodnota	-11.980	0.000	-13.404	0.000
Procento zam. s VŠ	-0.374	0.337	-0.817	0.178
<i>Kraj:</i>				
Jihomoravský	-0.089	0.622	-0.139	0.448
Jihočeský	0.481	0.022	0.376	0.081
Karlovarský	0.181	0.567	0.104	0.749
Královéhradecký	0.346	0.130	0.249	0.293
Liberecký	-0.162	0.596	-0.246	0.418
Moravskoslezský	-0.010	0.957	-0.119	0.509
Olomoucký	0.204	0.392	0.164	0.495
Pardubický	0.560	0.010	0.476	0.032
Plzeňský	0.125	0.569	0.032	0.887
Středočeský	0.204	0.245	0.126	0.482
Vysočina	0.537	0.018	0.436	0.061
Zlínský	0.099	0.658	0.027	0.907
Ústecký	0.125	0.576	0.004	0.985
<i>NACE:</i>				
B Těžba a dobývání	-0.027	0.959	0.187	0.732
C Zpracovatelský průmysl	-0.098	0.782	0.137	0.714
D Výroba a rozvod elektřiny, plynu apod	0.097	0.827	0.483	0.296
E Zásobování vodou apod	-0.252	0.546	-0.037	0.934
F Stavebnictví	-0.345	0.286	-0.075	0.828
G Obchod; opravy a údržba motorových vozidel	-0.185	0.525	0.120	0.709
H Doprava a skladování	-0.208	0.519	0.062	0.858
I Ubytování, stravování, pohostinství	-0.269	0.541	-0.061	0.897
J Informační a komunikační činnosti	-0.648	0.078	0.015	0.972
K Peněžnictví a pojišťovnictví	-0.026	0.951	0.715	0.124
L Činnosti v oblasti nemovitostí	-0.211	0.652	0.130	0.786
M Profesní, vědecké a technické činnosti	-0.079	0.813	0.669	0.078
N Administrativní a podpůrné činnosti	-0.271	0.419	0.068	0.854
O Veřejná správa a obrana	1.025	0.482	1.714	0.195
P Vzdělávání	0.191	0.774	1.014	0.140
Q Zdravotní a sociální péče	-0.565	0.119	-0.125	0.748
R Kulturní, zábavní a rekreační činnosti	0.053	0.910	0.509	0.307
S Ostatní činnosti	0.020	0.970	0.363	0.505
Kolektivní smlouva			0.046	0.667

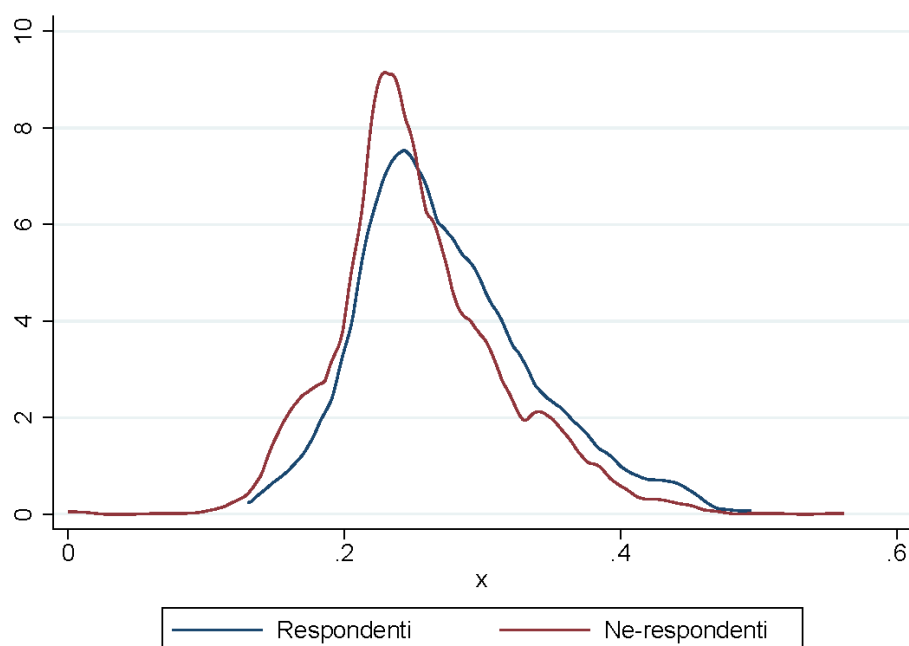
Počet zam.			-0.006	0.941
Počet zam. ²			0.001	0.871
Procento zam. s SŠ			0.376	0.466
Procento zam. s ZŠ			0.272	0.683
Konstanta	-1.080	0.000	-1.415	0.017
Logaritmus věrohodnosti	-1522.34		-1506.87	
Pseudo R ²	0.017		0.027	

Výsledky modelování uvádí Tabulka 3.1. Klíčovými ukazateli jsou zde sloupce „p-hodnota“, které uvádějí pravděpodobnost, že bychom dostali výsledky, jaké jsme dostali, byla-li by platná hypotéza o nulové asociaci mezi firemními charakteristikami a pravděpodobností zodpovězení na dotazník. Čím blíže je toto číslo nule, tím silnější je signál, že je v datech taková asociace pozorována. Standardní přístup je považovat p-hodnotu menší než 0,01 (případně 0,05) za významnou (Benjamin et al., 2018). Je tedy vidět, že firemní charakteristiky pouze slabě předpovídají pravděpodobnost zodpovězení. V našem šetření se zdá, že z oslovených subjektů jsme dostali odpovědi spíše od produktivnějších firem (koeficient u produktivity práce je pozitivní a jeho p-hodnota je menší než 0.0005). Také respondenti bývají spíše z menších firem (koeficient u přidané hodnoty je negativní a jeho p-hodnota je také menší než 0.0005).

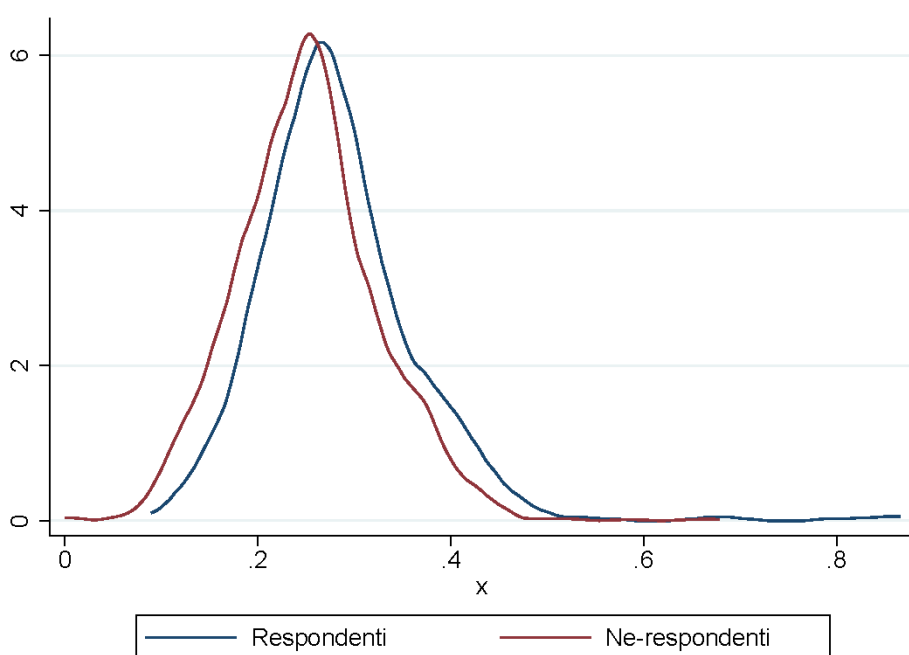
Je tedy nutné posoudit, do jaké míry tyto rozdíly ve velikosti a produktivitě predikují návratnost. Takovéto posouzení lze provést na základě parametru Pseudo R², jenž indikuje míru, do jaké je model schopný predikovat skutečné hodnoty. Je-li Pseudo R² rovné jedné, pak model dokonale souhlasí s pozorovanými hodnotami a čím blíže je k nule, tím je jeho schopnost vysvětlit změny v závisle proměnné (zde pravděpodobnost zodpovězení) pomocí ostatních proměnných v modelu (takzvaných „regresorů“, kterými jsou zde firemní charakteristiky) horší. Bylo-li by Pseudo R² rovné nule, pak by firemní charakteristiky nevysvětlily vůbec nic z rozhodnutí, zda odpoví na dotazník, či nikoli. Obě Pseudo R² jsou velmi blízké nule, což je u takto bohatých modelů překvapivé (rozšířená verze používá bezmála čtyřicet proměnných), jelikož lze očekávat, že čím komplexnější model, tím bude jeho schopnost vysvětlit závisle proměnnou větší. Jelikož tomu však v tomto případě tak není, pak je pravděpodobné, že pravděpodobnost zodpovězení byla přibližně stejná u všech firem.

Argument o reprezentativnosti našeho vzorku lze podpořit také graficky (Heckman, Ichimura, Smith, & Todd, 1998). Nemají-li firemní charakteristiky vliv na pravděpodobnost zodpovězení, pak by měli respondenti a ne-respondenti, mít přibližně stejné rozložení pravděpodobnosti zodpovězení – v našem případě bychom měli vidět u obou skupin firem většinu případů koncentrovaných u nízkých pravděpodobnostech, jelikož celková návratnost dotazníku nepřekročila 30%. Neměli bychom však vidět vyšší pravděpodobnosti zodpovězení u respondentů.

Obr. 3.1 Jádrová hustota předpovězených pravděpodobností zodpovězení na dotazník mezi respondenty a ne-respondenty (základní model). Horizontální osa je predikovaná pravděpodobnost, vertikální os je hustota.



Obr. 3.2 Jádrová hustota předpovězených pravděpodobností zodpovězení na dotazník mezi respondenty a ne-respondenty (rozšířený model) Horizontální osa je predikovaná pravděpodobnost, vertikální os je hustota.



Jak je patrné z grafů (Obr. 3.1 a Obr. 3.2), rozložení pravděpodobností jsou si opravdu velmi podobná. U respondentů pozorujeme jen minimální posun k vyšším pravděpodobnostem návratnosti než u ne-respondentů. Krom toho, tvar rozložení je také velmi podobný u obou skupin.

Tabulka 3.2: Logistický model návratnosti dotazníků na základě firemních charakteristik. P-hodnoty byly vypočteny na základě Huber-Whiteovy robustní varianční-kovarianční matice. V tabulce je vynechána kategorie NACE A – Zemědělství a kraj Hlavní město Praha, které slouží jako referenční hodnoty, tj. jelikož má Jihočeský kraj pozitivní parametr, pak firmy z Jihočeského kraje odpovídaly s vyšší pravděpodobností nežli pražské firmy.

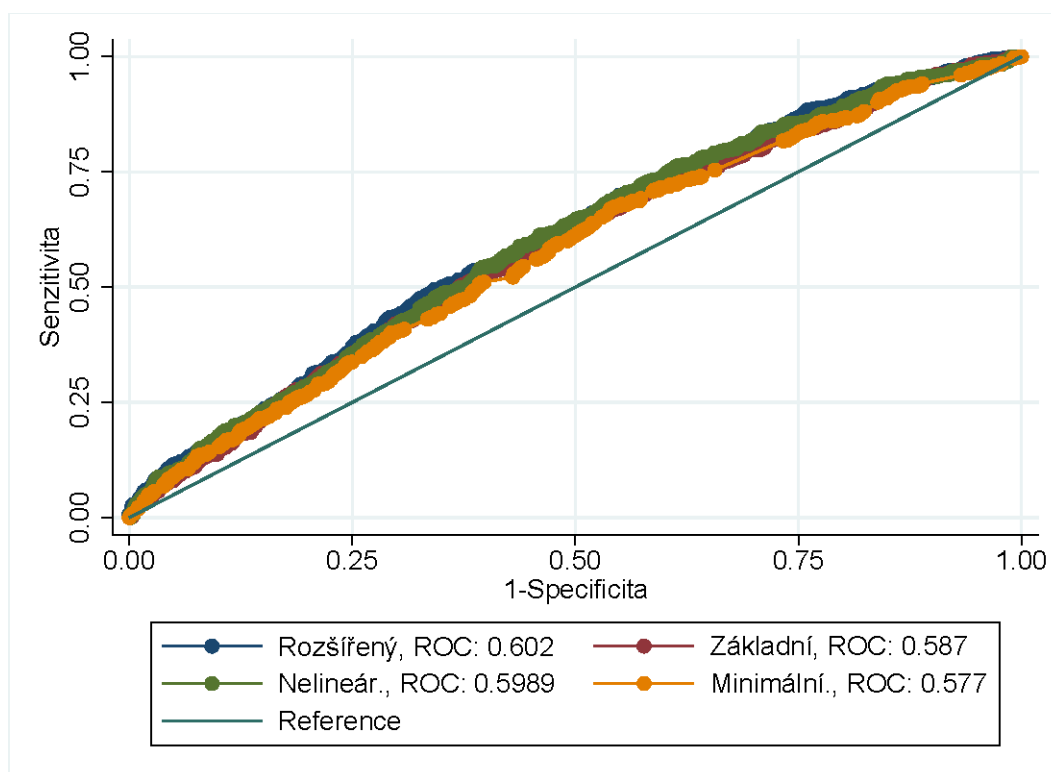
Proměnná (Regresor)	Minimální model		Nelineární model	
	Parametr	p-hod.	Parametr	p-hod.
Produktivita práce			-3470.20	0.092
Produktivita práce ²			583.34	0.092
ln(Přidaná hodnota)			0.00	0.927
Procento zam. s VŠ			-0.96	0.007
<i>Kraj:</i>				
Jihomoravský	-0.103	0.554	-0.11	0.559
Jihočeský	0.411	0.037	0.33	0.139
Karlovarský	0.164	0.589	0.31	0.349
Královéhradecký	0.282	0.194	0.27	0.275
Liberecký	-0.182	0.538	-0.19	0.550
Moravskoslezský	0.008	0.964	-0.14	0.447
Olomoucký	0.136	0.543	0.16	0.540
Pardubický	0.541	0.008	0.35	0.133
Plzeňský	0.191	0.367	0.02	0.939
Středočeský	0.194	0.249	0.15	0.407
Vysočina	0.644	0.003	0.40	0.097
Zlínský	0.095	0.657	-0.05	0.826
Ústecký	0.129	0.548	0.08	0.722
<i>NACE:</i>				
B Těžba a dobývání	0.303	0.545	0.04	0.942
C Zpracovatelský průmysl	0.028	0.932	0.17	0.673
D Výroba a rozvod elektřiny, plynu apod	0.293	0.479	0.35	0.474
E Zásobování vodou apod	0.030	0.94	-0.18	0.686
F Stavebnictví	-0.423	0.159	-0.12	0.741
G Obchod; opravy a údržba motorových vozidel	-0.062	0.817	-0.01	0.965
H Doprava a skladování	0.001	0.998	-0.05	0.895
I Ubytování, stravování, pohostinství	0.049	0.907	-0.10	0.840
J Informační a komunikační činnosti	-0.307	0.366	-0.17	0.672
K Peněžnictví a pojišťovnictví	0.265	0.511	0.64	0.173
L Činnosti v oblasti nemovitostí	-0.159	0.718	-0.18	0.738
M Profesní, vědecké a technické činnosti	0.213	0.49	0.49	0.206
N Administrativní a podpůrné činnosti	0.162	0.605	-0.22	0.561
O Veřejná správa a obrana	1.497	0.298	—	—
P Vzdělávání	0.245	0.694	1.02	0.277
Q Zdravotní a sociální péče	-0.143	0.675	-0.26	0.513
R Kulturní, zábavní a rekreační činnosti	0.483	0.279	0.32	0.588
S Ostatní činnosti	0.479	0.344	0.40	0.482
Konstanta	-1.497	0	53.99	0.096

Logaritmus věrohodnosti	-1701.19	-1385.8
Pseudo R ²	0.018	0.021
Počet pozorování	3,401	2,461

Výše zmíněné výsledky ukazují, že ačkoli produktivita práce a přidaná hodnota se jeví jako statisticky významné prediktory návratnosti dotazníků, nezdá se, že by byly numericky významné. Jinými slovy, jejich efekt je zanedbatelný. Abychom tuto hypotézu podložili konkrétněji, odhadneme ještě další dva modifikované modely. První je model obsahující pouze odvětvové a krajové indikátory. Předpovědní schopnost takového „minimálního“ modelu slouží jako výchozí hodnota, s níž je možné porovnat modely výše. Druhý model, který vychází ze „základní“ specifikace výše, ale přidává do ní nelineární specifikaci pro produktivitu práce a přidanou hodnotu. Tento model je odhadnut pro posouzení robustnosti výsledků vůči změnám specifikace.

Tabulka 3.2 ukazuje, že ani vypuštění statisticky nejvýznamnějších regresorů, ani změna specifikace nevede k výraznější změně výsledků. Nejmarkantnější rozdíl je v počtu pozorování: jelikož NACE klasifikaci a umístění firem podle krajů je dostupné u vyššího počtu pozorování, „minimální“ model pracuje s větším vzorkem než nelineární.

Obr. 3.3: Predikční schopnost modelů vysvětlujících návratnost dotazníků. ROC = *Receiver Operating Characteristic*. Pro specifikaci modelů viz Tabulka 3.1 a Tabulka 3.2. Senzitivita = pravděpodobnost, že model správně označí firmu jako respondenta, 1- Specifita = pravděpodobnost, že model označí firmu jako respondenta ačkoli firma na dotazník neodpověděla. Reference = hranice nulové predikční schopnosti, kde plocha pod ROC křivkou je rovná jedné polovině.



Nakonec uvádíme porovnání všech čtyřech modelů pomocí ROC (*Receiver Operating Characteristic*). Tato křivka porovnává pravděpodobnost, že model označí jako respondenty firmy, které skutečně reagovaly na dotazník (senzitivita modelu) a pravděpodobnost, že model označí jako respondenty firmy, které ve skutečnosti na dotazník neodpověděly (1 – specifita modelu). Čím větší je plocha pod touto křivkou, tím je predikční schopnost modelu lepší. Plocha rovná jedné polovině označuje nulovou predikční schopnost. Obr. 3.3 ukazuje, že všechny tři modely jsou si velmi podobné jak v senzitivitě tak i specifitě. Plocha pod jejich ROC křivkami je velmi blízká $\frac{1}{2}$, což indikuje slabou predikční schopnost. Jako „přijatelná“ predikční schopnost se obvykle považuje případ, kdy plocha pod ROC křivkou přesahuje 0.7, viz Hosmer, Lemeshow, and Sturdivant (2013, s. 177). Důležitým poznatkem zde také je, že „minimální“ model má velice podobnou ROC křivku jako ostatní tři, které zahrnují produktivitu práce a přidanou hodnotu. Tudíž, ačkoli tyto dvě proměnné měly velmi nízké p-hodnoty, nepřispěly k zlepšení predikční schopnosti. Formální test stejné plochy pod všemi čtyřmi ROC křivkami vyšel na hranici významnosti (p-hodnota = 0.0468), tudíž je možné, že rozdíly na Obr. 3.3 jsou pouze šum. V datech tedy nejsou patrné důvody domnívat se, že náš vzorek se významně liší od obecné populace českých firem.

4 Proces nástupu Průmyslu 4.0

4.1 Základní trend v zavádění technologických inovací

Abychom mohli klasifikovat české podniky na ty, které zavedly technologická řešení související s Průmyslem 4.0 a ty, které tyto technologie doposud nezavedly, využijeme tři otázky z šetření. Tyto otázky jsou: „Investovala Vaše firma v posledních 10 letech do zavedení (a) Robotických technologií, (b) Automatizačních technologií, (c) Softwarových řešení v oblasti umělé inteligence?“ Firmy, které odpověděly kladně aspoň na jeden z těchto bodů označujeme jako firmy, které se přidaly k trendu Průmysl 4.0 a budeme je v textu označovat jako „firmy P4“. Naopak, firmy, které odpověděly negativně, budou nazývány „P3“ v souladu s tím, že na trend Průmyslu 4.0 doposud nepřistoupily.

Na celonárodní agregátní úrovni se po převážení dotazníkových dat ukazuje, že v ČR došlo k adopci technologických inovací u 8 procent ekonomických subjektů, které zaměstnávají 22 procent zaměstnanců mzdové sféry (ve firmách nad 10 zaměstnanců), viz Tabulka 4.1. Jsou tyto hodnoty srovnatelné se situací v jiných zemích EU? Při srovnání s výsledky šetření EMS (European Commission, 2015) je zastoupení nových technologií v ČR výrazně nižší než u jiných evropských ekonomik. Šetření EMS ale vykazuje velmi vysoké hodnoty adopce nových technologií v porovnání s jinými zdroji dat⁵ a vzhledem k tomu, že u EMS není jasně definovaná výběrová strategie, na rozdíl od našeho šetření, srovnání s EMS nenabízí věrohodnou oporu pro mezinárodní srovnání postavení ČR. Níže diskutujeme srovnání založená pouze na zpracovatelském průmyslu, pro který jsou dostupná věrohodnější šetření ze zemí EU.

Analýzu začneme pohledem na zastoupení podniků P4 mezi velikostními kategoriemi českých firem. Tabulka 4.2 ukazuje propastný rozdíl mezi malými a velkými podniky.⁶ Zatímco malé podniky zaváděly robotické technologie velmi zřídka (méně než 8% respondentů), více než třetina velkých firem v rámci šetření indikovalo zavedení těchto technologických řešení. Podobně se jeví i zavedení automatizačních technologií, kde téměř každá druhá velká firma v našem vzorku zavedla automatizační technologie, zatímco méně než každá pátá malá firma udělala totéž. Nejvýznamnější jev je zavedení umělé inteligence, které se objevuje u necelých 18% velkých podniků a necelých 6% malých a středních podniků.

⁵ Evropský průměr podle dat EMS je 24% u malých firem (20 až 49 zaměstnanců), zatímco firmy s více než 1000 zaměstnanci udávaly využití robotů v 74% případů. Ze sedmi zemí zahrnutých do studie EMS (Dánsko, Francie, Německo, Nizozemsko, Rakousko, Španělsko, Švýcarsko, viz European Commission, 2015), byla nejnižší míra robotizace zjištěna v Nizozemsku, a to 23%. Tyto míry adopce robotických technologií nejsou slučitelné s výsledky uváděnými pro zpracovatelský průmysl ve dvou významných šetřeních diskutovaných níže.

⁶ Zde se řídíme klasifikací Eurostatu, která definuje „malé a střední podniky“ jako podniky s méně než 250 zaměstnanci, viz <https://ec.europa.eu/eurostat/web/structural-business-statistics/structural-business-statistics/sme>

Tabulka 4.1: Míra zavedení robotických technologií (Roboti), umělé inteligence (AI) a automatizačních technologií (Automat.) za posledních 10 let. Horní panel udává počty a procentuální podíly firem, které technologie zavedly. Dolní panel sleduje zaměstnance pracujících ve firmách, které technologie zavedly. Sloupec „Nevážená data“ koresponduje s výsledky šetření, sloupec „Vážená data“ udává hodnoty přepočítané tak, aby korespondovaly s obecnou populací českých firem.

	Data:		Nevážená		Vážená	
	Technologie	Zavedení	Počet	Podíl	Počet	Podíl
<i>Firmy</i>	Roboti	NE	910	83.18	38,156	92.19
		ANO	184	16.82	3,231	7.81
	AI	NE	986	90.13	39,752	96.05
		ANO	108	9.87	1,636	3.95
	Automat.	NE	765	69.93	34,943	84.43
		ANO	329	30.07	6,445	15.57
	Celkem		1,094	100.00	41,387	100.00
<i>Zaměstnanci</i>	Roboti	NE	239,843	68.90	1,916,290	77.72
		ANO	108,237	31.10	549,255	22.28
	AI	NE	278,306	79.95	2,103,057	85.30
		ANO	69,774	20.05	362,488	14.70
	Automat.	NE	162,875	46.79	1,480,424	60.04
		ANO	185,205	53.21	985,121	39.96
	Celkem		348,080	100.00	2,465,545	100.00

Tabulka 4.2: Procentuální zastoupení firem podle (ex-post) velikosti a produktivity práce, které zavedly: robotické technologie (Roboti), automatizační technologie (Au.), softwarová řešení využívající umělou inteligenci (AI). Celkový počet pozorování: 1 094. Panel „Nevážené hod“ obsahuje původní výsledky šetření, panel „Vážené hod“ obsahuje výsledky vážené, aby odpovídaly populaci firem na českém trhu.

		Kategorie	Roboti	Au.	AI
<i>Nevážené hod:</i>	Velikost:	pod 250 zaměstnanců	7.87	19.52	5.62
		250 zaměstnanců a více	33.51	49.74	17.80
	Produktivita práce:	<18 Kč/hod	5.32	12.77	4.26
		18 - 181 Kč/hod	4.35	14.13	1.09
		182 - 308 Kč/hod	13.37	23.27	3.47
		309 - 508 Kč/hod	24.19	39.03	12.58
		nad 508 Kč/hod	22.93	42.86	16.54
	Velikost:	pod 250 zaměstnanců	6.7	14.05	3.25
		250 zaměstnanců a více	32.06	48.69	19.18
	Produktivita práce:	<18 Kč/hod	6.83	10.37	2.73
		18 - 181 Kč/hod	1.5	11.45	3.08
		182 - 308 Kč/hod	13.51	16.23	1.26
		309 - 508 Kč/hod	7.08	17.85	5.37
		nad 508 Kč/hod	8.76	22.88	7.95

Vyšší podíl malých a středních podniků, které zavedly automatizační technologie do svých výrobních operací v porovnání s robotickými či AI technologiemi, lze vysvětlit faktem, že pod pojmem „automatizační technologie“ si je možné představit relativně jednoduchá řešení na pomezí mezi Průmyslem 4.0 a staršími postupy. Software na zpracovávání faktur, objednávek a podobně jsou automatizační technologie, které jsou relativně dostupné i menším firmám na rozdíl od nákladných robotických nebo AI technologií. Proto je rozšíření automatizačních technologií výrazně vyšší než rozšíření robotů či umělé inteligence mezi malými podniky.

Tabulka 4.2 též ukazuje podobně dramatickou koncentraci podniků P4 i při dis-agregaci podle produktivity práce. „Produktivita“ všeobecně je definována podle Evropského systému národních a regionálních účtů jako produkt získaný produktivní činností připadající na jednu jednotku vstupu (odst. 11.38 ESA 2010). Produktivita práce je tedy kvantifikována jako podíl účetní přidané hodnoty a počtu odpracovaných hodin v daném období. U jednotlivých podniků není možné kvantifikovat hrubou přidanou hodnotu v souladu s definicemi ESA 2010, neboť nejsou k dispozici účetní položky v potřebné podrobnosti. Účetní přidaná hodnota však do velké míry hrubou přidanou hodnotu podle ESA 2010 reflektuje, a proto bude produktivita práce v jednotlivých ekonomických subjektech je tedy měřená v korunách na hodinu práce. Spojité kontinuum produktivity práce jsme rozdělili na pět kategorií tak, aby v každé kategorii byl zastoupený přibližně stejný počet firem podle databáze firem Albertina. V kategorii pod 18 Kč na hodinu bylo 10 465 a ve všech ostatních je 10 464 subjektů. Rozčlenění na stejně velké skupiny si způsobilo, že hrance kategorií nejsou v celých desítkách korun na hodinu. Je evidentní, že koncentrace firem P4 výrazně roste s rostoucí produktivitou práce. Jedinou drobnou odchylkou od tohoto trendu je přibližně 24% koncentrace adoptérů robotických technologií s produktivitou práce v rozmezí 309 – 508 Kč na hodinu, což je o přibližně jeden procentuální bod více než u firem nad 508 Kč na hodinu, ale obě tyto hodnoty představují výrazný nárůst koncentrace v porovnání s kategorií firem pod 18 korun na hodinu.

Tabulka 4.2 rozčleňuje firmy podle velikosti a produktivity práce za nejnovější dostupné období, což je ve většině případů rok 2018. Možným vysvětlením vztahu mezi produktivitou práce a zavedením inovativních technologií by tedy bylo, že technologie P4 zvýšily produktivitu práce. Další alternativou by bylo, že firmy, které byly produktivnější ex ante, zavedly nové technologie. První scénář by mluvil o polarizaci způsobené již dříve existujícími rozdíly v produktivitě (ty se mohou samozřejmě díky technologiím dále prohlubovat). Druhý scénář by mluvil o polarizaci firem, která je důsledkem potenciálu nových technologií zvýšit produktivitu (i méně výkonných firem). Jak odpovědět na otázku, zda produktivní firmy přistupují na trend Průmyslu 4.0 nebo zda zavedení nových technologií vede k nárůstu produktivity? Níže uvádíme srovnání založené na ex ante hodnotách produktivity a velikosti firem. Na základě pouhé dis-agregace ale není možné dospět k závěru, která z těchto možností je správná. V sekci 5.2.1 proto uvádíme výsledky statistického modelu, který ukazuje, že česká data podporují přítomnost polarizace vedené technologiemi.

Tabulka 4.3: Procentuální zastoupení firem podle velikosti a produktivity práce (ex-ante hodnoty), které zavedly: robotické technologie (Roboti), automatizační technologie (Au.), softwarová řešení využívající umělou inteligenci (AI). Celkový počet pozorování: 1 094. Panel „Nevážené hod“ obsahuje původní výsledky šetření, panel „Vážené hod“ obsahuje výsledky vážené, aby odpovídaly populaci firem na českém trhu.

		Kategorie	Roboti	Au.	AI
Nevážené hod:	Velikost:	pod 250 zaměstnanců	7.87	19.52	5.62
		250 zaměstnanců a více	33.51	49.74	17.8
	Produktivita práce:	<18 Kč/hod	12	26	12
		18 - 181 Kč/hod	7.89	16.84	2.63
		182 - 308 Kč/hod	17.84	27.51	6.32
		309 - 508 Kč/hod	25.48	44.02	13.9
		nad 508 Kč/hod	18.88	37.76	15.82
	Vážené hod:	pod 250 zaměstnanců	6.7	14.05	3.25
		250 zaměstnanců a více	32.06	48.69	19.18
		<18 Kč/hod	1.41	5.62	1.9
		18 - 181 Kč/hod	10.97	17.23	1.94
		182 - 308 Kč/hod	8.41	13.91	3.68
		309 - 508 Kč/hod	8.5	23.31	8.42
		nad 508 Kč/hod	6.11	17.04	5.73

Tabulka 4.3 ukazuje, že členění dle velikosti vychází totožně bez ohledu na to, bereme-li do úvahy ex post hodnoty (zpravidla rok 2018) nebo ex ante hodnoty (nejdřívější dostupné hodnoty, obvykle rok 2010). Důvodem je, že se mezi respondenty žádná firma pod 250 na začátku sledovaného období nerozšířila tak, aby na konci sledovaného období zaměstnávala více než 250 zaměstnanců. Podobně silná je i autokorelace u produktivity práce: výsledky členění jsou velmi podobné jako při použití ex post hodnot. Drobným rozdílem je, že u ex ante hodnot (Tabulka 4.3) je mírně vyšší koncentrace adoptérů u méně produktivních firem než u ex post hodnot (Tabulka 4.2). Tento fakt by podporoval hypotézu, že zavedení nových technologií skutečně vedlo ke zvýšení produktivity.

Méně zjevný trend v koncentraci firem P4 vidíme při dis-agregaci podle krajů (viz Tabulka 4.4). Je zde však viditelná souvislost s počtem zaměstnanců v průmyslu. Podle dat Statistického úřadu ČR⁷ v roce 2017 nejvíce pracujících v průmyslu měl Moravskoslezský kraj (108.2 tisíc osob), poté Středočeský kraj (105.7 tisíc osob), Praha (79.8 tisíc osob) a čtvrtý se umístil Jihomoravský kraj (70.6 tisíc osob). (Podobně vypadá srovnání založené na ISPV nebo na datech o firmách z našeho šetření.) Tyto kraje jsou na spodních příčkách podle procenta firem, které zavedly robotické technologie. Je zde patrná jistá souvislost mezi lidskou prací a jejím technologickým substitutem. Hypotetické vysvětlení tohoto trendu by mohlo být, že v krajích, kde je dostupnost správně kvalifikované pracovní síly horší, vzniká tlak na firmy přistoupit k inovacím produkčních operací. Mírně anomálním případem je kraj Vysočina s až 34% respondenty,

⁷ <https://www.czso.cz/csu/xb/prumysl-v-roce-2017>

kteří zavedli robotické technologie. Jelikož z Vysočiny jsme však dostali pouze 50 odpovědí, je zde značná nejistota, do jaké míry 34% reflektuje skutečnou koncentraci podniků P4 na Vysočině a do jaké míry jde o odchylku způsobenou náhodným výběrem a neúplnou návratností dotazníků.

Tabulka 4.4: Procentuální zastoupení firem podle krajů, které zavedly: robotické technologie (Roboti), automatizační technologie (Au.), softwarová řešení využívající umělou inteligenci (AI).

	Roboti	Au.	AI
Hl.m.Praha	10.6	27.6	12.4
Jihomoravský	10.4	32.3	7.3
Jihočeský	23.2	37.7	7.2
Karlovarský	8.7	13.0	8.7
Královéhradecký	15.7	25.5	7.8
Liberecký	25.0	37.5	8.3
Moravskoslezský	17.3	30.9	9.9
Olomoucký	20.5	29.5	9.1
Pardubický	26.7	40.0	10.0
Plzeňský	24.5	32.1	11.3
Středočeský	14.6	29.1	5.8
Vysočina	34.0	40.0	12.0
Zlínský	23.1	40.4	7.7
Ústecký	22.0	32.0	16.0

Podobné výsledky jako při dis-agregaci podle velikosti a produktivity nacházíme i v dis-agregaci podle odvětví. Také zde dominuje zavádění automatizačních řešení, které v kategorii CF (Farmaceutická výroba) zavedlo přes 95% respondentů. Jelikož sem spadají firmy provozující vysoce exaktní a specializované výrobní procesy, je zde značný předpoklad pro využití technologií na automatizaci rutinních činností, aby se předešlo lidským chybám. Vysokou koncentraci technologií P4 vidíme i v dalších kategoriích C, do níž patří výroba produktů, ve které lze využít jak robotické tak i AI technologie pro manipulaci se surovinami a výrobky.

Tabulka 4.5: Procentuální zastoupení firem podle NACE kódů, které zavedly: robotické technologie (Roboti), automatizační technologie (Au.), softwarová řešení využívající umělou inteligenci (AI). Data jsou vážena, aby korespondovala s rozložením firem v ČR.

	Roboti	Au	AI
A Zemědělství	5.25	28.38	3.9
B Těžba a dobývání	6.53	19.8	0
CA Výroba potravin	30.37	44.56	2.02
CB Výroba textilií	1.19	3.22	1.19
CC Zpracování dřeva	1.62	29.59	1.19
CE Výroba chemických látek	2.44	4.93	1.22
CF Farmaceutická výroba	0	95.25	0
CG Výroba plastů	20.19	44.11	2.98
CH Výroba kovů	18.5	34.51	11.05
CI Výroba elektroniky	15.78	68.16	1
CJ Výroba elektrických zařízení	8.32	17.71	10.26
CK Výroba strojů	10.02	16.71	5.57
CL Výroba dopravních prostředků	49.32	62.48	18.97
CM Výroba nábytku, ostatní zprac. průmysl	1.16	2.22	1.12
D Výroba a rozvod elektřiny, plynu apod	27.74	34.96	8.5
E Zásobování vodou apod	1.03	10.15	2.06
F Stavebnictví	0.41	10.77	2.43
G Obchod; opravy a údržba motorových vozidel	7.09	9.28	1.55
H Doprava a skladování	0.9	2.02	6.47
I Ubytování, stravování, pohostinství	25.09	25.37	0
J Informační a komunikační činnosti	11.93	13.61	17.99
K Peněžnictví a pojišťovnictví	8.8	25.28	16.06
L Činnosti v oblasti nemovitostí	0	0	0
M Profesní, vědecké a technické činnosti	0.93	1.77	1.87
N Administrativní a podpůrné činnosti	0.53	2.15	0.61
O Veřejná správa a obrana	0	0	0
P Vzdělávání	2.04	2.04	1.2
Q Zdravotní a sociální péče	0.44	1.73	7.53
R Kulturní, zábavní a rekreační činnosti	0	8	3.7
S Ostatní činnosti	1.67	6.7	0

Za zmínku stojí anomální hodnota, kde přibližně čtvrtina firem v kategorii I (Ubytování, stravování, pohostinství) podle šetření zavedla robotické technologie, což přesahuje zastoupení adoptérů například i v kategorii CI (Výroba elektroniky). Zde se nabízí vysvětlení, že respondenti omylem uvedli jako roboty kuchyňská zařízení, která sice splňují definici robota tím, že jsou přeprogramovatelné a využitelné na různé účely, avšak mezi robotické technologie v souvislosti s Průmyslem 4.0 zapadají pouze okrajově.

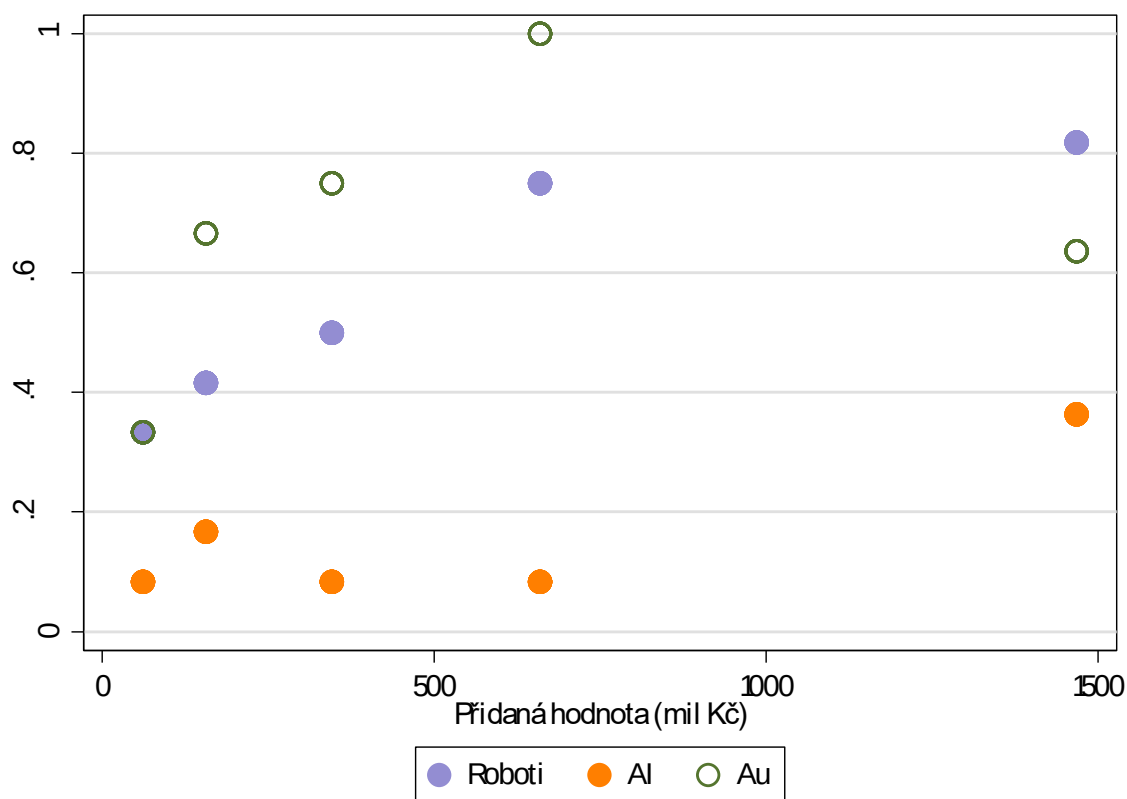
Data za zpracovatelský průmysl (C) dovolují detailnější srovnání zastoupení robotických technologií s vyspělými zeměmi EU. Výsledky našeho šetření ukazují míry zavádění technologií P4 ve zpracovatelském průmyslu v ČR srovnatelné s těmi, které uvádí šetření EIB pro několik EU zemí (Ambrosio, Rückert, & Weiss, 2020). V šetření EIB přibližně 45%

respondentů ve zpracovatelském průmyslu uvedlo, že zavedly robotické technologie. V našem šetření 34% respondentů ve zpracovatelském průmyslu uvedlo zavedení robotů. Tyto hodnoty jsou porovnatelné, přihlédneme-li k faktu, že šetření EIB se dotazovalo 479 českých firem a je možné, že soubor EIB je více zaměřen na velké firmy než naše silně reprezentativní šetření. Umělou inteligenci zavedlo v našem šetření 12% respondentů ve zpracovatelském průmyslu, což je opět blízko výsledkům EIB (cca 10%). Další srovnání je možné vůči rozsáhlému šetření z Francie (Acemoglu et al., 2020b), které ukázalo, že pouze 1% francouzských firem ve zpracovatelském průmyslu adoptovalo roboty. Toto procento ale rychle roste s velikostí firmy: u firem nad 250 zaměstnanců dosáhl podíl firem s robotickými technologiemi 16% a u firem nad 5000 zaměstnanců dokonce 57%. S přihlédnutím na velikostní strukturu srovnávaných výběrů pak naše šetření ukázalo asi poloviční míru adopce robotů ve zpracovatelském průmyslu než francouzská data, která analyzovali Acemoglu et al. (2020a).

Vraťme se teď k analýze našich dat z ČR. Zkombinujeme-li výsledky z členění firem dle velikosti (Tabulka 4.2) a odvětví (Tabulka 4.5), získáme obraz rostoucí koncentrace zavádění inovativních technologií u větších firem. Jako příklad uvedeme NACE kategorii CL „Výroba dopravních prostředků“, ve které pozorujeme 59 firem. Tyto firmy rozčleníme na pět kategorií dle přidané hodnoty tak, aby v jednotlivých kategoriích byl přibližně stejný počet firem (každá kategorie obsahuje 12 firem s výjimkou nejvyšší kategorie nad 850 mil Kč přidané hodnoty). V každé kategorii jsme spočítali podíl firem, které zavedly robotické, automatizační a AI technologie.

Obr. 4.1 ukazuje, že i v rámci jedné NACE kategorie, koncentrace firem P4 roste s rostoucí velikostí firmy. Zatímco u menších firem, jejichž přidaná hodnota nepřesahuje 100 mil Kč je podíl adoptérů robotických řešení přibližně 30%, u velkých firem (nad 850 mil Kč) tento podíl přesahuje 80%. U umělé inteligence je rozdíl mezi velkými a menšími firmami ještě markantnější: mezi firmami pod 850 mil Kč přidané hodnoty jsou podíly adoptérů pod 20%, zatímco 36% firem nad 850 mil Kč zavedlo AI řešení. Podíly firem, které zavedly automatizační technologie se tomuto trendu částečně vymyká, což ale není tak překvapivé, přihlédneme-li k možnosti, že firmy mohou využívat automatizační řešení zavedená před více než deseti lety, na která se šetření nevztahovalo.

Obr. 4.1: Podíl firem z NACE kategorie CL, které zavedly robotické technologie (Roboti), automatizační technologie (Au) nebo umělou inteligenci (AI) v závislosti na přidané hodnotě firmy. Na horizontální ose je uveden průměr přidaných hodnot firem, které patří do jedné velikostní kategorie.



O průniku trendu Průmysl 4.0 na český trh si lze udělat představu také na základě vlastních odhadů firem, jaká část jejich českých konkurentů zavedla technologie P4. Tabulka 4.6 reportuje výsledky, ze kterých je patrné, že na českém trhu panuje značná nejistota ohledně míry adopce inovativních technologií. Ačkoli podle našeho šetření v žádném odvětví nepřesáhla míra zavedení robotických řešení 50%, přes 30% respondentů v kategorii Informační a komunikační činnosti uvedlo, že více než polovina jejich konkurentů zavedla tato řešení.

Podobná situace je i u automatizačních technologií. Výsledky šetření ukázaly, že pouze kategorie v rámci kapitoly C zaznamenaly jejich zavedení u více než poloviny respondentů, přičemž nejbližší byly kategorie A a D, které se pohybovaly kolem 30%. Ironicky, právě v kategoriích C většina respondentů (cca 60%) uvedla, že „méně než polovina“ jejich tuzemských konkurentů zavedla automatizační technologie. U umělé inteligence jsou odhady respondentů nejpřesnější. Největší odchylku představuje kategorie peněžnictví a pojišťovnictví (K), kde přes 11% respondentů uvedlo, že dle jejich odhadu více než polovina jejich českých konkurentů zavedla AI řešení, ovšem dle výsledku šetření takovýchto firem bylo méně než 20%.

Tabulka 4.6: Rozložení odpovědí na otázku, jaká část českých konkurentů dané firmy zavedla: robotické technologie (Roboti), automatizační technologie (Au.), softwarová řešení využívající umělou inteligenci (AI). Procento firem, které uvedly „Minimum“ nebo „Méně než polovina“ jsou uvedena v sloupcích <50%. Procento firem, které uvedly „Více než polovina“ nebo „Většina“ jsou uvedena v sloupcích >50%. Jednou z možných odpovědí byla také „Přibližně polovina“, která je vynechána a tudíž se procenta nesčítají na 100% ve všech případech.

	Roboti		Au.		AI	
	<50%	>50%	<50%	>50%	<50%	>50%
A Zemědělství	91.43	2.86	88.57	28.57	94.29	0.00
B Těžba a dobývání	100.00	0.00	87.50	12.50	100.00	0.00
C Zpracovatelský průmysl	73.00	12.44	60.33	19.48	85.71	0.00
D Výroba a rozvod elektřiny, plynu apod	94.44	0.00	94.44	50.00	94.44	0.00
E Zásobování vodou apod	87.50	4.17	62.50	45.83	91.67	4.17
F Stavebnictví	100.00	0.00	69.23	23.08	92.31	7.69
G Obchod; opravy a údržba motorových vozidel	100.00	0.00	40.00	20.00	100.00	0.00
H Doprava a skladování	72.73	14.55	50.91	43.64	80.00	5.45
I Ubytování, stravování, pohostinství	70.79	15.73	62.92	40.45	88.76	5.62
J Informační a komunikační činnosti	61.54	30.77	38.46	38.46	84.62	0.00
K Peněžnictví a pojišťovnictví	65.71	11.43	48.57	60.00	68.57	11.43
L Činnosti v oblasti nemovitostí	82.22	4.44	71.11	40.00	88.89	2.22
M Profesní, vědecké a technické činnosti	47.46	28.81	45.76	40.68	79.66	10.17
N Administrativní a podpůrné činnosti	88.57	5.71	77.14	25.71	85.71	5.71
O Veřejná správa a obrana	88.89	5.56	72.22	38.89	88.89	5.56
P Vzdělávání	100.00	0.00	88.24	23.53	100.00	0.00
Q Zdravotní a sociální péče	96.10	0.00	89.61	20.78	93.51	0.00
R Kulturní, zábavní a rekreační činnosti	94.27	0.64	86.62	26.11	96.18	0.64
S Ostatní činnosti	88.52	3.28	90.16	27.87	88.52	8.20

Možným vysvětlením této situace je poměrně intenzivní medializace robotických technologií a umělé inteligence,⁸ která mohla u respondentů vyvolat dojem širšího zavedení těchto technologií než jaké je ve skutečnosti.

Pro úplnost uvedeme také dis-agregaci odhadů respondentů podle kraje, velikosti a produktivity, ačkoli zde je interpretace výsledků složitě. Zatímco firmy v rámci jedné NACE kapitoly lze považovat (alespoň do jisté míry) za konkurenty, firmy z jiného odvětví ale v tomtéž kraji patrně nikoli. Proto následující výsledky lze číst pouze jako popis názorů respondentů. Zde (Tabulka 4.7 a Tabulka 4.8) vidíme stejný trend jako při otázkách o zavedení P4 technologií ve vlastní firmě: respondenti odpovídají, že většina jejich českých konkurentů nezavedla P4 technologie. Odpovědi na dotaz ohledně automatizačních technologií mají tendenci odhadovat vyšší míru adopce, což je v souladu s výsledky tohoto šetření, které zjistilo, že automatizační technologie jsou častěji zaváděným elementem P4 technologií na českém trhu. Odhadovaná míra adopce P4 technologií vykazuje podobný trend vůči produktivitě práce jako zjištěná míra adopce.

⁸ Viz <https://byznys.ihned.cz/c1-66813750-nahradi-nas-roboti-urychli-covid-automatizaci-ve-firmach-zeptejte-se-expertu> pro nedávný příklad z českého prostředí.

Respondenti z větších firem odhadují vyšší míru adopce a dle našeho šetření to jsou právě větší podniky, které P4 technologie skutečně zavedly.

Tabulka 4.7: Geografické rozložení odpovědí na otázku, jaká část českých konkurentů dané firmy zavedla: robotické technologie (Roboti), automatizační technologie (Au.), softwarová řešení využívající umělou inteligenci (AI). Procento firem, které uvedly „Minimum“ nebo „Méně než polovina“ jsou uvedena v sloupcích <50%. Procento firem, které uvedly „Více než polovina“ nebo „Většina“ jsou uvedena v sloupcích >50%. Jednou z možných odpovědí byla také „Přibližně polovina“, která je vynechána a tudíž se procenta nesčítají na 100% ve všech případech.

	Roboti		Au.		AI	
	<50%	>50%	<50%	>50%	<50%	>50%
Hl.m.Praha	88.02	3.69	77.42	28.11	86.64	5.53
Jihomoravský	82.29	5.21	69.79	25.00	86.46	6.25
Jihočeský	81.16	11.59	73.91	26.09	94.20	1.45
Karlovarský	82.61	13.04	82.61	26.09	86.96	8.70
Královéhradecký	88.24	3.92	78.43	39.22	96.08	1.96
Liberecký	66.67	20.83	58.33	29.17	70.83	12.50
Moravskoslezský	85.19	6.17	76.54	29.63	90.12	3.70
Olomoucký	84.09	11.36	77.27	34.09	84.09	6.82
Pardubický	71.67	13.33	63.33	41.67	83.33	3.33
Plzeňský	83.02	3.77	73.58	37.74	84.91	5.66
Středočeský	88.35	3.88	81.55	28.16	96.12	0.97
Vysočina	76.00	12.00	70.00	30.00	94.00	2.00
Zlínský	82.69	3.85	73.08	48.08	92.31	1.92
Ústecký	82.00	6.00	72.00	32.00	84.00	8.00

Tabulka 4.8: Rozložení odpovědí na otázku, jaká část českých konkurentů dané firmy zavedla: robotické technologie (Roboti), automatizační technologie (Au.), softwarová řešení využívající umělou inteligenci (AI). Odpovědi jsou dis-agregovány dle velikosti firmy a produktivity práce. Procento firem, které uvedly „Minimum“ nebo „Méně než polovina“ jsou uvedena v sloupcích <50%. Procento firem, které uvedly „Více než polovina“ nebo „Většina“ jsou uvedena v sloupcích >50%. Jednou z možných odpovědí byla také „Přibližně polovina“, která je vynechána a tudíž se procenta nesčítají na 100% ve všech případech.

Kategorie		Roboti		Au.		AI	
		<50%	>50%	<50%	>50%	<50%	>50%
Velikost:	pod 250 zaměstnanců	90.17	3.37	83.01	7.16	91.29	3.23
	250 zaměstnanců a více	72.51	12.57	60.99	20.16	82.72	7.85
Produktivita práce:	<18 Kč/hod	91.49	1.06	85.11	3.19	92.55	2.13
	18 - 181 Kč/hod	92.39	2.17	82.61	4.35	94.57	1.09
	182 - 308 Kč/hod	84.65	6.44	80.20	10.89	90.10	3.96
	309 - 508 Kč/hod	80.97	7.42	69.03	13.55	88.06	3.87
	nad 508 Kč/hod	79.32	10.15	69.55	17.29	84.96	7.52

4.2 Robotická řešení

4.2.1 Způsob a intenzita využití robotických technologií

Tabulka 4.9 udává pozoruhodný fakt, že ačkoli robotické technologie jsou koncentrované především u větších a produktivnějších firem (viz Tabulka 4.2), využití robotických technologií u firem, které robotické technologie zavedly, je podobné mezi většími a menšími podniky. Robotizaci přibližně poloviny produkčního procesu uvedlo necelých 14% respondentů s méně než 250 zaměstnanci, což je dokonce více než cca 9% respondentů s 250 a více zaměstnanci. U vyšších intenzit robotizace je rozdíl mezi malými a většími firmami ještě menší: v obou kategoriích uvedly necelé 4% respondentů, že robotizovali 80% až 90% výrobního procesu. Výraznější rozdíly pozorujeme u produktivity: například kategorie II., která obsahuje firmy od 18 do 181 Kč/hod, vždy uvedly méně než 20% robotizaci výrobního procesu. Naopak téměř 27% nejproduktivnějších firem (kategorie V. nad 508 Kč/hod) uvedlo, že robotizovaly alespoň 50% výrobního procesu.

Tabulka 4.9: Rozložení odpovědí na otázku "Jaká část výrobního procesu ve Vaší firmě dle Vašeho odhadu využívá robotizované procesy?" Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do robotických technologií. Sloupec Odhad = odpověď respondenta; Všichni = procentuální zastoupení odpovědí mezi všemi respondenty (tj. procento respondentů, kteří odpověděli tak, jak je udáno ve sloupci Odhad); Velikost <250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s méně než 250 zaměstnanci; Velikost ≥250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s alespoň 250 zaměstnanci; Produktivita práce = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami v dané kategorii produktivity práce – I. pod 18 Kč/hod, II. 18 - 181 Kč/hod, III. 182 - 308 Kč/hod, IV. 309 - 508 Kč/hod a V. nad 508 Kč/hod. Součet v každém sloupci je 100%.

Odhad	Všichni	Velikost		Produktivita práce				
		<250	≥250	I.	II.	III.	IV.	V.
0-10%	22.11	22.41	21.97	0.00	50.00	26.67	34.21	22.22
10-20%	24.21	24.14	24.24	60.00	50.00	13.33	23.68	12.70
20-30%	17.37	17.24	17.42	0.00	0.00	6.67	10.53	7.94
30-40%	7.89	8.62	7.58	0.00	0.00	3.33	5.26	4.76
40-50%	4.21	1.72	5.30	20.00	0.00	40.00	17.11	25.40
50-60%	10.53	13.79	9.09	20.00	0.00	6.67	2.63	3.17
60-70%	3.16	5.17	2.27	0.00	0.00	3.33	2.63	9.52
70-80%	6.32	3.45	7.58	0.00	0.00	0.00	1.32	4.76
80-90%	3.68	3.45	3.79	0.00	0.00	0.00	2.63	7.94
90-100%	0.53	0.00	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	1.59

Tabulka 4.10: Procentuální zastoupení odpovědí na otázku "Uveďte roky, kdy ve Vaší firmě došlo k významnějším nákupům robotických technologií" podle NACE kapitol. Hodnoty v každém řádku se sčítají na 100%. Kódy: A Zemědělství; B Těžba a dobývání; C Zpracovatelský průmysl; D Výroba a rozvod elektřiny, plynu apod; E Zásobování vodou apod; F Stavebnictví; G Obchod; opravy a údržba motorových vozidel; H Doprava a skladování; I Ubytování, stravování, pohostinství; J Informační a komunikační činnosti; K Peněžnictví a pojišťovnictví; L Činnosti v oblasti nemovitostí; M Profesní, vědecké a technické činnosti; N Administrativní a podpůrné činnosti; O Veřejná správa a obrana; P Vzdělávání; Q Zdravotní a sociální péče; R Kulturní, zábavní a rekreační činnosti; S Ostatní činnosti. Údaje v kategoriích L, O, R chybí, jelikož žádný z respondentů v těchto sektorech neuvedl zavedení robotických řešení, viz Tabulka 4.5.

NACE	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	40.00	40.00
B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	0.00	0.00	50.00
C	3.44	3.19	2.46	5.41	4.18	8.60	10.32	11.06	13.76	17.94	19.66
D	16.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.67	33.33	0.00	16.67	16.67
E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	25.00	25.00	25.00
G	11.11	0.00	0.00	11.11	11.11	0.00	0.00	33.33	0.00	0.00	33.33
H	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.33	66.67
I	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	20.00	20.00	40.00
J	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.11	11.11	11.11	33.33	33.33
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.57	14.29	57.14
L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
M	0.00	0.00	0.00	0.00	9.09	0.00	9.09	27.27	9.09	27.27	18.18
N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	50.00	25.00
O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P	14.29	7.14	7.14	7.14	7.14	7.14	7.14	7.14	7.14	14.29	14.29
Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.33	66.67
R	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00

Tabulka 4.11: Procentuální zastoupení odpovědí na otázku "Uveďte roky, kdy ve Vaší firmě došlo k významnějším nákupům robotických technologií" podle krajů. Hodnoty v každém řádku se sčítají na 100%.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Hl.m.Praha	1.69	3.39	1.69	8.47	1.69	5.08	6.78	6.78	15.25	22.03	27.12
Jihomoravský	0.00	8.00	4.00	8.00	4.00	4.00	4.00	8.00	16.00	16.00	28.00
Jihočeský	4.26	6.38	2.13	2.13	6.38	8.51	10.64	12.77	8.51	21.28	17.02
Karlovarský	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	20.00	20.00	20.00	10.00	10.00
Královéhrad.	0.00	0.00	8.33	0.00	0.00	0.00	8.33	8.33	8.33	16.67	50.00
Liberecký	0.00	0.00	0.00	5.56	5.56	0.00	5.56	16.67	22.22	22.22	22.22
Moravskosl.	2.78	5.56	2.78	5.56	2.78	8.33	11.11	19.44	8.33	13.89	19.44
Olomoucký	7.14	3.57	3.57	10.71	7.14	7.14	3.57	10.71	3.57	17.86	25.00
Pardubický	7.14	1.79	3.57	5.36	3.57	10.71	8.93	12.50	14.29	19.64	12.50
Plzeňský	2.38	2.38	2.38	4.76	11.90	11.90	9.52	7.14	14.29	16.67	16.67
Středočeský	3.03	0.00	0.00	6.06	0.00	3.03	9.09	21.21	15.15	21.21	21.21
Vysočina	4.88	0.00	0.00	0.00	2.44	7.32	9.76	9.76	17.07	17.07	31.71
Zlínský	5.56	2.78	2.78	5.56	2.78	8.33	19.44	11.11	11.11	16.67	13.89
Ústecký	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.09	9.09	9.09	18.18	31.82	22.73

Tabulka 4.12: Procentuální zastoupení (mezi firmami, které zavedly robotické technologie) odpovědí na otázku "Uved'te roky, kdy ve Vaší firmě došlo k významnějším nákupům robotických technologií" podle (současné) velikosti a produktivity. Hodnoty v každém řádku se sčítají na 100%. Kódy: Vel. = velikost dle počtu zaměstnanců, PP = produktivita práce v korunách na odpracovanou hodinu. PP se člení do pěti kategorií: I. pod 18 Kč/hod, II. 18 - 181 Kč/hod, III. 182 - 308 Kč/hod, IV. 309 - 508 Kč/hod a V. nad 508 Kč/hod.

	Kateg.	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Vel.	<250	4.62	3.85	3.85	3.85	3.85	6.92	10.00	12.31	10.77	17.69	22.31
	≥250	3.32	2.49	1.66	5.26	4.16	7.48	9.14	11.63	14.13	19.11	21.61
PP:	I.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.67	13.33	20.00	13.33	20.00	26.67
	II.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50	0.00	0.00	25.00	25.00	37.50
	III.	9.33	5.33	6.67	5.33	2.67	6.67	10.67	13.33	10.67	12.00	17.33
	IV.	3.81	2.38	1.90	5.71	5.24	8.10	9.05	10.00	13.33	19.52	20.95
	V.	0.64	2.55	0.64	4.46	3.18	7.01	9.55	13.38	14.01	21.66	22.93

Z našich výsledků (Tabulky 4.10-4.12) vyplývá, že zavádění robotických technologií je na českém trhu stále mladým fenoménem. Nejproduktivnější firmy zavedly robotizaci nejdříve (Tabulka 4.12). Ovšem vzhledem k výsledkům při dis-agregaci podle ex-ante hodnot produktivity (u většiny firem jde o hodnoty z roku 2010, viz Tabulka 4.3) není možné vyvodit závěr, že by vyšší produktivita byla přímým důsledkem zavedení technologií P4. Firmy, které patřily k nejproduktivnějším již v roce 2010, zavedly nové technologie nejčastěji. Nicméně se zdá, že tyto technologie zároveň přispěly k dalšímu růstu produktivity po zavedení (viz modely rozdílů v rozdílech níže, zejména sekci 5.2.1

Tabulka 4.13: Rozložení odpovědí na otázku "Uved'te procentuální podíl investic do pořízení robotických technologií z celkových investic ve Vašem podniku v posledních 10 letech" Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do robotických technologií. Sloupec Odhad = odpověď respondenta; Všichni = procentuální zastoupení odpovědí mezi všemi respondenty (tj. procento respondentů, kteří odpověděli tak, jak je udáno ve sloupci Odhad); Velikost <250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s méně než 250 zaměstnanci; Velikost ≥250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s alespoň 250 zaměstnanci; Produktivita práce = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami v dané kategorii produktivity práce – I. pod 18 Kč/hod, II. 18 - 181 Kč/hod, III. 182 - 308 Kč/hod, IV. 309 - 508 Kč/hod a V. nad 508 Kč/hod. Součet v každém sloupci je 100%.

Odhad	Velikost			Produktivita práce				
	Všichni	<250	≥250	I.	II.	III.	IV.	V.
0-10%	34.57	29.82	36.64	0.00	25.00	32.14	28.95	37.10
10-20%	22.34	22.81	22.14	40.00	0.00	21.43	26.32	17.74
20-30%	14.36	10.53	16.03	20.00	50.00	14.29	15.79	12.90
30-40%	11.70	19.30	8.40	0.00	25.00	10.71	11.84	14.52
40-50%	3.72	7.02	2.29	0.00	0.00	7.14	3.95	3.23
50-60%	3.72	3.51	3.82	20.00	0.00	0.00	5.26	3.23
60-70%	4.26	5.26	3.82	20.00	0.00	7.14	3.95	3.23
70-80%	2.13	0.00	3.05	0.00	0.00	0.00	2.63	3.23
80-90%	1.60	0.00	2.29	0.00	0.00	0.00	1.32	3.23
90-100%	1.60	1.75	1.53	0.00	0.00	7.14	0.00	1.61

Podobně jako u časového rozložení, v němž je zřejmá koncentrace zavádění v posledních letech, je vidět jistá koncentrace v intenzitě investování do zavedení robotických technologií, kde procento investic do zavedení robotů z celkového objemu investic za posledních deset let bývá relativně nízký (Tabulka 4.13).

4.2.2 Dopady robotizace na zaměstnance

Robotizace na českém trhu práce přinesla dle subjektivních hlášení zaměstnavatelů v našem šetření jen mírné změny pro zaměstnance (pracující pro firmy P4). Velká část firem, bez ohledu na velikost a produktivitu práce, uvedla, že pouze malé části zaměstnanců (pod 10%) se náplň práce výrazně změnila v důsledku zavedení těchto technologií (Tabulka 4.14). Stejná situace je u přesunutí na jiné pracoviště, které se obvykle dotklo méně než 10% zaměstnanců (Tabulka 4.15 a 4.16), a které si obvykle nevyžadovalo změnu kvalifikace (Tabulka 4.17 a 4.18).

Tabulka 4.14: Rozložení odpovědí na otázku "Uveďte procentuální podíl zaměstnanců, kteří zůstali na původním pracovním místě, ale jejich náplň práce se výrazně změnila v důsledku zavedení robotických technologií." Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do robotických technologií. Sloupec Odhad = odpověď respondenta; Všichni = procentuální zastoupení odpovědí mezi všemi respondenty (tj. procento respondentů, kteří odpověděli tak, jak je udáno ve sloupci Odhad); Velikost <250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s méně než 250 zaměstnanci; Velikost ≥250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s alespoň 250 zaměstnanci; Produktivita práce = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami v dané kategorii produktivity práce – I. pod 18 Kč/hod, II. 18 - 181 Kč/hod, III. 182 - 308 Kč/hod, IV. 309 - 508 Kč/hod a V. nad 508 Kč/hod. Součet v každém sloupci je 100%.

Odhad	Všichni	Velikost		Produktivita práce				
		<250	≥250	I.	II.	III.	IV.	V.
0-10%	48.28	50.94	47.11	20	50	38.46	40.85	58.18
10-20%	18.39	5.66	23.97	40	0	23.08	21.13	16.36
20-30%	10.34	13.21	9.09	20	0	15.38	7.04	12.73
30-40%	5.17	5.66	4.96	0	25	7.69	7.04	1.82
40-50%	1.15	1.89	0.83	0	0	3.85	0	1.82
50-60%	5.75	5.66	5.79	0	25	3.85	4.23	7.27
60-70%	1.15	3.77	0	0	0	3.85	1.41	0
70-80%	5.17	7.55	4.13	20	0	0	8.45	1.82
80-90%	1.15	0	1.65	0	0	0	2.82	0
90-100%	3.45	5.66	2.48	0	0	3.85	7.04	0

Tabulka 4.15: Rozložení odpovědí na otázku “ Uveďte procentuální podíl zaměstnanců, kteří byli přesunuti na jiné pracoviště v důsledku zavedení robotických technologií” podle velikosti firmy a produktivity práce. Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do robotických technologií. Sloupec Odhad = odpověď respondenta; Všichni = procentuální zastoupení odpovědí mezi všemi respondenty (tj. procento respondentů, kteří odpověděli tak, jak je udáno ve sloupci Odhad); Velikost <250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s méně než 250 zaměstnanci; Velikost ≥250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s alespoň 250 zaměstnanci; Produktivita práce = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami v dané kategorii produktivity práce – I. pod 18 Kč/hod, II. 18 - 181 Kč/hod, III. 182 - 308 Kč/hod, IV. 309 - 508 Kč/hod a V. nad 508 Kč/hod. Součet v každém sloupci je 100%

Odhad	Všichni	Velikost		Produktivita práce				
		<250	≥250	I.	II.	III.	IV.	V.
0-10%	63.24	57.89	65.63	40	50	57.14	64	63.33
10-20%	19.46	17.54	20.31	40	0	25	17.33	21.67
20-30%	7.57	12.28	5.47	0	25	7.14	6.67	8.33
30-40%	4.86	7.02	3.91	20	0	3.57	8	1.67
40-50%	2.7	3.51	2.34	0	0	3.57	2.67	3.33
50-60%	0.54	0	0.78	0	0	3.57	0	0
60-70%	1.62	1.75	1.56	0	25	0	1.33	1.67
70-80%	—	—	—	—	—	—	—	—
80-90%	—	—	—	—	—	—	—	—
90-100%	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabulka 4.16: Rozložení odpovědí na otázku “ Uveďte procentuální podíl zaměstnanců, kteří byli přesunuti na jiné pracoviště v důsledku zavedení robotických technologií” podle NACE kapitol. Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do robotických technologií. Hodnoty v každém řádku se sčítají na 100%. Kódy: A Zemědělství; B Těžba a dobývání; C Zpracovatelský průmysl; D Výroba a rozvod elektřiny, plynu apod; E Zásobování vodou apod; F Stavebnictví; G Obchod; opravy a údržba motorových vozidel; H Doprava a skladování; I Ubytování, stravování, pohostinství; J Informační a komunikační činnosti; K Peněžnictví a pojišťovnictví; L Činnosti v oblasti nemovitostí; M Profesní, vědecké a technické činnosti; N Administrativní a podpůrné činnosti; O Veřejná správa a obrana; P Vzdělávání; Q Zdravotní a sociální péče; R Kulturní, zábavní a rekreační činnosti; S Ostatní činnosti.

	0-10%	10-20%	20-30%	30-40%	40-50%	50-60%	60-70%	70-80%	80-90%	≥90%
A	50	50	0	0	0	0	0	—	—	—
B	100	0	0	0	0	0	0	—	—	—
C	60.69	19.31	7.59	6.21	3.45	0.69	2.07	—	—	—
D	100	0	0	0	0	0	0	—	—	—
E	100	0	0	0	0	0	0	—	—	—
F	100	0	0	0	0	0	0	—	—	—
G	85.71	14.29	0	0	0	0	0	—	—	—
H	50	0	50	0	0	0	0	—	—	—
I	0	100	0	0	0	0	0	—	—	—
J	33.33	33.33	33.33	0	0	0	0	—	—	—
K	40	40	20	0	0	0	0	—	—	—
M	80	20	0	0	0	0	0	—	—	—
N	100	0	0	0	0	0	0	—	—	—
P	100	0	0	0	0	0	0	—	—	—
Q	100	0	0	0	0	0	0	—	—	—
S	100	0	0	0	0	0	0	—	—	—

Tabulka 4.17: Rozložení odpovědí na otázku "Jaká část výše zmíněných zaměstnanců musela projít zvýšením nebo změnou kvalifikace?" Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do robotických technologií. Sloupec Odhad = odpověď respondenta; Všichni = procentuální zastoupení odpovědí mezi všemi respondenty (tj. procento respondentů, kteří odpověděli tak, jak je udáno ve sloupci Odhad); Velikost <250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s méně než 250 zaměstnanci; Velikost ≥250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s alespoň 250 zaměstnanci; Produktivita práce = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami v dané kategorii produktivity práce – I. pod 18 Kč/hod, II. 18 - 181 Kč/hod, III. 182 - 308 Kč/hod, IV. 309 - 508 Kč/hod a V. nad 508 Kč/hod. Součet v každém sloupci je 100%.

Odhad	Všichni	Velikost		Produktivita práce				
		<250	≥250	I.	II.	III.	IV.	V.
0-10%	50.43	41.94	53.57	33.33	66.67	31.58	56	50
10-20%	21.74	22.58	21.43	33.33	33.33	36.84	16	21.05
20-30%	6.09	9.68	4.76	0	0	5.26	8	5.26
30-40%	6.09	6.45	5.95	33.33	0	0	6	7.89
40-50%	0.87	0	1.19	0	0	0	2	0
50-60%	5.22	6.45	4.76	0	0	10.53	6	2.63
60-70%	1.74	3.23	1.19	0	0	0	2	2.63
70-80%	6.96	6.45	7.14	0	0	15.79	4	7.89
80-90%	0.87	3.23	0	0	0	0	0	2.63
90-100%	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabulka 4.18: Rozložení odpovědí na otázku " Jaká část výše zmíněných zaměstnanců musela projít zvýšením nebo změnou kvalifikace?" podle NACE kapitol. Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do robotických technologií. Hodnoty v každém řádku se sčítají na 100%. Kódy: A Zemědělství; B Těžba a dobývání; C Zpracovatelský průmysl; D Výroba a rozvod elektřiny, plynu apod; E Zásobování vodou apod; F Stavebnictví; G Obchod; opravy a údržba motorových vozidel; H Doprava a skladování; I Ubytování, stravování, pohostinství; J Informační a komunikační činnosti; K Peněžnictví a pojišťovnictví; L Činnosti v oblasti nemovitostí; M Profesní, vědecké a technické činnosti; N Administrativní a podpůrné činnosti; O Veřejná správa a obrana; P Vzdělávání; Q Zdravotní a sociální péče; R Kulturní, zábavní a rekreační činnosti; S Ostatní činnosti.

	0-10%	10-20%	20-30%	30-40%	40-50%	50-60%	60-70%	70-80%	80-90%	≥90%
A	0	100	0	0	0	0	0	0	0	—
C	51	21	7	7	1	5	1	6	1	—
G	100	0	0	0	0	0	0	0	0	—
H	0	0	0	0	0	0	0	100	0	—
I	50	50	0	0	0	0	0	0	0	—
J	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	0.00	—
K	66.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.33	0.00	0.00	—
M	33.33	33.33	0.00	0.00	0.00	33.33	0.00	0.00	0.00	—
N	50	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—

4.2.3 Propouštění kvůli robotizaci

Naše šetření ukazuje, že robotizace nevedla k výraznému snižování počtu zaměstnanců, což je v souladu např. s *European Manufacturing Survey*. Tabulka 4.19 a 4.20 ukazují, že naprostá většina respondentů ve všech kategoriích uvedla propouštění v intervalu 0 až 10%. Tento závěr potvrzuje i analýza v sekci 5.2.3 .

Tabulka 4.19: Rozložení odpovědí na otázku “ Uved'te procentuální podíl zaměstnanců, kterým byl ukončen pracovní poměr v důsledku zavedení robotických technologií” Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do robotických technologií. Sloupec Odhad = odpověď respondenta; Všichni = procentuální zastoupení odpovědí mezi všemi respondenty (tj. procento respondentů, kteří odpověděli tak, jak je udáno ve sloupci Odhad); Velikost <250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s méně než 250 zaměstnanci; Velikost ≥250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s alespoň 250 zaměstnanci; Produktivita práce = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami v dané kategorii produktivity práce – I. pod 18 Kč/hod, II. 18 - 181 Kč/hod, III. 182 - 308 Kč/hod, IV. 309 - 508 Kč/hod a V. nad 508 Kč/hod. Součet v každém sloupci je 100%.

Odhad	Všichni	Velikost		Produktivita práce				
		<250	≥250	I.	II.	III.	IV.	V.
0-10%	93.55	94.74	93.02	100	100	100	92	90.16
10-20%	4.3	5.26	3.88	0	0	0	6.67	4.92
20-30%	0.54	0	0.78	0	0	0	0	1.64
30-40%	0.54	0	0.78	0	0	0	0	1.64
40-50%	1.08	0	1.55	0	0	0	1.33	1.64
50-60%	—	—	—	—	—	—	—	—
60-70%	—	—	—	—	—	—	—	—
70-80%	—	—	—	—	—	—	—	—
80-90%	—	—	—	—	—	—	—	—
90-100%	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabulka 4.20: Rozložení odpovědí na otázku “ Uved'te procentuální podíl zaměstnanců, kterým byl ukončen pracovní poměr v důsledku zavedení robotických technologií” podle NACE kapitol. Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do robotických technologií. Hodnoty v každém řádku se sčítají na 100%. Kódy: A Zemědělství; B Těžba a dobývání; C Zpracovatelský průmysl; D Výroba a rozvod elektřiny, plynu apod; E Zásobování vodou apod; F Stavebnictví; G Obchod; opravy a údržba motorových vozidel; H Doprava a skladování; I Ubytování, stravování, pohostinství; J Informační a komunikační činnosti; K Peněžnictví a pojišťovnictví; L Činnosti v oblasti nemovitostí; M Profesní, vědecké a technické činnosti; N Administrativní a podpůrné činnosti; O Veřejná správa a obrana; P Vzdělávání; Q Zdravotní a sociální péče; R Kulturní, zábavní a rekreační činnosti; S Ostatní činnosti.

	0-10%	10-20%	20-30%	30-40%	40-50%	50-60%	60-70%	70-80%	80-90%	≥90%
A	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—
B	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—
C	92.47	4.79	0.68	0.68	1.37	—	—	—	—	—
D	66.67	33.33	0	0	0	—	—	—	—	—
E	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—
F	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—
G	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—
H	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—
I	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—
J	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—
K	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—
M	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—
N	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—
P	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—
Q	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—
S	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—

4.3 Automatizační technologie

4.3.1 Způsob a intenzita využití automatizačních technologií

Tabulka 4.21 u automatizace ukazuje podobné tendence jako Tabulka 4.9 u robotizace. I když koncentrace automatizačních technologií u větších a produktivnějších firem není tak výrazná jako u robotických řešení (viz Tabulka 4.2), využití automatizačních technologií je podobné mezi většími a menšími podniky. Automatizaci přibližně poloviny produkčního procesu uvedlo necelých 13% respondentů s méně než 250 zaměstnanci, což je dokonce více než cca 8% respondentů s 250 a více zaměstnanci. U vyšších intenzit automatizace je rozdíl mezi malými a většími firmami ještě menší: v obou kategoriích uvedlo necelých 6% respondentů, že automatizovali 80% až 90% výrobního procesu. Výraznější rozdíly pozorujeme u produktivity: například respondenti v rámci kategorie II., která obsahuje firmy od 18 do 181 Kč/hod, vždy uvedli méně než 50% automatizaci výrobního procesu. Naopak přes 4% nejproduktivnějších firem (kategorie V. nad 508 Kč/hod) uvedlo, že robotizovaly alespoň 90% výrobního procesu. Tyto vysoké míry automatice pozorujeme ve zpracovatelském průmyslu, výrobě a rozvodu energií a stavebnictví (viz Tabulka 4.22).

Tabulka 4.21: Rozložení odpovědí na otázku "Jaká část výrobního procesu ve Vaší firmě dle Vašeho odhadu využívá automatizační technologie?" Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do automatizačních technologií. Sloupec Odhad = odpověď respondenta; Všichni = procentuální zastoupení odpovědí mezi všemi respondenty (tj. procento respondentů, kteří odpověděli tak, jak je udáno ve sloupci Odhad); Velikost <250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s méně než 250 zaměstnanci; Velikost ≥250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s alespoň 250 zaměstnanci; Produktivita práce = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami v dané kategorii produktivity práce – I. pod 18 Kč/hod, II. 18 - 181 Kč/hod, III. 182 - 308 Kč/hod, IV. 309 - 508 Kč/hod a V. nad 508 Kč/hod. Součet v každém sloupci je 100%.

Odhad	Všichni	Velikost		Produktivita práce				
		<250	≥250	I.	II.	III.	IV.	V.
0-10%	13.13	14.89	11.86	7.69	14.29	10.64	10.66	14.66
10-20%	20.30	16.31	23.20	23.08	7.14	34.04	17.21	20.69
20-30%	16.72	17.73	15.98	30.77	35.71	12.77	11.48	18.1
30-40%	14.93	16.31	13.92	23.08	35.71	8.51	19.67	8.62
40-50%	6.57	7.09	6.19	7.69	7.14	8.51	4.92	7.76
50-60%	10.15	12.77	8.25	7.69	0	8.51	14.75	8.62
60-70%	5.37	5.67	5.15	0	0	6.38	5.74	6.03
70-80%	5.37	2.13	7.73	0	0	4.26	8.2	4.31
80-90%	5.07	5.67	4.64	0	0	2.13	6.56	6.9
90-100%	2.39	1.42	3.09	0	0	4.26	0.82	4.31

Tabulka 4.22: Procentuální zastoupení odpovědí na otázku "Jaká část výrobního procesu ve Vaší firmě dle Vašeho odhadu využívá automatizační technologie?" podle NACE kapitol. Hodnoty v každém řádku se sčítají na 100%. Kódy: A Zemědělství; B Těžba a dobývání; C Zpracovatelský průmysl; D Výroba a rozvod elektřiny, plynu apod; E Zásobování vodou apod; F Stavebnictví; G Obchod; opravy a údržba motorových vozidel; H Doprava a skladování; I Ubytování, stravování, pohostinství; J Informační a komunikační činnosti; K Peněžnictví a pojišťovnictví; L Činnosti v oblasti nemovitostí; M Profesní, vědecké a technické činnosti; N Administrativní a podpůrné činnosti; O Veřejná správa a obrana; P Vzdělávání; Q Zdravotní a sociální péče; R Kulturní, zábavní a rekreační činnosti; S Ostatní činnosti.

	0-10%	10-20%	20-30%	30-40%	40-50%	50-60%	60-70%	70-80%	80-90%	≥90%
A	38.46	23.08	15.38	0	15.38	7.69	0	0	0	0
B	33.33	66.67	0	0	0	0	0	0	0	0
C	10.55	19.27	14.22	17.43	6.42	11.93	5.5	5.96	5.96	2.75
D	40	20	0	0	0	0	0	0	20	20
E	0	50	0	0	0	25	25	0	0	0
F	9.09	18.18	27.27	18.18	9.09	0	9.09	0	0	9.09
G	23.33	20	23.33	10	10	10	0	3.33	0	0
H	14.29	28.57	14.29	14.29	0	0	0	14.29	14.29	0
I	0	33.33	0	0	0	33.33	0	33.33	0	0
J	16.67	0	16.67	0	16.67	0	33.33	0	16.67	0
K	7.69	15.38	30.77	30.77	0	0	7.69	7.69	0	0
M	0	0	44.44	0	11.11	22.22	11.11	0	11.11	0
N	0	40	0	40	0	0	0	20	0	0
P	66.67	0	33.33	0	0	0	0	0	0	0
Q	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
R	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabulka 4.23: Procentuální zastoupení odpovědí na otázku "Uveďte roky, kdy ve Vaší firmě došlo k významnějším nákupům automatizačních technologií" podle NACE kapitol. Hodnoty v každém řádku se sčítají na 100%. Kódy: A Zemědělství; B Těžba a dobývání; C Zpracovatelský průmysl; D Výroba a rozvod elektřiny, plynu apod; E Zásobování vodou apod; F Stavebnictví; G Obchod; opravy a údržba motorových vozidel; H Doprava a skladování; I Ubytování, stravování, pohostinství; J Informační a komunikační činnosti; K Peněžnictví a pojišťovnictví; L Činnosti v oblasti nemovitostí; M Profesní, vědecké a technické činnosti; N Administrativní a podpůrné činnosti; O Veřejná správa a obrana; P Vzdělávání; Q Zdravotní a sociální péče; R Kulturní, zábavní a rekreační činnosti; S Ostatní činnosti. Údaje v kategoriích L, O, R chybí, jelikož žádný z respondentů v těchto sektorů neuvedl zavedení robotických řešení, viz Tabulka 4.5.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
A	7.69	3.85	3.85	0.00	0.00	3.85	7.69	3.85	11.54	26.92	30.77
B	0.00	0.00	0.00	16.67	8.33	8.33	8.33	25.00	16.67	8.33	8.33
C	4.51	4.81	3.31	5.26	5.11	7.22	9.17	10.08	14.44	18.95	17.14
D	0.00	5.00	0.00	5.00	10.00	10.00	15.00	20.00	15.00	10.00	10.00
E	20.00	10.00	0.00	0.00	10.00	20.00	20.00	10.00	0.00	0.00	10.00
F	4.76	0.00	9.52	4.76	4.76	9.52	9.52	4.76	4.76	23.81	23.81
G	5.00	1.67	1.67	3.33	8.33	6.67	11.67	6.67	13.33	18.33	23.33
H	0.00	0.00	16.67	0.00	0.00	0.00	0.00	8.33	8.33	16.67	50.00
I	0.00	18.18	0.00	9.09	0.00	0.00	9.09	9.09	18.18	9.09	27.27
J	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.56	11.11	11.11	22.22	22.22	27.78
K	3.33	0.00	3.33	6.67	3.33	3.33	3.33	10.00	26.67	20.00	20.00
M	7.89	5.26	2.63	2.63	2.63	5.26	10.53	18.42	13.16	15.79	15.79
N	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35	13.04	21.74	8.70	13.04	17.39
P	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	7.69	15.38	15.38
Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	66.67	33.33

R	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00
S	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	25.00	50.00

Tabulka 4.24: Procentuální zastoupení odpovědí na otázku "Uveďte roky, kdy ve Vaší firmě došlo k významnějším nákupům automatizačních technologií" podle krajů. Hodnoty v řádcích se sčítají do 100%.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Hl.m.Praha	2.87	2.87	3.45	3.45	4.60	5.75	9.20	13.22	14.94	16.67	22.99
Jihomoravský	4.40	4.40	4.40	4.40	7.69	7.69	7.69	6.59	14.29	18.68	19.78
Jihočeský	3.03	1.52	1.52	6.06	1.52	7.58	10.61	12.12	13.64	21.21	21.21
Karlovarský	0.00	5.26	5.26	5.26	5.26	10.53	10.53	10.53	15.79	15.79	15.79
Královéhrad.	5.56	13.89	2.78	0.00	0.00	0.00	0.00	2.78	19.44	33.33	22.22
Liberecký	4.55	4.55	4.55	9.09	0.00	0.00	4.55	9.09	13.64	22.73	27.27
Moravskosl.	5.19	5.19	3.90	6.49	6.49	10.39	12.99	11.69	10.39	15.58	11.69
Olomoucký	6.67	4.44	4.44	6.67	11.11	11.11	11.11	8.89	11.11	11.11	13.33
Pardubický	6.58	2.63	2.63	9.21	9.21	6.58	3.95	10.53	14.47	21.05	13.16
Plzeňský	5.63	5.63	5.63	5.63	8.45	8.45	11.27	9.86	11.27	15.49	12.68
Středočeský	5.06	7.59	0.00	2.53	1.27	6.33	10.13	13.92	13.92	20.25	18.99
Vysočina	3.33	3.33	1.67	3.33	5.00	3.33	10.00	10.00	15.00	20.00	25.00
Zlínský	5.17	5.17	3.45	1.72	3.45	8.62	13.79	8.62	15.52	15.52	18.97
Ústecký	2.63	2.63	2.63	5.26	0.00	10.53	15.79	10.53	18.42	21.05	10.53

Tabulka 4.25: Procentuální zastoupení odpovědí na otázku "Uveďte roky, kdy ve Vaší firmě došlo k významnějším nákupům automatizačních technologií" podle velikosti a produktivity práce. Hodnoty v každém řádku se sčítají na 100%. Kódy: Vel. = velikost dle počtu zaměstnanců, PP = produktivita práce v korunách na odpracovanou hodinu. PP se člení do pěti kategorií: I. pod 18 Kč/hod, II. 18 - 181 Kč/hod, III. 182 - 308 Kč/hod, IV. 309 - 508 Kč/hod a V. nad 508 Kč/hod.

	Kateg.	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Vel.:	<250	5.71	3.60	2.70	4.20	4.80	7.51	9.61	9.91	12.01	18.62	21.32
	≥250	3.94	4.72	3.62	5.20	5.04	6.61	9.13	10.71	15.28	18.43	17.32
PP:	I.	3.13	3.13	3.13	0.00	0.00	12.50	18.75	15.63	15.63	9.38	18.75
	II.	6.67	6.67	6.67	6.67	3.33	6.67	10.00	10.00	6.67	16.67	20.00
	III.	7.63	7.63	1.69	5.93	4.24	4.24	6.78	10.17	16.10	18.64	16.95
	IV.	4.46	3.94	3.41	4.72	6.30	7.09	9.97	9.71	14.17	19.16	17.06
	V.	3.14	4.00	3.14	4.57	4.57	7.43	9.14	11.14	14.00	18.57	20.29

Z našich výsledků (viz Tabulky 4.23-4.25) vyplývá, že zavádění automatizačních technologií je rovnoměrněji rozloženo v sledovaném období nežli zavádění robotických technologií. Rozdíly mezi nejproduktivnějšími firmami a firmami s nejnižší produktivitou práce jsou také mnohem méně markantní (srov. Tab. 4.25 a 4.12).

Tabulka 4.26: Rozložení odpovědí na otázku "Uveďte procentuální podíl investic do pořízení automatizačních technologií z celkových investic ve Vašem podniku v posledních 10 letech" Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do automatizačních technologií. Sloupec Odhad = odpověď respondenta; Všichni = procentuální zastoupení odpovědí mezi všemi respondenty (tj. procento respondentů, kteří odpověděli tak, jak je udáno ve sloupci Odhad); Velikost <250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s méně než 250 zaměstnanci; Velikost ≥250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s alespoň 250 zaměstnanci; Produktivita práce = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami v dané kategorii produktivity práce – I. pod 18 Kč/hod, II. 18 - 181 Kč/hod, III. 182 - 308 Kč/hod, IV. 309 - 508 Kč/hod a V. nad 508 Kč/hod. Součet v každém sloupci je 100%.

Odhad	Všichni	Velikost		Produktivita práce				
		<250	≥250	I.	II.	III.	IV.	V.
0-10%	22.96	24.29	21.99	16.67	23.08	10.64	21.49	25.22
10-20%	19.34	16.43	21.47	33.33	38.46	23.4	15.7	20
20-30%	19.94	17.86	21.47	16.67	0	23.4	19.83	22.61
30-40%	11.18	10.71	11.52	0	15.38	17.02	6.61	13.91
40-50%	6.04	6.43	5.76	8.33	0	6.38	6.61	5.22
50-60%	6.65	9.29	4.71	8.33	7.69	8.51	9.92	2.61
60-70%	6.04	7.14	5.24	8.33	7.69	4.26	8.26	4.35
70-80%	2.11	1.43	2.62	0	7.69	0	2.48	2.61
80-90%	3.93	4.29	3.66	8.33	0	4.26	6.61	1.74
90-100%	1.81	2.14	1.57	0	0	2.13	2.48	1.74

4.3.2 Dopady automatizace na zaměstnance

Podobně jako v případě robotů, zavádění automatizačních technologií na českém trhu přineslo dle hlášení zaměstnavatelů jen mírné změny pro zaměstnance pracující pro firmy P4. Velká část firem, bez ohledu na velikost a produktivitu práce, uvedla, že pouze malé části zaměstnanců (pod 10%) se náplň práce výrazně změnila v důsledku zavedení těchto technologií (Tabulka 4.27). Stejná situace je u přesunutí na jiné pracoviště, co se obvykle dotklo méně než 10% zaměstnanců (Tabulka 4.28 a 4.29), které si obvykle nevyžadovalo změnu kvalifikace (Tabulky 4.30 a 4.31).

Tabulka 4.27: Rozložení odpovědí na otázku "Uveďte procentuální podíl zaměstnanců, kteří zůstali na původním pracovním místě, ale jejich náplň práce se výrazně změnila v důsledku zavedení automatizačních technologií:" Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do automatizačních technologií. Sloupec Odhad = odpověď respondenta; Všichni = procento respondentů, kteří odpověděli tak, jak je udáno ve sloupci Odhad; Velikost <250 = procentuální zastoupení mezi firmami s méně než 250 zaměstnanci; atd.; Produktivita práce = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami v dané kategorii produktivity práce – I. pod 18 Kč/hod, II. 18 - 181 Kč/hod, III. 182 - 308 Kč/hod, IV. 309 - 508 Kč/hod a V. nad 508 Kč/hod. Součet v každém sloupci je 100%.

Odhad	Všichni	Velikost		Produktivita práce				
		<250	≥250	I.	II.	III.	IV.	V.
0-10%	33.64	32.14	34.74	33.33	46.15	25.53	31.4	34.78
10-20%	25.76	25.71	25.79	16.67	15.38	42.55	28.93	20
20-30%	13.03	12.86	13.16	25	7.69	14.89	10.74	13.04
30-40%	4.55	5	4.21	0	7.69	2.13	4.13	6.96
40-50%	3.64	3.57	3.68	0	7.69	0	2.48	5.22
50-60%	5.15	6.43	4.21	0	7.69	6.38	5.79	5.22
60-70%	0.91	0	1.58	0	0	0	2.48	0
70-80%	2.42	3.57	1.58	8.33	0	0	2.48	1.74
80-90%	3.03	2.86	3.16	0	0	2.13	3.31	4.35
90-100%	7.88	7.86	7.89	16.67	7.69	6.38	8.26	8.7

Tabulka 4.28: Rozložení odpovědí na otázku " Uved'te procentuální podíl zaměstnanců, kteří byli přesunuti na jiné pracoviště v důsledku zavedení automatizačních technologií" podle velikosti firmy a produktivity práce. Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do robotických technologií. Sloupec Odhad = odpověď respondenta; Všichni = procentuální zastoupení odpovědí mezi všemi respondenty (tj. procento respondentů, kteří odpověděli tak, jak je udáno ve sloupci Odhad); Velikost <250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s méně než 250 zaměstnanci; Velikost ≥250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s alespoň 250 zaměstnanci; Produktivita práce = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami v dané kategorii produktivity práce – I. pod 18 Kč/hod, II. 18 - 181 Kč/hod, III. 182 - 308 Kč/hod, IV. 309 - 508 Kč/hod a V. nad 508 Kč/hod. Součet v každém sloupci je 100%

Odhad	Všichni	Velikost		Produktivita práce				
		<250	≥250	I.	II.	III.	IV.	V.
0-10%	67.58	67.14	67.89	58.33	61.54	74.47	63.64	69.57
10-20%	18.48	19.29	17.89	25	15.38	14.89	21.49	17.39
20-30%	6.67	9.29	4.74	0	15.38	8.51	5.79	5.22
30-40%	3.03	2.86	3.16	8.33	0	2.13	3.31	3.48
40-50%	0.61	0	1.05	0	0	0	0.83	0.87
50-60%	1.82	0	3.16	8.33	0	0	2.48	1.74
60-70%	0.61	1.43	0	0	7.69	0	0.83	0
70-80%	—	—	—	—	—	—	—	—
80-90%	0.3	0	0.53	0	0	0	0.83	0
90-100%	0.91	0	1.58	0	0	0	0.83	1.74

Tabulka 4.29: Rozložení odpovědí na otázku "Uved'te procentuální podíl zaměstnanců, kteří byli přesunuti na jiné pracoviště v důsledku zavedení automatizačních technologií" podle NACE kapitol. Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do automatizačních technologií. Hodnoty v řádcích sčítají na 100%. Kódy: A Zemědělství; B Těžba a dobývání; C Zpracovatelský průmysl; D Výroba a rozvod elektřiny, plynu apod; E Zásobování vodou apod; F Stavebnictví; G Obchod; opravy a údržba motorových vozidel; H Doprava a skladování; I Ubytování, stravování, pohostinství; J Informační a komunikační činnosti; K Peněžnictví a pojišťovnictví; L Činnosti v oblasti nemovitostí; M Profesní, vědecké a technické činnosti; N Administrativní a podpůrné činnosti; O Veřejná správa a obrana; P Vzdělávání; Q Zdravotní a sociální péče; R Kulturní, zábavní a rekreační činnosti; S Ostatní činnosti.

	0-10%	10-20%	20-30%	30-40%	40-50%	50-60%	60-70%	70-80%	80-90%	≥90%
A	92.31	0	0	0	0	7.69	0	—	0	0
B	66.67	33.33	0	0	0	0	0	—	0	0
C	62.79	19.53	7.91	3.72	0.93	2.33	0.93	—	0.47	1.4
D	100	0	0	0	0	0	0	—	0	0
E	75	25	0	0	0	0	0	—	0	0
F	81.82	18.18	0	0	0	0	0	—	0	0
G	75	17.86	7.14	0	0	0	0	—	0	0
H	71.43	14.29	0	14.29	0	0	0	—	0	0
I	66.67	33.33	0	0	0	0	0	—	0	0
J	50	16.67	16.67	16.67	0	0	0	—	0	0
K	61.54	30.77	7.69	0	0	0	0	—	0	0
M	66.67	33.33	0	0	0	0	0	—	0	0
N	80	0	20	0	0	0	0	—	0	0
P	100	0	0	0	0	0	0	—	0	0
Q	100	0	0	0	0	0	0	—	0	0
R	100	0	0	0	0	0	0	—	0	0
S	100	0	0	0	0	0	0	—	0	0

Tabulka 4.30: Rozložení odpovědí na otázku "Jaká část výše zmíněných zaměstnanců musela projít zvýšením nebo změnou kvalifikace?" Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do automatizačních technologií. Sloupec Odhad = odpověď respondenta; Všichni = procentuální zastoupení odpovědí mezi všemi respondenty (tj. procento respondentů, kteří odpověděli tak, jak je udáno ve sloupci Odhad); Velikost <250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s méně než 250 zaměstnanci; Velikost ≥250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s alespoň 250 zaměstnanci; Produktivita práce = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami v dané kategorii produktivity práce – I. pod 18 Kč/hod, II. 18 - 181 Kč/hod, III. 182 - 308 Kč/hod, IV. 309 - 508 Kč/hod a V. nad 508 Kč/hod. Součet v každém sloupci je 100%.

Odhad	Všichni	Velikost		Produktivita práce				
		<250	≥250	I.	II.	III.	IV.	V.
0-10%	44.12	47.3	42.31	42.86	57.14	43.75	35	52.17
10-20%	18.63	16.22	20	14.29	14.29	18.75	22.5	15.94
20-30%	7.35	10.81	5.38	14.29	28.57	0	11.25	4.35
30-40%	4.9	5.41	4.62	28.57	0	6.25	5	2.9
40-50%	1.47	0	2.31	0	0	3.13	1.25	0
50-60%	7.84	8.11	7.69	0	0	9.38	11.25	4.35
60-70%	0.49	0	0.77	0	0	3.13	0	0
70-80%	2.45	4.05	1.54	0	0	6.25	2.5	1.45
80-90%	3.92	1.35	5.38	0	0	6.25	2.5	4.35
90-100%	8.82	6.76	10	0	0	3.13	8.75	14.49

Tabulka 4.31: Rozložení odpovědí na otázku " Jaká část výše zmíněných zaměstnanců musela projít zvýšením nebo změnou kvalifikace?" podle NACE kapitol. Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do automatizačních technologií. Hodnoty v každém řádku se sčítají na 100%. Kódy: A Zemědělství; B Těžba a dobývání; C Zpracovatelský průmysl; D Výroba a rozvod elektřiny, plynu apod; E Zásobování vodou apod; F Stavebnictví; G Obchod; opravy a údržba motorových vozidel; H Doprava a skladování; I Ubytování, stravování, pohostinství; J Informační a komunikační činnosti; K Peněžnictví a pojišťovnictví; L Činnosti v oblasti nemovitostí; M Profesní, vědecké a technické činnosti; N Administrativní a podpůrné činnosti; O Veřejná správa a obrana; P Vzdělávání; Q Zdravotní a sociální péče; R Kulturní, zábavní a rekreační činnosti; S Ostatní činnosti.

	0-10%	10-20%	20-30%	30-40%	40-50%	50-60%	60-70%	70-80%	80-90%	≥90%
A	50	50	0	0	0	0	0	0	0	—
B	100	0	0	0	0	0	0	0	0	—
C	44.59	18.47	8.28	5.73	1.27	7.64	0.64	1.91	2.55	—
D	100	0	0	0	0	0	0	0	0	—
E	50	50	0	0	0	0	0	0	0	—
F	75	0	12.5	0	0	0	0	0	0	—
G	30	20	10	0	0	20	0	0	10	—
H	50	0	0	0	0	0	0	0	50	—
I	0	100	0	0	0	0	0	0	0	—
J	0	0	0	25	0	0	0	25	25	—
K	37.5	12.5	0	0	12.5	12.5	0	12.5	12.5	—
M	0	50	0	0	0	25	0	0	0	—
N	50	50	0	0	0	0	0	0	0	—
R	100	0	0	0	0	0	0	0	0	—

4.3.3 Propouštění kvůli automatizaci

Výsledky tohoto šetření neukazují, že by zavádění automatizačních řešení vedlo k výraznému snižování počtu zaměstnanců, ačkoli se zde objevilo více firem, které

uvedly vyšší míry propouštění. Nicméně Tabulky 4.32 a 4.33 ukazují, že naprostá většina respondentů ve všech kategoriích uvedla propouštění v intervalu do 10%. Model rozdílů v rozdílech rovněž potvrzuje toto tvrzení, viz zejména sekce 5.2.3 .

Tabulka 4.32: Rozložení odpovědí na otázku “ Uved'te procentuální podíl zaměstnanců, kterým byl ukončen pracovní poměr v důsledku zavedení automatizačních technologií” Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do automatizačních technologií. Sloupec Odhad = odpověď respondenta; Všichni = procentuální zastoupení odpovědí mezi všemi respondenty (tj. procento respondentů, kteří odpověděli tak, jak je udáno ve sloupci Odhad); Velikost <250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s méně než 250 zaměstnanci; Velikost ≥250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s alespoň 250 zaměstnanci; Produktivita práce = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami v dané kategorii produktivity práce – I. pod 18 Kč/hod, II. 18 - 181 Kč/hod, III. 182 - 308 Kč/hod, IV. 309 - 508 Kč/hod a V. nad 508 Kč/hod. Součet v každém sloupci je 100%.

Odhad	Velikost			Produktivita práce				
	Všichni	<250	≥250	I.	II.	III.	IV.	V.
0-10%	93.03	92.86	93.16	91.67	100	97.87	92.56	92.17
10-20%	4.24	5	3.68	0	0	0	6.61	3.48
20-30%	1.52	2.14	1.05	8.33	0	2.13	0.83	0.87
30-40%	—	—	—	—	—	—	—	—
40-50%	0.61	0	1.05	0	0	0	0	1.74
50-60%	0.61	0	1.05	0	0	0	0	1.74
60-100%	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabulka 4.33: Rozložení odpovědí na otázku “ Uved'te procentuální podíl zaměstnanců, kterým byl ukončen pracovní poměr v důsledku zavedení automatizačních technologií” podle NACE kapitol. Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do automatizačních technologií. Hodnoty v každém řádku se sčítají na 100%. Kódy: A Zemědělství; B Těžba a dobývání; C Zpracovatelský průmysl; D Výroba a rozvod elektřiny, plynu apod; E Zásobování vodou apod; F Stavebnictví; G Obchod; opravy a údržba motorových vozidel; H Doprava a skladování; I Ubytování, stravování, pohostinství; J Informační a komunikační činnosti; K Peněžnictví a pojišťovnictví; L Činnosti v oblasti nemovitostí; M Profesní, vědecké a technické činnosti; N Administrativní a podpůrné činnosti; O Veřejná správa a obrana; P Vzdělávání; Q Zdravotní a sociální péče; R Kulturní, zábavní a rekreační činnosti; S Ostatní činnosti.

	0-10%	10-20%	20-30%	30-40%	40-50%	50-60%	60-70%	70-80%	80-90%	≥90%
A	100	0	0	—	0	0	—	—	—	—
B	100	0	0	—	0	0	—	—	—	—
C	93.49	3.72	1.86	—	0.47	0.47	—	—	—	—
D	100	0	0	—	0	0	—	—	—	—
E	75	0	0	—	0	25	—	—	—	—
F	90.91	9.09	0	—	0	0	—	—	—	—
G	89.29	7.14	0	—	3.57	0	—	—	—	—
H	100	0	0	—	0	0	—	—	—	—
I	100	0	0	—	0	0	—	—	—	—
J	83.33	16.67	0	—	0	0	—	—	—	—
K	84.62	7.69	7.69	—	0	0	—	—	—	—
M	88.89	11.11	0	—	0	0	—	—	—	—
N	100	0	0	—	0	0	—	—	—	—
P	100	0	0	—	0	0	—	—	—	—
Q	100	0	0	—	0	0	—	—	—	—
R	100	0	0	—	0	0	—	—	—	—
S	100	0	0	—	0	0	—	—	—	—

4.4 Umělá inteligence

4.4.1 Způsob a intenzita využití umělé inteligence (AI)

Využití umělé inteligence se více podobá využití robotických než automatizačních technologií (srov. Tabulky, 4,34 4.21, a 4.9). Intenzita využití umělé inteligence je doménou produktivnějších firem, ačkoli rozdíly mezi malými a velkými firmami nehrají tak výraznou roli. Podobně jako u robotických či automatizačních řešení, zavedení AI technologií do přibližně poloviny produkčního procesu uvedlo cca 7% respondentů s méně než 250 zaměstnanci a mírně přes 8% respondentů s 250 a více zaměstnanci. U vyšších intenzit využití AI, výsledky poněkud kolísají: žádný z respondentů v kategorii pod 250 zaměstnanců neuvedl zavedení AI do 80%-90% výrobního procesu, zatímco přes 4% respondentů nad 250 zaměstnanců spadá do této kategorie. Kolísání je možným důsledkem relativní vzácnosti zavádění AI na českém trhu. Zde pouze 226 respondentů uvedlo, že tato řešení zavedli. Výraznější rozdíly pozorujeme u produktivity: například respondenti v rámci kategorie II., která obsahuje firmy od 18 do 181 Kč/hod, vždy uvedli, že méně než 30% výrobního procesu využívá AI. Naopak přes 2% nejproduktivnějších firem (kategorie V. nad 508 Kč/hod) uvedlo, že využívá AI v alespoň 90% výrobního procesu. Tyto vysoké míry pozorujeme ve zpracovatelském průmyslu (NACE kapitola C) a ve finančních službách (Tabulka 4.35).

Tabulka 4.34: Rozložení odpovědí na otázku "Jaká část výrobního procesu ve Vaší firmě dle Vašeho odhadu využívá AI technologie?" Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do AI technologií. Sloupec Odhad = odpověď respondenta; Všichni = procentuální zastoupení odpovědí mezi všemi respondenty (tj. procento respondentů, kteří odpověděli tak, jak je udáno ve sloupci Odhad); Velikost <250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s méně než 250 zaměstnanci; Velikost ≥250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s alespoň 250 zaměstnanci; Produktivita práce = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami v dané kategorii produktivity práce – I. pod 18 Kč/hod, II. 18 - 181 Kč/hod, III. 182 - 308 Kč/hod, IV. 309 - 508 Kč/hod a V. nad 508 Kč/hod. Součet v každém sloupci je 100%.

Odhad	Všichni	Velikost		Produktivita práce				
		<250	≥250	I.	II.	III.	IV.	V.
0-10%	40.35	33.33	44.44	20	0	50	45	37.78
10-20%	23.68	33.33	18.06	60	50	25	20	22.22
20-30%	8.77	9.52	8.33	20	50	12.5	7.5	6.67
30-40%	3.51	2.38	4.17	0	0	12.5	5	2.22
40-50%	1.75	0	2.78	0	0	0	2.5	2.22
50-60%	7.89	7.14	8.33	0	0	0	10	8.89
60-70%	6.14	7.14	5.56	0	0	0	7.5	8.89
70-80%	2.63	4.76	1.39	0	0	0	0	2.22
80-90%	2.63	0	4.17	0	0	0	0	6.67
90-100%	2.63	2.38	2.78	0	0	0	2.5	2.22

Tabulka 4.35: Procentuální zastoupení odpovědí na otázku "Jaká část výrobního procesu ve Vaší firmě dle Vašeho odhadu využívá AI technologie?" podle NACE kapitol. Hodnoty v každém řádku se sčítají na 100%. Kódy: A Zemědělství; B Těžba a dobývání; C Zpracovatelský průmysl; D Výroba a rozvod elektřiny, plynu apod; E Zásobování vodou apod; F Stavebnictví; G Obchod; opravy a údržba motorových vozidel; H Doprava a skladování; I Ubytování, stravování, pohostinství; J Informační a komunikační činnosti; K Peněžnictví a pojišťovnictví; L Činnosti v oblasti nemovitostí; M Profesní, vědecké a technické činnosti; N Administrativní a podpůrné činnosti; O Veřejná správa a obrana; P Vzdělávání; Q Zdravotní a sociální péče; R Kulturní, zábavní a rekreační činnosti; S Ostatní činnosti.

	0-10%	10-20%	20-30%	30-40%	40-50%	50-60%	60-70%	70-80%	80-90%	≥90%
A	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
C	44.64	16.07	14.29	3.57	1.79	8.93	5.36	0	1.79	3.57
D	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	50	0	0	0	50	0	0	0	0
F	25	50	0	0	0	0	25	0	0	0
G	22.22	44.44	11.11	0	0	0	11.11	0	11.11	0
H	14.29	28.57	14.29	0	14.29	28.57	0	0	0	0
J	42.86	14.29	0	14.29	0	0	14.29	14.29	0	0
K	33.33	33.33	0	0	0	0	0	22.22	0	11.11
M	44.44	33.33	0	0	0	0	11.11	0	11.11	0
N	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0
P	50	0	0	0	0	50	0	0	0	0
Q	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0
R	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabulka 4.36: Procentuální zastoupení odpovědí na otázku "Uveďte roky, kdy ve Vaší firmě došlo k významnějším nákupům AI technologií" podle NACE kapitol. Hodnoty v každém řádku se sčítají na 100%. Kódy: A Zemědělství; B Těžba a dobývání; C Zpracovatelský průmysl; D Výroba a rozvod elektřiny, plynu apod; E Zásobování vodou apod; F Stavebnictví; G Obchod; opravy a údržba motorových vozidel; H Doprava a skladování; I Ubytování, stravování, pohostinství; J Informační a komunikační činnosti; K Peněžnictví a pojišťovnictví; L Činnosti v oblasti nemovitostí; M Profesní, vědecké a technické činnosti; N Administrativní a podpůrné činnosti; O Veřejná správa a obrana; P Vzdělávání; Q Zdravotní a sociální péče; R Kulturní, zábavní a rekreační činnosti; S Ostatní činnosti. Údaje v kategoriích L, O, R chybí, jelikož žádný z respondentů v těchto sektorech neuvedl zavedení robotických řešení, viz Tabulka 4.5.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	50.00
C	2.65	1.77	1.77	0.88	5.31	4.42	5.31	7.96	15.93	23.89	30.09
D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.67	33.33	50.00
E	25.00	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.00	25.00
F	0.00	0.00	0.00	14.29	0.00	0.00	14.29	14.29	0.00	14.29	42.86
G	0.00	4.76	4.76	0.00	9.52	14.29	4.76	9.52	14.29	14.29	23.81
H	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	10.00	0.00	40.00	30.00
J	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.67	13.33	20.00	20.00	40.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.29	14.29	21.43	50.00
M	0.00	0.00	0.00	5.56	0.00	0.00	22.22	5.56	22.22	22.22	22.22
N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00
P	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	16.67	8.33
Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
R	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00

Tabulka 4.37: Procentuální zastoupení odpovědí na otázku "Uveďte roky, kdy ve Vaší firmě došlo k významnějším nákupům AI technologií" podle krajů. Hodnoty v každém řádku se sčítají na 100%.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Hl.m.Praha	1.85	1.85	0.00	1.85	3.70	1.85	3.70	7.41	18.52	22.22	37.04
Jihomorav.	0.00	5.00	0.00	0.00	10.00	15.00	5.00	15.00	10.00	10.00	30.00
Jihočeský	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.67	0.00	0.00	0.00	33.33	50.00
Karlovarský	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50	12.50	25.00	25.00	25.00
Královéhr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.33	33.33	33.33
Liberecký	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
Moravskosl.	0.00	0.00	0.00	6.25	0.00	6.25	18.75	12.50	0.00	18.75	37.50
Olomoucký	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50	37.50	50.00
Pardubický	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50	0.00	0.00	0.00	25.00	37.50	25.00
Plzeňský	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	4.55	9.09	9.09	4.55	22.73	27.27
Středočeský	18.18	9.09	18.18	0.00	0.00	9.09	9.09	9.09	9.09	9.09	9.09
Vysočina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.22	22.22	55.56
Zlínský	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	25.00
Ústecký	7.69	0.00	0.00	0.00	7.69	0.00	0.00	0.00	23.08	38.46	23.08

Tabulka 4.38: Procentuální zastoupení odpovědí na otázku "Uveďte roky, kdy ve Vaší firmě došlo k významnějším nákupům automatizačních technologií" podle velikosti a produktivity práce. Hodnoty v každém řádku se sčítají na 100%. Kódy: Vel. = velikost dle počtu zaměstnanců, PP = produktivita práce v korunách na odpracovanou hodinu. PP se člení do pěti kategorií: I. pod 18 Kč/hod, II. 18 - 181 Kč/hod, III. 182 - 308 Kč/hod, IV. 309 - 508 Kč/hod a V. nad 508 Kč/hod.

	Kateg.	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Vel.:	<250	0.00	2.78	2.78	1.39	4.17	2.78	11.11	9.72	11.11	20.83	33.33
	≥250	3.90	1.95	1.30	1.95	3.90	5.19	4.55	7.79	16.23	23.38	29.87
PP:	I.	0.00	0.00	0.00	11.11	0.00	11.11	11.11	22.22	0.00	22.22	22.22
	II.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
	III.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.14	0.00	7.14	14.29	28.57	42.86
	IV.	0.00	2.70	1.35	0.00	2.70	2.70	6.76	5.41	14.86	25.68	37.84
	V.	5.21	2.08	2.08	2.08	6.25	5.21	5.21	9.38	14.58	19.79	28.13

Z našich výsledků (Tabulka 4.36, Tabulka 4.37 a Tabulka 4.38) vyplývá, že AI technologie nejdříve zavedly ty nejproduktivnější firmy, zejména ve zpracovatelském průmyslu (NACE kategorie C) z něhož pochází plných 50% respondentů, kteří uvedli zavedení umělé inteligence (113 pozorování). U ostatních, vzácněji zastoupených odvětví je vyvozování závěrů mnohem méně jisté. Nicméně se zdá, že podobně jako u robotických technologií, zavádění AI je nedávný fenomén, a to ve všech odvětvích i krajích.

Tabulka 4.39: Rozložení odpovědí na otázku "Uved'te procentuální podíl investic do pořízení AI technologií z celkových investic ve Vašem podniku v posledních 10 letech" Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do AI technologií. Sloupec Odhad = odpověď respondenta; Všichni = procentuální zastoupení odpovědí mezi všemi respondenty (tj. procento respondentů, kteří odpověděli tak, jak je udáno ve sloupci Odhad); Velikost <250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s méně než 250 zaměstnanci; Velikost ≥250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s alespoň 250 zaměstnanci; Produktivita práce = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami v dané kategorii produktivity práce – I. pod 18 Kč/hod, II. 18 - 181 Kč/hod, III. 182 - 308 Kč/hod, IV. 309 - 508 Kč/hod a V. nad 508 Kč/hod. Součet v každém sloupci je 100%.

Odhad	Všichni	Velikost		Produktivita práce				
		<250	≥250	I.	II.	III.	IV.	V.
0-10%	51.35	39.02	58.57	40	0	75	50	52.27
10-20%	21.62	29.27	17.14	20	100	12.5	17.5	20.45
20-30%	8.11	7.32	8.57	20	0	0	12.5	6.82
30-40%	8.11	9.76	7.14	0	0	12.5	10	6.82
40-50%	3.6	4.88	2.86	0	0	0	5	4.55
50-60%	2.7	2.44	2.86	20	0	0	0	4.55
60-70%	1.8	0	2.86	0	0	0	0	2.27
70-80%	0.9	2.44	0	0	0	0	0	2.27
80-90%	—	—	—	—	—	—	—	—
90-100%	1.8	4.88	0	0	0	0	5	0

4.4.2 Dopady umělé inteligence na zaměstnance

V případě zavádění umělé inteligence na českém trhu jsou dopady na zaměstnance pracující pro firmy P4 markantnější. Změny v náplni práce u 30 – 40% zaměstnanců kvůli AI uvedlo více než 11% respondentů s nejvyšší produktivitou práce (Tabulka 4.40). Situace u přesunutí na jiné pracoviště je podobná jako u robotizace (Tabulka 4.41 a Tabulka 4.42). Došlo k častějším změnám kvalifikace (Tabulka 4.43 a Tabulka 4.44).

Tabulka 4.40: Rozložení odpovědí na otázku "Uved'te procentuální podíl zaměstnanců, kteří zůstali na původním pracovním místě, ale jejich náplň práce se výrazně změnila v důsledku zavedení AI technologií." Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do AI technologií. Sloupec Odhad = odpověď respondenta; Všichni = procentuální zastoupení odpovědí mezi všemi respondenty (tj. procento respondentů, kteří odpověděli tak, jak je udáno ve sloupci Odhad); Velikost <250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s méně než 250 zaměstnanci; Velikost ≥250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s alespoň 250 zaměstnanci; Produktivita práce = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami v dané kategorii produktivity práce – I. pod 18 Kč/hod, II. 18 - 181 Kč/hod, III. 182 - 308 Kč/hod, IV. 309 - 508 Kč/hod a V. nad 508 Kč/hod. Součet v každém sloupci je 100%.

Odhad	Všichni	Velikost		Produktivita práce				
		<250	≥250	I.	II.	III.	IV.	V.
0-10%	51.35	43.9	55.71	60	100	37.5	50	43.18
10-20%	7.21	7.32	7.14	0	0	12.5	10	6.82
20-30%	9.91	12.2	8.57	0	0	25	10	9.09
30-40%	8.11	7.32	8.57	0	0	0	10	11.36
40-50%	2.7	0	4.29	0	0	0	2.5	4.55
50-60%	1.8	2.44	1.43	0	0	0	2.5	2.27
60-70%	0.9	0	1.43	0	0	0	0	2.27
70-80%	0.9	2.44	0	20	0	0	0	0
80-90%	0.9	2.44	0	0	0	0	0	2.27
90-100%	16.22	21.95	12.86	20	0	25	15	18.18

Tabulka 4.41: Rozložení odpovědí na otázku " Uved'te procentuální podíl zaměstnanců, kteří byli přesunuti na jiné pracoviště v důsledku zavedení AI technologií" podle velikosti firmy a produktivity práce. Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do AI technologií. Sloupec Odhad = odpověď respondenta; Všichni = procentuální zastoupení odpovědí mezi všemi respondenty (tj. procento respondentů, kteří odpověděli tak, jak je udáno ve sloupci Odhad); Velikost <250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s méně než 250 zaměstnanci; Velikost ≥250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s alespoň 250 zaměstnanci; Produktivita práce = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami v dané kategorii produktivity práce – I. pod 18 Kč/hod, II. 18 - 181 Kč/hod, III. 182 - 308 Kč/hod, IV. 309 - 508 Kč/hod a V. nad 508 Kč/hod. Součet v každém sloupci je 100%

Odhad	Všichni	Velikost			Produktivita práce				
		<250	≥250		I.	II.	III.	IV.	V.
0-10%	87.39	87.8	87.14		80	100	100	85	86.36
10-20%	4.5	4.88	4.29		0	0	0	10	0
20-30%	3.6	4.88	2.86		0	0	0	2.5	6.82
30-40%	2.7	2.44	2.86		20	0	0	0	4.55
40-50%	1.8	0	2.86		0	0	0	2.5	2.27
50-60%	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60-70%	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70-80%	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80-90%	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90-100%	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabulka 4.42: Rozložení odpovědí na otázku " Uved'te procentuální podíl zaměstnanců, kteří byli přesunuti na jiné pracoviště v důsledku zavedení AI technologií" podle NACE kapitol. Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do AI technologií. Hodnoty v každém řádku se sčítají na 100%. Kódy: A Zemědělství; B Těžba a dobývání; C Zpracovatelský průmysl; D Výroba a rozvod elektřiny, plynu apod; E Zásobování vodou apod; F Stavebnictví; G Obchod; opravy a údržba motorových vozidel; H Doprava a skladování; I Ubytování, stravování, pohostinství; J Informační a komunikační činnosti; K Peněžnictví a pojišťovnictví; L Činnosti v oblasti nemovitostí; M Profesní, vědecké a technické činnosti; N Administrativní a podpůrné činnosti; O Veřejná správa a obrana; P Vzdělávání; Q Zdravotní a sociální péče; R Kulturní, zábavní a rekreační činnosti; S Ostatní činnosti.

	0-10%	10-20%	20-30%	30-40%	40-50%	50-60%	60-70%	70-80%	80-90%	≥90%
A	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—
C	85.45	5.45	1.82	3.64	3.64	—	—	—	—	—
D	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—
E	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—
F	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—
G	88.89	11.11	0	0	0	—	—	—	—	—
H	83.33	0	16.67	0	0	—	—	—	—	—
J	71.43	0	14.29	14.29	0	—	—	—	—	—
K	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—
M	88.89	0	11.11	0	0	—	—	—	—	—
N	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—
P	50	50	0	0	0	—	—	—	—	—
Q	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—
R	100	0	0	0	0	—	—	—	—	—

Tabulka 4.43: Rozložení odpovědí na otázku "Jaká část výše zmíněných zaměstnanců musela projít zvýšením nebo změnou kvalifikace?" Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do AI technologií. Sloupec Odhad

= odpověď respondenta; Všichni = procentuální zastoupení odpovědí mezi všemi respondenty (tj. procento respondentů, kteří odpověděli tak, jak je udáno ve sloupci Odhad); Velikost <250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s méně než 250 zaměstnanci; Velikost ≥250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s alespoň 250 zaměstnanci; Produktivita práce = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami v dané kategorii produktivity práce – I. pod 18 Kč/hod, II. 18 - 181 Kč/hod, III. 182 - 308 Kč/hod, IV. 309 - 508 Kč/hod a V. nad 508 Kč/hod. Součet v každém sloupci je 100%.

Odhad	Všichni	Velikost		Produktivita práce				
		<250	≥250	I.	II.	III.	IV.	V.
0-10%	28.13	27.27	28.57	0	—	0	15.38	28.57
10-20%	12.5	9.09	14.29	0	—	0	30.77	0
20-30%	9.38	18.18	4.76	0	—	0	23.08	0
30-40%	18.75	18.18	19.05	100	—	0	15.38	21.43
40-50%	3.13	0	4.76	0	—	0	0	7.14
50-60%	—	—	—	—	—	—	—	—
60-70%	3.13	9.09	0	0	—	0	7.69	0
70-80%	3.13	0	4.76	0	—	0	0	7.14
80-90%	9.38	9.09	9.52	0	—	100	0	14.29
90-100%	12.5	9.09	14.29	0	—	0	7.69	21.43

Tabulka 4.44: Rozložení odpovědí na otázku " Jaká část výše zmíněných zaměstnanců musela projít zvýšením nebo změnou kvalifikace?" podle NACE kapitol. Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do AI technologií. Hodnoty v každém řádku se sčítají na 100%. Kódy: A Zemědělství; B Těžba a dobývání; C Zpracovatelský průmysl; D Výroba a rozvod elektřiny, plynu apod; E Zásobování vodou apod; F Stavebnictví; G Obchod; opravy a údržba motorových vozidel; H Doprava a skladování; I Ubytování, stravování, pohostinství; J Informační a komunikační činnosti; K Peněžnictví a pojišťovnictví; L Činnosti v oblasti nemovitostí; M Profesní, vědecké a technické činnosti; N Administrativní a podpůrné činnosti; O Veřejná správa a obrana; P Vzdělávání; Q Zdravotní a sociální péče; R Kulturní, zábavní a rekreační činnosti; S Ostatní činnosti.

	0-10%	10-20%	20-30%	30-40%	40-50%	50-60%	60-70%	70-80%	80-90%	≥90%
							—			15.7
C	15.79	21.05	5.26	21.05	5.26	5.26		5.26	5.26	9
E	100	0	0	0	0	0	—	0	0	0
F	0	0	100	0	0	0	—	0	0	0
G	100	0	0	0	0	0	—	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	—	0	100	0
J	0	0	0	50	0	0	—	0	50	0
K	50	0	50	0	0	0	—	0	0	0
M	0	0	0	50	0	0	—	0	0	50
P	100	0	0	0	0	0	—	0	0	0

4.4.3 Propouštění kvůli umělé inteligenci

Zavádění AI řešení se účinkem na propouštění podobá zavádění robotů. Tabulka 4.45 a Tabulka 4.46 ukazují, že většina firem je koncentrována v nejnižší skupině (propouštění méně než 10% zaměstnanců). Tato koncentrace je stabilní přes kategorizace firem dle velikosti, produktivity a odvětví.

Tabulka 4.45: Rozložení odpovědí na otázku “ Uveďte procentuální podíl zaměstnanců, kterým byl ukončen pracovní poměr v důsledku zavedení AI technologií” Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do AI technologií. Sloupec Odhad = odpověď respondenta; Všichni = procentuální zastoupení odpovědí mezi všemi respondenty (tj. procento respondentů, kteří odpověděli tak, jak je udáno ve sloupci Odhad); Velikost <250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s méně než 250 zaměstnanci; Velikost ≥250 = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami s alespoň 250 zaměstnanci; Produktivita práce = procentuální zastoupení odpovědí mezi firmami v dané kategorii produktivity práce – I. pod 18 Kč/hod, II. 18 - 181 Kč/hod, III. 182 - 308 Kč/hod, IV. 309 - 508 Kč/hod a V. nad 508 Kč/hod. Součet v každém sloupci je 100%.

Odhad	Všichni	Velikost		Produktivita práce				
		<250	≥250	I.	II.	III.	IV.	V.
0-10%	93.69	95.12	92.86	100	100	100	90	93.18
10-20%	3.6	2.44	4.29	0	0	0	7.5	2.27
20-30%	0.9	2.44	0	0	0	0	2.5	0
30-40%	1.8	0	2.86	0	0	0	0	4.55
40-50%	—	—	—	—	—	—	—	—
50-60%	—	—	—	—	—	—	—	—
60-70%	—	—	—	—	—	—	—	—
70-80%	—	—	—	—	—	—	—	—
80-90%	—	—	—	—	—	—	—	—
90-100%	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabulka 4.46: Rozložení odpovědí na otázku “ Uveďte procentuální podíl zaměstnanců, kterým byl ukončen pracovní poměr v důsledku zavedení AI technologií” podle NACE kapitol. Tabulka obsahuje pouze respondenty, kteří uvedli, že investovali do AI technologií. Hodnoty v každém řádku se sčítají na 100%. Kódy: A Zemědělství; B Těžba a dobývání; C Zpracovatelský průmysl; D Výroba a rozvod elektřiny, plynu apod; E Zásobování vodou apod; F Stavebnictví; G Obchod; opravy a údržba motorových vozidel; H Doprava a skladování; I Ubytování, stravování, pohostinství; J Informační a komunikační činnosti; K Peněžnictví a pojišťovnictví; L Činnosti v oblasti nemovitostí; M Profesní, vědecké a technické činnosti; N Administrativní a podpůrné činnosti; O Veřejná správa a obrana; P Vzdělávání; Q Zdravotní a sociální péče; R Kulturní, zábavní a rekreační činnosti; S Ostatní činnosti.

	0-10%	10-20%	20-30%	30-40%	40-50%	50-60%	60-70%	70-80%	80-90%	≥90%
A	100	0	0	0	—	—	—	—	—	—
C	90.91	5.45	1.82	1.82	—	—	—	—	—	—
D	100	0	0	0	—	—	—	—	—	—
E	100	0	0	0	—	—	—	—	—	—
F	100	0	0	0	—	—	—	—	—	—
G	100	0	0	0	—	—	—	—	—	—
H	100	0	0	0	—	—	—	—	—	—
J	85.71	0	0	14.29	—	—	—	—	—	—
K	100	0	0	0	—	—	—	—	—	—
M	88.89	11.11	0	0	—	—	—	—	—	—
N	100	0	0	0	—	—	—	—	—	—
P	100	0	0	0	—	—	—	—	—	—
Q	100	0	0	0	—	—	—	—	—	—
R	100	0	0	0	—	—	—	—	—	—

5 Indikátory polarizace českých podniků v návaznosti na technologické inovace: Analýza rozdílů v rozdílech

Výše jsme ukázali, že výběrové šetření přineslo data blížící se reprezentativnímu vzorku českých ekonomických subjektů, což nyní umožňuje analyzovat výsledky šetření a generalizovat je pro celou Českou republiku. Tato část se bude věnovat porovnání podniků, které (alespoň částečně) inovovaly své produkční procesy a přistoupily tak k Průmyslu 4.0 a podniků používajících klasické produkční procesy. Pro zjednodušení terminologie je zde zavedeno označení „podniky P4“ (podniky Průmysl 4.0) pro ekonomické subjekty, které v dotazníku odpověděly kladně na otázky týkající se zavádění automatizačních postupů, robotických technologií či umělé inteligence. Pro firmy, které neimplementovaly tato inovativní řešení, budeme používat označení „podniky P3“.

5.1 Metodika

Jednoduché srovnání například průměrného počtu zaměstnanců mezi podniky P3 a P4 nemusí vypovídat o dopadu zavedení technologií spojených s Průmyslem 4.0. Může se zde jednat o efekt selekce: pokud např. pouze větší či ex ante produktivnější firmy disponují dostatečným kapitálem, aby mohly investovat do nákupu či vývoje nových produkčních technologií, pak rozdíl v průměrném počtu zaměstnanců bude svědčit o tom, které subjekty si mohly dovolit zavedení nových technologií, a nepůjde tedy pouze o efekt zavedení nových technologií.

Aby bylo možné určit míru polarizace způsobenou zaváděním nových technologií, tj. míru polarizace mezi firmami, které se drží klasických produkčních procesů, a těmi, které zavádějí technologické inovace, použijeme metodu takzvaných „rozdílů v rozdílech“ (difference-in-differences), která je často používána pro zjištění dopadu intervencí (Potluka & Špaček, 2013). Jde o panelovou regresi metodou nejmenších čtverců (ordinary least squares, OLS), ve které se provádí projekce závisle proměnné (např. počet zaměstnanců ve firmě) na časový trend, indikátor intervence (P4) a konstantu, která je v modelu pro každý subjekt zvlášť. Časový trend odstraní vlivy, které zasahují celou ekonomiku – například cykly boomu a krize, případně inflaci a podobně. Konstanty pro každý subjekt naopak odstraní vlivy stabilních idiosynkratických faktorů, které se týkají jednotlivých firem, například organizační struktura či vlastnictví. Odstraněním účinků jak celonárodních tak i stabilních firemních faktorů dostaneme odhad účinku intervence (zavádění inovativních technologických řešení) bez toho, aby byl odhad kontaminován externími vlivy. Tato metoda předpokládá, že moment zavedení nových technologií není zároveň momentem, kdy se daná firma ocitla na změněné trajektorii i z jiných důvodů. Například změna CEO může změnit nejen zavádění nových technologií, ale i jiné aspekty ovlivňující úspěšnost firem a pak by tato metoda neuměla tyto efekty odlišit.

Formálně lze model rozdílů v rozdílech vyjádřit pomocí rovnice:

$$y_{it} = \alpha_i + \alpha_t + \beta_t \text{intervence}_{it} + \varepsilon_{it},$$

kde y_{it} je závisle proměnná pozorovaná u firmy i a v roce t ; α_i je konstanta pro subjekt, α_t je konstanta pro rok (dohromady všechny konstanty α_i zachytávají časový trend); $intervence_{it}$ je indikátor rovný jedné, zavedla-li firma i nové technologie do roku t a jinak $intervence_{it} = 0$; β_t je pak průměrný rozdíl v závislé proměnné v roce t mezi podniky P4 (adoptéry) a P3 (ne-adoptéry); nakonec ε_{it} jsou rezidua zachytávající složky závisle proměnné, které nelze vysvětlit modelem, jako jsou například změny ve vedení firmy (o kterých se předpokládá, že nejsou korelované s načasováním adopce P4). V těchto regresích nepoužíváme váhy, poněvadž váhy se vztahují na výběr firem do vzorku, ovšem v těchto regresích se nacházejí chybějící hodnoty za jednotlivé roky, a proto není možné váhy aplikovat. Navíc odborná literatura často nedoporučuje v regresních analýzách výběrové váhy používat, viz např. článek *What Are We Weighting For* (Solon, Haider, & Wooldridge, 2015).

Pro určení nejistoty spojené s odhadnutými hodnotami β_t počítáme shlukovanou verzi varianční-kovarianční matice (cluster-robust variance-covariance matrix), která uvolňuje předpoklad nezávislých a identicky rozložených reziduí (Cameron & Miller, 2015). Na rozdíl od klasické verze varianční-kovarianční matice, shlukovaná poskytuje korektní odhady nejistoty i v případech, kdy idiosynkratická firemní rezidua ε_{it} jsou navzájem korelovaná. K takovým případům může dojít například tehdy, kdy díky postupnému budování vztahů s dodavateli se firma stává produktivnější.

5.2 Výsledky

5.2.1 Produktivita práce

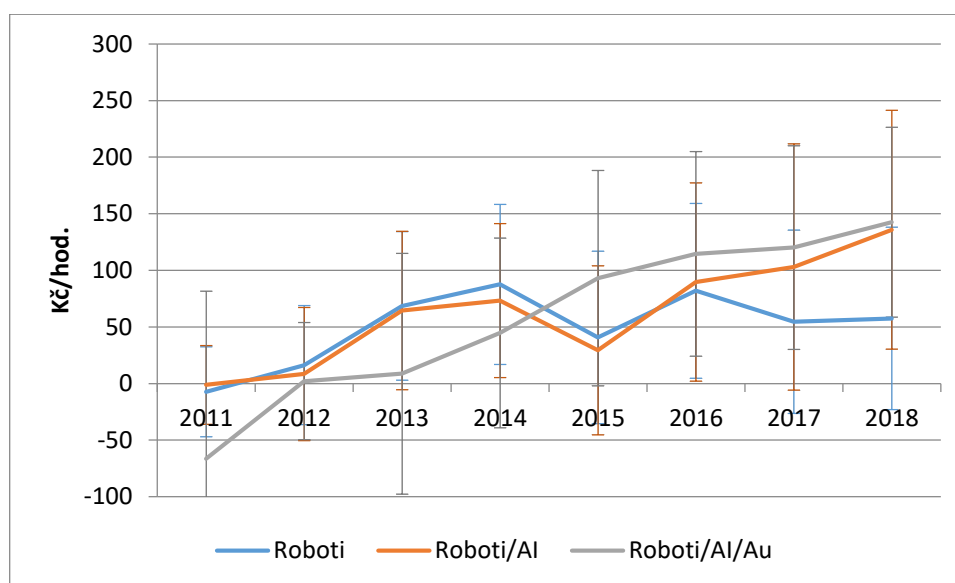
Produktivita práce je zde definována jako účetní přidaná hodnota ekonomického subjektu v daném roce vydělená počtem hodin odpracovaných zaměstnanými osobami v tomto ekonomickém subjektu v příslušném roce. Jde o klíčový ukazatel, který udává jak efektivně je firma schopná využít své lidské zdroje, protože čím větší je produktivita práce, tím větší přidanou hodnotu je firma schopná vyrobit s využitím stejné pracovní síly. Zavedení technických inovací by mělo zvýšit produktivitu práce, jelikož premisou Průmyslu 4.0 je zvýšit efektivitu produkčních procesů.⁹ Z výsledků (viz Tabulka 5.1 a Obr. 5.1) se jeví, že se na českém trhu opravdu začíná objevovat polarizace mezi podniky P3 a P4. U podniků, které zavedly robotické technologie či umělou inteligenci (Roboti/AI) pozorujeme soustavný nárůst produktivity v porovnání s firmami, které nezavedly ani jednu z těchto intervencí.

⁹ Výsledky šetření EIB (Ambrosio et al., 2020) však nenašly na českém trhu výraznější rozdíly mezi podniky P3 a P4.

Tabulka 5.1: Výsledky modelů rozdílů v rozdílech produktivity práce (Kč/odpracovaná hodina) pro efekty zavedení Robotických technologií (Roboti), Robotických technologií nebo umělé inteligence (Roboti/AI), Robotických, technologií, automatizačních technologií, nebo umělé inteligence (Roboti/AI/Au). Parametr „Efekt“ udává průměrný rozdíl mezi firmami, které intervenci zavedly do roku udaného v prvním sloupci a těmi, které intervenci do toho roku nezavedly. Počet pozorování: 7 334, p-hodnoty byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem (724 firem).

Rok	Roboti		Roboti/AI		Roboti/AI/Au	
	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod
2011	-7,3	0,718	-1,2	0,945	-66,4	0,380
2012	16,2	0,546	8,5	0,778	2,1	0,937
2013	68,6	0,040	64,6	0,071	8,7	0,873
2014	87,6	0,015	73,2	0,035	44,7	0,296
2015	40,6	0,296	29,3	0,441	93,0	0,055
2016	82,0	0,037	89,7	0,045	114,7	0,013
2017	54,6	0,187	103,0	0,064	120,1	0,009
2018	57,5	0,162	135,9	0,012	142,5	0,001

Obr. 5.1 Grafické vyjádření výsledků modelů rozdílů v rozdílech produktivity (95% intervaly spolehlivosti jsou označeny svislými úsečkami. Intervaly spolehlivosti byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.)



Ještě větší efekt je patrný u firem, které zavedly automatizační technologie, robotické technologie, nebo umělou inteligenci (Roboti/AI/Au). U těchto podniků je nárůst produktivity nejmarkantnější a také statisticky nejvýznamnější. V roce 2018 pracovníci v těchto podnicích vyprodukovali v průměru o přibližně 142 korun na hodinu více, než pracovníci firem, které nezavedly ani jednu z těchto intervencí (podniky P3).

Je vhodné připomenout, že tento efekt nelze připsat na vrub nepozorovaným stabilním rozdílům mezi podniky P3 a P4. Byly-li by podniky P4 celkově produktivnější než P3, pak by se tento rozdíl neukázal ve výsledcích výše, jelikož systematické rozdíly mezi firmami, které se v čase nemění, byly z dat odstraněny. Taktéž systematický růst produktivity firem P4 nelze brát jako důsledek celkového zlepšování produktivity v ekonomice, jelikož

trendy, které zasahují všechny firmy byly taktéž z dat odebrány. (Je samozřejmě možné, že velikost dopadů technologií se liší v konjunktúře a v hospodářské recesi, naše odhady ale nejsou ovlivněny měnící se agregátní produktivitou v průběhu hospodářského cyklu.) Výsledky mluví pouze o tom, jestli se v čase prohlubují rozdíly mezi firmami P4 a P3. Model ukazuje, že pokud firma alespoň částečně přistoupila k P4 (zavedla roboty, AI nebo automatizační řešení), pak její produktivita systematicky rostla v porovnání s firmou, která k P4 nepřistoupila vůbec, a dále naznačuje, že tento efekt je u nedávno zavedených inovací větší než u inovací zavedených před cca 10 lety.

Výsledky si rovněž nelze vysvětlit jako statistický šum, neboť p-hodnoty jsou od roku 2016 systematicky pod hranicí 0,1 a jelikož čím bližší je p-hodnota k nule, tím silnější je signál z dat v porovnání s nejistotou, která je s tímto signálem spojená. Jedinou výjimkou je případ, kdy se za P4 podniky berou pouze firmy, které zavedly jen roboty. Slabý datový signál je v tomto případě pochopitelný, jelikož zde firmy, které zavedly umělou inteligenci, ale roboty nikoli jsou považovány za P3, čím se zmenšují rozdíly mezi podniky P3 a P4. Naopak, pokud definujeme podniky P3 jako ty, které nezavedly ani jednu z intervencí, pak dostaneme výrazné pozitivní efekty, s p-hodnotami menšími než 0,01 (Tabulka 5.1, model Roboti/AI/Au pro roky 2017 a 2018).

Růst produktivity práce u P4 subjektů samozřejmě není překvapivý. Otázka je, do jaké míry je dán nahrazováním zaměstnanců technologií (snižováním počtu pracujících) a do jaké míry odpovídá růstu produktivity původní (zachované) skupiny pracujících. Těmto otázkám se věnujeme níže.

5.2.2 Přidaná hodnota

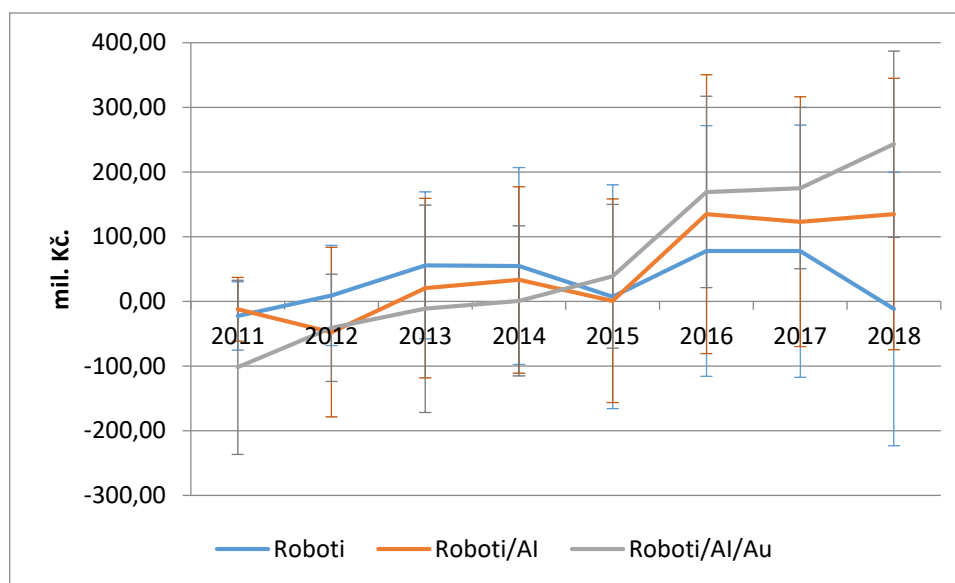
Přidaná hodnota je rozdíl mezi hodnotou meziproductů a hodnotou výstupů, která je absolutním ukazatelem ekonomické výkonnosti firmy. Zatímco produktivita práce ukazovala schopnost firmy efektivně využít své lidské zdroje, přidaná hodnota aproximuje velikost firmy, tj. její celkový růst.

U přidané hodnoty vidíme tentýž trend jako u produktivity práce, a to systematický růst polarizace mezi podniky P3 a P4, přičemž podniky, které adoptovaly alespoň jedno z inovativních řešení, vzrostly v přidané hodnotě nejvíce vůči svým P3 konkurentům. Ačkoli na začátku sledovaného období (mezi lety 2011 až 2014) se firmy P3 a P4 znatelně nelišily ve vývoji přidané hodnoty, v roce 2017 se průměrný rozdíl mezi nimi narostl na přibližně 175 milionů korun a tato mezera se v roce 2018 rozšířila až na 243 miliony korun.

Tabulka 5.2 Výsledky modelů rozdílů v rozdílech přidané hodnoty (mil Kč) pro efekty zavedení Robotických technologií (Roboti), Robotických technologií nebo umělé inteligence (Roboti/AI), Robotických, technologií, automatizačních technologií, nebo umělé inteligence (Roboti/AI/Au). Parametr „Efekt“ udává průměrný rozdíl mezi firmami, které intervenci zavedly do roku udaného v prvním sloupci a těmi, které intervenci do toho roku nezavedly. Počet pozorování: 7 634, p-hodnoty byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.

Rok	Roboti		Roboti/AI		Roboti/AI/Au	
	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod
2011	-22.8	0.397	-12.0	0.633	-102.0	0.138
2012	9.1	0.818	-47.7	0.476	-40.8	0.335
2013	55.5	0.339	20.4	0.773	-11.3	0.890
2014	54.7	0.481	33.2	0.651	0.6	0.991
2015	7.2	0.935	0.7	0.993	38.8	0.493
2016	78.0	0.430	135.0	0.220	169.0	0.025
2017	77.9	0.434	123.0	0.212	175.0	0.006
2018	-11.6	0.914	135.0	0.207	243.0	0.001

Obr. 5.2 Grafické vyjádření výsledků modelů rozdílů v rozdílech přidané hodnoty (95% intervaly spolehlivosti jsou označené svislými úsečkami. Interval spolehlivosti byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.)



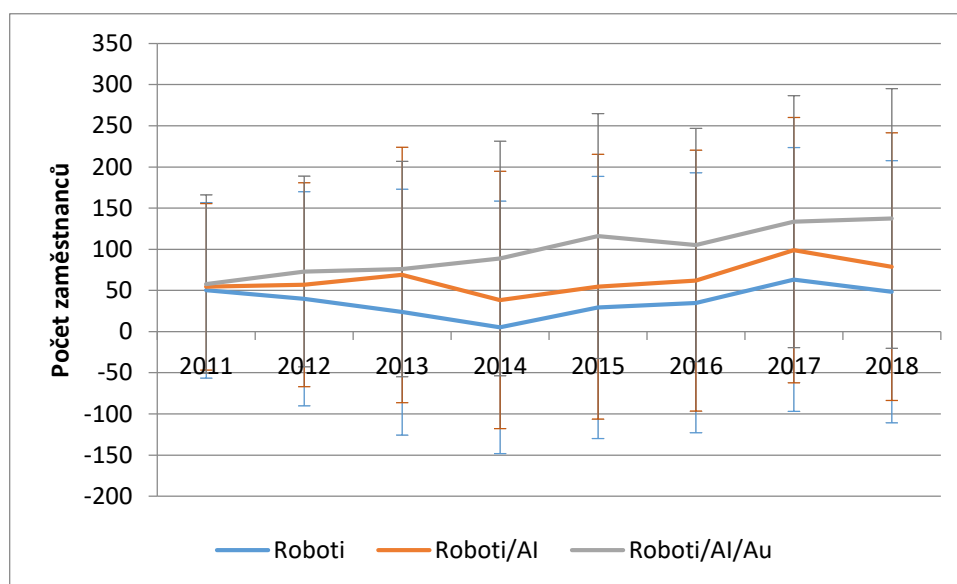
5.2.3 Počet zaměstnanců

U dopadů nástupu Průmyslu 4.0 je kritická otázka, zdali zavedení nových technologií vytlačuje z produkčního procesu lidskou práci. Výsledky z německého šetření (Dauth, Findeisen, Südekum, & Woessner, 2017) naznačují, že ve firmách P4 k propouštění stávající pracovní síly nedochází, jelikož tyto firmy přesouvají pracovníky na jiné pozice. Podobné závěry nabízí i šetření EIB (Ambrosio et al., 2020), ve kterém české firmy P4 uvedly dokonce větší nárůst počtu zaměstnanců než podniky P3.

Tabulka 5.3: Výsledky modelů rozdílů v rozdílech počtu zaměstnanců (ekvivalent plného úvazku) pro efekty zavedení Robotických technologií (Roboti), Robotických technologií nebo umělé inteligence (Roboti/AI), Robotických, technologií, automatizačních technologií, nebo umělé inteligence (Roboti/AI/Au). Parametr „Efekt“ udává průměrný rozdíl mezi firmami, které intervenci zavedly do roku udaného v prvním sloupci a těmi, které intervenci do toho roku nezavedly. Počet pozorování: 7 634, p-hodnoty byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.

Rok	Roboti		Roboti/AI		Roboti/AI/Au	
	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod
2011	50.245	0.355	54.483	0.291	57.757	0.296
2012	39.863	0.548	56.918	0.368	73.036	0.216
2013	23.808	0.755	68.945	0.384	75.945	0.256
2014	5.205	0.947	38.352	0.631	88.908	0.221
2015	29.458	0.717	54.723	0.505	116.071	0.126
2016	34.882	0.665	61.864	0.444	105.123	0.146
2017	63.340	0.439	99.080	0.228	133.397	0.087
2018	48.379	0.552	78.870	0.342	137.328	0.088

Obr. 5.3 Grafické vyjádření výsledků modelů rozdílů v rozdílech počtu zaměstnanců (95% intervaly spolehlivosti jsou označené svislými úsečkami. Interval spolehlivosti byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.)



Výsledky u českých podniků (Obrázek a Tabulka 5.3) jsou podobné jako v případě Německa: ani zde nepozorujeme pokles zaměstnanosti u P4 firem, dokonce je zde náznak růstu u podniků P4. Použijeme-li nejširší definici P4, tedy firmy, které zavedly alespoň jednu ze sledovaných technologií (roboty, automatizace, umělá inteligence), pak tyto firmy zaměstnaly v letech 2017 a 2018 o přibližně 130 zaměstnanců více nežli (jinak srovnatelné) firmy P3. Je zde na místě však podotknout, že tyto odhady jsou poněkud nepřesné. Nejistota spojená s těmito odhady je natolik velká, že skutečná hodnota změny zaměstnanosti se může pohybovat od cca -20 do +300 zaměstnanců. Zatímco dolní mez

tohoto intervalu by představovala ztrátu pracovních míst, horní by byla poměrně výrazný nárůst poptávky po nové pracovní síle.

Nejlepší interpretací těchto výsledků je patrně závěr, že nástup Průmyslu 4.0 nebyl zatím na českém trhu spojen se významnou změnou zaměstnanosti. Toto je i závěr šetření EMS prováděného pro Evropskou komisi (European Commission, 2016).

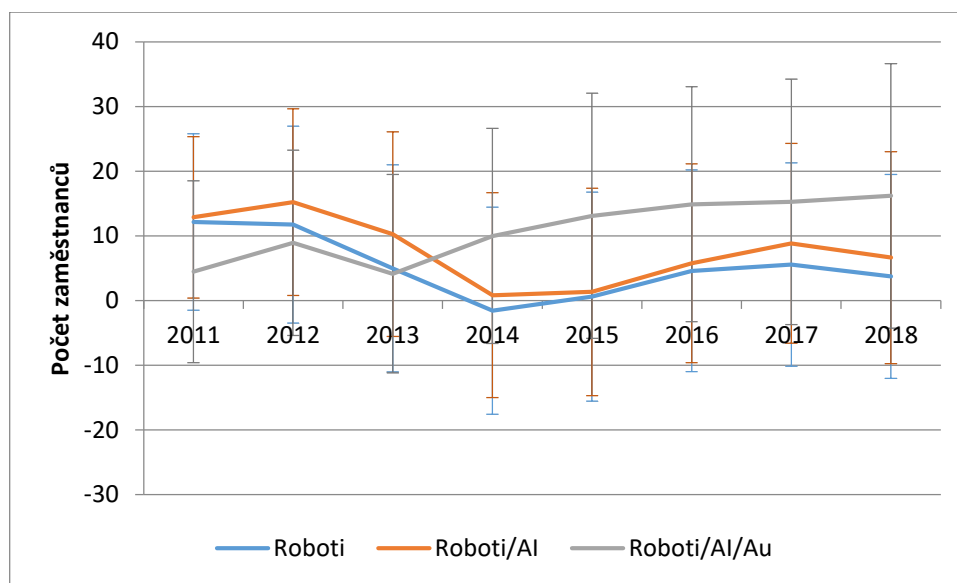
5.2.4 Počet zaměstnanců se základním vzděláním

Jedním z možných indikátorů změny pracovních kvalifikací v závislosti na zavedení technologií P4 je dosažené vzdělání. Pokud tyto technologie nahrazují rutinní činnosti, které si nevyžadují zvláštní kvalifikace, pak bychom měli pozorovat pokles počtu zaměstnanců se základním vzděláním.

Tabulka 5.4 Výsledky modelů rozdílů v rozdílech počtu zaměstnanců se základním vzděláním (ekvivalent plného úvazku) pro efekty zavedení Robotických technologií (Roboti), Robotických technologií nebo umělé inteligence (Roboti/AI), Robotických, technologií, automatizačních technologií, nebo umělé inteligence (Roboti/AI/Au). Parametr „Efekt“ udává průměrný rozdíl mezi firmami, které intervenci zavedly do roku udaného v prvním sloupci a těmi, které intervenci do toho roku nezavedly. Počet pozorování: 3 995, p-hodnoty byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.

Rok	Roboti		Roboti/AI		Roboti/AI/Au	
	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod
2011	12.158	0.080	12.876	0.043	4.446	0.535
2012	11.740	0.131	15.210	0.039	8.941	0.221
2013	4.964	0.543	10.265	0.203	4.137	0.597
2014	-1.572	0.847	0.821	0.919	9.981	0.240
2015	0.591	0.943	1.329	0.871	13.105	0.176
2016	4.590	0.564	5.756	0.462	14.874	0.109
2017	5.561	0.487	8.828	0.262	15.259	0.115
2018	3.722	0.643	6.631	0.427	16.188	0.121

Obr. 5.4: Grafické vyjádření výsledků modelů rozdílů v rozdílech počtu zaměstnanců se základním vzděláním (95% intervaly spolehlivosti jsou označeny svislými úsečkami. Intervaly spolehlivosti byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.)



Výsledky modelů rozdílů v rozdílech však neukazují zásadnější rozdíly, spíše se zdá, že podniky P4 zaměstnávaly více pracovníků se základním vzděláním než firmy P3. Jelikož tyto výsledky jsou zhusta nevýznamné (významnost byla dosažena pouze pro roky 2011 a 2012 v modelech Roboti a Roboti AI), je zde na místě zaujmout stanovisko, že Průmysl 4.0 neměl výraznější efekt na zaměstnávání lidí se základním vzděláním.

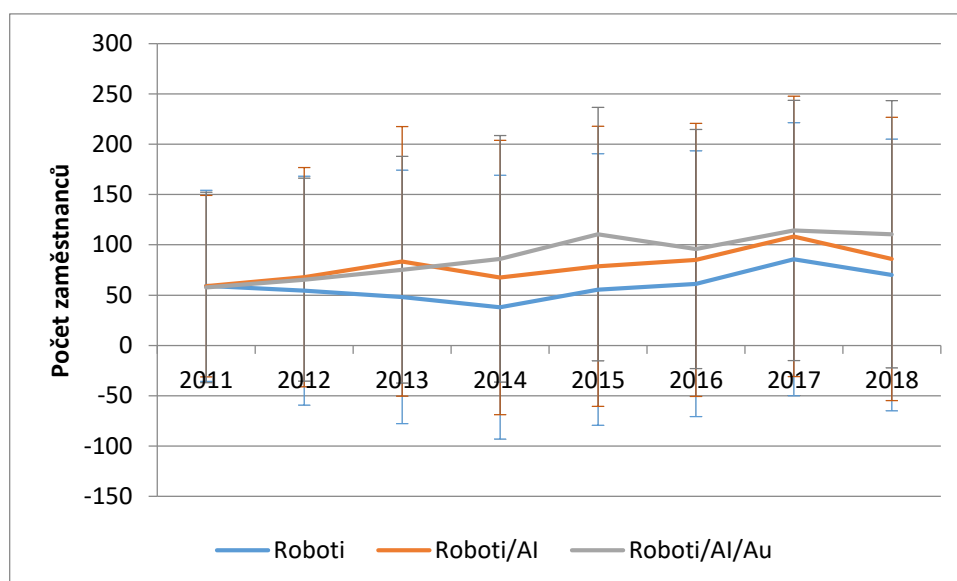
5.2.5 Počet zaměstnanců se středoškolským vzděláním

Výsledky pro zaměstnance se středoškolským vzděláním jsou podobné jako u těch se základním vzděláním, dokonce ještě méně statisticky významné. Data zde tedy neukazují rozdíly mezi podniky P4 a P3.

Tabulka 5.5 Výsledky modelů rozdílů v rozdílech počtu zaměstnanců se středoškolským vzděláním (ekvivalent plného úvazku) pro efekty zavedení Robotických technologií (Roboti), Robotických technologií nebo umělé inteligence (Roboti/AI), Robotických, technologií, automatizačních technologií, nebo umělé inteligence (Roboti/AI/Au). Parametr „Efekt“ udává průměrný rozdíl mezi firmami, které intervenci zavedly do roku udaného v prvním sloupci a těmi, které intervenci do toho roku nezavedly. Počet pozorování: 3 995, p-hodnoty byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.

Rok	Roboti		Roboti/AI		Roboti/AI/Au	
	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod
2011	59.412	0.220	58.979	0.200	57.666	0.232
2012	54.504	0.347	67.904	0.222	65.374	0.204
2013	48.201	0.454	83.544	0.221	75.217	0.191
2014	38.032	0.569	67.502	0.332	86.125	0.168
2015	55.553	0.419	78.595	0.268	110.643	0.085
2016	61.211	0.364	84.995	0.220	95.839	0.114
2017	85.686	0.216	108.397	0.127	114.415	0.083
2018	70.135	0.309	85.993	0.231	110.486	0.103

Obr. 5.5: Grafické vyjádření výsledků modelů rozdílů v rozdílech počtu zaměstnanců se středoškolským vzděláním (95% intervaly spolehlivosti jsou označené svislými úsečkami. Intervaly spolehlivosti byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.)



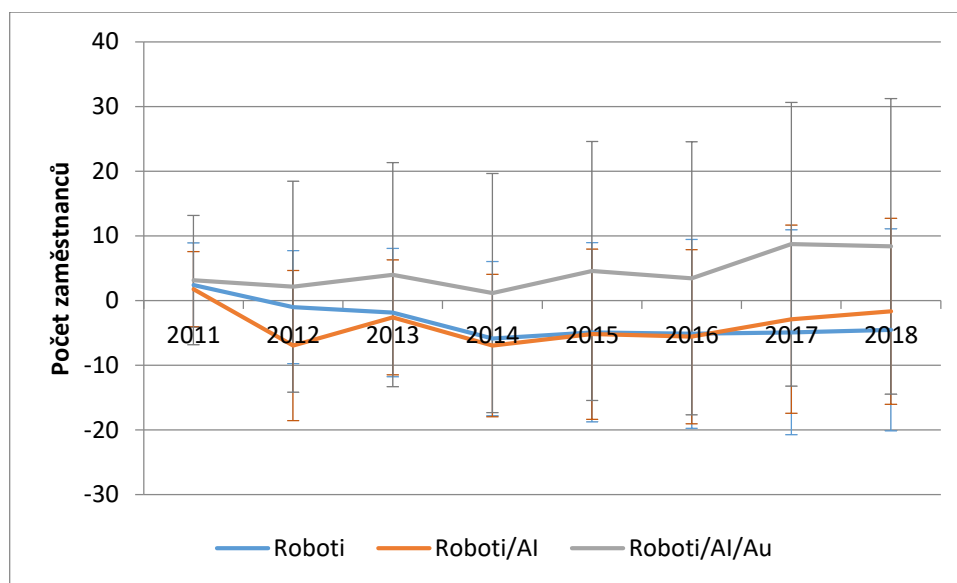
5.2.6 Počet zaměstnanců s vysokoškolským vzděláním

Situace u vysokoškolsky vzdělaných pracovníků je podobná jako u středoškolsky vzdělaných: není zde žádný statisticky významný rozdíl mezi podniky P3 a P4. Kompozice pracovní síly podle dosaženého vzdělání se podle tohoto šetření neměnila se zavedením nových technologií do výrobních procesů.

Tabulka 5.6 Výsledky modelů rozdílů v rozdílech počtu zaměstnanců s vysokoškolským vzděláním (ekvivalent plného úvazku) pro efekty zavedení Robotických technologií (Roboti), Robotických technologií nebo umělé inteligence (Roboti/AI), Robotických, technologií, automatizačních technologií, nebo umělé inteligence (Roboti/AI/Au). Parametr „Efekt“ udává průměrný rozdíl mezi firmami, které intervenci zavedly do roku udaného v prvním sloupci a těmi, které intervenci do toho roku nezavedly. Počet pozorování: 3 995, p-hodnoty byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.

Rok	Roboti		Roboti/AI		Roboti/AI/Au	
	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod
2011	2.377	0.475	1.740	0.558	3.150	0.537
2012	-1.024	0.818	-6.954	0.240	2.122	0.799
2013	-1.858	0.713	-2.617	0.563	3.987	0.652
2014	-5.896	0.333	-6.974	0.214	1.157	0.902
2015	-4.920	0.487	-5.206	0.439	4.565	0.655
2016	-5.146	0.490	-5.590	0.416	3.444	0.749
2017	-4.916	0.543	-2.902	0.696	8.716	0.436
2018	-4.546	0.569	-1.665	0.820	8.383	0.472

Obr. 5.6: Grafické vyjádření výsledků modelů rozdílů v rozdílech počtu zaměstnanců s vysokoškolským vzděláním (95% intervaly spolehlivosti jsou označené svislými úsečkami. Intervaly spolehlivosti byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.)



5.2.7 Počet zaměstnanců v ISCO kapitole 9

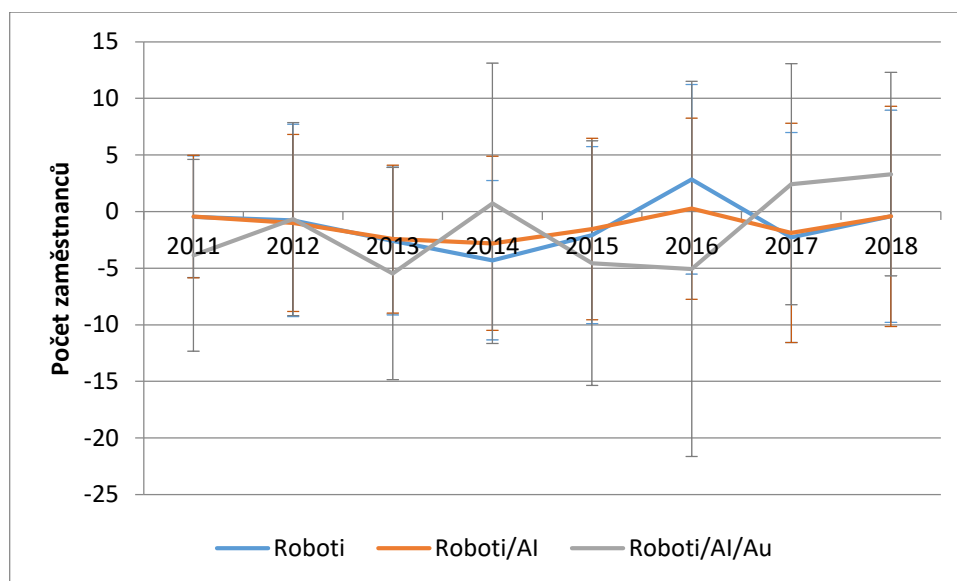
Jiným ukazatelem kompozice pracovní síly je členění dle ISCO kódů (*International Standard Classification of Occupations*), které popisují druh pracovní činnosti. Výsledky níže (Tabulka 5.7 a Obr. 5.7: Grafické vyjádření výsledků modelů rozdílů v rozdílech počtu zaměstnanců klasifikovaných v ISCO kapitole 9 (95% intervaly spolehlivosti jsou označené svislými úsečkami. Intervaly spolehlivosti byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.)) ukazují, že počty zaměstnanců v kapitole 9 (Pomocní a nekvalifikovaní pracovníci)¹⁰ zůstaly nezměněné navzdory zavedení nových technologií. Podobné výsledky platí také pro ostatní ISCO kapitoly.

Tabulka 5.7: Výsledky modelů rozdílů v rozdílech počtu zaměstnanců klasifikovaných v ISCO kapitole 9 (ekvivalent plného úvazku) pro efekty zavedení Robotických technologií (Roboti), Robotických technologií nebo umělé inteligence (Roboti/AI), Robotických, technologií, automatizačních technologií, nebo umělé inteligence (Roboti/AI/Au). Parametr „Efekt“ udává průměrný rozdíl mezi firmami, které intervenci zavedly do roku udaného v prvním sloupci a těmi, které intervenci do tohoto roku nezavedly. Počet pozorování: 3 995, p-hodnoty byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.

Rok	Roboti		Roboti/AI		Roboti/AI/Au	
	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod
2011	-0.462	0.866	-0.440	0.873	-3.848	0.373
2012	-0.779	0.857	-1.003	0.801	-0.663	0.879
2013	-2.594	0.436	-2.430	0.467	-5.468	0.253
2014	-4.300	0.231	-2.804	0.475	0.726	0.908
2015	-2.076	0.603	-1.551	0.705	-4.560	0.408
2016	2.846	0.505	0.264	0.949	-5.065	0.549
2017	-2.286	0.629	-1.878	0.704	2.425	0.655
2018	-0.402	0.933	-0.419	0.933	3.304	0.471

¹⁰ https://www.czso.cz/csu/czso/klasifikace_zamestnani_-cz_isco-

Obr. 5.7: Grafické vyjádření výsledků modelů rozdílů v rozdílech počtu zaměstnanců klasifikovaných v ISCO kapitole 9 (95% intervaly spolehlivosti jsou označeny svislými úsečkami. Intervaly spolehlivosti byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.)



5.2.8 Hrubá měsíční mzda

V sekci 5.2.3 jsme ukázali, že podniky P4 v porovnání s (jinak srovnatelnými) podniky P3 zaměstnávaly v průměru o 137 zaměstnanců více, ačkoli nejistota spojená s tímto odhadem byla poměrně značná. Je tedy na místě si položit návaznou otázku, za jakých podmínek tito zaměstnanci pracují. Jedním z primárních ekonomických ukazatelů týkajících se podmínek zaměstnání je hrubá měsíční mzda, kterou na základě dat o jednotlivých zaměstnancích (podniků obsažených v šetření) analyzujeme v této sekci.

Pro hrubou měsíční mzdu mírně modifikujeme metodologii rozdílů v rozdílech zmíněnou výše. Zde jsou data z výběrového šetření spojena s daty Informačního systému o průměrném výdělků (ISPV), která jsou vedena na úrovni jednotlivých zaměstnanců, u nichž je pozorována mzda, délka práce pro daného zaměstnavatele, kód typu zaměstnání apod.

Tento datový soubor umožňuje odhadnout model rozdílů v rozdílech v podobě

$$y_{ijt} = \alpha_j + \alpha_t + \beta_t \text{intervence}_{it} + \varepsilon_{ijt},$$

kde y_{ijt} je závisle proměnná pozorovaná u firmy i , u níž pracuje zaměstnanec j v roce t ; α_j je konstanta pro každého zaměstnance, α_t je konstanta pro rok (dohromady tyto časové konstanty zachytávají agregátní časový vývoj stejně jako u předchozího modelu); intervence_{it} je indikátor rovný jedné, zavedla-li firma i technologie P4 v roce t a jinak $\text{intervence}_{it} = 0$; β_t je pak průměrný rozdíl v závislé proměnné v roce t mezi zaměstnanci podniků P4 a P3; nakonec ε_{ijt} jsou rezidua zachytávající složky závisle proměnné, které nelze vysvětlit modelem. V tomto případě mohou být idiosynkratické komponenty ε_{ijt} interpretovány jako změny mezd způsobené vlivy, které nelze

vypozorovat z dat, jako například do jaké míry je firma i schopna využít schopnosti zaměstnance j v roce t , neboli takzvaný „match effect“ (Woodcock, 2015).

Poznamenejme ještě, že náš model plně podchycuje všechny nepozorované rozdíly mezi zaměstnanci, které jsou neměnné v čase, například vzdělání či talent. Tyto nepozorované faktory jsou absorbovány v konstantách α_j , což zaručuje, že naše odhady polarizačních parametrů β_t nejsou ovlivněny rozdíly v kompozici zaměstnanců mezi podniky P3 a P4. Kdybychom neměli v modelu konstanty α_j , pak by odhad polarizačního parametru β_t mohl být interpretován například jako důsledek různých HR strategií mezi podniky P3 a P4. Pokud by firmy P4 najímaly pouze ty nejtalentovanější zaměstnance pak by β_t reflektoval fakt, že zaměstnanci u podniků P4 jsou odměňováni více díky svému talentu a nikoli fakt, že firmy P4 zavedly do svých výrobních procesů nové technologie. Jelikož však jsme do modelu přidali konstanty α_j , jsou všechny časově neměnné rozdíly mezi zaměstnanci z dat odfiltrovány a β_t by měl měřit skutečný rozdíl mezi firmami P3 a P4.

Uvedeme zde i modifikovanou verzi výše zmíněného modelu, která bere v potaz délku působení zaměstnance j u firmy i . Přidáním této kontrolní proměnné se snažíme zachytit časově-proměnlivé faktory ovlivňující mzdu, jako například postupné získávání zkušeností. Formálně je tento rozšířený model vyjádřitelný v podobě:

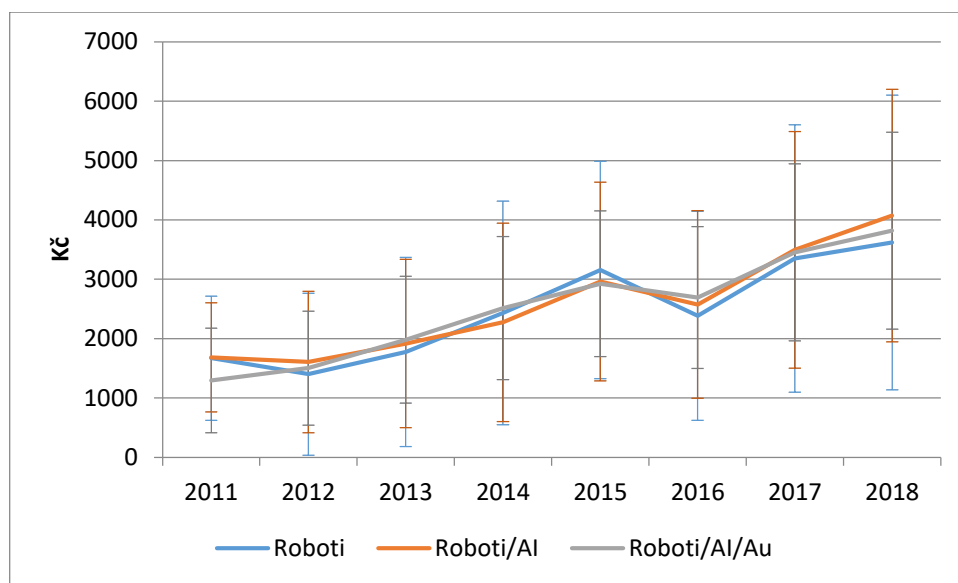
$$y_{ijt} = \alpha_j + \alpha_t + \beta_t \text{intervence}_{it} + \gamma_1 P_{ijt} + \gamma_2 P_{ijt}^2 + \gamma_3 P_{ijt}^3 + \varepsilon_{ijt},$$

kde P_{ijt} představuje délku působení zaměstnance j u firmy i v době t . Přidáváme taktéž mocniny P_{ijt} abychom zachytili případné nelineární závislosti. Je možné, že růst mzdy se s počtem odpracovaných let zrychluje a tento jev rozšířený model zachycuje.

Tabulka 5.8: Výsledky modelů rozdílů v rozdílech hrubé měsíční mzdy (Kč) pro efekty zavedení Robotických technologií (Roboti), Robotických technologií nebo umělé inteligence (Roboti/AI), Robotických, technologií, automatizačních technologií, nebo umělé inteligence (Roboti/AI/Au). Parametr „Efekt“ udává průměrný rozdíl mezi firmami, které intervenci zavedly do roku udaného v prvním sloupci a těmi, které intervenci do toho roku nezavedly. Počet pozorování: 2 368 934, p-hodnoty byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.

Rok	Roboti		Roboti/AI		Roboti/AI/Au	
	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod
2011	1670.752	0.002	1681.609	0.000	1295.305	0.004
2012	1402.069	0.044	1606.142	0.008	1503.479	0.002
2013	1775.549	0.029	1917.452	0.008	1982.005	0.000
2014	2430.622	0.011	2274.234	0.008	2515.659	0.000
2015	3154.638	0.001	2961.969	0.001	2923.253	0.000
2016	2382.829	0.008	2575.930	0.001	2691.741	0.000
2017	3347.450	0.004	3496.024	0.001	3454.199	0.000
2018	3618.904	0.004	4070.604	0.000	3820.256	0.000

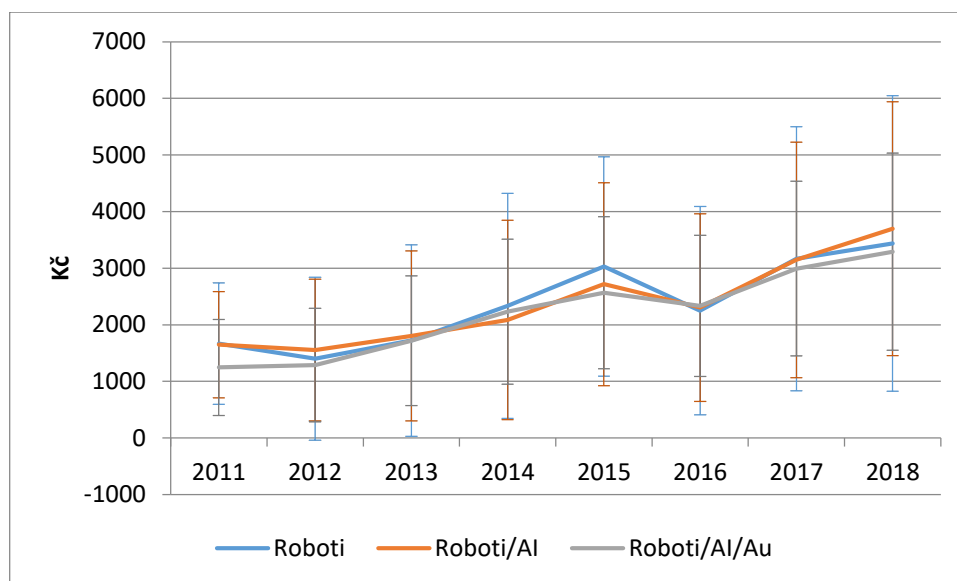
Obr. 5.8 Grafické vyjádření výsledků modelů rozdílů v rozdílech hrubé měsíční mzdy (95% intervaly spolehlivosti jsou označené svislými úsečkami. Intervaly spolehlivosti byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.)



Tabulka 5.9: Výsledky modelů rozdílů v rozdílech hrubé měsíční mzdy (Kč) s korekcí pro délku působení u dané firmy pro efekty zavedení Robotických technologií (Roboti), Robotických technologií nebo umělé inteligence (Roboti/AI), Robotických, technologií, automatizačních technologií, nebo umělé inteligence (Roboti/AI/Au). Parametr „Efekt“ udává průměrný rozdíl mezi firmami, které intervenci zavedly do roku udaného v prvním sloupci a těmi, které intervenci do toho roku nezavedly. Počet pozorování: 2 370 494, p-hodnoty byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.

Rok	Roboti		Roboti/AI		Roboti/AI/Au	
	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod
2011	1665.441	0.002	1647.981	0.001	1245.983	0.004
2012	1401.668	0.056	1555.998	0.015	1287.778	0.012
2013	1720.938	0.046	1801.647	0.019	1718.027	0.003
2014	2336.486	0.021	2086.736	0.020	2232.927	0.001
2015	3029.306	0.002	2716.652	0.003	2564.940	0.000
2016	2251.828	0.017	2304.019	0.006	2334.070	0.000
2017	3164.483	0.008	3146.321	0.003	2992.327	0.000
2018	3437.376	0.010	3696.822	0.001	3291.054	0.000

Obr. 5.9 Grafické vyjádření výsledků modelů rozdílů v rozdílech hrubé měsíční mzdy (Kč) s korekcí pro délku působení u dané firmy (95% intervaly spolehlivosti jsou označeny svislými úsečkami. Intervaly spolehlivosti byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.)



Na rozdíl od případů produktivity práce, přidané hodnoty či počtu zaměstnanců, u hrubé měsíční mzdy nepozorujeme na výsledcích výraznější rozdíly v tom, jak přesně je definována firma P4. Vezmeme-li pouze firmy, které zavedly robotické technologie jako P4, pak výsledky jsou velmi podobné, pokud jsou jako P4 definovány firmy, které zavedly libovolnou inovaci ze třech uvažovaných kategorií (roboti, umělá inteligence, automatizace). Ve všech případech vidíme nárůst v rozdílu mezi hrubou měsíční mzdou ve firmách P4 a P3. Zaměstnanci v podnicích P4 dostanou přibližně o 2000 až 3000 Kč měsíčně více v porovnání se zaměstnanci pracujícími ve firmách P3.

Je povzbudivé, že výsledky se liší pouze minimálně v závislosti na tom, přidáme-li korekci pro délku působení u daného zaměstnavatele, či nikoli. Výsledky s touto korekcí ukazují mírně nižší nárůst mezd nežli u modelu bez korekce, což by znamenalo, že P4 firmy si udržují zaměstnance déle. V obou případech je zde vidět nepřehlédnutelný trend polarizace ve mzdách, kde se P4 firmy systematicky vzdalují od svých P3 konkurentů a nabízejí čím dál tím vyšší plat v porovnání s podniky P3. Jde také o výsledek, který je v souladu s hypotézou, že zavedení inovací produkčních procesů vede ke zvýšení produktivity, díky které firmy P4 mohou nabízet vyšší mzdy.

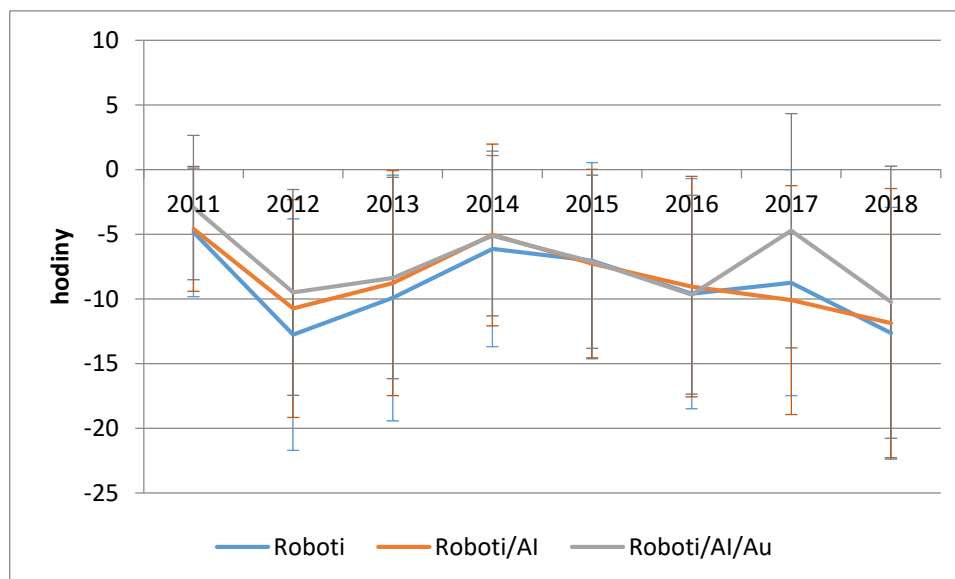
5.2.9 Přesčasý

Dalším možným ukazatelem pracovních podmínek je počet přesčasových hodin. Zde výsledky ukazují statisticky významně nižší počty přesčasových hodin u adoptérů nových technologií. Menší počty přesčasových hodin by mohly svědčit o efektivnějším využívání zdrojů v podnicích P4.

Tabulka 5.10: Výsledky modelů rozdílů v rozdílech přesčasů (hod) pro efekty zavedení Robotických technologií (Roboti), Robotických technologií nebo umělé inteligence (Roboti/AI), Robotických, technologií, automatizačních technologií, nebo umělé inteligence (Roboti/AI/Au). Parametr „Efekt“ udává průměrný rozdíl mezi firmami, které intervenci zavedly do roku udaného v prvním sloupci a těmi, které intervenci do tohoto roku nezavedly. Počet pozorování: 2 368 934, p-hodnoty byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.

Rok	Roboti		Roboti/AI		Roboti/AI/Au	
	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod
2011	-4.837	0.057	-4.580	0.063	-2.926	0.304
2012	-12.749	0.005	-10.729	0.012	-9.483	0.019
2013	-9.914	0.041	-8.760	0.048	-8.375	0.035
2014	-6.114	0.113	-5.037	0.160	-5.108	0.106
2015	-7.027	0.069	-7.260	0.051	-7.108	0.037
2016	-9.584	0.035	-9.051	0.038	-9.671	0.014
2017	-8.738	0.050	-10.087	0.025	-4.722	0.307
2018	-12.640	0.011	-11.859	0.026	-10.233	0.057

Obr. 5.10: Grafické vyjádření výsledků modelů rozdílů v rozdílech přesčasů (95% intervaly spolehlivosti jsou označeny svislými úsečkami. Interval spolehlivosti byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.)

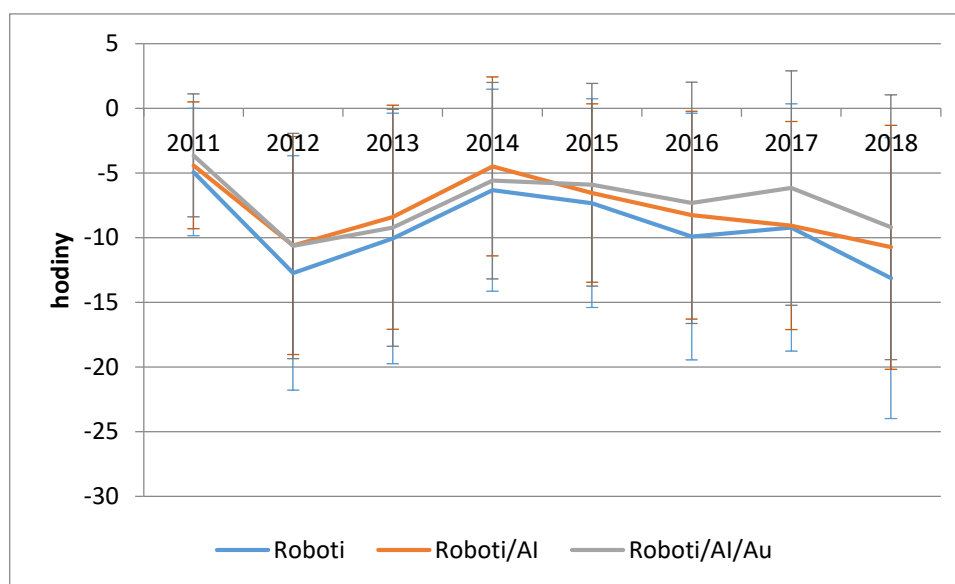


Výsledky se po korekci o senioritu změny pouze minimálně. Hodnoty rozdílů v rozdílech zůstanou zachované stejně jako statistická významnost (srov. Tabulka 5.11: Výsledky modelů rozdílů v rozdílech přesčasů (hod) s korekcí pro délku působení u dané firmy pro efekty zavedení Robotických technologií (Roboti), Robotických technologií nebo umělé inteligence (Roboti/AI), Robotických, technologií, automatizačních technologií, nebo umělé inteligence (Roboti/AI/Au). Parametr „Efekt“ udává průměrný rozdíl mezi firmami, které intervenci zavedly do roku udaného v prvním sloupci a těmi, které intervenci do tohoto roku nezavedly. Počet pozorování: 2 368 934, p-hodnoty byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem. a Tabulka 5.12).

Tabulka 5.11: Výsledky modelů rozdílů v rozdílech přesčasů (hod) s korekcí pro délku působení u dané firmy pro efekty zavedení Robotických technologií (Roboti), Robotických technologií nebo umělé inteligence (Roboti/AI), Robotických, technologií, automatizačních technologií, nebo umělé inteligence (Roboti/AI/Au). Parametr „Efekt“ udává průměrný rozdíl mezi firmami, které intervenci zavedly do roku udaného v prvním sloupci a těmi, které intervenci do tohoto roku nezavedly. Počet pozorování: 2 368 934, p-hodnoty byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.

Rok	Roboti		Roboti/AI		Roboti/AI/Au	
	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod
2011	-4.934	0.050	-4.411	0.078	-3.646	0.133
2012	-12.726	0.006	-10.606	0.014	-10.642	0.017
2013	-10.069	0.042	-8.414	0.057	-9.231	0.048
2014	-6.334	0.112	-4.502	0.202	-5.590	0.149
2015	-7.329	0.075	-6.555	0.062	-5.902	0.140
2016	-9.917	0.042	-8.256	0.044	-7.311	0.125
2017	-9.211	0.059	-9.064	0.027	-6.164	0.183
2018	-13.122	0.018	-10.742	0.025	-9.206	0.078

Obr. 5.11 Grafické vyjádření výsledků modelů rozdílů v rozdílech přesčasů s korekcí pro délku působení u dané firmy (95% intervaly spolehlivosti jsou označené svislými úsečkami. Interval spolehlivosti byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.)



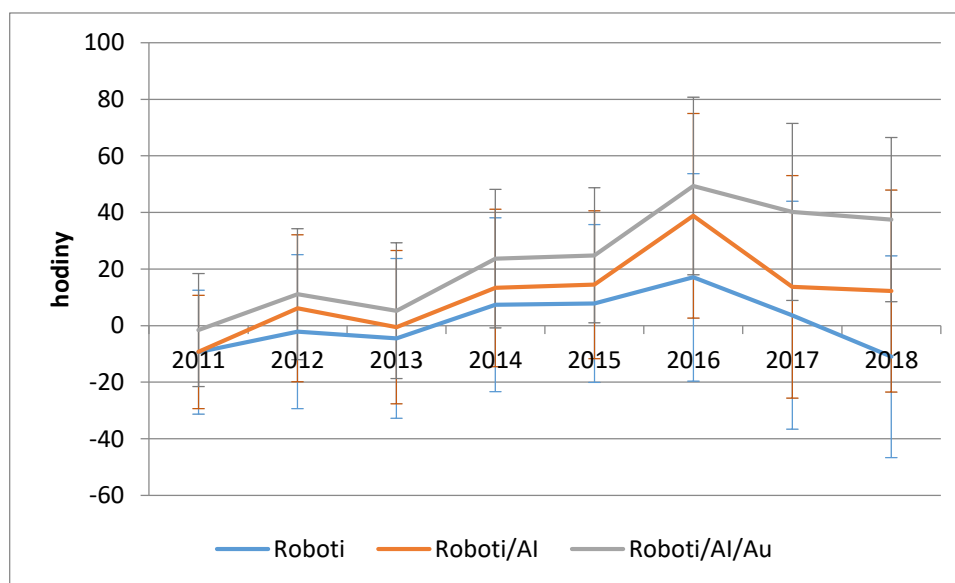
5.2.10 Počet odpracovaných hodin

Přímo navazující otázkou na přesčasy je počet odpracovaných hodin. Ačkoli firmy neuváděly propouštění, je zde na místě otestovat hypotézu, jestli firmy P4 krátí úvazky. Naše výsledky však ukazují, že je-li zde viditelný nějaký trend, pak spíše růst (Tabulka 5.12).

Tabulka 5.12: Výsledky modelů rozdílů v rozdílech odpracovaných hodin pro efekty zavedení Robotických technologií (Roboti), Robotických technologií nebo umělé inteligence (Roboti/AI), Robotických, technologií, automatizačních technologií, nebo umělé inteligence (Roboti/AI/Au). Parametr „Efekt“ udává průměrný rozdíl mezi firmami, které intervenci zavedly do roku udaného v prvním sloupci a těmi, které intervenci do tohoto roku nezavedly. Počet pozorování: 2 368 934, p-hodnoty byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.

Rok	Roboti		Roboti/AI		Roboti/AI/Au	
	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod
2011	-9.368	0.402	-9.282	0.364	-1.542	0.880
2012	-2.122	0.878	6.124	0.644	11.138	0.346
2013	-4.549	0.752	-0.543	0.969	5.276	0.667
2014	7.352	0.639	13.325	0.348	23.657	0.058
2015	7.858	0.581	14.447	0.279	24.831	0.041
2016	17.077	0.361	38.810	0.035	49.346	0.002
2017	3.675	0.858	13.735	0.493	40.220	0.012
2018	-11.010	0.545	12.261	0.501	37.458	0.011

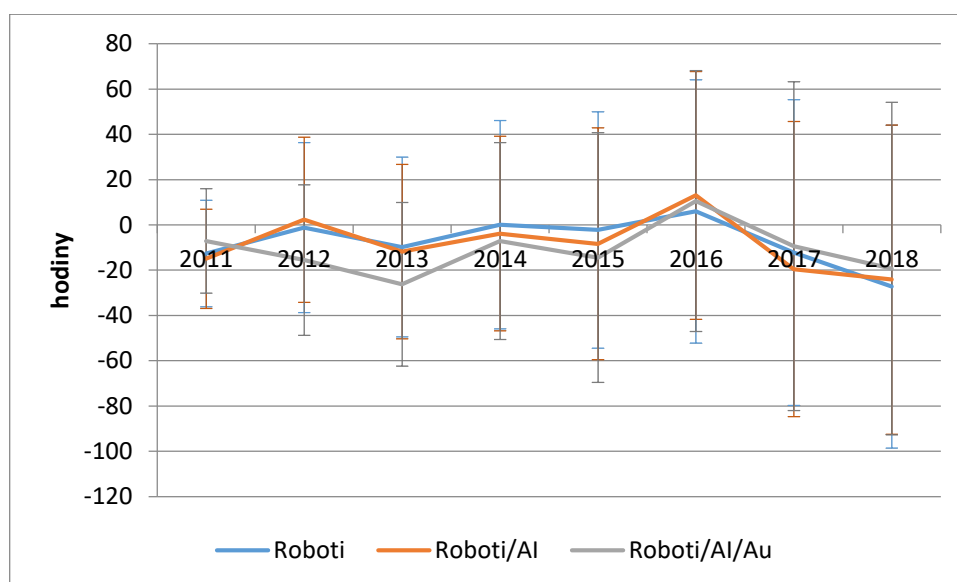
Obr. 5.12: Grafické vyjádření výsledků modelů rozdílů v rozdílech odpracovaných hodin (95% intervaly spolehlivosti jsou označené svislými úsečkami. Interval spolehlivosti byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.)



Po korekci o „tenure effect“ (délky zaměstnání ve firmě) zmizí rostoucí trend u podniků P4 (Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.), což je opět v souladu s hypotézou, že u podniků P4 dochází k menším fluktuacím zaměstnanců. Pracovníci, kteří jsou u daného zaměstnavatele déle, jsou zpravidla zaměstnání na plný úvazek. Proto firmy se P4 jeví, jakoby prodlužovaly úvazky v modelu bez korekce o senioritu. V korigovaném modelu se ale ukazuje, že firmy P3 a P4 se neliší v množství odpracovaných hodin, nýbrž P4 jsou schopny si lépe udržet zaměstnance.

Rok	Roboti		Roboti/AI		Roboti/AI/Au	
	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod	Efekt	p-hod
2011	-12,711	0,290	-14,979	0,180	-7,078	0,548
2012	-1,230	0,949	2,303	0,901	-15,550	0,359
2013	-9,796	0,629	-11,830	0,547	-26,284	0,154
2014	0,078	0,997	-3,884	0,859	-7,176	0,746
2015	-2,232	0,933	-8,345	0,749	-14,435	0,608
2016	5,970	0,841	13,049	0,640	10,535	0,720
2017	-12,222	0,723	-19,516	0,557	-9,427	0,799
2018	-27,250	0,454	-24,153	0,488	-19,318	0,606

Obr. 5.13: Grafické vyjádření výsledků modelů rozdílů v rozdílech odpracovaných hodin s korekcí pro délku působení u dané firmy (95% intervaly spolehlivosti jsou označené svislými úsečkami. Intervaly spolehlivosti byly vypočteny na základě robustní varianční-kovarianční matice se shlukováním reziduí na úrovni firem.)



6 Průmysl 4.0 a COVID-19

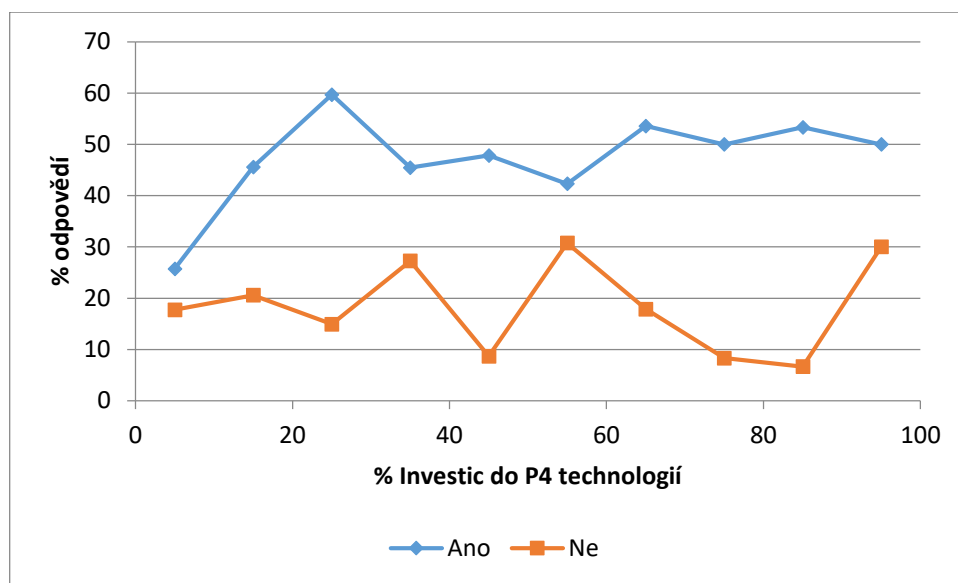
Poněkud překvapivým zjištěním tohoto šetření je nízká míra asociace mezi intenzitou investic do technologií P4 a názorem firem, jestli tyto technologie usnadňují přizpůsobení se krizi způsobené nemocí COVID-19. V tomto kontextu se nabízí intuitivní hypotéza, že firmy, které výrazněji investovaly do zavedení technologií P4 budou nejlépe schopné vyhodnotit jejich přidanou hodnotu v době epidemie.

Nicméně Tabulka 6.1 a Obr. 6.1 ukazují, že názory firem, které uvedly nízké (nebo žádné) investice do robotických, automatizačních či AI technologií jsou velmi podobné těm, u kterých byl podíl investic do těchto technologií výrazně vyšší. Přibližně polovina firem ve všech kategoriích vyjádřila souhlas s tím, že P4 technologie usnadňují přizpůsobení se epidemii, zatímco negativní názor zaujalo asi 20% firem bez ohledu na to, jak intenzivně do těchto technologií investovaly.

Tabulka 6.1: Procentuální rozložení odpovědí na otázku "Souhlasíte s následujícím tvrzením? 'Robotizační, automatizační technologie či softwarová řešení v oblasti umělé inteligence usnadňují přizpůsobení se krizi způsobené nemocí COVID-19.'" podle míry investic do P4 technologií (% Investic do P4 technologií), která je definovaná jako maximum z podílu investic do robotických, automatizačních a AI technologií za posledních 10 let. Sloupec „Počet firem“ udává počet respondentů, kteří uvedli intenzitu investic v rozmezí daném v sloupci „% Investic do P4 technologií“.

% Investic do P4 technologií	Ne	Nevím	Ano	Počet firem
0 – 10%	17.73	56.55	25.72	801
10 – 20%	20.59	33.82	45.59	68
20 – 30%	14.93	25.37	59.7	67
30 – 40%	27.27	27.27	45.45	44
40 – 50%	8.7	43.48	47.83	23
50 – 60%	30.77	26.92	42.31	26
60 – 70%	17.86	28.57	53.57	28
70 – 80%	8.33	41.67	50	12
80 – 90%	6.67	40	53.33	15
90 – 100%	30	20	50	10

Obr. 6.1: Grafické znázornění rozložení odpovědí na otázku “Souhlasíte s následujícím tvrzením? ‘Robotizační, automatizační technologie či softwarová řešení v oblasti umělé inteligence usnadňují přizpůsobení se krizi způsobené nemocí COVID-19.’”



Toto zjištění však zapadá do obrazce, ve kterém firmy uvedly nízké míry snižování počtu zaměstnanců (viz sekce 4.2.3 , 4.3.3 a 4.4.3), což je též podepřeno modely rozdílů v rozdílech (5.2.3). Jelikož P4 firmy v průměru zaměstnávají přibližně tolik lidí, kolik by bývaly zaměstnávaly i bez zavedení inovativních technologií, nabízí se tedy závěr, že intenzita investic do P4 technologií sama o sobě nevytváří lepší podmínky pro vypořádání se s epidemií COVID-19.

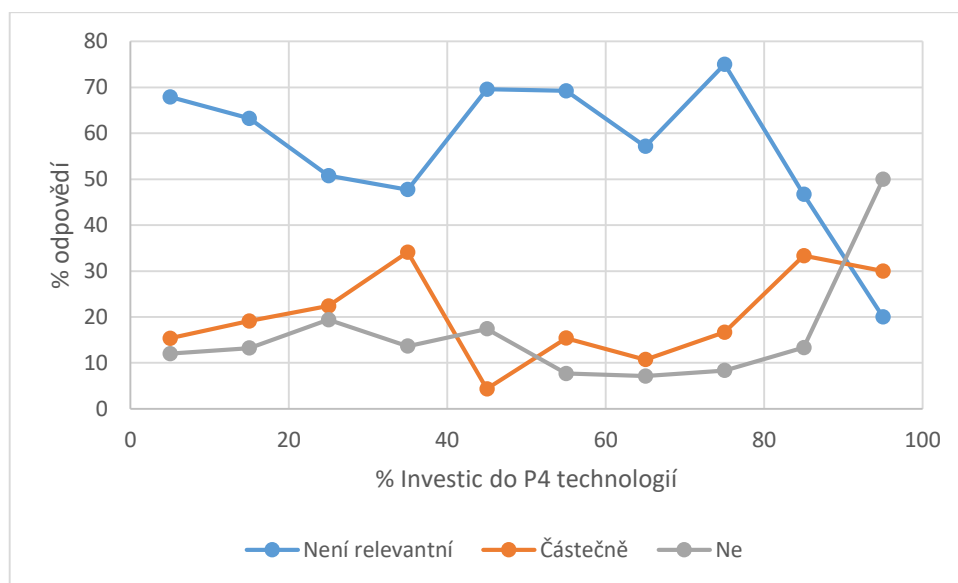
Zároveň toto zjištění posiluje argument ze sekce 3 o reprezentativnosti výsledků našeho šetření. Pokud by byly P4 firmy méně zasažené korona krizí, mohlo by dojít k jejich nadměrnému zastoupení mezi respondenty. Tabulka 6.1 ukazuje, že tomu tak není: náročnost přizpůsobení se krizi nezávisí na míře zavedení technologií P4.

Podobné chování je viditelné i u asociace mezi reakcí firem na program Antivirus, rámci kterého mohly firmy požádat o náhrady mezd, vyplácených v krizovém období. Tabulka 6.2 ukazuje velice nízké zastoupení firem, které uvedly, že by program Antivirus vyřešil jejich problémy s cash flow, což je v souladu s hypotézou, že mzdové náklady nejsou jediným úskalím v krizovém období. Dalším, potenciálně zásadnějším faktorem může být například oslabení poptávky či komplikace při dodávkách materiálů.

Tabulka 6.2: Procentuální rozložení odpovědí na otázku „Vyřešily příspěvky z programu Antivirus vaše problémy s cashflow?“ podle míry investic do P4 technologií (% Investic do P4 technologií), která je definovaná jako maximum z podílu investic do robotických, automatizačních a AI technologií za posledních 10 let. Sloupec „Počet firem“ udává počet respondentů, kteří uvedli intenzitu investic v rozmezí daném v sloupci „% Investic do P4 technologií“. Kategorie „Není relevantní“ obsahuje firmy, které si o příspěvky nezažádaly a ty, které příspěvky nedostaly.

% Investic do P4 technologií	Ano	Částečně	Ne	Nevím	Není relevantní	Počet firem
0	0.75	15.36	11.99	4.00	67.92	801
10	0.00	19.12	13.24	4.41	63.24	68
20	0.00	22.39	19.40	7.46	50.75	67
30	2.27	34.09	13.64	2.27	47.73	44
40	0.00	4.35	17.39	8.70	69.57	23
50	0.00	15.38	7.69	7.69	69.23	26
60	0.00	10.71	7.14	25.00	57.14	28
70	0.00	16.67	8.33	0.00	75.00	12
80	0.00	33.33	13.33	6.67	46.67	15
90	0.00	30.00	50.00	0.00	20.00	10

Obr. 6.2: Grafické znázornění rozložení odpovědí na otázku „Vyřešily příspěvky z programu Antivirus vaše problémy s cashflow?“



Za pozornost však také stojí fakt, že odpovědi ohledně účinnosti programu Antivirus jsou relativně málo citlivé na intenzitu investic do P4 technologií. U adoptérů s nejvyšším procentem investic do těchto technologií (nad 80%) vidíme markantní pokles podílu odpovědí „není relevantní“, nicméně vzhledem k nízkému počtu takovýchto firem (pouze 25 respondentů uvedlo podíl investic do P4 technologií nad 80% ze všech investic za posledních deset let, viz Tabulka 6.2).

7 Závěr

Naše šetření zavádění nových technologií v ČR, kterého se na jaře 2020 účastnila více než tisícovka zaměstnavatelů, má ve srovnání s jinými podobnými šetřeními díky propojení s daty ISPV několik kvalitativních výhod. Umožňuje detailní vyhodnocení reprezentativnosti, tj. absence výběrového zkreslení, a umožňuje sledovat vliv nových technologií za delší časové období na širokou škálu možných dopadů od produktivity, firemního růstu, po strukturu zaměstnanosti a mzdy.

V ČR došlo v posledním desetiletí k adopci robotických technologických inovací u 8 procent ekonomických subjektů, které zaměstnávají 22 procent zaměstnanců mzdové sféry (ve firmách nad 10 zaměstnanců). Technologie umělé inteligence (AI) zavedly 4 procenta subjektů s 15 procenty zaměstnanců. Automatizační technologie pak zavedlo 16 procent subjektů s 40 procenty všech zaměstnanců mzdové sféry. Větší firmy zavádějí tyto technologie častěji.¹¹ Výsledky šetření ukazují, že ve zpracovatelském průmyslu, kde je nejvíce dostupných údajů pro mezinárodní srovnání, je u nás rozsah zaváděných technologií podobný, i když stále o něco nižší než ve vyspělých zemích EU. Robotické technologie se v ČR ve větší míře vyskytují ve výrobě potravin, plastů, dopravních prostředků či ve výrobě a rozvodu energií. Technologie umělé inteligence (AI), které jsou zatím u nás méně rozšířené než robotické technologie, jsou pak výrazněji zaváděny ve výrobě kovů, elektrických zařízení, dopravních prostředků, v informační a komunikační činnosti a v peněžnictví a pojišťovnictví.

Zavádění nových technologií je výraznější nejen mezi většími firmami, ale i mezi firmami, které již před zavedením těchto technologií byly produktivnější. Tato selektivita je výraznější u technologií AI než u robotických technologií. Kromě toho, že produktivnější firmy častěji zavádějí nové technologie, analýza panelových dat ukazuje, že zavádění technologií vede k následné další polarizaci (mezi jinak srovnatelnými firmami, tj. ve stejném odvětví a regionu) jak co do velikosti, tak produktivity. Pozitivní efekt zavádění nových technologií na firemní ukazatele úspěšnosti se v čase zvětšuje, polarizace je tedy větší u nedávno zavedených inovací.

České firmy nadhodnocují skutečný rozsah zavádění technologií Průmyslu 4.0 mezi svými konkurenty. Dopady zavedení těchto technologií jsou podle šetřených firem podobné, ať už se zavádějí v malých či velkých firmách. Sledované subjekty také uvádějí zatím jen omezený rozsah změny obsahu práce (nových profesí) či nahrazování pracovníků technologiemi. Změny obsahu práce jsou nejvýraznější u technologií AI. V datech zatím nenacházíme výrazné změny struktury zaměstnání.¹²

Tvrzení sledovaných subjektů, že nové technologie nevedou ke ztrátě pracovních míst, potvrzuje i analýza panelových dat. Ve firmách, které nové technologie zavádějí, se

¹¹ Například ve výrobě dopravních prostředků mezi velkými firmami (s celkovou firemní přidanou hodnotou nad 850 mil Kč) zavedlo roboty 80 procent firem a AI cca 40 procent firem.

¹² Tato oblast si dle našeho názoru zaslouží specificky zaměřené šetření v blízké budoucnosti, které by se ptalo na specifická předem vytipovaná zaměstnání pro dané analyzované odvětví.

nemění struktura vzdělanosti zaměstnanců a neklesá počet zaměstnanců, ani těch méně vzdělaných nebo pracujících v základních typech zaměstnání. Zavedení nových technologií nevede ke změně odpracovaných hodin, ale navyšuje průměrnou mzdu zaměstnanců (pro danou úroveň kvalifikace). To, že nové technologie nevedou u nás ke ztrátě pracovních míst, je pravděpodobně dáno tím, že produktivnější firmy, které technologie zavádí, jsou díky novým technologiím ještě produktivnější a dále rostou.

Bibliografie

- Acemoglu, D., Lelarge, C., & Restrepo, P. (2020a). Competing with Robots: Firm-Level Evidence from France. *AEA Papers and Proceedings*, 110, 383-388. doi: 10.1257/pandp.20201003
- Acemoglu, D., LeLarge, C., & Restrepo, P. (2020b). Competing with Robots: Firm-Level Evidence from France. *National Bureau of Economic Research Working Paper Series, No. 26738*. doi: 10.3386/w26738
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2018). The Race between Man and Machine: Implications of Technology for Growth, Factor Shares, and Employment. *American Economic Review*, 108(6), 1488-1542.
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2019). Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor. *Journal of Economic Perspectives—Volume 33, Number 2—Spring 2019—Pages 3–30*, 33(2), 3-30.
- Agrawal, A., Gans, J. S., & Goldfarb, A. (2019). Artificial Intelligence: The Ambiguous Labor Market Impact of Automating Prediction. *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), 31-50. doi: 10.1257/jep.33.2.31
- Ambrosio, F., Rückert, D., & Weiss, C. (2020). *Who is prepared for the new digital age? - Evidence from the EIB Investment Survey*. European Investment Bank.
- Atack, J., Margo, R. A., & Rhode, P. W. (2019). "Automation" of Manufacturing in the Late Nineteenth Century: The Hand and Machine Labor Study. *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), 51-70. doi: 10.1257/jep.33.2.51
- Autor, D. H. (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3-30. doi: 10.1257/jep.29.3.3
- Autor, D. H., Dorn, D., & Hanson, G. H. (2015). Untangling Trade and Technology: Evidence from Local Labour Markets. *The Economic Journal*, 125(584), 621-646. doi: 10.1111/eoj.12245
- Benjamin, D. J., Berger, J. O., Johannesson, M., Nosek, B. A., Wagenmakers, E. J., Berk, R., . . . Johnson, V. E. (2018). Redefine statistical significance. *Nature Human Behaviour*, 2(1), 6-10. doi: 10.1038/s41562-017-0189-z
- Cameron, C. A., & Miller, D. L. (2015). A Practitioner's Guide to Cluster-Robust Inference. *Journal of Human Resources*, 50(2), 317-372. doi: 10.3368/jhr.50.2.317
- Dauth, W., Findeisen, S., Südekum, J., & Woessner, N. (2017). German Robots - The Impact of Industrial Robots on Workers. *IAB Discussion Papers*, 30/2017. doi: DOI:
- European Commission. (2015). *Analysis of the impact of robotic systems on employment in the European Union*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- European Commission. (2016). *Analysis of the impact of robotic systems on employment in the European Union – Update*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

- European Commission. (2020). EU KLEMS: capital, labour, energy, materials and service. from https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/indicators-statistics/economic-databases/eu-klems-capital-labour-energy-materials-and-service_en
- Feenstra, R. C., Inklaar, R., & Timmer, M. P. (2015). The Next Generation of the Penn World Table. *American Economic Review*, 105(10), 3150-3182. doi: 10.1257/aer.20130954
- Giuntella, O., & Wang, T. (2019). Is an Army of Robots Marching on Chinese Jobs. *IZA Discussion Paper 12281*.
- Gollin, D. (2002). Getting Income Shares Right. *Journal of Political Economy*, 110(2), 458-474. doi: 10.1086/338747
- Graetz, G., & Michaels, G. (2018). Robots at Work. *The Review of Economics and Statistics*, 100(5), 753-768.
- Heckman, J. J., Ichimura, H., Smith, J., & Todd, P. (1998). Characterizing Selection Bias Using Experimental Data. *Econometrica*, 66(5), 1017-1098. doi: 10.2307/2999630
- Holl, J. (2016). Hangar of the future: Excelling in MRO. from <https://www.airbus.com/newsroom/news/en/2016/12/Hangar-of-the-future.html>
- Hosmer, D. W., Lemeshow, S., & Sturdivant, R. X. (2013). *Applied logistic regression*. New York (NY): John Wiley & Sons.
- Morikawa, M. (2017). Firms' Expectations about the Impact of AI and Robotics: Evidence from a Survey. *Economic Inquiry*, 55(2), 1054-1063. doi: 10.1111/ecin.12412
- Potluka, O., & Špaček, M. (2013). Postupy a metody kontrafaktuálních dopadových evaluací pro Operační program Zaměstnanost v období 2014 – 2020. from [https://www.mpsv.cz/documents/20142/848077/Metodika CIE MPSV 131015.pdf/cbe02b6d-4042-6801-14a5-1f40cd597a7d](https://www.mpsv.cz/documents/20142/848077/Metodika+CIE+MPSV+131015.pdf/cbe02b6d-4042-6801-14a5-1f40cd597a7d)
- Schwab, K. (2015). The Fourth Industrial Revolution: What It Means and How to Respond. *Foreign Affairs*, 2015(12).
- Solon, G., Haider, S. J., & Wooldridge, J. M. (2015). What Are We Weighting For? *Journal of Human Resources*, 50(2), 301-316. doi: 10.3368/jhr.50.2.301
- Stehrer, R., Bykova, A., Jäger, K., Reiter, O., & Schwarzhappel, M. (2019). *Industry Level Growth and Productivity Data with Special Focus on Intangible Assets: Report on methodologies and data construction for the EU KLEMS Release 2019*. Vienna: The Vienna Institute for International Economic Studies.
- Woodcock, S. D. (2015). Match effects. *Research in Economics*, 69(1), 100-121. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rie.2014.12.001>