

Tento projekt sa realizuje vďaka podpore z Európskeho sociálneho fondu a Európskeho fondu regionálneho rozvoja v rámci Operačného programu Ľudské zdroje.

www.esf.gov.sk

www.employment.gov.sk

www.ia.gov.sk

Hospodárske a sociálne dopady Priemyslu 4.0

Kolektív autorov KOZ SR, 2020

NÁRODNÝ PROJEKT

Podpora kvality sociálneho dialógu

Typ projektu: Neinvestičný

Termín realizácie projektu: 07/2018 – 02/2023

ITMS projektu: 312031V749

Autorský kolektív :

Univ. Prof. i. R. Dipl. Ing. Dr. Mikuláš Luptáčik
doc. Ing. Martin Lábaj, PhD.
Ing. Patrik Jankovič, PhD.
Ing. Erika Majzlíková, PhD.
Ing. Monika Martišková
Ing. Katarína Ondrejčková
Ing. Viktória Švardová
Ing. Matej Vitáloš

Autorské dielo bolo vypracované v rámci hlavnej aktivity „Posilnenie odborných a analytických kapacít sociálnych partnerov, budovanie infraštruktúry a komunikačnej platformy sociálneho dialógu a rozvoja sociálneho partnerstva na národnej a medzinárodnej úrovni“ v rámci podaktivity 1.1 Posilnenie kapacít sociálnych partnerov prostredníctvom analytickej činnosti Národného projektu Podpora kvality sociálneho dialógu expertným tímom sociálneho partnera Konfederácie odborových zväzov SR. Vyjadruje názory a postoje sociálneho partnera na predmetnú tému. Autorské dielo nevyjadruje názory ani postoje prijímateľa projektu a bolo schválené Riadiacim výborom Národného projektu Podpora kvality sociálneho dialógu.

OBSAH

OBSAH	4
ZOZNAM OBRÁZKOV, TABULIEK A GRAFOV	6
ZOZNAM SKRATIEK A ZNAČIEK	11
ZOZNAM PRÍLOH	18
ÚVOD	19
1. IMPLIKÁCIE PRIEMYSLU 4.0 PRE TRH PRÁCE	24
1.1. Budúcnosť práce	25
1.2. Technologický pokrok a dopyt po práci	32
1.3. Ohrozenie pracovných miest automatizáciou na Slovensku	37
1.4. Ohrozenia pre zamestnanosť na Slovensku podľa odvetví a profesií	46
2. KVALITATÍVNE ZMENY PRACOVNÝCH PODMIENOK V DÔSLEDKU DIGITALIZÁCIE	62
2.1. Konceptualizácia kvalitatívnych zmien pracovných podmienok	62
2.2. Analýza efektov automatizácie na dopyt po práci v SR a vybraných krajinách EÚ ...	64
2.3. Metodológia prieskumu zmien v pracovných podmienkach na Slovensku a v ČR ...	72
2.4. Zloženie pracovných miest	73
2.5. Automatizácia na Slovensku a v strednej Európe	74
2.6. Zmeny v pracovných podmienkach	85
2.7. Zmeny v kvalifikáciách v budúcnosti	90
3. DIGITALIZÁCIA A PRODUKTIVITA	94
3.1. Vývoj produktivity a zamestnanosti	94

3.2.	Meranie úrovne digitalizácie	101
3.3.	Parametrická analýza vzťahu digitalizácie a produktivity	109
3.4.	Meranie produktivity	111
4.	NEPARAMETRICKÁ DEKOMPOZÍCIA	114
4.1.	Dopady automatizácie na zamestnanosť	115
4.2.	Dopady automatizácie na hospodársky rast	120
4.3.	Efekt digitalizácie na hospodársky rast	124
5.	DOPADY NA HOSPODÁRSKY RAST A VEREJNÉ FINANČIE	133
5.1.	Analýza scenárov	133
5.2.	Príjmové nerovnosti	140
	NÁVRHY A ODPORÚČANIA	150
	ZÁVER	154
	ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV	161
	PRÍLOHY	182

ZOZNAM OBRÁZKOV, TABULIEK A GRAFOV

Obrázok 1: Podiel zamestnanosti vysoko ohrozenej automatizáciou podľa okresov v roku 2019 (FO)	40
Obrázok 2: Podiel zamestnanosti vysoko ohrozenej automatizáciou podľa okresov v roku 2019 (DM).....	41
Obrázok 3: Podiel zamestnanosti vysoko ohrozenej automatizáciou podľa okresov v roku 2019 (MT)	42
Obrázok 4 Dekompozícia zmien v dopyte po práci.....	65
Tabuľka 1: Podiel zamestnanosti vysoko ohrozenej automatizáciou a priemerná pravdepodobnosť automatizácie na Slovensku v rokoch 2014 a 2019 (v %)	38
Tabuľka 2: Priemerná hodinová mzda (PHM) zamestnancov nízko, stredne a vysoko ohrozených automatizáciou v roku 2019 (v EUR)	43
Tabuľka 3: Top 10 odvetví na Slovensku z hľadiska podielu a absolútneho počtu pracujúcich v profesiách s vysokým rizikom automatizovateľnosti (nad 70 %) podľa Frey a Osborne (2013), 2019.....	47
Tabuľka 4: Najviac zastúpené profesie na 4 miestnej úrovni ISCO v top 5 ohrozených odvetviach na Slovensku podľa percentuálneho podielu, Frey a Osborne (2013), 2019.....	49
Tabuľka 5: Najviac zastúpené profesie na 4 miestnej úrovni ISCO v top 5 ohrozených odvetviach na Slovensku podľa absolútneho počtu zamestnaných, Frey a Osborne (2013), 2019.....	51
Tabuľka 6: Top 10 odvetví na Slovensku z hľadiska podielu a absolútneho počtu pracujúcich v profesiách s vysokým rizikom automatizovateľnosti (nad 70 %) podľa Dengler a Matthes (2018), 2019	53
Tabuľka 7: Najviac zastúpené profesie na 4 miestnej úrovni ISCO v top 5 ohrozených odvetviach na Slovensku podľa percentuálneho podielu, Dengler a Matthes (2018), 2019 ..	54

Tabuľka 8: Najviac zastúpené profesie na 4 miestnej úrovni ISCO v top 5 ohrozených odvetviach na Slovensku podľa absolútneho počtu zamestnaných, Dengler a Matthes (2018), 2019.....	55
Tabuľka 9: Top 10 odvetví na Slovensku z hľadiska podielu a absolútneho počtu pracujúcich v profesiách s vysokým rizikom automatizovateľnosti (nad 70 %) podľa Mihaylov a Tijdens (2019), 2019	57
Tabuľka 10: Najviac zastúpené profesie na 4 miestnej úrovni ISCO v top 5 ohrozených odvetviach na Slovensku podľa percentuálneho podielu, Mihaylov a Tijdens (2019), 2019 ..	59
Tabuľka 11: Najviac zastúpené profesie na 4 miestnej úrovni ISCO v top 5 ohrozených odvetviach na Slovensku podľa absolútneho počtu zamestnaných, Mihaylov a Tijdens (2019), 2019.....	60
Tabuľka 12: Kumulatívny vplyv automatizácie a vzniku nových činností na dopyt po práci v európskych krajinách (2000 – 2017)	69
Tabuľka 13: Kumulatívny vplyv automatizácie a vzniku nových činností na dopyt po práci v európskych krajinách a USA (2000 – 2016)	70
Tabuľka 14: Kumulatívny vplyv automatizácie a vzniku nových činností na dopyt po práci v jednotlivých odvetviach slovenského hospodárstva (2000 – 2017)	71
Tabuľka 15: Respondenti výskumu o zmenách pracovných podmienok.....	72
Tabuľka 16: Štruktúra zásoby priemyselných robotov v spracovateľskom priemysle, rok 2016	79
Tabuľka 17: Priemyselné roboty v automobilovom priemysle, vybrané krajiny, rok 2016.....	82
Tabuľka 18: Účasť a ponuka rekvalifikácií pre zamestnancov na Slovensku a vo vybraných krajinách	88
Tabuľka 19: Zmeny v kvalifikácii a dopyte po najčastejších povolaniach v autopriemysle	91
Tabuľka 20: Vývoj poradia a skóre Slovenska v DESI 2018 – DESI 2020	102
Tabuľka 21: Ranking krajín podľa indikátora nový DESI 2015.....	104
Tabuľka 22: Projekcie na hranicu efektívnosti pre Slovensko.....	105
Tabuľka 23: Ranking krajín podľa indikátora nový DESI 2020.....	105

Tabuľka 24: Potenciál zvýšenia úrovne digitalizácie pre Slovensko.....	106
Tabuľka 25: Malmquist index medzi rokmi 2015 - 2020.....	107
Tabuľka 26: Príspevok jednotlivých faktorov k rastu zamestnanosti	118
Tabuľka 27: Príspevok jednotlivých faktorov k rastu reálneho HDP.....	121
Tabuľka 28: Príspevok jednotlivých faktorov k rastu reálneho HDP.....	127
Tabuľka 29: Príspevky faktorov k rastu v DEA modeli s komponentmi DESI indexu	130
Tabuľka 30: Predpoklady scenárov transformácie na Ekonomiku 4.0.....	134
Graf 1: Odhady ohrozených pracovných miest.....	28
Graf 2: Variabilita v automatizovateľnosti pracovných miest naprieč krajinami OECD	29
Graf 3: Miera ohrozenosti región podľa krajín.....	31
Graf 4: Zdroje zmien v dopyte po práci v USA (1947 – 1987)	35
Graf 5: Zdroje zmien v dopyte po práci v USA (1987 – 2017)	35
Graf 6: Distribúcia zamestnanosti podľa pravdepodobnosti automatizácie na Slovensku (2019)	39
Graf 7: Priemerná hodinová mzda v roku 2019 vs. pravdepodobnosť automatizácie povolania (FO).....	44
Graf 8: Priemerná hodinová mzda v roku 2019 vs. pravdepodobnosť automatizácie povolania (DM).....	45
Graf 9: Priemerná hodinová mzda v roku 2019 vs. pravdepodobnosť automatizácie povolania (MT)	45
Graf 10: Zdroje zmien v dopyte po práci na Slovensku.....	66
Graf 11: Zdroje zmien v dopyte po práci v Česku	67
Graf 12: Vplyv automatizácie a vzniku nových činností na dopyt po práci na Slovensku.....	68
Graf 13: Vplyv automatizácie a vzniku nových činností na dopyt po práci v Česku	68
Graf 14: Zloženie pracovnej sily podľa povolání na Slovensku a vo vybraných krajinách	74
Graf 15: Vybrané indikátory implementácie nových technológií	76
Graf 16: Zásoba priemyselných robotov vo svete v počte kusov*	77

Graf 17: Miera robotizácie na 1 000 obyvateľov, TOP 15 krajín sveta	78
Graf 18: Miera robotizácie na 1 000 zamestnancov v automobilovom a elektrotechnickom priemysle v EÚ-28, rok 2016	80
Graf 19: Využitie robotov na Slovensku	81
Graf 20: Reálny a očakávaný počet robotov podľa nákladov práce vo vybraných krajinách ..	83
Graf 21: Celková produktivita faktorov	95
Graf 22: Dlhodobý vývoj celkovej produktivity faktorov	96
Graf 23: Hodinová produktivita práce	97
Graf 24: Dlhodobý vývoj zamestnanosti: (veľké krajiny)	97
Graf 25: Dlhodobý vývoj zamestnanosti (malé krajiny)	98
Graf 26: Vývoj HDP, produktivity a práce v Nemecku, 1950 - 2016	99
Graf 27: Zmena v dopyte po práci v EÚ, 1999 – 2010, mil. pracovných miest	100
Graf 28: Poradie podľa indexu DESI 2020	102
Graf 29: Relatívna výkonnosť Slovenska v DESI 2020 a vývoj DESI od roku 2015	103
Graf 30: Podstata medzičasovej neparametrickej analýzy	115
Graf 31: Výsledky dekompozície (intuitívny krabicový diagram)	116
Graf 32: Výsledky dekompozície: príspevky jednotlivých faktorov k rastu reálneho HDP	123
Graf 33: Výsledky dekompozície (intuitívny krabicový diagram)	125
Graf 34: Efekt digitalizácie na jednotlivé zložky HDP	136
Graf 35: Dekompozícia HDP podľa jednotlivých predpokladov	137
Graf 36: Dekompozícia efektu zamestnanosti podľa predpokladov	138
Graf 37: Efekt digitalizácie na zamestnanosť	139
Graf 38: Gini koeficient pre krajiny s vysokým príjmom	142
Graf 39: Koeficient S80/S20 vo vybraných krajinách EU (2015)	143
Graf 40: Vývoj koeficientu S80/S20 (REF) a S80/S20 po digitálnej transformácii (W4.0) v Nemecku	145
Graf 41: DESI podľa jednotlivých zložiek – Slovenská republika	146
Graf 42: DESI podľa jednotlivých zložiek - Európska únia	146

Graf 43: Vývoj mzdovej kvóty na Slovensku do roku 2012	147
Graf 44: Vývoj mzdovej kvóty v Nemecku a v USA (1970-2015).....	148

ZOZNAM SKRATIEK A ZNAČIEK

€	Znak euro
3D tlačiarne	Trojrozmerné tlačiarne
4 G sieť	Štvrtá generácia technológií mobilnej komunikácie
5 G sieť	Piata generácia technológií mobilnej komunikácie
AT	Rakúsko
AUT	Rakúsko
AUS	Austrália
BE	Belgicko
BEL	Belgicko
BG	Bulharsko
BGR	Bulharsko
CHE	Švajčiarsko
CNC	Počítačom (číslícovo) riadený stroj
CRM	Riadenie vzťahov so zákazníkmi (Customer Relationship Management)
CY	Cyprus
CYP	Cyprus
CZ	Česko
CZE	Česko
DE	Nemecko
DEA	Analýza obalu dát (Data envelopment Analysis)
DESI	Index digitálnej ekonomiky a spoločnosti
DESI-N	Nový DESI index vypočítaný na základe DEA modelu
DEU	Nemecko
DK	Dánsko
DM	Autori: Dengler a Matthes

DMUs	Rozhodovacie jednotky (Decision Making Units)
DNK	Dánsko
EASC	Európska asociácia pre dohľad a koučing (European Association for Supervision and Coaching)
EE	Estónsko
EK	Európska komisia
EL	Grécko
ERP	Systém plánovania podnikových zdrojov (Enterprise Resource Planning System)
ES	Španielsko
ESJ	Európsky prieskum zručností a pracovných miest (European Skills and Jobs Survey)
ESP	Španielsko
EST	Estónsko
EU KLEMS	Databáza o produktivite a raste na odvetvovej úrovni pre krajiny EÚ
EÚ	Európska únia
EU 27	Európska únia s 27 členskými krajinami
EÚ – 28	Európska únia s 28 členskými krajinami
FI	Fínsko
FIN	Fínsko
FO	Autori: Frey a Osborn
FR	Francúzsko
FRA	Francúzsko
GBR	Spojené kráľovstvo
GDP	Hrubý domáci produkt (Gross domestic product)
GINI	Koeficient merania príjmových nerovností
GRC	Grécko
GVC	Globálne hodnotové reťazce (Global value chains)

HDP	Hrubý domáci produkt
HR	Chorvátsko
HRV	Chorvátsko
HU	Maďarsko
HUN	Maďarsko
IKT	Informačné a komunikačné technológie (Information and Communication Technologies)
ILO	Medzinárodná organizácia práce (International Labour Organization)
IFR	Medzinárodná federácia robotiky (International Federation of Robotics)
ISCO	Medzinárodná klasifikácia povolání
IT	Taliansko
ITA	Taliansko
IT-priemysel	Priemysel informačných technológií
IRL	Írsko
JAP	Japonsko
JPN	Japonsko
KOR	Kórejská republika
LT	Litva
LTU	Litva
LU	Luxembursko
LUX	Luxembursko
LV	Lotyšsko
LVA	Lotyšsko
Max	Maximálne
Min	Minimálne
mld	miliarda
MT	Autori: Mihaylov a Tijdens
MT	Malta

NL	Holandsko
NLD	Holandsko
NOR	Nórsko
OECD	Organizácia pre ekonomickú spoluprácu a rozvoj
PHM	Priemerná hodinová mzda
PIAAC	Program medzinárodného hodnotenia kompetencií dospelých
PL	Poľsko
POL	Poľsko
PT	Portugalsko
PRT	Portugalsko
RO	Rumunsko
ROU	Rumunsko
RUS	Rusko
S80/S20	Koeficient príjmovej nerovnosti na základe porovnania horného a dolného kvintilu
SE	Švédsko
SGP	Singapur
SI	Slovinsko
SK	Slovensko
SK NACE	Klasifikácia ekonomických činností
SOC	Americká klasifikácia povolání
SVK	Slovensko
SVN	Slovinsko
SWE	Švédsko
TWN	Taiwan
UK	Spojené kráľovstvo
USA	Spojené štáty americké

SKRATKY SK NACE – KLASIFIKÁCIE EKONOMICKÝCH ČINNOSTÍ:

A	Sekcia odvetvia Rybolov a akvakultúra
B	Sekcia odvetvia Pomocné činnosti pri ťažbe
C10	Divízia odvetvia Výroba potravín
C11	Divízia odvetvia Výroba nápojov
C12	Divízia odvetvia Výroba tabakových výrobkov
C13	Divízia odvetvia Výroba textilu
C14	Divízia odvetvia Výroba odevov
C15	Divízia odvetvia Výroba kože a kožených výrobkov
C16	Divízia odvetvia Spracovanie dreva a výroba výrobkov z dreva a korku okrem nábytku; výroba predmetov zo slamy a prúteného materiálu
C17	Divízia odvetvia Výroba papiera a papierových výrobkov
C18	Divízia odvetvia Tlač a reprodukcia záznamových médií
C19	Divízia odvetvia Výroba koksu a rafinovaných ropných produktov
C20	Divízia odvetvia Výroba chemikálií a chemických produktov
C21	Divízia odvetvia Výroba základných farmaceutických výrobkov a farmaceutických prípravkov
C22	Divízia odvetvia Výroba výrobkov z gumy a plastu
C23	Divízia odvetvia Výroba ostatných nekovových minerálnych výrobkov
C24	Divízia odvetvia Výroba a spracovanie kovov
C25	Divízia odvetvia Výroba kovových konštrukcií okrem strojov a zariadení
C26	Divízia odvetvia Výroba počítačových, elektronických a optických výrobkov
C27	Divízia odvetvia Výroba elektrických zariadení
C28	Divízia odvetvia Výroba strojov a zariadení i. n.
C29	Divízia odvetvia Výroba motorových vozidiel, návesov a prívesov
C30	Divízia odvetvia Výroba ostatných dopravných prostriedkov
C31	Divízia odvetvia Výroba nábytku

C32	Divízia odvetvia Iná výroba
C33	Divízia odvetvia Oprava a inštalácia strojov a prístrojov
D	Sekcia odvetvia Dodávka elektriny, plynu, pary a studeného vzduchu
E	Sekcia odvetvia Ozdravovacie činnosti a ostatné činnosti nakladania s odpadom
F	Sekcia odvetvia Špecializované stavebné práce
G45	Divízia odvetvia Veľkoobchod a maloobchod a oprava motorových vozidiel a motocyklov
G46	Divízia odvetvia Veľkoobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov
G47	Divízia odvetvia Maloobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov
H49	Divízia odvetvia Pozemná doprava a doprava potrubím
H50	Divízia odvetvia Vodná doprava
H51	Divízia odvetvia Letecká doprava
H52	Divízia odvetvia Skladové a pomocné činnosti v doprave
H53	Divízia odvetvia Poštové služby a služby kuriérov
I	Sekcia odvetvia Činnosti reštaurácií a pohostinstiev
J58	Divízia odvetvia Nakladateľské činnosti
J59	Divízia odvetvia Výroba filmov, videozáznamov a televíznych programov, príprava a zverejňovanie zvukových nahrávok
J60	Divízia odvetvia Činnosti pre rozhlasové a televízne vysielanie
J61	Divízia odvetvia Telekomunikácie
J62	Divízia odvetvia Počítačové programovanie, poradenstvo a súvisiace služby
J63	Divízia odvetvia Informačné služby
K	Sekcia odvetví Pomocné činnosti finančných služieb a poistenia
M	Sekcia odvetví Veterinárne činnosti
N	Sekcia odvetví Administratívne, pomocné kancelárske a iné obchodné pomocné činnosti
R	Sekcia odvetví Športové, zábavné a rekreačné činnosti

S

Sekcia odvetví Ostatné osobné služby

Tento projekt sa realizuje vďaka podpore z Európskeho sociálneho fondu a Európskeho fondu regionálneho rozvoja v rámci Operačného programu Ľudské zdroje.

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha 1: Odvetvia na Slovensku zoradené zostupne podľa podielu profesií s vysokým rizikom automatizovateľnosti (nad 70 %) na zamestnanosti daného odvetvia podľa Frey a Osborne (2013), 2019	182
Príloha 2: Odvetvia na Slovensku zoradené zostupne podľa absolútneho počtu pracujúcich v profesiách s vysokým rizikom automatizovateľnosti (nad 70 %) podľa Frey a Osborne (2013), 2019.....	185
Príloha 3: Odvetvia na Slovensku zoradené zostupne podľa podielu profesií s vysokým rizikom automatizovateľnosti (nad 70 %) na zamestnanosti daného odvetvia podľa Dengler a Matthes (2018), 2019	189
Príloha 4: Odvetvia na Slovensku zoradené zostupne podľa absolútneho počtu pracujúcich v profesiách s vysokým rizikom automatizovateľnosti (nad 70 %) podľa Dengler a Matthes (2018), 2019	192
Príloha 5: Odvetvia na Slovensku zoradené zostupne podľa podielu profesií s vysokým rizikom automatizovateľnosti (nad 70 %) na zamestnanosti daného odvetvia podľa Mihaylov a Tijdens (2019), 2019	195
Príloha 6: Odvetvia na Slovensku zoradené zostupne podľa absolútneho počtu pracujúcich v profesiách s vysokým rizikom automatizovateľnosti (nad 70 %) podľa Mihaylov a Tijdens (2019), 2019	198
Príloha 7: Údaje použité v DEA modeloch so zásobou robotov.....	202
Príloha 8: Údaje použité v DEA modeloch s indexom DESI.....	204

ÚVOD

Vízia plne automatizovaného a integrovaného výrobného procesu od jeho počiatku až po distribúciu výrobku nie je hudbou budúcnosti, ale realitou v mnohých fabrikách i na Slovensku. Výrobné haly bez jediného pracovníka alebo roboty v prítomnosti len niekoľkých pracovníkov, 3D tlačiarne využívajúce len minimálny počet pracovníkov, autonómne dopravné systémy, vedúce k označeniam ako „*automation jobless*“, „*automation anxiety*“, „*work without men*“ vyvolávajú celý rad otázok o možných dopadoch takýchto novými technológiami indukovaných transformačných procesov pre ekonomiku a spoločnosť. Podstatné na týchto procesoch nie je automatizácia a používanie robotov, ale vzájomné prepojenie jednotlivých fáz výrobného procesu, výrobkov a služieb (roboty vykonávajú viaceré na seba nadväzujúce výrobné úkony autonómne), inými slovami ide o prepájanie fyzikálneho sveta a sveta internetu. Narastajúca previazanosť ľudí, organizácií, strojov a výrobkov, podporovaná internetovými mobilnými technológiami je už niekoľko rokov označovaná ako „internet vecí“ („*internet of things*“).

Pojem „*digital economy*“ (digitálna ekonomika) bol prvýkrát spomínaný v Japonsku v polovici recesie jeho ekonomiky v deväťdesiatych rokoch a vyvolaný obchodnými aktivitami na trhoch využívajúcich internet. Hlavnými prvkami týchto procesov sú:

- elektronická infraštruktúra (hardware, software, telekomunikácia, siete, ľudský kapitál a pod.),
- výrobné aktivity riadené cez počítačové siete,
- elektronické obchodovanie (statky predávané a kupované online).

V Nemecku bol tento proces naviazaný na projekt nemeckého IT priemyslu: „*Zukunftsprojekt Industrie 4.0*“, ktorý našiel konkrétne vyjadrenie a podporu v technologickom programe: „*Autonomik für Industrie 4.0*“ Spolkového ministerstva pre hospodárstvo a energetiku a bol

motivovaný snahou nájsť nové cesty zvyšovania produktivity ekonomiky (inteligentná továreň, hodnotové reťazce).

Označenie „*Priemysel 4.0*“ je vyjadrením dvoch aspektov tohto procesu: v prvom rade je označením štvrtého stupňa vývoja vo výrobnjej sfére ekonomiky. Po zavedení mechanizačných výrobných techník na sklonku 18. storočia (prvá fáza tzv. priemyselnej revolúcie, mechanizácia), používanie elektriny viedlo na začiatku 20. storočia k masovej výrobe založenej na rozvinutej delbe práce (druhá fáza priemyselnej revolúcie, elektrifikácia) a v polovici minulého storočia narastajúce využívanie elektroniky a informačných techník prinieslo ďalšiu automatizáciu výroby a je označované ako tretia fáza priemyselnej revolúcie (automatizácia). Vyššie spomínaný trend automatizácie založený na interakcii ľudí, organizácii strojov a prepojení fyzikálneho sveta a sveta internetu viedol k označeniu tejto fázy ako štvrtej priemyselnej revolúcie.

Označenie 4.0 zároveň zdôrazňuje, že tento vývoj nie je ťahaný len klasickým strojárskym priemyslom, ale vo vysokej miere informačnými technológiami a teda IT-priemyslom. Vzhľadom na obsahové prelínanie pojmov „*digitálna ekonomika*“ a „*Priemysel 4.0*“ a v snahe o zachytenie tohto širokého spektra závislosti a súvislosti používame tieto označenia v našej štúdii bez osobitného rozlíšenia.

Digitalizácia ekonomiky a Priemysel 4.0 ponúkajú nové príležitosti a výzvy: nové technológie môžu generovať zvýšenú produktivitu ekonomiky, uľahčujú trhové transakcie a vytvárajú nové nehmotné „*weightless*“ statky a služby, s takmer nulovými hraničnými nákladmi. Tento vývoj – tak ako i v predošlých fázach priemyselnej revolúcie – však výrazne ovplyvní predovšetkým trh práce i povahu práce. Avšak pokým v prvých fázach priemyselnej revolúcie boli snahy tento vývoj zastaviť (i ničením strojov), v súčasnosti prevládajú konštruktívne diskusie a existuje celý rad štúdií o možných implikáciách pre trh práce, povahu a kvalitu práce, ako i o dopadoch na produktivitu a efektívnosť, na príjmové nerovnosti, na štátny rozpočet a z toho vyplývajúce implikácie pre daňové reformy. Konštruktívna diskusia vedená snahou využiť núkajúce sa

šance a príležitosti musí byť založená na kvalitných vedecky fundovaných analýzach. Na tejto diskusii by sa mali podieľať všetky zainteresované subjekty a teda i hlavní sociálni partneri: zamestnanci a zamestnávateľia. Komplexná analýza dopadov digitalizácie a Priemyslu 4.0 na ekonomiku a spoločnosť musí obsahovať aspekty národohospodárske, podnikovo-hospodárske, technicko-ekonomické a informatické, ako i legislatívno-právne (tzv. *big data* problém). Z tohto dôvodu sú tieto otázky výzvou a príležitosťou pre širokú vedeckú komunitu a plodnú spoluprácu.

Cieľom predkladanej štúdie je prispieť – vychádzajúc z daného stavu poznania vo svete – do tejto diskusie z hľadiska národohospodárskych aspektov a je venovaná možným dopadom digitalizácie a Priemyslu 4.0 na trh práce a povahu práce, na súvislosti medzi digitalizáciou a produktivitou a na dopady automatizácie a digitalizácie na hospodársky rast a verejné financie, s ťažiskovým zameraním na slovenskú ekonomiku. Cieľom vedeckých analýz nemôže byť len poskytnúť odpovede na predložené otázky, ale generovať ďalšie relevantné otázky, ktoré môžu slúžiť ako základ pre ďalšie nadväzujúce štúdie v tejto oblasti, čo bolo ďalším cieľom tejto štúdie.

Štúdia má nasledovnú štruktúru. V prvej kapitole sa zaoberáme implikáciami Priemyslu 4.0 pre trh práce, a to i) na základe prehľadu literatúry k budúcnosti práce, ii) na základe prehľadu literatúry k súčasným zmenám v dopyte po práci spôsobených technologickým pokrokom v minulosti, a iii) na základe vlastných odhadov ohrozenia pracovných miest automatizáciou na Slovensku podľa regiónov, ako aj podľa odvetví a profesií. V druhej kapitole sú preskúmané kvalitatívne zmeny pracovných podmienok v dôsledku digitalizácie. Táto kapitola obsahuje empirickú analýzu efektov automatizácie na dopyt po práci v Slovenskej republike v porovnaní s vybranými krajinami Európskej únie. Okrem toho sú v nej na základe viac ako 30 rozhovorov s predstaviteľmi z rôznych profesijných skupín (odborári, zamestnanci, manažéri) preskúmané zmeny v pracovných podmienkach na slovenskom a českom trhu práce. Taktiež sú tu diskutované budúce zmeny v kvalifikáciách. Tretia kapitola sa zaoberá súvislosťami medzi digitalizáciou, jej meraním a produktivitou. Najskôr sa venuje analýze dlhodobých trendov vo

vývoji produktivity a zamestnanosti, potom meraniu úrovne digitalizácie a parametrickej analýze vzťahu medzi digitalizáciou a produktivitou. Meranie produktivity je diskutované v podkapitole 3.4. V štvrtej kapitole sa zaoberáme výskumom jednotlivých faktorov, ktoré prispievali k zmene produktivity meranej prostredníctvom neparametrických DEA modelov, s dôrazom na efekty zmien v zásobe priemyselných robotov na zamestnanosť a hospodársky rast. Okrem toho sú v nej preskúmané efekty digitalizácie na hospodársky rast. Dopady zavádzania Priemyslu 4.0 na hospodársky rast a verejné financie sú preskúmané aj v piatej kapitole. V nej sa venujeme analýze scenárov vývoja aj dopadom na príjmové nerovnosti. V poslednej časti štúdie sa nachádzajú návrhy a odporúčania, ako aj závery v ktorých sumarizujeme jej hlavné zistenia.

1. IMPLIKÁCIE PRIEMYSLU 4.0 PRE TRH PRÁCE

Digitalizácia ekonomiky a Priemysel 4.0 ponúkajú nové príležitosti a výzvy. Nové technológie môžu generovať zvýšenú produktivitu a uľahčujú trhové transakcie. Vytvárajú nové statky a služby s takmer nulovými alebo nulovými hraničnými nákladmi. Okrem toho majú tieto zmeny a nové technológie zásadné implikácie pre trh práce. Vytvárajú nové pracovné činnosti a povolania, no zároveň ohrozujú značnú časť činností tradične vykonávaných ľudskou prácou. To má následne dopady nie len na celkovú mieru zamestnanosti, nezamestnanosti a štruktúru práce, ale aj na mieru príjmových nerovností. Nové pracovné činnosti, založené napríklad na digitálnych zručnostiach, majú potenciál pre rast a vysoké príjmy. Okrem toho existujú mnohé nízko príjmové činnosti, ktoré nové technológie v blízkej dobe nenahradia, napríklad v oblasti sociálnych služieb. Značná časť stredne príjmových pracovných činností je však čoraz viac ohrozená nahrádzaním kapitálom. Tieto tendencie preto môžu viesť k výrazným zmenám v spoločnosti a k nárastu nerovností tak v príležitostiach, ako aj vo výstupoch.

Cieľom štúdie je preskúmať dopady digitalizácie a zavádzania Priemyslu 4.0 na Slovensko. Predmetom štúdie je zmapovanie ekonomických, sociálnych a spoločenských dopadov, ako východiska pre ďalšie výskumné štúdie, ktoré podrobnejšie preskúmajú dopady v jednotlivých oblastiach. Projekt je tak zameraný na preskúmanie širokého spektra dopadov digitalizácie a Priemyslu 4.0 na Slovensku, so špeciálnym zreteľom na dopady na ekonomický rast a zamestnanosť.

Zavádzanie Priemyslu 4.0 bude mať rozsiahle dopady na spoločnosť, vrátane sociálnych dopadov a dopadov na zamestnanosť. Pre pozitívne ovplyvnenie zmien, ktoré sú s tým spojené, potrebujú tvorcovia hospodárskej politiky, ako aj široké spektrum zainteresovaných záujmových skupín, podkladové materiály, ktoré mapujú potenciálne dopady Priemyslu 4.0 na jednotlivé oblasti spoločnosti. Iba tak bude možné na potenciálne riziká včas zareagovať a ovplyvniť dopady žiaducim smerom.

V tejto časti štúdie sa venujeme implikáciám automatizácie na zamestnanosť a trh práce. Výskumné štúdie, ktoré analyzujú dopady automatizácie na trh práce môžeme rozdeliť do dvoch veľkých oblastí. Prvá z nich sa zaoberá problematikou potenciálnych efektov na trh práce, budúcnosťou práce. Tieto štúdie sa snažia o čo najlepšiu predikciu potenciálnych dopadov, pri zohľadnení rôznych scenárov vývoja, ktoré závisia od viacerých exogénnych (napr. nepredvídateľnosť nových technologických objavov) a endogénnych faktorov (napr. reakcia politikov na súčasný vývoj, podpora/brzdzenie zavádzania automatizácie). Prehľad štúdií k tejto oblasti je spracovaný v prvej podkapitole. V ďalšej podkapitole sa zaoberáme druhou veľkou skupinou štúdií, ktoré analyzujú efekty technologického pokroku a automatizácie na dopyt po práci v minulosti. Na základe rôznych ekonomických modelov sa tieto štúdie snažia odhaliť asociácie medzi mzdovým vývojom a zamestnanosťou na jednej strane, a automatizáciou a technologickým pokrokom na druhej strane. Použitím ekonometrických modelov sa niektoré z nich snažia odhaliť aj kauzálne súvislosti medzi nimi. Okrem toho využívajú dekompozíciu zmien vychádzajúcu z ekonomických modelov založených na pracovných činnostiach, aby odhalili efekty pre zánik pracovných miest, ako aj pre tvorbu nových pracovných činností a miest. Na základe rôznych odhadov pravdepodobností nahrádzania práce kapitálom analyzujeme ohrozenosť pracovných miest na Slovensku na národnej, regionálnej aj odvetvovej úrovni.

1.1. Budúcnosť práce

Počas poslednej dekády bolo publikovaných mnoho štúdií, ktorých autori odhadujú, že automatizácia a iné nové technológie majú potenciál v blízkej budúcnosti významne narušiť trh práce. Debatu o budúcnosti práce v kontexte nastupujúcich technológií rozprúdili Frey a Osborne (2013), ktorí odhadujú, že až 47 % pracovných miest v USA je vysoko ohrozených automatizáciou. Ich metodológia spočíva v tom, že na základe expertného zhodnotenia odhadujú pre každé zo 702 povolání pravdepodobnosť, s akou bude v horizonte dvoch až troch dekád automatizované. Tieto odhady následne viacerí autori využili pri výpočte

potenciálnych dopadov na trhy práce iných krajín. V prípade Fínska a Nórska ide o približne 35 % pracovných miest vysoko ohrozených automatizáciou (Pajarinen a Rouvinen, 2014; Pajarinen a kol., 2015). Navyše, v prípade oboch krajín dospeli autori k výsledkom, ktoré naznačujú, že horšie platené povolania a povolania s nižšími nárokmi na vzdelanie sú automatizáciou ohrozené výraznejšie. Potenciálne najviac automatizáciou ohrozeným sa javí byť nemecký trh práce – až 59 % pracovných miest sa nachádza v kategórii s vysokou pravdepodobnosťou automatizácie (Brzeski a Burk, 2015). V prípade Írska uskutočňujú Crowley a Doran (2019) túto analýzu na úrovni miest a odhadujú hodnoty v intervale 26 – 58 % (s priemernou hodnotou 44 %).

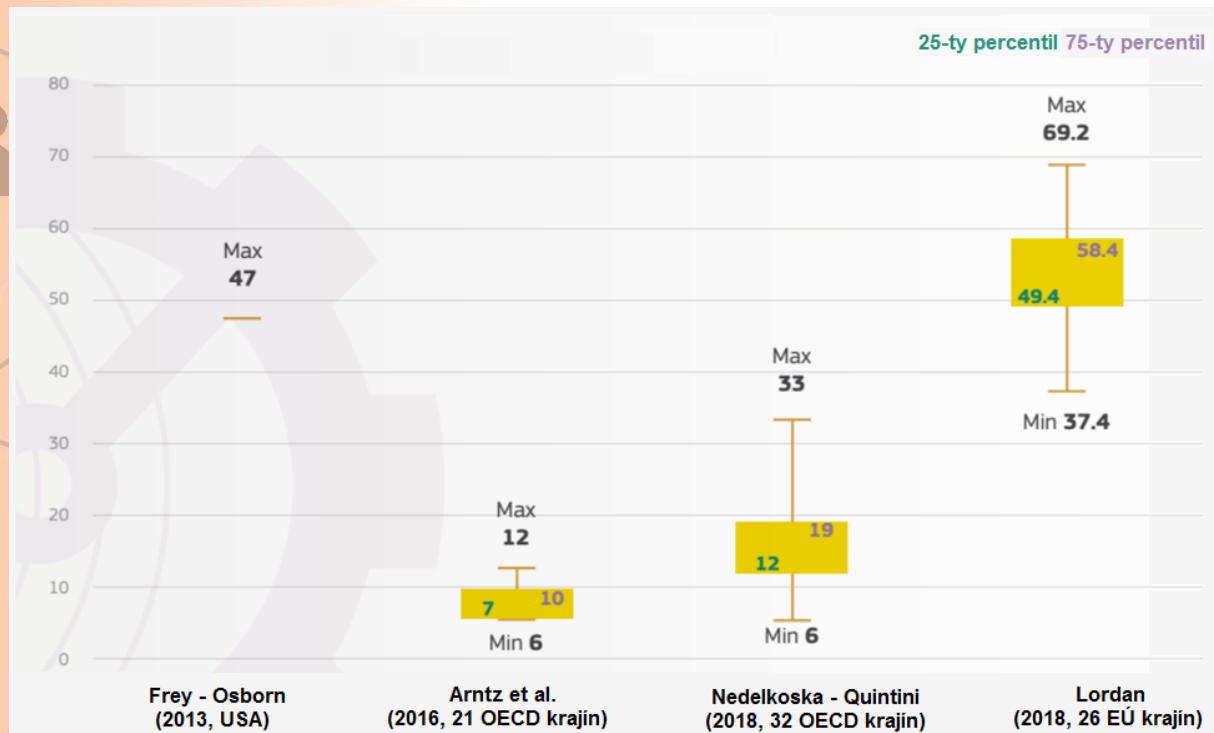
Najčerstvejším príspevkom je odhad pre Rakúsko. Michlits a kol. (2019) prišli s hodnotou 40 % a vlastnou interpretáciou tohto výsledku. Podľa nich iba malá časť povolaní spadajúcich do kategórie vysoko ohrozených automatizáciou bude v skutočnosti kompletne automatizovaných. Avšak drvivá väčšina týchto povolaní bude spojená s významnými zmenami nárokov na schopnosti, zručnosti a vzdelanie pracovníkov a so zmenami činností, ktoré sú v rámci týchto povolaní vykonávané. Autori zároveň odhadujú, že implementácia nových technológií bude mať negatívnejší dopad na ženy než mužov. Pre dosiahnutie čo najspoľahlivejších výsledkov je pri tejto metodológii kľúčové pracovať s detailnými údajmi o zamestnanosti. Aj keď Bowles (2014) pracoval v porovnaní s vyššie spomínanými štúdiami s agregovanejšími údajmi o zamestnanosti, jeho výsledky môžu poslúžiť aspoň na približné porovnanie ohrozenia trhov práce jednotlivých krajín EÚ. Ako automatizáciou najohrozenejší vychádza rumunský trh práce (približne 62 %). Naopak, najmenšiemu ohrozeniu sú vystavení pracovníci vo Švédsku (približne 47 %). V prípade Slovenska autor odhaduje, že približne 55 % pracovných miest je vysoko ohrozených automatizáciou. Ide o hodnotu takmer totožnú s priemerom za všetky krajiny EÚ (54 %).

Výsledky mikroekonomickej analýzy Fossena a Sorgnera (2018) naznačujú, že pracovníci pracujúci v povolaniach, ktoré sú spojené s vyšším rizikom automatizácie, už v súčasnosti častejšie menia zamestnanie alebo sa stávajú nezamestnanými. Otázne však je, či sú tieto

pohyby dobrovoľné alebo nedobrovoľné. Autori sa prikláňajú k optimistickej verzii interpretácie výsledkov ich výskumu – aby pracovníci predišli budúcej nezamestnanosti, presúvajú sa už v súčasnosti do povolání menej ohrozených automatizáciou. Či sa pracovníci skutočne presúvajú do povolání s nižším rizikom automatizácie však už predmetom ich výskumu nebolo. Hovoríme teda iba o hypotéze.

Arntz et al. (2016) prišli s kritikou metodológie Freya a Osbornea (2013) a pokúšali sa vyčíslíť počet pracovných činností (nie celých zamestnaní), ktoré by mohli zaniknúť v dôsledku automatizácie, robotizácie a digitalizácie. Aby vzali do úvahy skutočnosť, že nie všetci pracovníci v určitej profesii majú rovnaké profily zamestnania, využili údaje o jednotlivých činnostiach z prieskumu OECD PIAAC (Program medzinárodného hodnotenia kompetencií dospelých), čím prehodnotili potenciál automatizácie aj pre USA. Inšpirovali sa pri tom i nemeckou štúdiou Bonin et al. (2015), ktorá zodpovedajúcim spôsobom vypočítala, že 42 % zamestnancov v Nemecku pracuje v rizikových profesiách. Prehľad odhadov ohrozenosti pracovných miest z rôznych štúdií je uvedený aj v nasledujúcom grafe.

Graf 1: Odhady ohrozených pracovných miest



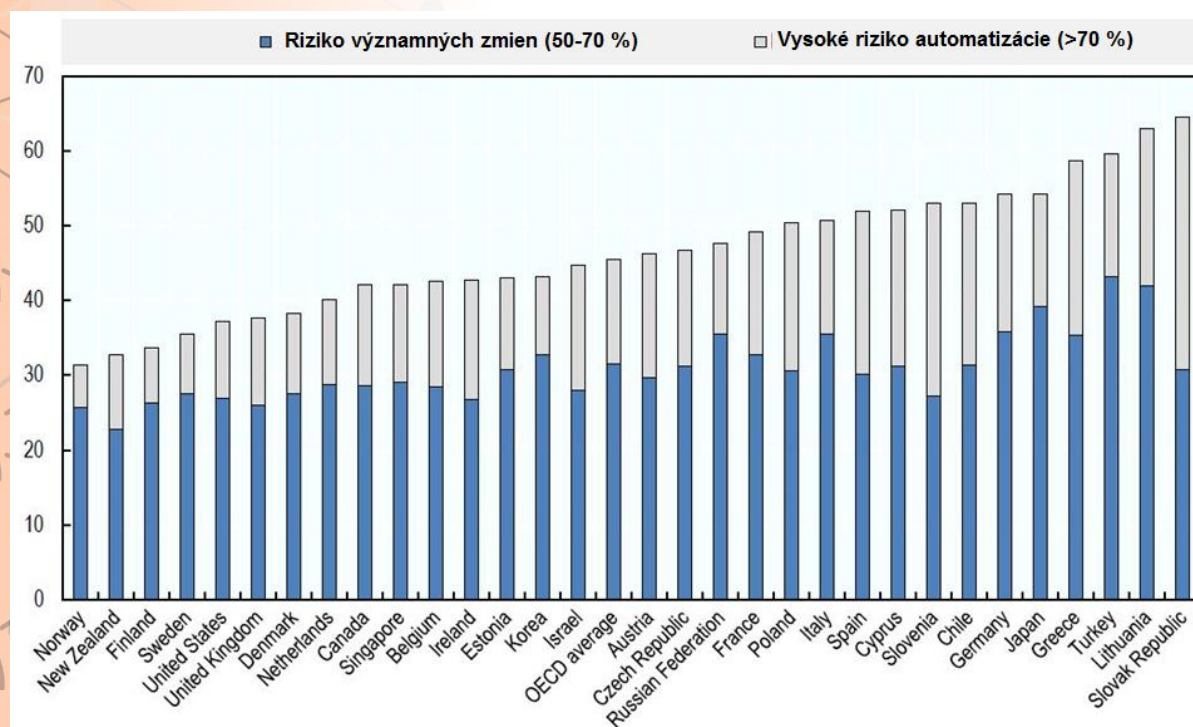
Zdroj: EU, 2019, The changing nature of work.

Arntz et al. (2016) vychádzajú z existencie heterogenity v činnostiach, ktoré rôzni pracovníci v rámci tých istých povolání vykonávajú. Kým v prípade Freya a Osborna (2013) hovoríme o *occupation-based* prístupe (prístup založený na *povolaniach*), prístup vychádzajúci z heterogenity pracovných miest v rámci tých istých povolání označujeme ako *task-based* (prístup založený na pracovných *činnostiach*). Odhadujú, že v 21 krajinách OECD je v priemere iba 9 % pracovných miest vysoko automatizovateľných. Najmenej sú automatizáciou ohrození pracovníci v Južnej Kórei (6 %), najviac v Rakúsku (12 %). Zo štúdie Arntz et al. (2016) zároveň vyplýva, že najviac ohrození automatizáciou sú pracovníci so základným a nižším stredným vzdelaním. Okrem toho automatizácia najvýraznejšie ohrozuje 10 %, resp. 25 % najmenej zarábajúcich ľudí. Slovensko v rámci tejto analýzy vychádza ako krajina, ktorej trh práce je po rakúskom, nemeckom a španielskom štvrtým najohrozenejším. Ďalšie výsledky aj v tomto prípade naznačujú, že automatizáciou sú najviac ohrozené nízko príjmové skupiny obyvateľstva a pracovníci s nízkym vzdelaním. Hlavným záverom autorov je, že budúcnosť,

v ktorej v dôsledku automatizácie zaniknú desiatky percent pracovných miest, čoho výsledkom bude vysoká technologická nezamestnanosť, sa javí ako nepravdepodobná. Upozorňujú však na implikácie automatizácie pre príjmové nerovnosti a na rastúci význam zabezpečenia rekvalifikácie pre nízko kvalifikovaných pracovníkov.

Analýzou Bonin et al. (2015) sa inšpirovali aj autori rakúskej štúdie Nagl, Titelbach a Valková (2017), ktorí pri skúmaní potenciálu substituovania činností v dôsledku digitalizácie a automatizácie v Rakúsku použili takisto aj individuálne profily činností zamestnancov. Obrovskou výhodou je, že autori pracovali s dátami OECD PIAAC pre rakúsku ekonomiku a v druhom kroku empirického odhadu, na rozdiel od jednoduchého prevodu pravdepodobností od Frey a Osborne (2013), použili iteratívny prístup pri vážení. Ich výsledkom pre Rakúsko je, že 9 % zamestnaných vykazuje činnosti s vysokým potenciálom nahradenia inteligentnými strojmi.

Graf 2: Variabilita v automatizovateľnosti pracovných miest naprieč krajinami OECD



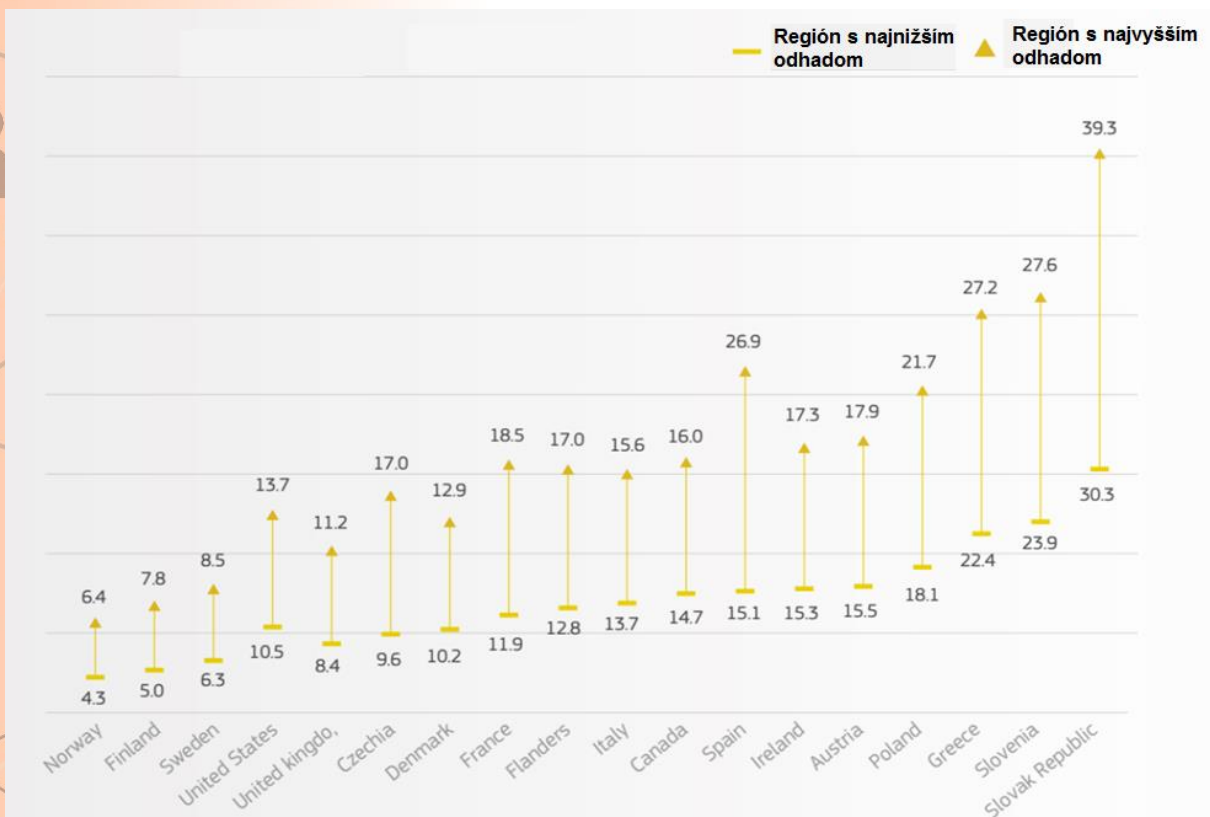
Zdroj: Nedelkoska a Quintini (2018)

Poznámka: Šedé stĺpce sa týkajú vysoko automatizovateľných pracovných miest a modré stĺpce pracovných miest, ktoré prejdú významnými zmenami.

Podobný, no tiež mierne modifikovaný prístup uplatňujú aj Nedelkoska a Quintini (2018), ktorí svoju analýzu rozšírili na 32 krajín OECD. V týchto krajinách je v priemere 14 % pracovných miest vysoko automatizovateľných. Na úrovni jednotlivých krajín ide o hodnoty v intervale 6 – 33 %, kedy krajinou najviac ohrozenou automatizáciou je práve Slovensko. Priemerné pracovné miesto je na Slovensku spojené s 57 % automatizovateľnosťou (v prípade Nórska ide o 41 %).

Pouliakas (2018) sa v prípade krajín EÚ dopracoval k totožnému výsledku ako Nedelkoska a Quintini (2018), teda 14 % európskych pracovníkov vo veku 24 – 65 rokov čelí vysokému riziku automatizácie. Kým Arntz a kol. (2016) a Nedelkoska a Quintini (2018) využívajú takmer totožné dáta (výsledky prieskumu PIAAC) a metodológiu, Pouliakas (2018) síce vychádza z rovnakej metodológie, ale pracuje s rozdielnymi dátami (výsledky prieskumu ESJ - European skills and jobs survey). Na rozdiel od Michlitsa a kol. (2019) naznačujú výsledky tejto štúdie, že automatizácia ma potenciál pripraviť o prácu skôr mužov než ženy. Zároveň sa potvrdzuje potenciál negatívneho dopadu automatizácie najmä na nízkokvalifikovanú pracovnú silu.

Graf 3: Miera ohrozenosti región podľa krajín



Zdroj: EU, 2019, The changing nature of work.

V štúdií (EU, 2019) je uvedená miera ohrozenosti zamestnanosti podľa regiónov a krajín Európskej únie. V tomto porovnaní patrí Slovensko medzi krajiny s najvyššou ohrozenosťou budúcnosti práce, a to jednak medzi najmenej ohrozenými regiónmi, ako aj medzi najviac ohrozenými regiónmi EÚ.

Kým autori všetkých vyššie spomínaných štúdií vychádzajú z expertných odhadov, ktoré využili Frey a Osborne (2013), Dengler a Matthes (2018) prichádzajú s vlastnými expertnými odhadmi rizika automatizácie, ktorému čelia jednotlivé povolania v Nemecku. Upozorňujú, že sa nesnažia predvídať budúcnosť, ale sústredia sa na aktuálne technologické možnosti. V porovnaní s hodnotou 47 % v prípade využitia *occupation-based* prístupu je hodnota spojená s *task-based* prístupom výrazne nižšia – 15 % nemeckej zamestnanosti je vysoko ohrozená automatizáciou. Výsledky ich výskumu taktiež naznačujú, že rast zamestnanosti

v jednotlivých povolaniach klesá s ich automatizovateľnosťou. Podobný prístup zvolili Mihaylov a Tijdens (2019), ktorí analyzujú činnosti, z ktorých pozostávajú jednotlivé povolania v rámci medzinárodnej klasifikácie povolání ISCO-08. Tieto činnosti rozdeľujú do piatich kategórií – nerutinné analytické, nerutinné interaktívne, rutinné kognitívne, rutinné manuálne a nerutinné manuálne – a následne odhadujú podiel zamestnanosti vysoko ohrozenej automatizáciou v Holandsku (11 %).

Brynjolfsson a kol. (2018) sa pozreli samostatne na potenciál strojového učenia – podoblasti technológie umelej inteligencie – transformovať jednotlivé povolania a odvetvia ekonomiky. Dospeli k záveru, že na rozdiel od predchádzajúcich vln automatizácie, nemá strojové učenie potenciál významne zasiahnuť iba určitú časť pracovnej sily, ale pôsobiť rovnomerne naprieč všetkými povolaniami. Pozorujú veľmi nízku koreláciu medzi aplikovateľnosťou technológie strojového učenia na činnosti, z ktorých pozostávajú jednotlivé povolania a finančným ohodnotením, ktoré je s nimi spojené. Širšia implementácia tejto technológie by teda nemala byť spojená s rastúcimi príjmovými nerovnosťami. Nakoľko v prípade takmer všetkých povolání autori identifikujú výraznú variabilitu v aplikovateľnosti strojového učenia na činnosti, z ktorých pozostávajú, zánik veľkého množstva pracovných miest v dôsledku implementácie tejto technológie je veľmi nepravdepodobný. Nepochybne však dôjde k zmenám vo výrobných procesoch a k reorganizácii činností.

1.2. Technologický pokrok a dopyt po práci

Potenciál širšej a rýchlejšej implementácie nových technológií narušiť status quo a spôsobiť otrasy na trhu práce je nesporný. Ako však naznačujú výsledky viacerých empirických analýz, dopad na celkovú zamestnanosť môže byť tak negatívny, ako aj pozitívny.

Prvú empirickú analýzu ekonomických dopadov implementácie priemyselných robotov uskutočnili Graetz a Michaels (2015). Ich dáta pokrývajú 238 odvetví (v rámci 17 krajín) a obdobie 1993 – 2007. Dospeli k záveru, že implementácia priemyselných robotov je spojená s rastom produktivity, pridanej hodnoty a tempa ekonomického rastu. Ich odhad dopadu

na celkovú zamestnanosť však štatisticky významný nie je. Aj keď sa nezdá, že by automatizácia bola spojená s poklesom celkovej zamestnanosti, ich výsledky naznačujú negatívny dopad na zamestnanosť nízko a stredne kvalifikovaných pracovníkov. Carbonero a kol. (2016) využitím rovnakej metodológie ukazujú, že kým vo vyspelých ekonomikách je dopad automatizácie na celkovú zamestnanosť takmer zanedbateľný, v prípade rozvíjajúcich sa krajín identifikujú počas obdobia 2005 – 2014 silný negatívny dopad na celkovú zamestnanosť.

Na rozdiel od odvetvového prístupu autorov oboch vyššie spomínaných štúdií skúmajú Gregory a kol. (2016) dopad technologického pokroku (*routine-replacing technological change – technologické zmeny nahrádzajúce rutinné činnosti*) na dopyt po práci na úrovni celej ekonomiky. Odhadujú, že technologický pokrok zvýšil počas obdobia 1999 – 2010 dopyt po práci v Európe o takmer 12 miliónov pracovných miest, čo zodpovedá približne polovici celkového rastu zamestnanosti. Dekompozícia, ktorá vychádza z ich teoretického modelu, ukazuje, že silný substitučný efekt technologického pokroku (pracovníci sú nahrádzaní strojmi pri výkone rutinných činností) bol počas analyzovaného obdobia viac než kompenzovaný rastom dopytu po produkcii a spillover efektmi.

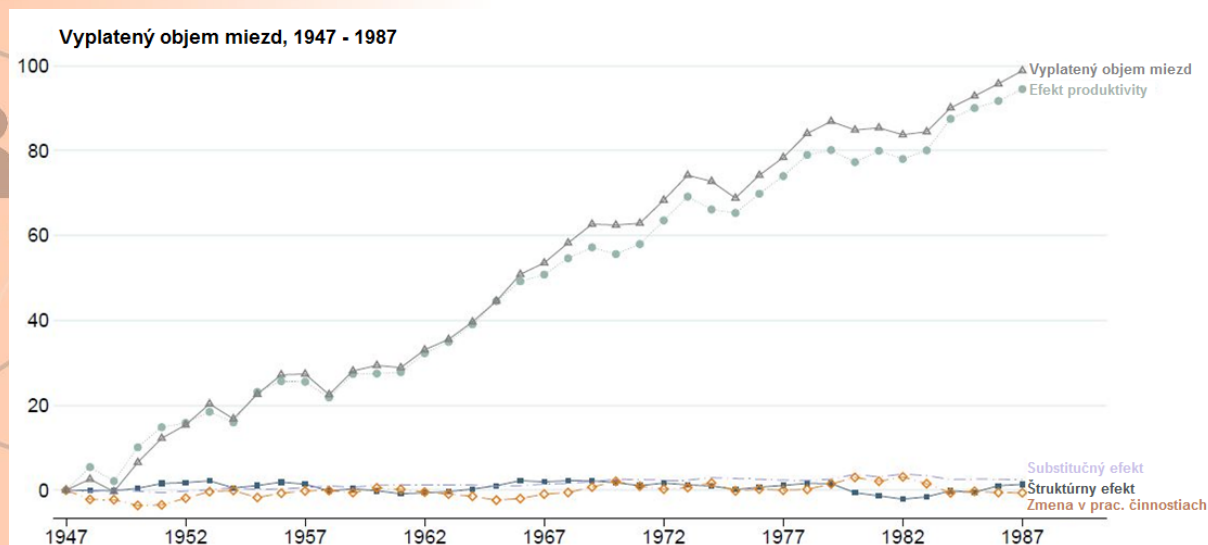
Podobne o efektoch technologického pokroku uvažujú aj Acemoglu a Restrepo (2020). Využívajúc model, v ktorom roboty a ľudská pracovná sila súperia o činnosti, ktoré sú vykonávané v rámci výrobného procesu (*task-based model*), ukazujú, že vyššia penetrácia robotov do ekonomiky ovplyvňuje zamestnanosť a mzdy dvomi spôsobmi – roboty na jednej strane síce priamo nahrádzajú pracovníkov pri činnostiach, ktoré dovtedy vykonávali (*displacement effect – efekt nahrádzania práce*), zároveň však dochádza k rastu dopytu po práci v iných odvetviach a/alebo pri výkone iných činností (*productivity effect – efekt produktivity*). Ich empirická analýza naznačuje silný a robustný negatívny vplyv penetrácie robotov na zamestnanosť a mzdy v USA. K podobnému záveru sa dopracovali aj Chiacchio a kol. (2018), ktorí odhadujú daný vzťah v európskom kontexte. Konkrétne pracujú s dátami za Fínsko, Francúzsko, Nemecko, Španielsko, Švédsko a Taliansko. V prípade Nemecka sa

Dauth a kol. (2017) dopracovali k výsledkom, ktoré nenaznačujú, že by penetrácia robotov bola spojená s poklesom celkovej zamestnanosti. Odhadujú však, že jeden dodatočne implementovaný robot je v prípade spracovateľského priemyslu spojený so zánikom dvoch pracovných miest. Tento zánik pracovných miest však bol počas obdobia 1994 – 2014 plne kompenzovaný vznikom pracovných miest v sektore služieb.

Na tomto modeli stavajú Acemoglu a Restrepo aj svoj ďalší výskum. Acemoglu a Restrepo (2019) skúmajú vplyv automatizácie a iných nových technológií na dopyt po práci. Predstavujú dekompozíciu zmien v dopyte po práci a aplikujú ju na americké dáta. Ukazujú, že popri *displacement a productivity* efektu pôsobí aj *reinstatement effect* (efekt vzniku nových činností), prostredníctvom ktorého technologický pokrok zvyšuje dopyt po práci, keďže s novými technológiami je spojený aj vznik úplne nových činností, v ktorých má práca komparatívnu výhodu. Celkový vplyv technologického pokroku na dopyt po práci tak závisí od sily jednotlivých efektov. Kvalitatívnym zmenám na trhu práce a zmenám v pracovných podmienkach sa ďalej podrobnejšie venujeme aj v nasledujúcej kapitole.

Empirická dekompozícia zmien v USA (Acemoglu a Restrepo, 2019) naznačuje, že kým počas obdobia 1947 – 1987 bola v USA automatizácia plne kompenzovaná vznikom nových činností (Graf 4), tak počas posledných troch dekád (1987 – 2017) automatizácia už nebola v dostatočnej miere kompenzovaná vznikom nových činností (Graf 5). Spolu s pomalším rastom produktivity je táto skutočnosť dôvodom, prečo rástol americký dopyt po práci počas posledných troch dekád pomalšie ako počas prvých štyroch povojnových desaťročí.

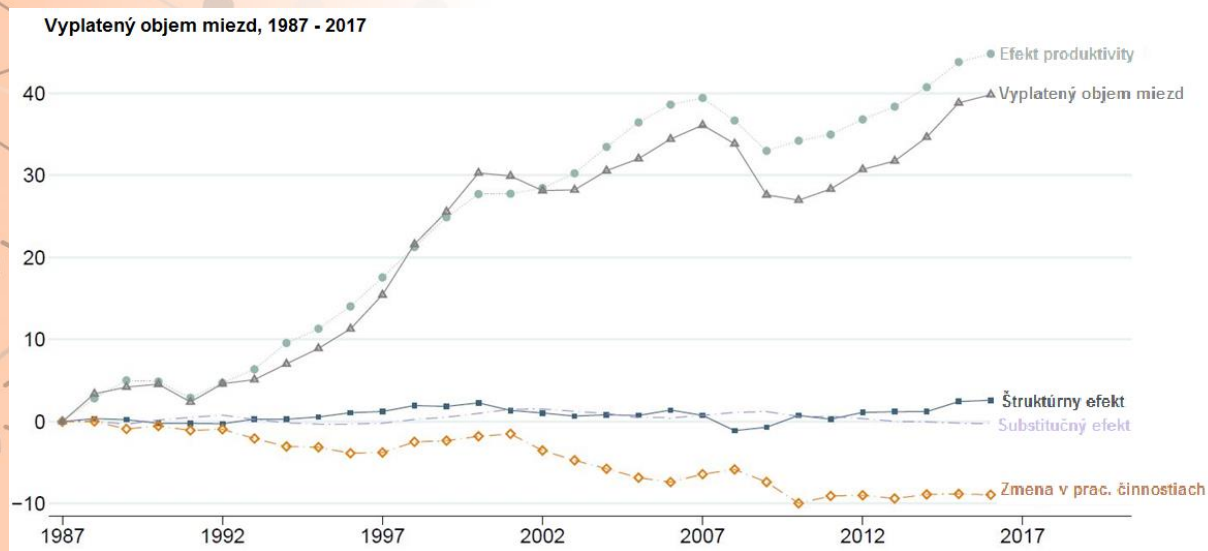
Graf 4: Zdroje zmien v dopyte po práci v USA (1947 – 1987)



Zdroj: Acemoglu a Restrepo (2019)

Poznámka: Ide o kumulatívny vplyv na dopyt po práci (pozorovaný objem vyplatených miezd) v %.

Graf 5: Zdroje zmien v dopyte po práci v USA (1987 – 2017)



Zdroj: Acemoglu a Restrepo (2019)

Poznámka: Ide o kumulatívny vplyv na dopyt po práci (pozorovaný objem vyplatených miezd) v %.

Tichý (2016) si všíma značné rozdiely v odhadoch dopadov automatizácie a vytýka, že autori sa väčšinou zameriavajú na kvantifikáciu zamestnaní, ktoré pri digitalizácii a automatizácii môžu zaniknúť, no opomínajú kvantifikáciu tých miest, ktoré nové technológie priamo či nepriamo vytvoria. V nedávno publikovanej štúdii o dopadoch na zamestnanosť v Nemecku by mali nové pracovné miesta prevýšiť počet zaniknutých miest. Uznávaný harvardský profesor Dani Rodrik sa pre *The Economist* (2017) takisto vyslovil, že je skeptický voči masívnej strate miest v priemyselnej výrobe v dôsledku robotizácie, a to najmä v rozvíjajúcom sa svete. Okrem vysokých nákladov, ktoré ju nutné vynaložiť na plnú automatizáciu niektorých činností, sú to najmä regulačné opatrenia, ktoré bránia tomuto procesu. Je tak pravdepodobné, že v mnohých prípadoch budú niektoré z automatizovateľných činností naďalej vykonávať ľudia.

Z hľadiska dopadov na zamestnanosť je zaujímavým aj tvrdenie, že automatizácia by nemusela v najbližšej dobe nahrádzať len priemyselné činnosti, ako tomu bolo doteraz, ale dotýkať sa bude postupne aj činností v oblasti služieb (napr. v bankovníctve, účtovníctve či telemarketingu). Podľa profesora medzinárodnej ekonómie Richarda Baldwina (2019) by k tomuto javu malo dôjsť dokonca „en masse“. Okrem toho by mali vzniknúť pracovné miesta s úplne novým charakterom, ktoré v súčasnosti nemožno presne pomenovať. Tak ako pred 30 rokmi málokto predpokladal, že toľko ľudí bude pracovať v marketingu či luxusnejších službách (osobní tréneri, maséri, inštruktori atď.), tak ani teraz nevieme presne odhadnúť charakter nových zamestnaní. Isté je, že dôjde k rozmachu najmä tých povolání, ktoré predstavujú komplementy k automatizovaným činnostiam a naopak zaniknú tie miesta, ktoré svojou náplňou predstavujú substitúty voči priemyselným robotom (Prettner et al., 2018).

Z niekoľkých štúdií mapujúcich situáciu na Slovensku (napr. Luptáček et al., 2016) vyplýva, že priemysel je významným a hlavným motorom inovácií a konečný dopyt po výrobkoch spracovateľského priemyslu generuje nezanedbateľné efekty aj na zamestnanosť v službách. V rovnakom čase zvyšujúca sa konkurencia v priemysle vytvára tlak na dopyt po vysokokvalifikovanej pracovnej sile a špecialistoch, a to na úkor rutinných a manuálnych činností. Z hľadiska vlastníctva intelektuálnych aktív sú však slovenské firmy značne

podkapitalizované, čo môže predstavovať jednu z bariér konkurencieschopnosti krajiny v budúcnosti.

1.3. Ohrozenie pracovných miest automatizáciou na Slovensku

Na kvantifikovanie podielu zamestnanosti, ktorá je na Slovensku vysoko ohrozená automatizáciou, využívame údaje o zamestnanosti na úrovni 4-miestneho SK ISCO-08 kódu¹ a odhady automatizovateľnosti jednotlivých povolání Freya a Osbornea (2013) (ďalej „FO“), Dengler a Matthes (2018) (ďalej „DM“) a Mihaylova a Tijdensa (2019) (ďalej „MT“). Výhodou práce s odhadmi FO je možnosť uskutočnenia medzinárodného porovnania, keďže táto metodológia bola replikovaná v mnohých krajinách. Ich odhady však vychádzajú z činností vykonávaných v rámci jednotlivých povolání americkej klasifikácie povolání SOC a sú tak do značnej miery špecifické pre USA. DM prichádzajú s vlastnými expertnými odhadmi, ktoré vychádzajú z činností vykonávaných v rámci jednotlivých povolání v Nemecku a mali by tak reálnejšie zachytávať automatizovateľnosť jednotlivých povolání na Slovensku. MT vychádzajú z činností vykonávaných v rámci jednotlivých povolání medzinárodnej klasifikácie povolání ISCO-08 a ich odhady by tak podobne ako v prípade DM mali reálnejšie zachytávať automatizovateľnosť jednotlivých povolání na Slovensku.

Tabuľka 1 obsahuje výsledky, ku ktorým sme sa dopracovali využitím jednotlivých prístupov. V dvoch z troch prípadov sú hodnoty vypočítané pre Slovensko výrazne vyššie ako tie, ku ktorým sa dopracovali samotní autori v prípade nimi skúmaných krajín – 15 % v Nemecku (DM) verzus 20,0, resp. 20,1 % na Slovensku a 11 % v Holandsku (MT) verzus 22,6, resp. 22,3 % na Slovensku. Pri využití odhadov FO sme sa dopracovali k takmer totožnej hodnote ako samotní autori v prípade USA, avšak vyššej v porovnaní s tými, ku ktorým sa dopracovali autori, ktorí zreplikovali metodológiu FO v prípade Fínska, Nórska či Rakúska. Ide o hodnoty podielu zamestnanosti vysoko ohrozenej automatizáciou, pričom za automatizáciou vysoko ohrozené pracovné miesto sa považuje také, ktoré je tvorené takými činnosťami, z ktorých je aspoň 70

¹ Tieto údaje nám poskytla TRIXIMA Bratislava.

% automatizovateľných. Nakoľko je táto hranica zvolená do veľkej miery arbitrárne, uvádzame aj priemernú automatizovateľnosť pracovného miesta v slovenskom hospodárstve. Aj keď je podiel pracovných miest vysoko ohrozených automatizáciou v prípade prístupu DM relatívne nízky (42, resp. 43 % hodnoty vypočítanej v prípade využitia odhadov FO), priemerná automatizovateľnosť povolania na úrovni približne 40 % už pri relatívnom porovnaní taká nízka nie je (69 % hodnoty vypočítanej v prípade využitia odhadov FO). Táto skutočnosť je dôsledkom relatívne vysokého podielu pracovných miest stredne ohrozených automatizáciou.

Tabuľka 1: Podiel zamestnanosti vysoko ohrozenej automatizáciou a priemerná pravdepodobnosť automatizácie na Slovensku v rokoch 2014 a 2019 (v %)

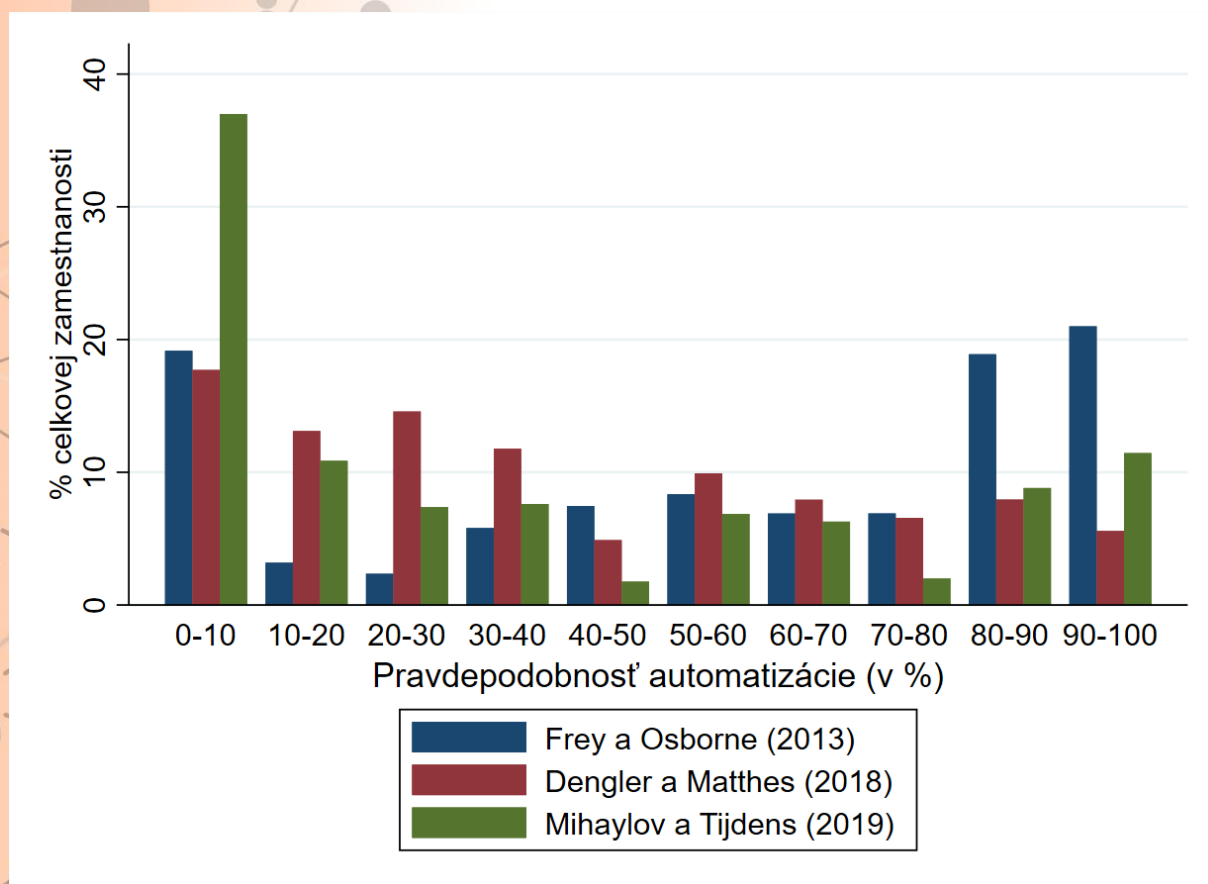
Prístup	Podiel zamestnanosti vysoko ohrozenej automatizáciou		Priemerná automatizovateľnosť povolania	
	2014	2019	2014	2019
Frey a Osbourne (2013)	47,5	46,8	58,7	57,7
Dengler a Matthes (2018)	20,0	20,1	40,5	40,1
Mihaylov a Tijdens (2019)	22,6	22,3	36,0	35,1

Zdroj: Vlastné výpočty a spracovanie.

Poznámka: V prípade priemernej automatizovateľnosti povolania ide o vážený priemer.

Graf nižšie ukazuje distribúciu zamestnanosti na Slovensku podľa intenzity ohrozenia automatizáciou. Zaujímavým zistením je, že v prípade využitia odhadov MT spadá až takmer 40 % pracovných miest na Slovensku do kategórie povolaní s takým obsahom činností, z ktorých je automatizovateľných iba 0 až 10 %. Tieto zamestnania tak nielenže v dôsledku technologického pokroku nezaniknú, ale pravdepodobne ani nebudú spojené s významnými zmenami nárokov na schopnosti, zručnosti a vzdelanie pracovníkov a so zmenami činností, ktoré sú v rámci týchto povolaní vykonávané.

Graf 6: Distribúcia zamestnanosti podľa pravdepodobnosti automatizácie na Slovensku (2019)

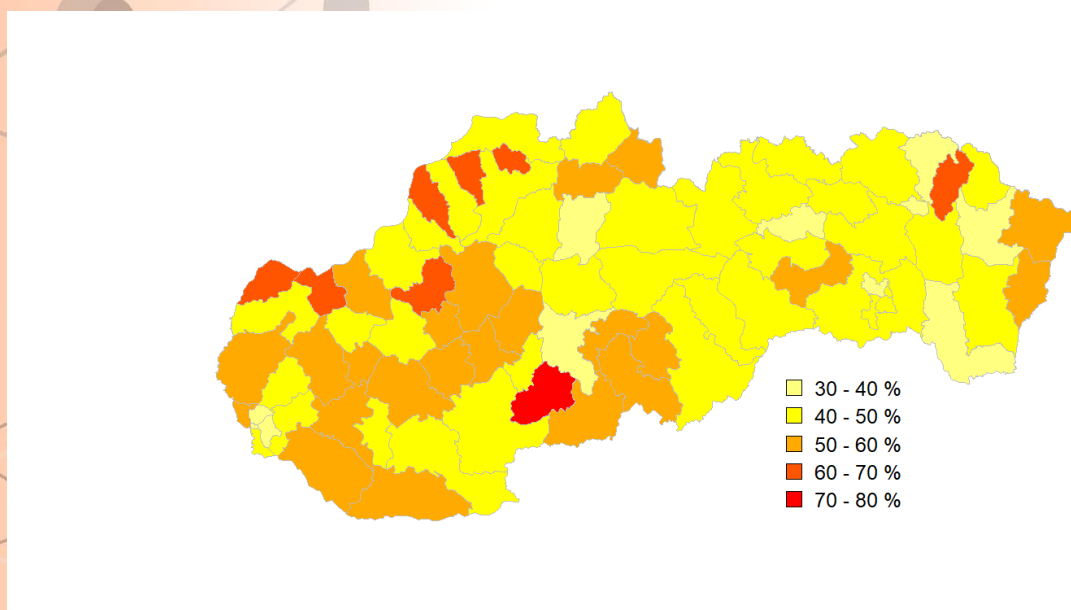


Zdroj: Vlastné výpočty a spracovanie.

Ohrozenie pracovných miest automatizáciou na úrovni jednotlivých okresov

V prípade práce s odhadmi FO sú okresmi s najvyššími podielmi zamestnanosti vysoko ohrozenej automatizáciou Krupina (76 %), Kysucké Nové Mesto (69 %), Bytča (68 %), Myjava (68 %) a Bánovce nad Bebravou (63 %) a okresmi s najnižšími podielmi zamestnanosti vysoko ohrozenej automatizáciou Svidník (31 %), Levoča (33 %), Ružomberok (35 %), Bratislava III (35 %) a Trebišov (37 %).

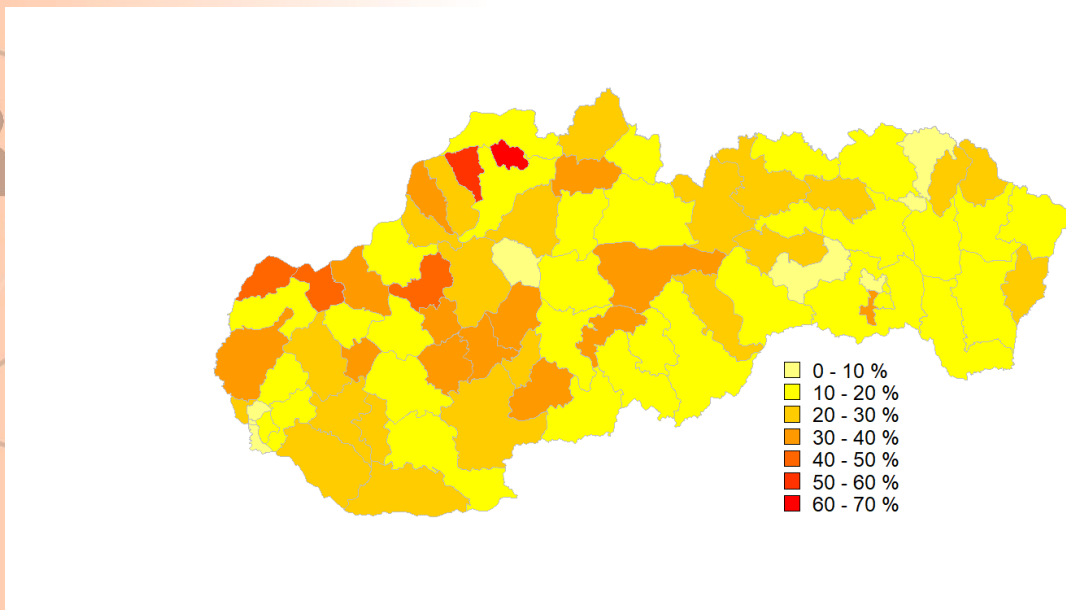
Obrázok 1: Podiel zamestnanosti vysoko ohrozenej automatizáciou podľa okresov v roku 2019 (FO)



Zdroj: Vlastné výpočty a spracovanie na základe údajov z TRIXIMA Bratislava a Frey a Osborne (2013).

Ak aplikujeme odhady DM, tak okresmi s najvyššími podielmi zamestnanosti vysoko ohrozenej automatizáciou sú Kysucké Nové Mesto (63 %), Bytča (50 %), Skalica (46 %), Myjava (43 %) a Bánovce nad Bebravou (43 %) a okresmi s najnižšími podielmi zamestnanosti vysoko ohrozenej automatizáciou Gelnica (5 %), Svidník (6 %), Košice I (6 %), Bratislava V (6 %) a Bratislava I (7 %).

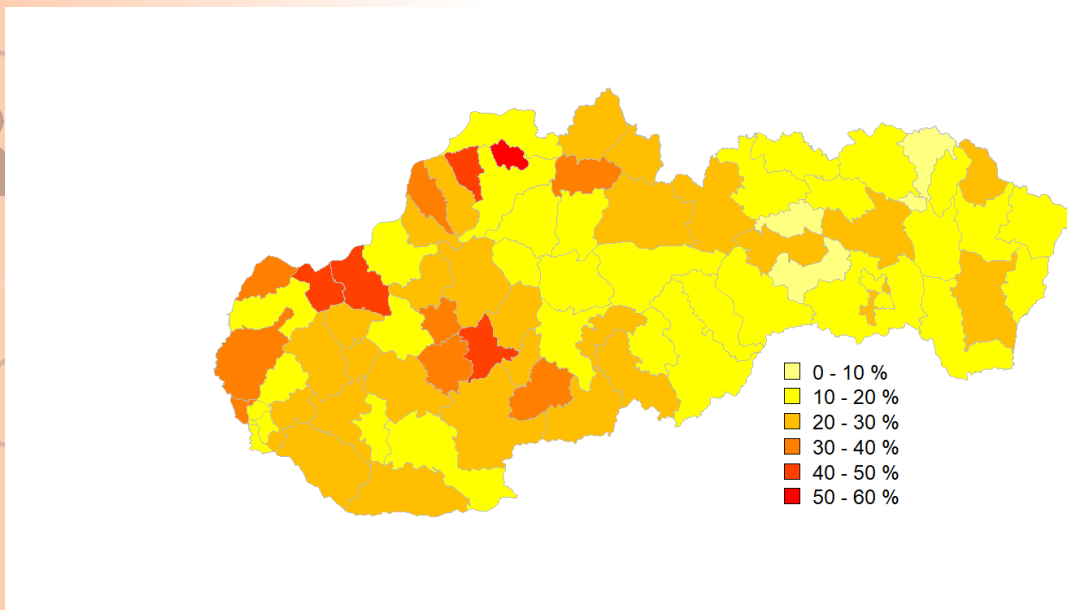
Obrázok 2: Podiel zamestnanosti vysoko ohrozenej automatizáciou podľa okresov v roku 2019 (DM)



Zdroj: Vlastné výpočty a spracovanie na základe údajov z TRIXIMA Bratislava a Dengler a Matthes (2018).

Pri využití odhadov MT sa dopracujeme k podobným výsledkom. Okresmi s najvyššími podielmi zamestnanosti vysoko ohrozenej automatizáciou sú Kysucké Nové Mesto (56 %), Bytča (45 %), Myjava (41 %), Nové Mesto nad Váhom (41 %) a Žarnovica (40 %) a okresmi s najnižšími podielmi zamestnanosti vysoko ohrozenej automatizáciou sú Levoča (4 %), Gelnica (6 %), Svidník (8 %), Ružomberok (10 %) a Snina (11 %).

Obrázok 3: Podiel zamestnanosti vysoko ohrozenej automatizáciou podľa okresov v roku 2019 (MT)



Zdroj: Vlastné výpočty a spracovanie na základe údajov z TRIXIMA Bratislava a Mihaylov a Tijdens (2019).

Keď spriemerujeme hodnoty vypočítané jednotlivými prístupmi, dopracujeme sa k nasledovným výsledkom: Kysucké Nové Mesto, Bytča, Myjava, Skalica a Krupina ako okresy s najvyššími podielmi zamestnanosti vysoko ohrozenej automatizáciou a Svidník, Levoča, Ružomberok, Košice I a Trebišov ako okresy s najnižšími podielmi zamestnanosti vysoko ohrozenej automatizáciou.

Automatizáciou sú ohrozené najmä nízkopríjmové skupiny zamestnancov

Okrem informácie o počte zamestnancov disponujeme na úrovni 4-miestneho ISCO-08 kódu aj informáciou o priemernej hodinovej mzde². Uskutočnená analýza vzťahu medzi automatizovateľnosťou povolania a výškou mzdy poskytuje zaujímavé zistenia a implikácie.

Dopracovali sme sa k výsledkom, ktoré naznačujú negatívny vzťah medzi automatizovateľnosťou povolania a výškou mzdy – ohrozenie povolania automatizáciou

² Tieto údaje nám poskytla TRIXIMA Bratislava.

s rastom priemernej hodinovej mzdy v priemere klesá. Riziku straty zamestnania v dôsledku technologického pokroku tak vo väčšej miere čelia zamestnanci s nižším príjmom. V prípade práce s odhadmi FO sme sa dopracovali k nasledovným konkrétnym hodnotám: priemerná hodinová mzda zamestnancov nízko ohrozených automatizáciou bola v roku 2019 vo výške približne 10 eur, stredne ohrozených automatizáciou vo výške približne 7 eur a vysoko ohrozených automatizáciou vo výške približne 6,5 eura. Presné hodnoty spolu s výsledkami pre odhady DM a MT sú uvedené nižšie (Tabuľka 2).

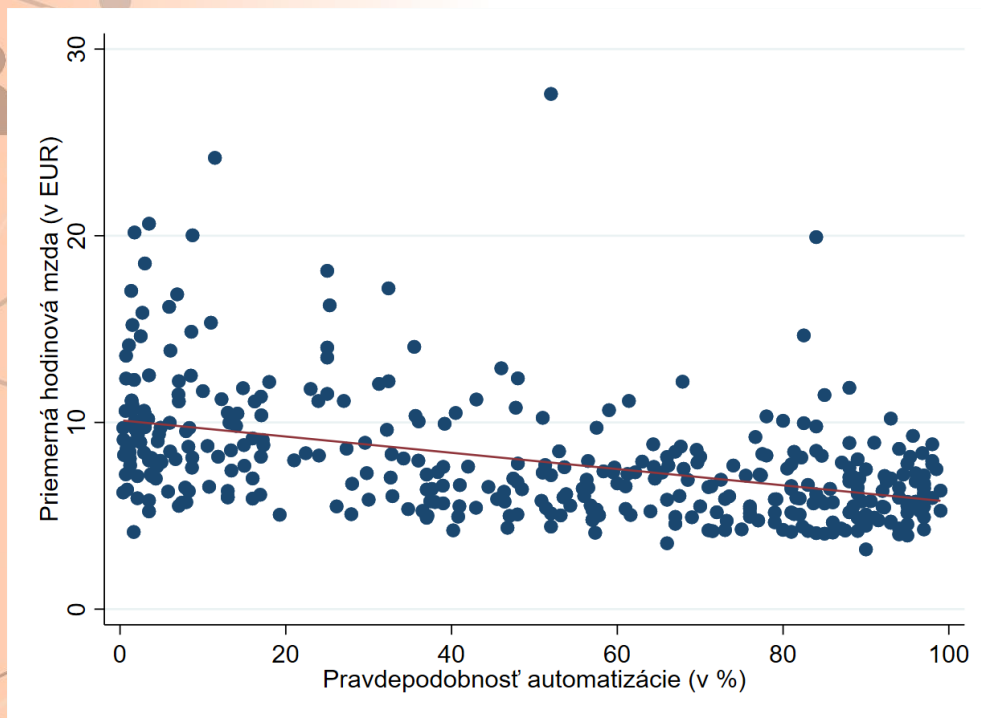
Tabuľka 2: Priemerná hodinová mzda (PHM) zamestnancov nízko, stredne a vysoko ohrozených automatizáciou v roku 2019 (v EUR)

Prístup	PHM zamestnancov nízko ohrozených automatizáciou	PHM zamestnancov stredne ohrozených automatizáciou	PHM zamestnancov vysoko ohrozených automatizáciou
Frey a Osbourne (2013)	10,14	7,14	6,46
Dengler a Matthes (2018)	8,26	7,34	6,97
Mihaylov a Tijdens (2019)	8,58	6,36	6,78

Zdroj: Vlastné výpočty a spracovanie.

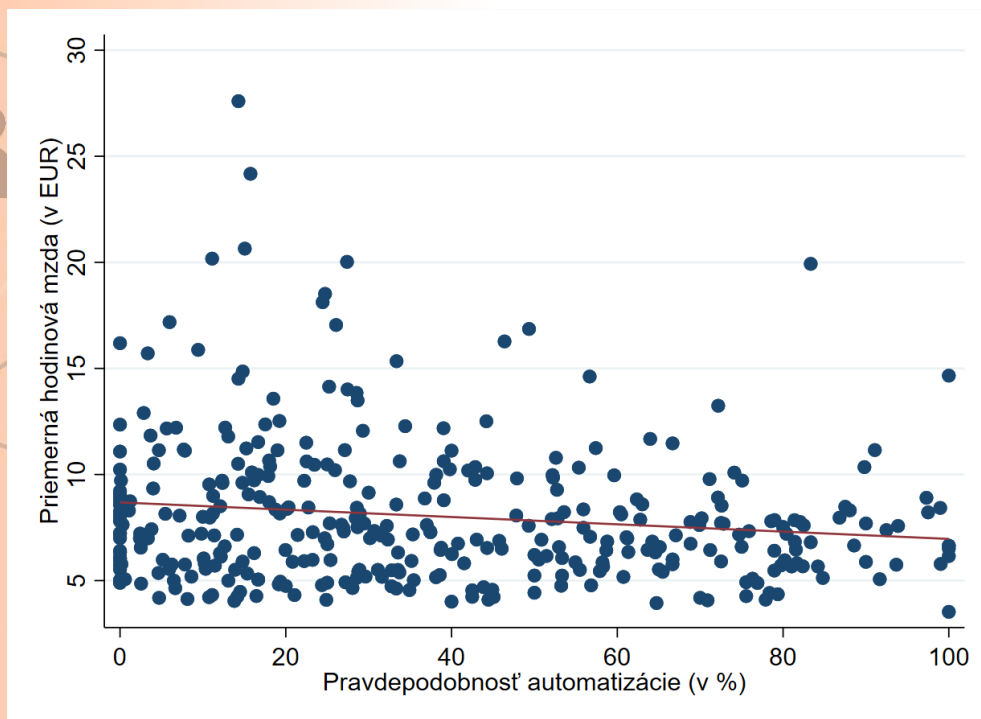
Poznámka: Ide o vážený priemer.

Graf 7: Priemerná hodinová mzda v roku 2019 vs. pravdepodobnosť automatizácie povolania (FO)



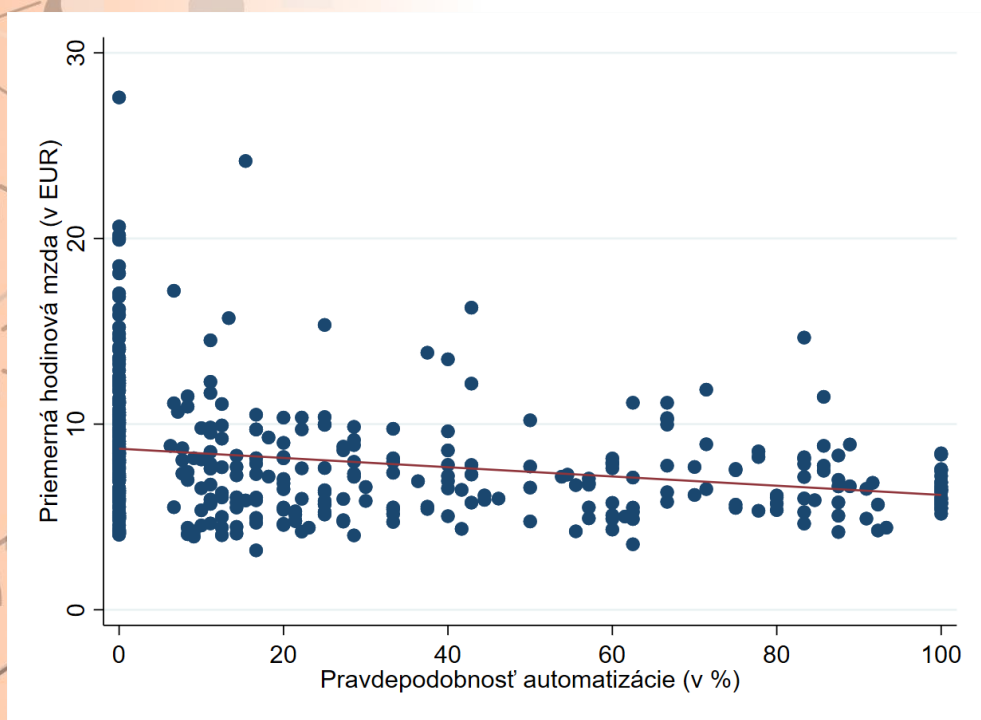
Zdroj: Vlastné výpočty a spracovanie.

Graf 8: Priemerná hodinová mzda v roku 2019 vs. pravdepodobnosť automatizácie povolania (DM)



Zdroj: Vlastné výpočty a spracovanie.

Graf 9: Priemerná hodinová mzda v roku 2019 vs. pravdepodobnosť automatizácie povolania (MT)



Zdroj: Vlastné výpočty a spracovanie.

Keďže v rámci povolání nízko ohrozených automatizáciu identifikujeme významné rozdiely vo výške mzdy, s postupujúcou automatizáciou hrozí aj nárast príjmových nerovností – technologický pokrok ohrozuje najmä nízko a stredne kvalifikovanú pracovnú silu (Hawksworth a kol., 2018) a potenciálny rast ponuky nízko a stredne kvalifikovanej práce v podmienkach obmedzeného množstva (ešte) neautomatizovaných/neautomatizovateľných a pre túto skupinu obyvateľstva vhodných pracovných miest bude tlačiť mzdy na týchto pozíciách (ešte viac) nadol.

1.4. Ohrozenia pre zamestnanosť na Slovensku podľa odvetví a profesií

V nasledujúcej časti štúdie identifikujeme odvetvia na Slovensku, ktoré majú najvyššie zastúpenie profesií s označením vysoko rizikové, či už percentuálne alebo v absolútnom vyjadrení. Na základe štúdií od autorov zaoberajúcich sa potenciálnymi dopadmi automatizácie (FO, 2013; DM, 2018 a MT, 2019) považujeme za vysoko ohrozené tie profesie, ktorých riziko automatizovateľnosti je odhadnuté na 70 a viac percent. Pravdepodobnosť automatizácie pod 30 % označujeme ako nízku a v intervale od 30 do 70 % za stredne vysokú.

Podľa pravdepodobností vyčíslených autormi Frey a Osborne (2013) pracovalo na Slovensku v roku 2019 približne 1,2 milióna obyvateľov (cca 46 %) v profesiách s rizikom automatizovateľnosti nad 70 %. Z toho najviac v trhových službách (50 %) a priemyselnej výrobe (35 %). Ak použijeme profesie označené ako rizikové podľa autorov Dengler a Matthes (2018), ohrozených bude pravdepodobne „len“ 20 % zamestnaných, teda necelých 500 tisíc pracovných miest, z ktorých sa opäť väčšina nachádza v priemyselnej výrobe a trhových službách, tentoraz s výraznejším zastúpením profesií obsiahnutých v spracovateľskom priemysle (65 %). Ide najmä o miesta vo výrobe motorových vozidiel, návesov a prívosov, vo výrobe strojov a zariadení a vo výrobe kovových konštrukcií. Z trhových služieb patrí medzi najrizikovejší maloobchod. Podobné percentuálne hodnoty získavame aj z odhadov pravdepodobností automatizovateľnosti pre jednotlivé profesie od autorov Mihaylov

a Tijdens (2019). Z 22 % zamestnanosti vysoko ohrozenej automatizáciou predstavujú viac než polovicu pracovné miesta v priemysle (výrazne zastúpený je opäť automobilový priemysel, výroba kovových konštrukcií, výroba strojov a zariadení a tiež výroba výrobkov z gumených a plastových materiálov) a 36 % miesta v trhovách službách. Podrobnejšie sa venujeme štruktúre ohrozených odvetví a v rámci nich aj profesií v nasledujúcich tabuľkách.

Ohrozené odvetvia a profesie s využitím pravdepodobností od Freya a Osbornea (2013)

Najskôr sme sa pozreli na rizikové odvetvia s využitím pravdepodobností automatizácie pre jednotlivé profesie vyčíslené autormi Frey a Osborne (2013). Tabuľka 3 obsahuje odvetvia na Slovensku zoradené najskôr podľa podielu a následne podľa absolútneho počtu pracujúcich v rizikových profesiách. Medzi najohrozenejšími z hľadiska *percentuálneho zastúpenia* sú niektoré služby, ktoré možno zaradiť medzi trhové, ale aj viaceré odvetvia spracovateľského priemyslu. Do top 10 sa z trhových služieb dostali bezpečnostné a pátracie služby, činnosti reštaurácií a pohostinstiev a tlač a reprodukcia záznamových médií. V rámci priemyselnej výroby je zastúpená výroba výrobkov z gumených a plastových materiálov, výroba odevov, nábytku, spracovanie dreva či výroba potravín.

Najviac ľudí zamestnaných v odvetví bezpečnostné a pátracie služby pracuje na pozícii „pracovníci v oblasti súkromnej bezpečnosti“. Ide až o 90 % zamestnanosti tohto odvetvia. V prípade činností reštaurácií a pohostinstiev možno hovoriť najmä o čašníkoch, kuchároch (okrem šéfkuchárov) a pomocníkoch v kuchyni. Z odvetví priemyselnej výroby sú potenciálne ohrození najmä operátori strojov a zariadení a montážni pracovníci (Tabuľka 4).

Tabuľka 3: Top 10 odvetví na Slovensku z hľadiska podielu a absolútneho počtu pracujúcich v profesiách s vysokým rizikom automatizovateľnosti (nad 70 %) podľa Frey a Osborne (2013), 2019

Názov odvetvia (SK NACE)	Ohrozené pracovné miesta	Podiel na celkovej zam. odvetvia
Zoradené podľa podielu		
80 Bezpečnostné a pátracie služby	32422	95,6 %

56 Činnosti reštaurácií a pohostinstiev	38029	84,1 %
18 Tlač a reprodukcia záznamových médií	3501	79,4 %
69 Právne a účtovnícke činnosti	23235	77,4 %
22 Výroba výrobkov z gumy a plastu	38392	75,9 %
14 Výroba odevov	12160	75,6 %
31 Výroba nábytku	15454	73,6 %
28 Výroba strojov a zariadení i. n.	49560	72,5 %
16 Spracovanie dreva a výroba výrobkov z dreva a korku okrem nábytku; výroba predmetov zo slamy a prúteného materiálu	13851	72,0 %
10 Výroba potravín	33768	70,1 %
Zoradené podľa absolútneho počtu		
47 Maloobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov	129538	68,6 %
29 Výroba motorových vozidiel, návesov a prívesov	77178	68,9 %
46 Veľkoobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov	69967	48,3 %
84 Verejná správa a obrana; povinné sociálne zabezpečenie	68901	40,9 %
25 Výroba kovových konštrukcií okrem strojov a zariadení	49824	69,3 %
28 Výroba strojov a zariadení i. n.	49560	72,5 %
01 Pestovanie plodín a chov zvierat, poľovníctvo a služby s tým súvisiace	41342	67,7 %
85 Vzdelávanie	38955	15,6 %
22 Výroba výrobkov z gumy a plastu	38392	75,9 %
56 Činnosti reštaurácií a pohostinstiev	38029	84,1 %

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov z Treximy za rok 2019.

Z pohľadu zamestnanosti nás však zaujíma aj to, ktoré odvetvia sú ohrozené podľa počtu pracovníkov v rizikových profesiách. Najviac ich na Slovensku pracovalo v roku 2019 v maloobchode, automobilovom priemysle a vo veľkoobchode. Napriek tomu, že evidujeme

odvetvia aj s vyšším percentuálnym rizikom ohrozenosti, najvyššia potenciálna strata z pohľadu počtu pracovných miest je práve v týchto odvetviach, a to takmer 130 tisíc v maloobchode, 77 tisíc v automobilovom priemysle a takmer 70 tisíc miest vo veľkoobchode. Výroba strojov a zariadení, výroba výrobkov z gumených a plastových materiálov a tiež činnosti reštaurácií a pohostinstiev sa nachádzajú v top 10 aj v tomto rebríčku. Sú tak v skupine najviac ohrozených nielen z percentuálneho hľadiska, ale aj podľa počtu miest v rizikových profesiách. Okrem toho pribudli do zoznamu ohrozených aj verejná správa a obrana (68 901 pracovných miest), výroba kovových konštrukcií (49 824 miest) a pestovanie plodín a chov zvierat, v rámci ktorého bolo na Slovensku v roku 2019 zamestnaných vyše 41 tisíc ľudí v rizikovejších profesiách. Zaujímavou položkou v tomto zozname je vzdelávanie, ktoré vo všeobecnosti patrí medzi menej rizikové odvetvia z pohľadu budúcej automatizovateľnosti. Napriek tomu, že len 15 % ľudí v tomto sektore pracuje v rizikových profesiách, v absolútnom vyjadrení je to na Slovensku takmer 39 tisíc pracovných miest, pričom z rizikových profesií ide najmä o kuchárov, pomocných pracovníkov v kuchyni a všeobecných administratívnych a iných pomocných pracovníkov. Väčšinu zamestnaných (relatívne aj absolútne) však tvoria učitelia v základných a stredných školách, ktorí nepatria medzi vysoko ohrozené skupiny.

Tabuľka 4: Najviac zastúpené profesie na 4 miestnej úrovni ISCO v top 5 ohrozených odvetviach na Slovensku podľa percentuálneho podielu, Frey a Osborne (2013), 2019

ISCO	Názov profesie	Počet pracujúcich v profesii	Podiel na celkovej zam. odvetvia
80 Bezpečnostné a pátracie služby			
5414	pracovníci v oblasti súkromnej bezpečnosti	30821	90,92 %
5411	hasiči	708	2,09 %
4110	všeobecní administratívni pracovníci	553	1,63 %
56 Činnosti reštaurácií a pohostinstiev			
5131	časníci a someliéri	10563	23,36 %

5120	kuchári (okrem šéfkuchárov)	9623	21,28 %
9412	pomocníci v kuchyni	7067	15,63 %
18 Tlač a reprodukcia záznamových médií			
7323	pracovníci dokončovacích prác tlače a väzby	1365	30,93 %
9329	pomocní pracovníci vo výrobe	642	14,56 %
7322	tlačiarci	632	14,32 %
69 Právne a účtovnícke činnosti			
3313	odborní pracovníci v oblasti účtovníctva	9558	31,84 %
2411	špecialisti v oblasti účtovníctva a finančnej kontroly	9202	30,65 %
4311	administratívni pracovníci v účtovníctve	1940	6,46 %
22 Výroba výrobkov z gumených a plastových výrobkov			
8142	operátori strojov na výrobu výrobkov z plastov	12944	25,60 %
8141	operátori strojov na výrobu výrobkov z gumených výrobkov	8629	17,07 %
8219	montážni pracovníci inde neuvedení	3350	6,63 %

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov z Treximy za rok 2019.

Z ďalšej tabuľky (Tabuľka 5) vieme vyčítať najviac zastúpené profesie v rámci spomínaných ohrozených odvetví. V maloobchode pracuje viac než tretina ako predavači a ďalších 13 % a 10 % na pozíciách pokladníkov a vedúcich predajne/oddelenia. V druhom početne najviac ohrozenom odvetví – vo výrobe motorových vozidiel, návesov a prívesov – môžeme hovoriť o montážnych pracovníkoch v strojárkej výrobe, montážnych pracovníkoch elektrických a elektronických zariadení a ďalších inde neuvedených montážnych pracovníkoch, ktorí spolu tvoria takmer polovicu zamestnanosti celého odvetvia. Z tohto pohľadu vnímané zamestnanosť v automobilovom priemysle na Slovensku za značne rizikóvu. Ďalej ohrození sú obchodní zástupcovia, pracovníci v sklade a predavači vo veľkoobchode a tiež odborní pracovníci verejnej správy a v rámci výroby kovových konštrukcií nastavovači a obsluha kovoobrábacích strojov, operátori, zámočníci a nástrojári.

Pri opačnom pohľade, najnižšie percentuálne, ale väčšinou aj absolútne zastúpenie ohrozených profesií je v odvetviach ako tvorivé, umelecké a zábavné činnosti (22 %), vedecký výskum a vývoj (20 %), informačné služby (13 %), zdravotníctvo (13 %), počítačové programovanie a poradenstvo (13 %), výroba filmov, videozáznamov a televíznych programov (10 %) a činnosti pre rozhlasové a televízne vysielanie (3 %). Úplný zoznam odvetví zoradených podľa podielu a absolútnych počtov sa nachádza v prílohách (Príloha 1 a Príloha 2).

Tabuľka 5: Najviac zastúpené profesie na 4 miestnej úrovni ISCO v top 5 ohrozených odvetviach na Slovensku podľa absolútného počtu zamestnaných, Frey a Osborne (2013), 2019

ISCO	Názov profesie	Počet pracujúcich v profesii	Podiel na celkovej zam. odvetvia
47 Maloobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov			
5223	predavači	69174	36,6 %
5230	pokladníci a predavači lístkov	24214	12,8 %
5222	vedúci predajne/oddelenia	17619	9,3 %
29 Výroba motorových vozidiel, návesov a prívosov			
8211	montážni pracovníci (operátori) v strojárskych výrobách	36242	32,4 %
8212	montážni pracovníci elektrických a elektronických zariadení	7337	6,5 %
8219	montážni pracovníci inde neuvedení	6992	6,2 %
46 Veľkoobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov			
3322	obchodní zástupcovia	18001	12,4 %
4321	pracovníci v sklade	17342	12,0 %
5223	predavači	11222	7,7 %
84 Verená správa a obrana; povinné sociálne zabezpečenie			
3359	odborní pracovníci verejnej správy inde neuvedení	12964	7,69 %

3353	odborní pracovníci v oblasti sociálneho zabezpečenia	8347	4,95 %
5322	opatrovatelia a asistenti pre domácu starostlivosť pre staršie osoby a osoby so zdravotným postihnutím	7737	4,59 %
25 Výroba kovových konštrukcií okrem strojov a zariadení			
7223	nastavovači a obsluha kovoobrábacích strojov	9946	13,83 %
8211	montážni pracovníci (operátori) v strojárskvej výrobe	7394	10,28 %
7222	zámočníci, nástrojári a podobní pracovníci	6162	8,57 %

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov z Treximy za rok 2019.

Ohrozené odvetvia a profesie s využitím pravdepodobností od Denglera a Matthesa (2018)

Ak použijeme profesie označené ako rizikové podľa autorov Dengler a Matthes (2018), ohrozených vychádza podstatne menej profesií než v prípade odhadov Freya a Osbornea (2013). Konkrétne hovoríme o 20 % celkovej zamestnanosti na Slovensku v roku 2019, čo predstavuje necelých 500 tisíc pracovných miest. Ďalším rozdielom oproti predošlým výsledkom je odvetvové zastúpenie. Top 10 odvetví z pohľadu podielu pracujúcich v profesiách s vysokým rizikom automatizácie predstavujú výhradne odvetvia spracovateľského priemyslu. Z ďalšej tabuľky (Tabuľka 6) vyplýva, že najvyšší podiel ohrozených profesií na celkovej zamestnanosti odvetvia je vo výrobe a spracovaní kovov, v spracovaní dreva a výrobe strojov a zariadení. Podiel nad 60 % je aj v tlači a reprodukcii záznamových médií, vo výrobe kovových konštrukcií a výrobe papiera a papierových výrobkov. V automobilovom priemysle ide o 56,5 % zamestnanosti v rizikových profesiách, čo v absolútnych číslach predstavuje viac než 63 tisíc pracovných miest a radí to výrobu motorových vozidiel na prvé miesto v ohrozenosti podľa počtu pracujúcich. Podobne ohrozenými sú aj výroba strojov a zariadení a výroba kovových konštrukcií, v ktorých pracuje po vyše 43 tisíc osôb, ktoré predstavujú približne 60 % zamestnanosti týchto odvetví.

Na ďalších priečkach sú opäť viaceré odvetvia spracovateľského priemyslu. Z trhových služieb je podobne ako v prípade FO (2013) maloobchod, no aj sprostredkovanie práce.

Tabuľka 6: Top 10 odvetví na Slovensku z hľadiska podielu a absolútneho počtu pracujúcich v profesiách s vysokým rizikom automatizovateľnosti (nad 70 %) podľa Dengler a Matthes (2018), 2019

Názov odvetvia (SK NACE)	Ohrozené pracovné miesta	Podiel na celkovej zam. odvetvia
Zoradené podľa podielu		
24 Výroba a spracovanie kovov	20048	67,8 %
16 Spracovanie dreva a výroba výrobkov z dreva a korku okrem nábytku; výroba predmetov zo slamy a prúteného materiálu	13037	67,8 %
28 Výroba strojov a zariadení i. n.	43832	64,1 %
18 Tlač a reprodukcia záznamových médií	2781	63,0 %
25 Výroba kovových konštrukcií okrem strojov a zariadení	43574	60,6 %
17 Výroba papiera a papierových výrobkov	5968	60,2 %
30 Stavba lodí a člnov	2886	58,6 %
29 Výroba motorových vozidiel, návesov a prívesov	63344	56,5 %
32 Iná výroba	5418	55,7 %
15 Výroba kože a kožených výrobkov	6204	55,7 %
Zoradené podľa absolútneho počtu		
29 Výroba motorových vozidiel, návesov a prívesov	63344	56,5 %
28 Výroba strojov a zariadení i. n.	43832	64,1 %
25 Výroba kovových konštrukcií okrem strojov a zariadení	43574	60,6 %
47 Maloobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov	32306	17,1 %
22 Výroba výrobkov z gumy a plastu	24919	49,3 %
24 Výroba a spracovanie kovov	20048	67,8 %

10 Výroba potravín	19131	39,7 %
78 Sprostredkovanie práce	18857	54,8 %
27 Výroba elektrických zariadení	16402	31,9 %
01 Pestovanie plodín a chov zvierat, poľovníctvo a služby s tým súvisiace	15147	24,8 %

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov z Treximy za rok 2019.

Ak sa pozrieme na konkrétne profesie ISCO na 4 miestnej úrovni (Tabuľka 7 a Tabuľka 8), vidíme, že z percentuálneho hľadiska sú najviac zastúpení v ohrozených odvetviach zámočníci, nástrojári a podobní pracovníci, pomocní pracovníci vo výrobe, operátori zariadení, nastavovači a obsluha kovoobrábacích strojov. V niektorých priemyselných odvetviach tvorí najvyššie postavená ohrozená profesia až okolo 30 % zamestnanosti celého odvetvia, čo len zvyšuje pravdepodobnosť väčšieho počtu potenciálne nahradených miest v týchto sektoroch v budúcnosti.

Tabuľka 7: Najviac zastúpené profesie na 4 miestnej úrovni ISCO v top 5 ohrozených odvetviach na Slovensku podľa percentuálneho podielu, Dengler a Matthes (2018), 2019

ISCO	Názov profesie	Počet pracujúcich v profesii	Podiel na celkovej zam. odvetvia
24 Výroba a spracovanie kovov			
8121	zámočníci, nástrojári a podobní pracovníci	8502	28,8 %
7222	zámočníci, nástrojári a podobní pracovníci	2774	9,4 %
7223	nastavovači a obsluha kovoobrábacích strojov	1544	5,2 %
16 Spracovanie dreva a výroba výrobkov z dreva a korku okrem nábytku			
9329	pomocní pracovníci vo výrobe	4990	26,0 %
8172	operátori zariadení na spracovanie dreva	4396	22,9 %
7521	spracovatelia dreva	2141	11,1 %
28 Výroba strojov a zariadení i. n.			

7223	nastavovači a obsluha kovoobrábacích strojov	18557	27,1 %
8211	montážni pracovníci (operátori) v strojárkej výrobe	9066	13,3 %
7222	zámočníci, nástrojári a podobní pracovníci	4212	6,2 %
18 Tlač a reprodukcia záznamových médií			
7323	pracovníci dokončovacích prác tlače a väzby	1365	30,9 %
9329	pomocní pracovníci vo výrobe	642	14,6 %
7322	tlačiarci	632	14,3 %
25 Výroba kovových konštrukcií okrem strojov a zariadení			
7223	nastavovači a obsluha kovoobrábacích strojov	9946	13,8 %
8211	montážni pracovníci (operátori) v strojárkej výrobe	7394	10,3 %
7222	zámočníci, nástrojári a podobní pracovníci	6162	8,6 %

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov z Treximy za rok 2019.

Keďže na Slovensku má automobilový priemysel veľký význam, pozrieme sa bližšie na zastúpenie profesií vo výrobe motorových vozidiel, návesov a prívosov (Tabuľka 8). Ohrození sú najmä pracujúci v profesiách skupiny 7 – kvalifikovaní pracovníci a remeselníci a 8 – operátori a montéri strojov a zariadení. Na pozícií montážnych pracovníkov (operátorov) v strojárkej výrobe pracuje takmer tretina zamestnaných tohto odvetvia. Približne 6 % pracuje ďalej ako montážni pracovníci elektrických a elektronických zariadení a ďalších 6 % inde neuvedených montážni pracovníci. Podobná štruktúra profesií zo skupiny 7 a 8 sa objavuje aj vo zvyšných odvetviach spracovateľského priemyslu.

Tabuľka 8: Najviac zastúpené profesie na 4 miestnej úrovni ISCO v top 5 ohrozených odvetviach na Slovensku podľa absolútneho počtu zamestnaných, Dengler a Matthes (2018), 2019

ISCO	Názov profesie	Počet pracujúcich v profesii	Podiel na celkovej zam. odvetvia
29 Výroba motorových vozidiel, návesov a prívosov			

8211	montážni pracovníci (operátori) v strojársej výrobe	36242	32,4 %
8212	montážni pracovníci elektrických a elektronických zariadení	7337	6,5 %
8219	montážni pracovníci inde neuvedení	6992	6,2 %
28 Výroba strojov a zariadení i. n.			
7223	nastavovači a obsluha kovoobrábacích strojov	18557	27,1 %
8211	montážni pracovníci (operátori) v strojársej výrobe	9066	13,3 %
7222	zámočníci, nástrojári a podobní pracovníci	4212	6,2 %
25 Výroba kovových konštrukcií okrem strojov a zariadení			
7223	nastavovači a obsluha kovoobrábacích strojov	9946	13,8 %
8211	montážni pracovníci (operátori) v strojársej výrobe	7394	10,3 %
7222	zámočníci, nástrojári a podobní pracovníci	6162	8,6 %
47 Maloobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov			
5223	predavači	69174	36,6 %
5230	pokladníci a predavači lístkov	24214	12,8 %
5222	vedúci predajne / oddelenia	17619	9,3 %
22 Výroba výrobkov z gumených a plastových výrobkov			
8142	operátori strojov na výrobu výrobkov z plastov	12944	25,6 %
8141	operátori strojov na výrobu výrobkov z gumených výrobkov	8629	17,1 %
8219	montážni pracovníci inde neuvedení	3350	6,6 %

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov z Treximy za rok 2019.

S využitím pravdepodobností od Denglera a Matthesa sme sa pozreli aj na najmenej ohrozené pracovné miesta, či už z relatívneho alebo absolútneho hľadiska. Kompletný zoznam možno nájsť v prílohách (Príloha 3 a Príloha 4). Spomenieme najmä odvetvia ako sociálna práca, starostlivosť v pobytových zariadeniach, finančné služby okrem poistenia a tiež poistenie, zaistenie a dôchodkové zabezpečenie, v ktorých majú rizikové profesie zastúpenie menej než

1,5 %. V zozname však nájdeme veľa odvetví, ktorých riziko automatizovateľnosti je nižšie než 10 %.

Ohrozené odvetvia a profesie s využitím pravdepodobností od Mihaylova a Tijdensa (2019)

Na záver použijeme aj odhady automatizovateľnosti profesií od autorov Mihaylov a Tijdens (2019). Na prvom mieste podľa podielu rizikových profesií na zamestnanosti určitého odvetvia evidujeme činnosti herní a stávkových kancelárií (87,2 %), ktoré však z hľadiska absolútneho počtu zamestnávali v roku 2019 na Slovensku menej než 10 tisíc pracovníkov. Profesijne ide najmä o bookmakerov, krupierov a pracovníkov v stávkových kanceláriách a herniach, ktorí tvoria 83 % zamestnanosti celého odvetvia (Tabuľka 10). Ďalej pozorujeme (Tabuľka 9), že zo služieb sú zastúpené aj poštové služby a služby kuriérov (61,6 %), opäť s počtom približne 10 tisíc pracujúcich na ohrozených miestach. V tomto prípade pracuje viac než polovica na pozícii poštovní doručovatelia a pracovníci zásielkových a poštových služieb a 18 % ako riadiaci pracovníci (manažéri) v doprave, logistike a poštových službách (Tabuľka 10). Zvyšnými odvetviami sú časti spracovateľského priemyslu, pričom medzi najvyššie umiestnenými je výroba výrobkov z gumy a plastu (63,6 %) a výroba motorových vozidiel, návesov a prívosov (60,5 %).

Tabuľka 9: Top 10 odvetví na Slovensku z hľadiska podielu a absolútneho počtu pracujúcich v profesiách s vysokým rizikom automatizovateľnosti (nad 70 %) podľa Mihaylov a Tijdens (2019), 2019

Názov odvetvia (SK NACE)	Ohrozené pracovné miesta	Podiel na celkovej zam. odvetvia
Zoradené podľa podielu		
92 Činnosti herní a stávkových kancelárií	9373	87,2 %
22 Výroba výrobkov z gumy a plastu	32181	63,6 %
53 Poštové služby a služby kuriérov	10063	61,6 %
29 Výroba motorových vozidiel, návesov a prívosov	67749	60,5 %
18 Tlač a reprodukcia záznamových médií	2629	59,6 %

28 Výroba strojov a zariadení i. n.	38026	55,6 %
21 Výroba základných farmaceutických výrobkov a farmaceutických prípravkov	1386	55,6 %
17 Výroba papiera a papierových výrobkov	5048	50,9 %
27 Výroba elektrických zariadení	25776	50,1 %
26 Výroba počítačových, elektronických a optických výrobkov	11121	49,7 %
Zoradené podľa absolútneho počtu		
29 Výroba motorových vozidiel, návesov a prívesov	67749	60,5 %
47 Maloobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov	41040	21,7 %
46 Veľkoobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov	38348	26,4 %
28 Výroba strojov a zariadení i. n.	38026	55,6 %
25 Výroba kovových konštrukcií okrem strojov a zariadení	34229	47,6 %
22 Výroba výrobkov z gumy a plastu	32181	63,6 %
27 Výroba elektrických zariadení	25776	50,1 %
84 Verená správa a obrana; povinné sociálne zabezpečenie	21287	12,6 %
10 Výroba potravín	14347	29,8 %
24 Výroba a spracovanie kovov	13377	45,3 %

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov z Treximy za rok 2019.

Podľa počtu ohrozených pracovných miest je na prvom mieste s výrazným rozdielom oproti ostatným odvetviam automobilový priemysel, v ktorom podľa odhadov MT (2019) pracovalo na Slovensku v roku 2019 viac než 67 tisíc pracovníkov v rizikových profesiách. Podobne ako v prípade odhadov podľa FO a DM sú najviac zastúpené profesie zo skupiny 8, ktoré sú zároveň vysoko rizikové z pohľadu budúcej automatizovateľnosti. Sú to montážni pracovníci (operátori) v strojárskych výrobách, montážni pracovníci elektrických a elektronických zariadení a montážni pracovníci inde neuvedení (Tabuľka 11). V maloobchode a veľkoobchode sú to opäť profesie predavačov, pokladníkov a pracovníkov v skladoch. Vo výrobe strojov

a zariadení pozorujeme rovnakú štruktúru pracovných pozícií ako v prípade podľa predošlých odhadov, teda ide hlavne o operátorov, nastavovačov, zámočníkov a nástrojárov.

Tabuľka 10: Najviac zastúpené profesie na 4 miestnej úrovni ISCO v top 5 ohrozených odvetviach na Slovensku podľa percentuálneho podielu, Mihaylov a Tijdens (2019), 2019

ISCO	Názov profesie	Počet pracujúcich v profesii	Podiel na celkovej zam. odvetvia
92 Činnosti herní a stávkových kancelárií			
4212	bookmakeri, krupieri a pracovníci v stáv. kanceláriách a herniach	8934	83,1 %
3115	strojárski technici	620	5,8 %
3513	technici počítačových sietí a systémov	241	2,2 %
22 Výroba výrobkov z gummy a plastu			
8142	operátori strojov na výrobu výrobkov z plastov	12944	25,6 %
8141	operátori strojov na výrobu výrobkov z gummy	8629	17,1 %
8219	montážni pracovníci inde neuvedení	3350	6,6 %
53 Poštové služby a služby kuriérov			
4412	poštovní doručovatelia a pracovníci zásielkových a poštových služieb	8906	54,5 %
1324	riadiaci pracovníci (manažéri) v doprave, logistike a poštových služ.	2997	18,3 %
3119	technici vo fyzikálnych, technických vedách a doprave inde neuv.	1118	6,8 %
29 Výroba motorových vozidiel, návesov a prívosov			
8211	montážni pracovníci elektrických a elektronických zariadení	36242	32,4 %
8212	montážni pracovníci elektrických a elektronických zariadení	7337	6,5 %
8219	montážni pracovníci inde neuvedení	6992	6,2 %
18 Tlač a reprodukcia záznamových médií			
7323	pracovníci dokončovacích prác tlače a väzby	1365	30,9 %

9329	pomocní pracovníci vo výrobe	642	14,6 %
7322	tlačiarci	632	14,3 %

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov z Treximy za rok 2019.

Medzi najmenej ohrozené odvetvia z pohľadu odhadov MT zaraďujeme sociálnu prácu, pričom 1,8 % z celkovej zamestnanosti odvetvia je rizikových, z toho len približne 120 ľudí pracuje v ohrozených profesiách. Ďalej sú to bezpečnostné a pátracie služby – 2,5 % a 845 ohrozených miest, starostlivosť v pobytových zariadeniach (rezidenčná starostlivosť) – 2,8 % a 819 ohrozených miest. Pod 5 % nájdeme aj činnosti súvisiace s údržbou zariadení a krajinou úpravou – 3,8 % z celkovej zamestnanosti odvetvia je rizikových, čo predstavuje 765 miest a tiež zdravotníctvo – 4,9 % a 7132 ohrozených miest.

Tabuľka 11: Najviac zastúpené profesie na 4 miestnej úrovni ISCO v top 5 ohrozených odvetviach na Slovensku podľa absolútneho počtu zamestnaných, Mihaylov a Tijdens (2019), 2019

ISCO	Názov profesie	Počet pracujúcich v profesii	Podiel na celkovej zam. odvetvia
29 Výroba motorových vozidiel, návesov a prívesov			
8211	montážni pracovníci (operátori) v strojárkej výrobe	36242	32,4 %
8212	montážni pracovníci elektrických a elektronických zariadení	7337	6,5 %
8219	montážni pracovníci inde neuvedení	6992	6,2 %
47 Maloobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov			
5223	predavači	69174	36,6 %
5230	pokladníci a predavači lístkov	24214	12,8 %
5222	vedúci predajne / oddelenia	17619	9,3 %
46 Veľkoobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov			
3322	obchodní zástupcovia	18001	12,4 %
4321	pracovníci v sklade	17342	12,0 %

5223	predavači	11222	7,7 %
28 Výroba strojov a zariadení i. n.			
7223	nastavovači a obsluha kovoobrábacích strojov	18557	27,1 %
8211	montážni pracovníci (operátori) v strojárskvej výrobe	9066	13,3 %
7222	zámočníci, nástrojári a podobní pracovníci	4212	6,2 %
25 Výroba kovových konštrukcií okrem strojov a zariadení			
7223	nastavovači a obsluha kovoobrábacích strojov	9946	13,8 %
8211	montážni pracovníci (operátori) v strojárskvej výrobe	7394	10,3 %
7222	zámočníci, nástrojári a podobní pracovníci	6162	8,6 %

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov z Treximy za rok 2019

Ak zhodnotíme ohrozenosť pracovných miest na Slovensku z pohľadu odvetví a príslušných profesií, najoptimistickejšie vychádzajú odhady podľa Denglera a Matthesa, kde je 20 % celkovej zamestnanosti na Slovensku v ohrozených profesiách. Naopak, najpesimistickejšie sú odhady na základe pravdepodobností od Freya a Osbornea, podľa ktorých je ohrozených takmer 47 % celkovej zamestnanosti na Slovensku. Štruktúra ohrozených odvetví a jednotlivých profesií je však na základe všetkých odhadov veľmi podobná. Odhady pravdepodobností podľa FO stavajú medzi rizikové aj viaceré trhové služby, no vo všeobecnosti sú medzi najviac ohrozenými odvetviami spracovateľského priemyslu. Spomedzi nich ide najmä o výrobu motorových vozidiel, prívosov a návesov, výrobu strojov a zariadení a výrobu kovových konštrukcií. V rámci týchto odvetví sú najviac ohrození operátori strojov a zariadení, nastavovači a obsluhovači kovoobrábacích strojov a tiež iní pomocní pracovníci vo výrobe. Zo služieb sa často skloňoval obchod a v rámci neho predavači, pokladníci a skladníci.

2. KVALITATÍVNE ZMENY PRACOVNÝCH PODMIENOK V DÔSLEDKU DIGITALIZÁCIE

V dôsledku digitalizácie a automatizácie očakávame aj zmeny v náplni práce. V tejto časti sa preto venujeme kvalitatívnym zmenám v povahe práce v dôsledku zavádzania nových technológií. Máme na mysli hlavne štrukturálne zmeny na trhu práce, ktoré povedú k iným nárokom na zamestnancov, na ich kvalifikáciu, flexibilitu a schopnosť učiť sa. Na základe kvalitatívneho výskumu medzi zástupcami odborov v automobilovom priemysle, ale aj ďalších aktérov v tomto odvetví, načrtneme širšie súvislosti zmien pracovných podmienok v dôsledku automatizácie a digitalizácie.

V prvej časti predstavíme konceptuálny rámec uvažovania o zmenách na trhu práce a v druhej časti tejto kapitoly sa pozrieme na aktuálnu skladbu zamestnancov podľa kvalifikácie a vysvetlíme si, prečo sa bude musieť táto skladba do budúcnosti meniť. V poslednej časti predstavíme aktuálne poznatky zo zavádzania nových technológií a ich dopad na povahu práce na zamestnancov v automobilovom priemysle a v závere formulujeme odporúčania pre zachovanie zamestnanosti v budúcnosti.

2.1. Konceptualizácia kvalitatívnych zmien pracovných podmienok

Koncepcne sa na dopady zavádzania nových technológií na pracovné podmienky dá pozeráť cez dva vzájomne prepojené efekty. Jeden sa venuje priamo strate pracovných miest s vysokou mierou automatizovateľnosti (*displacement effect – efekt nahrádzania práce*) a druhý, ktorý zas hovorí o náraste produktivity a tým aj zvýšenom dopyte po pracovnej sile v dôsledku zavádzania nových technológií (*productivity effect – efekt produktivity*) (Dauth a kol., 2017; Acemoglu a Restrepo, 2019). Stručne to znamená, že zatiaľ čo v prvom prípade dochádza ku strate pracovných miest, v druhom sa zas inde vytvárajú nové pracovné miesta. Výsledný efekt na trh práce môže byť pozitívny, teda pracovné miesta pribudnú, neutrálny,

teda dôjde k zmene skladby pracovných miest ale nie k nárastu zamestnanosti, alebo negatívny, teda sa celkový počet pracovných miest zníži.

Napríklad počas tzv. tretej priemyselnej revolúcie prebiehajúcej v 90-tych a 2000-ich rokoch, ktorá súvisela hlavne so zavádzaním počítačov (tzv. computerizácia), síce dochádzalo k úbytku pracovných miest (*displacement effect*), ale zároveň sa zvyšovala aj produktivita, čo znamenalo, že v konečnom dôsledku sa počet pracovníkov na trhu práce zvyšoval. Ako upozorňuje Arntz at al (2016) čistý efekt tvorby pracovných miest v rokoch 1999 až 2010 bol prírastok viac ako 10 miliónov pracovných miest v celej EÚ. Ako však upozorňuje Erturk (2019), to čo sme pozorovali v uplynulých desaťročiach v súvislosti so zavádzaním počítačov a ich pozitívnym dopadom na trh práce, nemusí platiť pre nadchádzajúcu štvrtú priemyselnú revolúciu. Nárast produktivity v dôsledku zavádzania vyspelých technológií a umelej inteligencie môže spôsobiť pokles dopytu po špecializovaných pracovníkoch, zatiaľ čo v minulých desaťročiach tento dopyt stúpala, čo sa priaznivo prejavovalo aj v ďalších sférach ekonomiky. Výsledný efekt zavádzania nových technológií tak môže byť v najbližších desaťročiach aj negatívny. Negatívny efekt na dopyt po práci a vyplatený objem miezd v USA od 80-tych rokov 20. storočia zdokumentovali aj Acemoglu a Restrepo (2019), ktorých výsledky sme uviedli v predchádzajúcej kapitole. V ďalšej časti zároveň uvádzame vlastné výsledky tejto dekompozície pre Slovensko a vybrané európske krajiny.

Ďalším diskutovanými efektmi zavádzania nových technológií sú tzv. *upskilling a deskilling efekt*, teda zvyšovanie kvalifikácie zamestnancov, alebo naopak jej znižovanie. K upskillingu dochádza vtedy, ak zavádzanie nových technológií znamená pre zamestnancov aj nutnosť rekvalifikovať sa, získať hlbšie znalosti o fungovaní týchto technológií a schopnosť ich ovládať a podľa niektorých autorov je toto nevyhnutná súčasť štvrtej priemyselnej revolúcie (Bonekamp a Sure, 2015; Porter a Heppelmann, 2014). To je tiež dôvod, prečo je pre niektorých štvrtá priemyselná revolúcia príležitosťou pre zlepšenie pracovných podmienok zamestnancov. Je ale nutné poznamenať, že toto nie je možné bez kvalitných rekvalifikačných politík, ku ktorým sa ešte vrátíme.

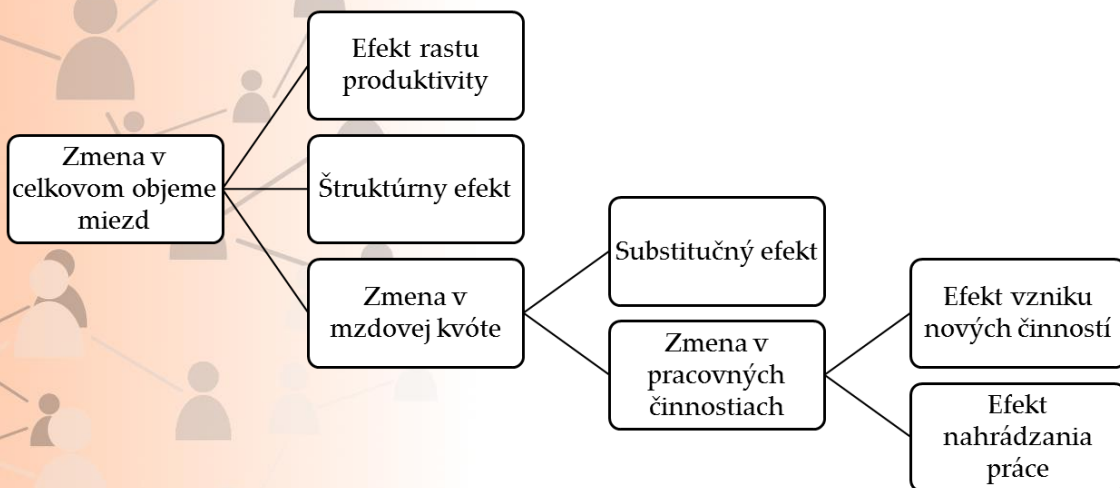
Naopak, k deskillingu dochádza vtedy, ak sú jednotlivé úkony zamestnanca rozdelené na menšie a tie sú automatizované (Kergroach, 2017). V praxi to znamená, že zamestnanec stráca autonómiu pri výkone svojej práce a o tempe práce a následnosti krokov rozhoduje robot. Vo výrobe bude najčastejším príkladom práca s poloautomatickými a automatickými robotmi. Automatizácia tak na jednu stranu zníži fyzickú záťaž zamestnanca, ale na druhú stranu zníži mieru jeho samostatnosti, keď zamestnanec musí pracovať v tempe, ktoré určuje robot. To, či dôjde alebo nedôjde k zníženiu miery kvalifikácie zamestnanca bude záležať od individuálnej organizácie práce a charaktere práce v danom podniku. Deskilling efekt sa pritom nemusí nutne prejaviť len v strate pracovných miest, oveľa častejšie môže viesť k zníženému podielu ľudskej práce na produktivite a teda k relatívnemu znižovaniu miezd.

Celkové dopady digitalizácie a automatizácie na pracovné podmienky a počet pracovných miest tak nie sú jednoznačné, sú podmienené skladbou ekonomiky, dominantnými sektormi, zložením pracovnej sily a závisia tiež od rekvalifikačných politík na úrovni štátu, sektoru a podniku. V ďalšej časti sa preto zameriame práve na východiskovú pozíciu slovenských zamestnancov pri nastupujúcej digitalizácii a automatizácii s ohľadom na zloženie pracovnej sily a typu pracovných miest a pozrieme sa tiež na stupeň robotizácie. Z toho vyvodíme dopady na pracovné podmienky a potrebné rekvalifikácie zamestnancov vo výrobe u nás.

2.2. Analýza efektov automatizácie na dopyt po práci v SR a vybraných krajinách EÚ

Dekompozíciu zmien v dopyte po práci, ktorý je meraný objemom vyplatených miezd v ekonomike, rozpracovanú v štúdiu Acemoglu a Restrepo (2019) môžeme schematicky zobrazíť tak, ako je uvedené na obrázku nižšie.

Obrázok 4 Dekompozícia zmien v dopyte po práci



Zdroj: Vlastné spracovanie na základe Acemoglu a Restrepo (2019).

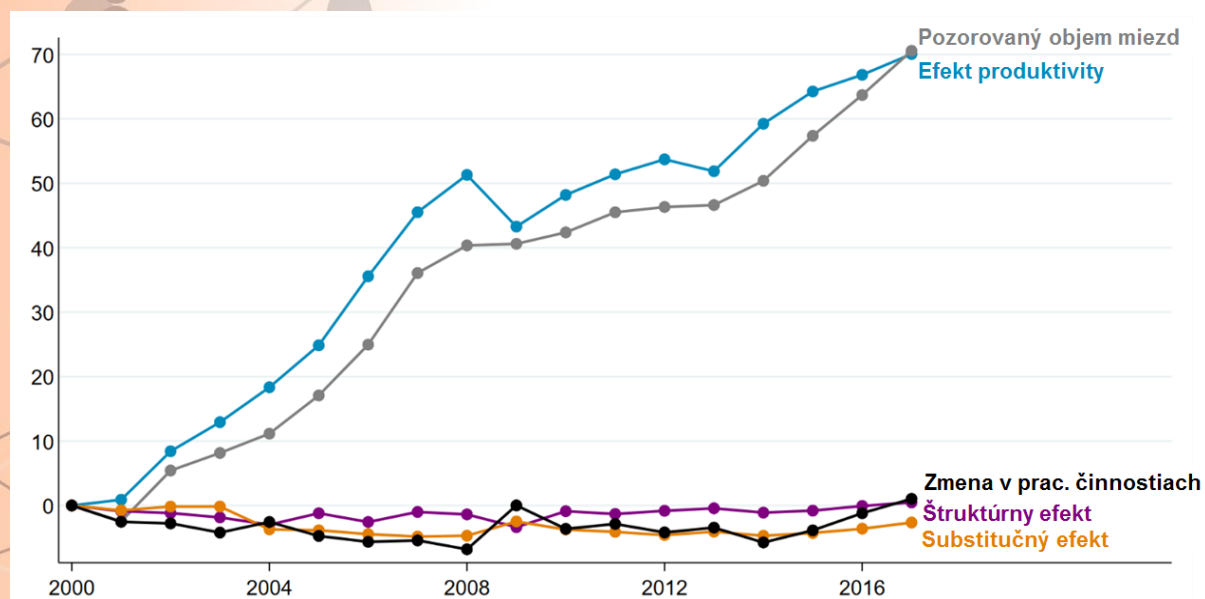
Aby sme mohli porovnať vývoj zdrojov zmien v dopyte po práci v USA a Európe, aplikujeme túto dekompozíciu na európske dáta. Pracujeme s údajmi z databáz EU KLEMS a Svetovej banky a využívame informácie o pridanej hodnote, kompenzáciách a službách práce a kapitálu, zamestnanosti a veľkosti populácie. Tieto údaje máme k dispozícii za 12 európskych krajín³.

V prípade Slovenska naša empirická dekompozícia naznačuje, že v protiklade s vývojom v USA bola počas obdobia 2000 – 2017 automatizácia plne kompenzovaná vznikom nových činností.

³ Belgicko, Česko, Dánsko, Fínsko, Francúzsko, Holandsko, Nemecko, Rakúsko, Slovensko, Spojené kráľovstvo, Švédsko a Taliansko.

K podobnému výsledku sme sa dopracovali aj v prípade Česka, kde bol efekt vzniku nových činností kumulatívne dokonca silnejší než automatizácia. Zaujímavý je taktiež trend, kedy na Slovensku aj v Česku počas posledných troch rokov skúmaného obdobia (resp. dvoch v prípade Česka) kontinuálne a významne dominuje vznik nových činností nad automatizáciou. Bude preto veľmi zaujímavé sledovať, či tento trend bude pokračovať, alebo sa zvráti.

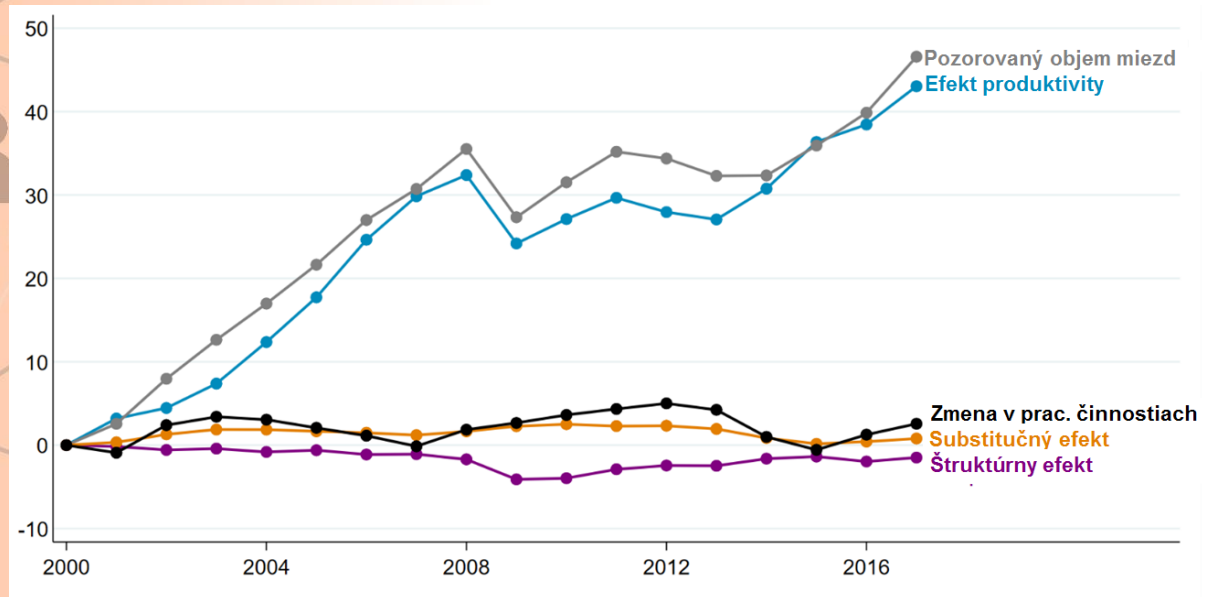
Graf 10: Zdroje zmien v dopyte po práci na Slovensku



Zdroj: Vlastné výpočty a spracovanie.

Poznámka: Ide o kumulatívny vplyv na dopyt po práci (*pozorovaný objem vyplatených miezd*) v %.

Graf 11: Zdroje zmien v dopyte po práci v Česku

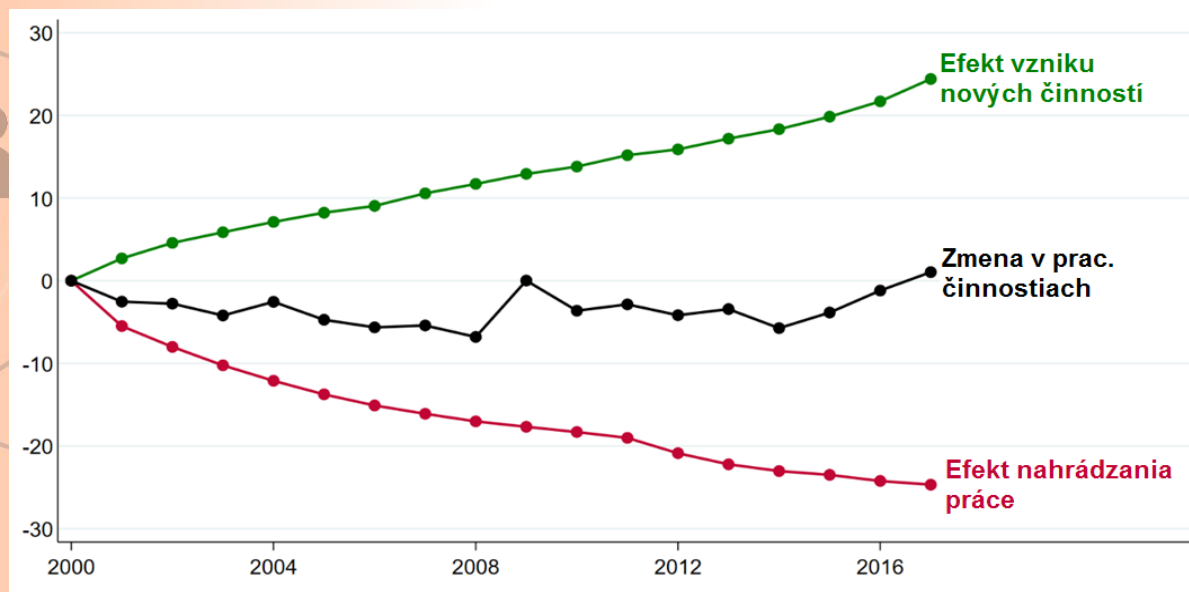


Zdroj: Vlastné výpočty a spracovanie.

Poznámka: Ide o kumulatívny vplyv na dopyt po práci (pozorovaný objem vyplatených miezd) v %.

V čom je vývoj na Slovensku v porovnaní s ostatnými analyzovanými krajinami špecifický, je silná automatizácia a vznik nových činností počas obdobia 2000 – 2017. Automatizácia kumulatívne za 17 rokov znížila dopyt po práci o 24,7 % a vznik nových činností kumulatívne za rovnaké obdobie zvýšil dopyt po práci o 24,4 %. V prípade Česka ide iba o približne polovičné hodnoty.

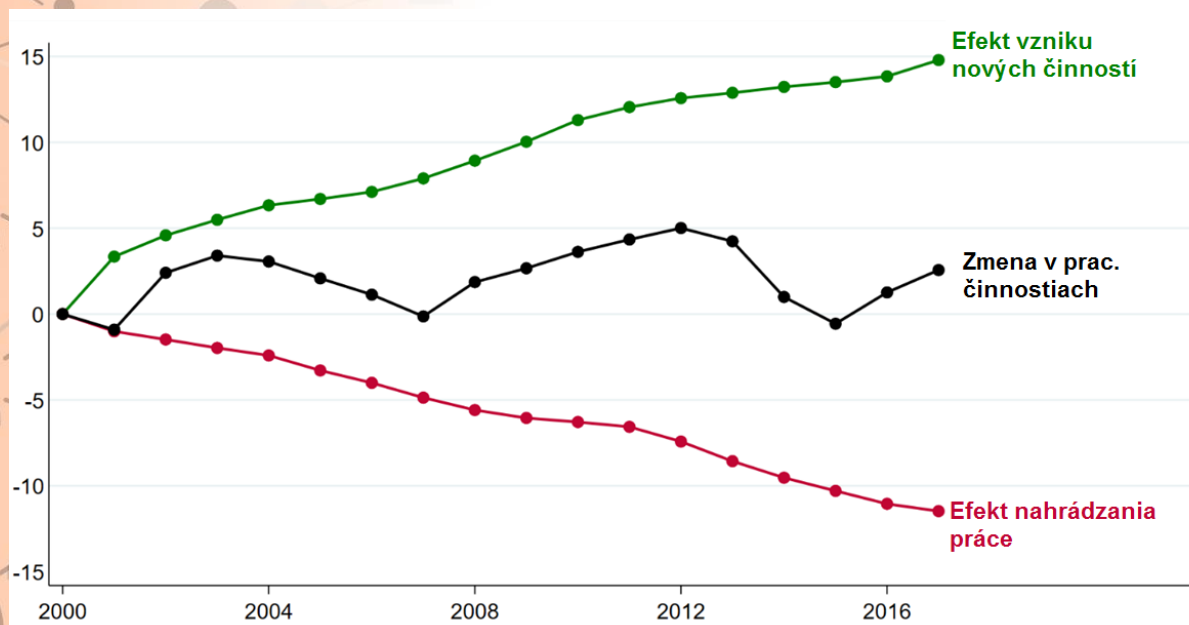
Graf 12: Vplyv automatizácie a vzniku nových činností na dopyt po práci na Slovensku



Zdroj: Vlastné výpočty a spracovanie.

Poznámka: Ide o kumulatívny vplyv na dopyt po práci v %.

Graf 13: Vplyv automatizácie a vzniku nových činností na dopyt po práci v Česku



Prameň: Vlastné výpočty a spracovanie.

Poznámka: Ide o kumulatívny vplyv na dopyt po práci v %.

Ako už naznačujú hodnoty uvádzané v prípade Slovenska a Česka, v prípade jednotlivých analyzovaných krajín sme sa dopracovali k rôznym výsledkom vplyvu technologického pokroku na dopyt po práci. V tabuľke nižšie sú uvedené hodnoty kumulatívneho vplyvu automatizácie a vzniku nových činností na dopyt po práci v desiatich európskych krajinách a USA počas obdobia 2000 – 2017. Kým v prípade Česka, Francúzska, Talianska a Slovenska bol vznik nových činností silnejší než automatizácia, v Belgicku, Dánsku, Fínsku, Holandsku, Nemecku, Rakúsku a USA dominovala automatizácia.

Tabuľka 12: Kumulatívny vplyv automatizácie a vzniku nových činností na dopyt po práci v európskych krajinách (2000 – 2017)

Krajina	Zmena v pracovných činnostiach	Efekt nahrádzania práce	Efekt vzniku nových činností
Rakúsko	-3,2	-11,2	7,2
Belgicko	-6,5	-14,3	6,9
Česko	2,6	-11,5	14,8
Nemecko	-7,1	-16,0	8,6
Dánsko	-2,2	-12,1	11,0
Fínsko	-1,8	-15,3	14,2
Francúzsko	4,9	-4,4	9,3
Taliansko	4,0	-7,7	12,5
Holandsko	-7,1	-15,3	7,4
Slovensko	1,0	-24,7	24,4
USA	-8,5	-15,5	4,7

Zdroj: Vlastné výpočty a spracovanie.

V prípade Spojeného kráľovstva a Švédska nedisponujeme všetkými potrebnými údajmi za rok 2017. Aby sme zaručili vzájomnú porovnateľnosť, ďalšia tabuľka obsahuje informácie o kumulatívnom vplyve automatizácie a vzniku nových činností na dopyt po práci vo všetkých analyzovaných krajinách počas obdobia 2000 – 2016.

Tabuľka 13: Kumulatívny vplyv automatizácie a vzniku nových činností na dopyt po práci v európskych krajinách a USA (2000 – 2016)

Krajina	Zmena v pracovných činnostiach	Efekt nahrádzania práce	Efekt vzniku nových činností
Belgicko	-6,3	-13,3	6,9
Česko	1,1	-12,1	13,7
Dánsko	-1,0	-11,3	10,8
Fínsko	2,5	-12,0	14,6
Francúzsko	4,5	-4,1	8,8
Holandsko	-6,0	-14,0	7,3
Nemecko	-6,0	-14,9	8,4
Rakúsko	-2,4	-10,7	7,4
Slovensko	-1,0	-24,7	21,7
Spojené kráľovstvo	-0,5	-9,7	8,4
Švédsko	-5,5	-15,3	9,5
Taliansko	4,7	-7,0	12,5
USA	-9,0	-15,6	4,5

Zdroj: Vlastné výpočty a spracovanie.

Nakoľko disponujeme údajmi za 34 odvetví, uskutočňujeme analýzu vplyvu automatizácie a vzniku nových činností na dopyt po práci aj na úrovni jednotlivých odvetví. Zaujímavý je pre nás predovšetkým vývoj v jednotlivých odvetviach spracovateľského priemyslu. Kým v troch odvetviach spracovateľského priemyslu bol vznik nových činností absolútne dominantný nad automatizáciou – C19 (Výroba koksu a rafinovaných ropných produktov), C21 (Výroba základných farmaceutických výrobkov a farmaceutických prípravkov) a C29–C30 (Výroba motorových vozidiel, návesov, prívosov a ostatných dopravných prostriedkov), automatizácia významne dominovala iba v prípade odvetvia C26 (Výroba počítačových, elektronických a optických výrobkov). Vznik nových činností bol významne silnejší aj v prípade odvetví C10–C12 (Výroba potravín, nápojov a tabakových výrobkov) a C24–C25 (Výroba a spracovanie kovov a výroba kovových konštrukcií okrem strojov a zariadení). Okrem výroby počítačových, elektronických a optických výrobkov automatizácia významnejšia dominovala aj v odvetviach C22–C23 (Výroba výrobkov z gumy a plastu a ostatných nekovových minerálnych výrobkov) a C28 (Výroba strojov a zariadení i. n.).

Tabuľka 14: Kumulatívny vplyv automatizácie a vzniku nových činností na dopyt po práci v jednotlivých odvetviach slovenského hospodárstva (2000 – 2017)

Kód odvetvia	Zmena v pracovných činnostiach	Efekt nahrádzania práce	Efekt vzniku nových činností
A	-33,7	-54,1	12,0
B	-41,1	-49,7	4,5
C10–C12	11,5	-9,6	28,5
C13–C15	-0,8	-17,5	20,3
C16–C18	-1,4	-13,2	11,2
C19	41,0	-70,0	110,6
C20	1,2	-17,0	12,5
C21	49,3	-27,5	81,3
C22–C23	-9,9	-25,8	12,0
C24–C25	7,6	-20,0	27,2
C26	-18,2	-35,9	22,2
C27	-2,5	-13,1	11,6
C28	-6,7	-22,9	11,0
C29–C30	28,0	-7,6	38,0
C31–C33	1,2	-16,6	15,2
D	-32,1	-74,2	35,1
E	-17,1	-32,9	11,2
F	37,5	-13,1	52,8
G45	-13,2	-38,8	25,5
G46	21,1	-11,8	43,5
G47	-4,7	-50,6	36,9
H49	4,8	-25,9	29,7
H50	-30,5	-54,2	17,3
H51	-14,4	-78,7	57,5
H52	-35,9	-55,6	21,7
H53	6,6	-11,4	17,8
I	18,2	-6,7	28,8
J58–J60	-7,2	-31,1	18,9
J61	19,4	-38,6	50,0
J62–J63	-9,7	-28,5	19,8
K	-11,1	-79,2	43,6
M–N	-4,6	-17,5	11,7
R	-74,0	-95,6	13,3
S	5,3	-12,9	16,2

Zdroj: Vlastné výpočty a spracovanie.

2.3. Metodológia prieskumu zmien v pracovných podmienkach na Slovensku a v ČR

Výskumom zmien pracovných podmienok vo výrobných závodoch v Česku a na Slovensku sa autorka tejto kapitoly venovala v rokoch 2018 až 2020 (Martišková, 2020). Na základe viac ako 30 rozhovorov s odborármi, zamestnancami a manažérmi v 18 firmách empiricky skúmala zmeny v pracovných podmienkach v závodoch automobilového priemyslu, kde sa automatizácia a digitalizácia odohráva najčastejšie. Pre účely tejto štúdie sme doplnili vzorku o ďalšie rozhovory s predstaviteľmi odborov v závodoch automobilového priemyslu na Slovensku.

V tejto kapitole tak predstavujeme hlavné závery o zmenách v pracovných podmienkach v dôsledku zavádzania nových technológií na základe rozhovorov. Tiež diskutujeme širšie súvislosti zavádzania nových technológií u nás a to hlavne súčasnú skladbu pracovných miest podľa kvalifikácie a tiež motivácie pre zavádzanie nových technológií u nás.

Tabuľka 15: Respondenti výskumu o zmenách pracovných podmienok

Pozícia firmy v globálnom reťazci	Krajina	Počet zamestnancov v roku 2019	Zmena zamestnanosti medzi rokmi 2017-2019
Finálny výrobca	SK	14800	20 %
Finálny výrobca	SK	3611	-4 %
Finálny výrobca	SK	4541	5 %
Finálny výrobca	SK	2596	31 %
Dodávateľ prvého rádu	SK	506	1 %
Dodávateľ prvého rádu	SK	2469*	26 %**

Finálny výrobca	CZ	3,287	0,0 %
Finálny výrobca	CZ	2,248	0,3 %
Finálny výrobca	CZ	22,932*	4,8 %**
Dodávateľ prvého rádu	CZ	3,764	10,4 %
Dodávateľ prvého rádu	CZ	1,396	15,8 %
Dodávateľ prvého rádu	CZ	1,141	9,1 %
Dodávateľ prvého rádu	CZ	9,000*	6,8 %**
Dodávateľ prvého rádu	CZ	726*	6,2 %**
Dodávateľ prvého rádu	CZ	1,872	2,6 %
Dodávateľ prvého rádu	CZ	1,908	9,2 %
Dodávateľ druhého rádu	CZ	203	-2,4 %
Dodávateľ druhého rádu	CZ	848	7,9 %

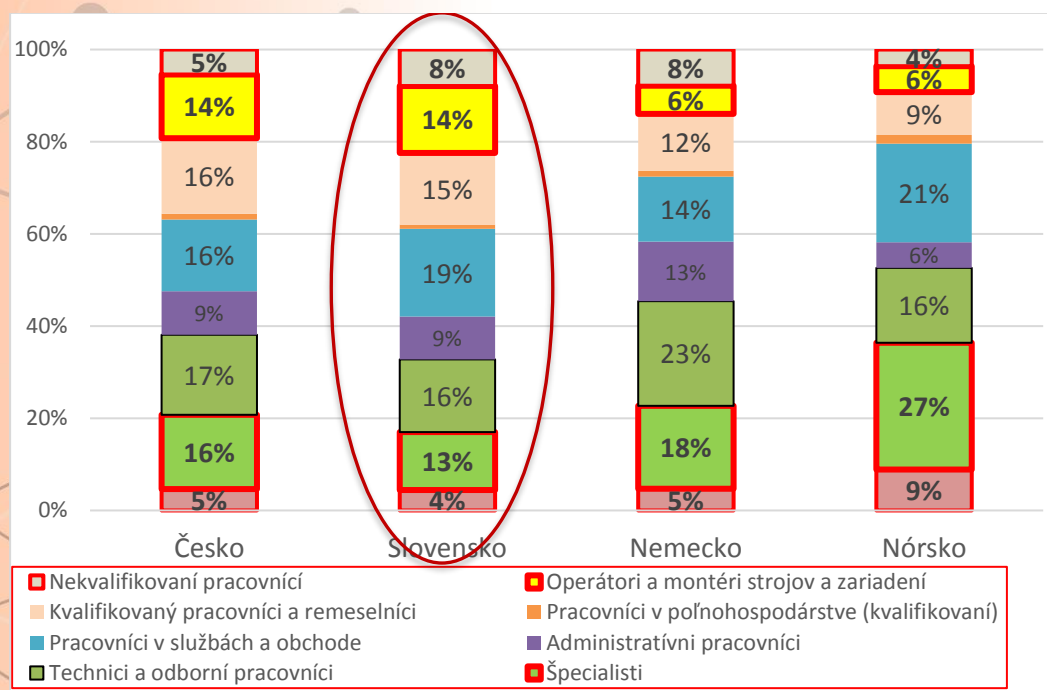
Zdroj: Vlastné spracovanie na základe účtovných zvierok navštívených firiem, *data za rok 2018, **zmena za roky 2016-2018

2.4. Zloženie pracovných miest

Slovensko sa podľa viacerých prognóz nachádza medzi krajinami, ktoré digitalizácia a automatizácia môže ohroziť najviac (viď predchádzajúca kapitola). V posledných 20 rokoch zažilo Slovensko a okolité krajiny masívny presun pracovných miest vo výrobe zo západnej Európy do strednej Európy. Napríklad len medzi rokmi 2005 až 2016 vzniklo na Slovensku v automobilovom priemysle celkovo 51 tisíc pracovných miest, pričom zaniklo len okolo 6 tisíc pracovných miest (Pavlínek, 2019). Veľká časť týchto pracovných miest je založená na rutinnej a ľahko automatizovateľnej práci (Keister a Lewandowski, 2017). Hlavnými motívmi realokácie pracovných miest vo výrobe boli hlavne nízke mzdové náklady, dostupná pracovná sila a štátne dotácie (Pavlínek, 2018; Keister a Lewandowski, 2017). Jedným z dôvodov, prečo teda Slovensko v týchto štúdiách vychádza ako jedna z krajín najohrozenejších automatizáciou a digitalizáciou je naše zloženie pracovnej sily. Ako ukazuje nasledujúci graf, podiel operátorov

a montérov je u nás výrazne vyšší ako v Nemecku, zatiaľ čo podiel špecialistov je zas nižší ako v Nemecku, alebo Nórsku. To je dané najmä typom podnikov, ktoré sa u nás lokalizovali, najčastejšie podniky výrobného charakteru, kde len niektoré majú aj pridané funkcie ako je vývoj a výskum, alebo dizajnérske činnosti.

Graf 14: Zloženie pracovnej sily podľa povolání na Slovensku a vo vybraných krajinách



Zdroj: Eurostat [lfsa_egised, lfsa_eisn2], 2019, vlastné spracovanie

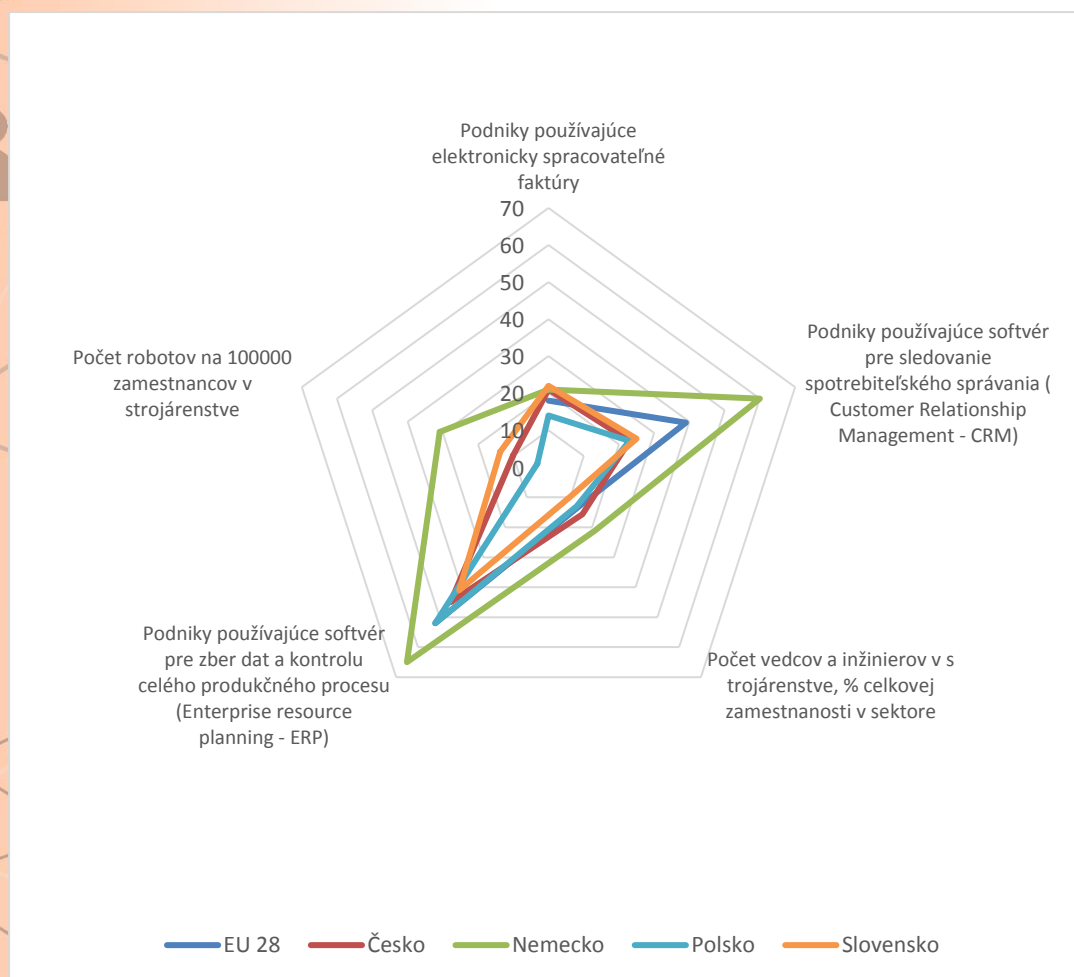
2.5. Automatizácia na Slovensku a v strednej Európe

Aj keď región strednej Európy nie je lídrom v zavádzaní technológií, neznamená to, že tu automatizácia práce a digitalizácia neprebíha (Krzywdzinski, 2019). Tu hrajú úlohu dva významné faktory. Jednak je to vysoká previazanosť s podnikmi v západnej Európe, ktoré núti miestne pobočky používať rovnaké technológie a tiež zvyšujúca sa cena práce v posledných rokoch.

Obchodovanie so západnými krajinami prináša pre slovenské podniky inovácie hlavne v oblasti elektronických systémov na spracovanie faktúr alebo manažmentu dodávateľského reťazca

(enterprise resource planning system – ERP). Dochádza tak ku zvýšenej koordinácii medzi dodávateľmi ako aj automatizovaným objednávkam na základe monitoringu stavu zásob u výrobcu. Dodávateľov nižšieho rádu to tlačí do včasných dodávok a teda vytvára aj vyšší tlak na výkon zamestnancov. Naopak, pre monitoring spotrebiteľského správania slovenské podniky vo výrazne nižšej miery využívajú nové technológie. To je dané práve dominantnou výrobnou funkciou závodov u nás, kde predaj a marketing sú častejšie riadené materskými firmami. Aj keď sa v posledných rokoch počet pracovníkov vo výskume na Slovensku zvyšuje, ani toto nie je oblasť, kde by sme sa približovali nášmu najväčšiemu obchodnému partnerovi, Nemecku. Zatiaľ čo na Slovensku je podiel vedcov a inžinierov na celkovej zamestnanosti v sektore len 10 %, v Nemecku je to 21 %.

Graf 15: Vybrané indikátory implementácie nových technológií



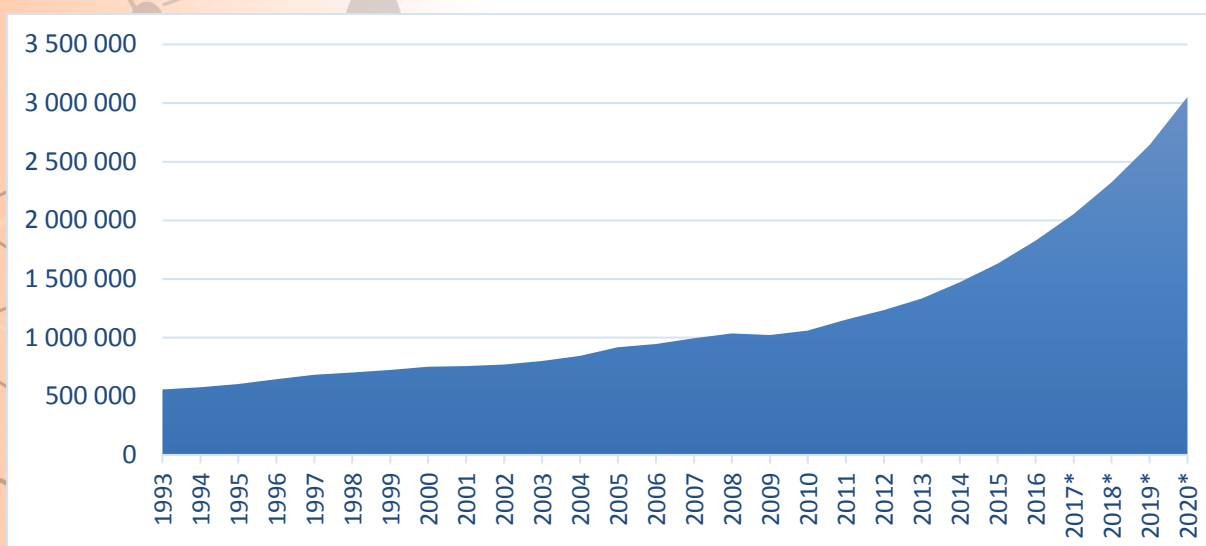
Zdroj: Martišková (2019), aktualizované

Ďalším diskutovaným indikátorom je miera automatizácie meraná prostredníctvom zavádzania robotov do výroby. Samotná automatizácia samozrejme nie je v tomto kontexte novým javom, ale jej masové zavádzanie a hlavne schopnosť robotov vzájomne „komunikovať“ môže nahradiť významný podiel ľudskej práce a ľudskú prácu významne transformovať.

Vo svete bolo v roku 2016 v prevádzke viac ako 1,8 milióna priemyselných robotov. Medzinárodná federácia pre robotiku (International Federation of Robotics – IFR) predpokladá, že do roku 2020 narastie zásoba priemyselných robotov vo svete na vyše

3 milióny kusov. Väčšina nových robotov bude pritom inštalovaná v Ázii (Čína, Južná Kórea, Japonsko), veľká časť v USA a z európskych krajín v Nemecku. Do roku 2009 bol priemerný rast zásoby robotov približne 4 % ročne, v pokrízovom období rástla zásoba priemyselných robotov vo svete v priemere 8,3 % ročne, a predpokladané tempá rastu v období 2017 – 2020 počítajú s priemerným rastom zásoby robotov nad 14 % ročne. Najvyššiu zásobu priemyselných robotov v počte kusov mala v roku 2016 Čína (približne 340 tisíc, čo tvorilo 19 % celosvetovej zásoby). Po nej nasleduje Japonsko (16 %), USA (14 %), Južná Kórea (13,5 %) a Nemecko (10 %). S pomerne veľkým odstupom po nich sú ďalšie európske krajiny, Taliansko, Španielsko a Francúzsko.

Graf 16: Zásoba priemyselných robotov vo svete v počte kusov*



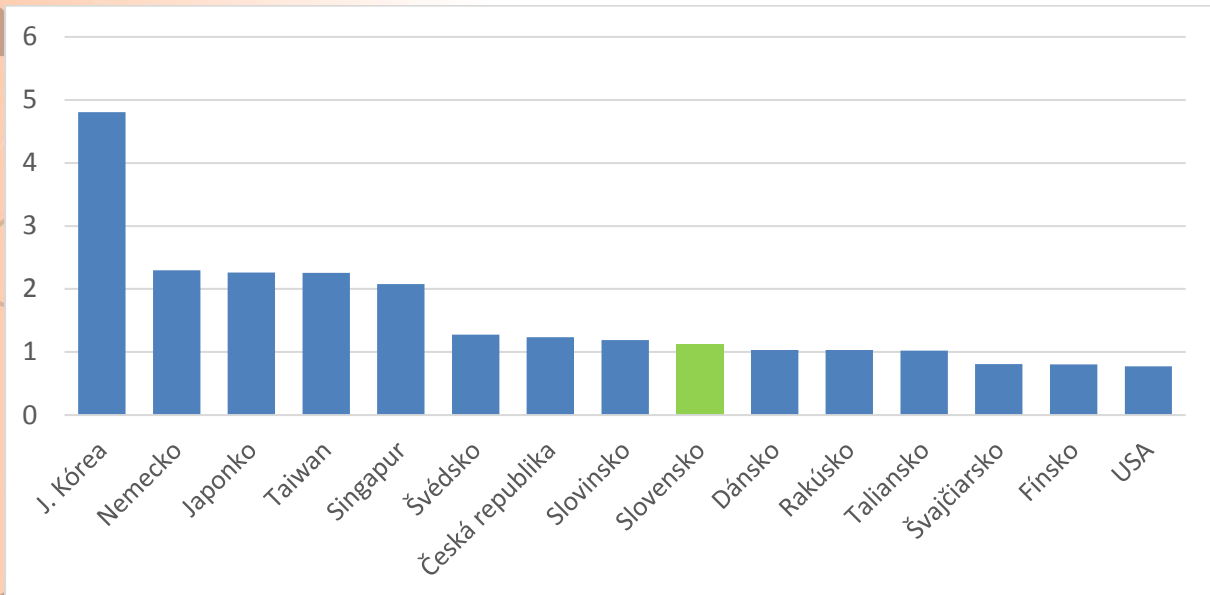
* 2017 – 2020 predpoveď Medzinárodnej federácie pre robotiku.

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe databázy IFR World Robotics, 2017.

Celkový stav zásoby priemyselných robotov súvisí s: i) veľkosťou krajiny meranej počtom obyvateľov, ii) výkonnosťou národného hospodárstva vyjadrenej prostredníctvom hrubého domáceho produktu, iii) štruktúrou ekonomiky ako takej. Pre porovnanie významu robotizácie medzi krajinami je užitočnejšie vyjadriť počet robotov v intenzívnej podobe, napr. na 1000

obyvateľov krajiny. Takáto miera robotizácie vo svete, pre 15 krajín s najvyššími hodnotami, je uvedená v nasledujúcom grafe.

Graf 17: Miera robotizácie na 1 000 obyvateľov, TOP 15 krajín sveta



Zdroj: Vlastné výpočty na základe databázy IFR World Robotics, 2017.

Najvyššiu mieru robotizácie má Južná Kórea. Medzi TOP5 krajinami sa nachádza Japonsko, Taiwan a Singapur. Jedinou európskou krajinou v TOP5 je Nemecko s niečo vyše 2 robotmi na 1000 obyvateľov. Slovensko patrí medzi krajiny s vyššou mierou robotizácie na obyvateľa, a to najmä vďaka automobilovému priemyslu, ako uvedieme podrobnejšie nižšie.

Okrem celkového porovnania intenzity používania robotov v jednotlivých krajinách je zaujímavé aj porovnanie ich štruktúry, t. j. v ktorých odvetviach sa používajú. Takéto porovnanie odhaľuje rozdiely medzi krajinami, ale aj pomerne vysokú koncentráciu používania robotov v niektorých špecifických odvetviach.

Celosvetovo sa približne 40 % priemyselných robotov využíva v automobilovom priemysle, 19 % v elektrotechnickom priemysle, 9 % pri výrobe kovov a podobne 9 % v chemickom priemysle a plastochemii.

Tabuľka 16: Štruktúra zásoby priemyselných robotov v spracovateľskom priemysle, rok 2016

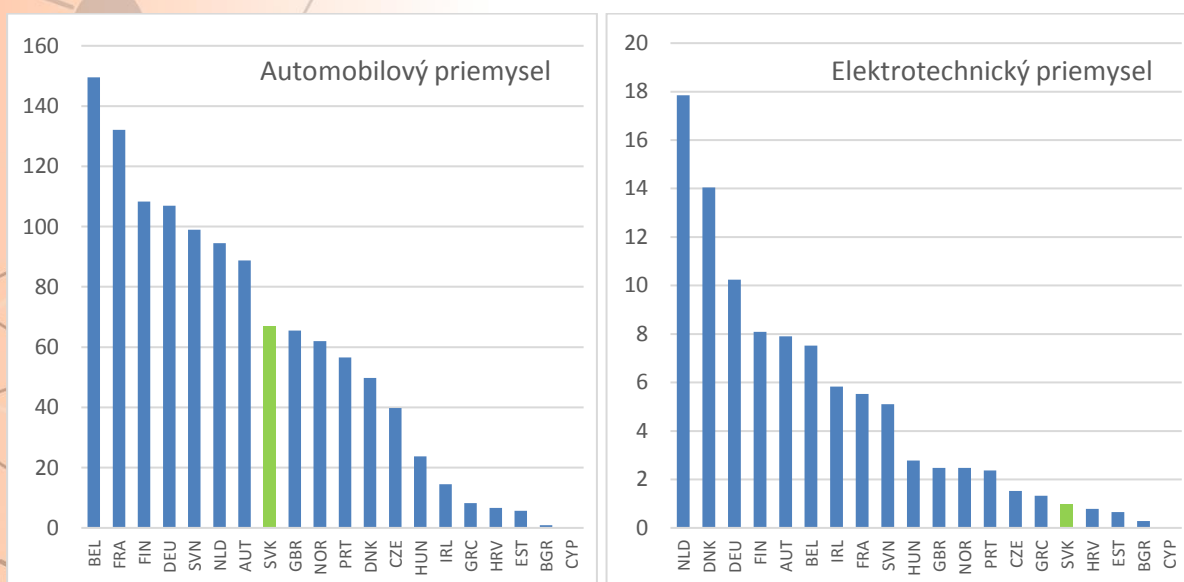
	Svet	Južná Kórea	Slovensko	Nemecko
10-12-Potraviny a nápoje	3,64 %	0,39 %	0,41 %	4,25 %
13-15-Textil	0,11 %	0,01 %	0,03 %	0,17 %
16-Spracovanie dreva a výroba nábytku	0,27 %	0,02 %	0,53 %	0,52 %
17-18-Papier	0,24 %	0,02 %	0,00 %	0,33 %
19-22-Plasty a chemické produkty	10,24 %	4,40 %	5,96 %	12,53 %
23-Sklo, keramika, minerálne produkty	0,67 %	0,04 %	0,14 %	1,50 %
24-28-Kovy	11,46 %	3,19 %	6,58 %	15,25 %
26-27-Elektrické výrobky a elektronika	25,77 %	55,93 %	0,78 %	5,29 %
29-Automobily	43,21 %	35,32 %	84,25 %	58,08 %
30-Ostatné dopravné zariadenia	0,52 %	0,08 %	0,67 %	0,47 %
91-Ostatné odvetvia sprac. priemyslu	3,88 %	0,60 %	0,64 %	1,61 %
Spracovateľský priemysel SPOLU	100,00 %	100,00 %	100,00 %	100,00 %

Zdroj: Vlastné výpočty na základe databázy IFR World Robotics, 2017.

V Južnej Kórei je vyše 55 % priemyselných robotov využívaných v elektrotechnickom priemysle a asi jedna tretina v automobilovom priemysle. Pri výrobe plastov a chemických výrobkov alebo pri výrobe kovov je využitých 3 – 5 % celkovej zásoby robotov. Odlišnú štruktúru zapojenia robotov do výroby môžeme identifikovať v Nemecku. Tu je viac ako 58 % všetkých priemyselných robotov zapojených do výroby v automobilovom priemysle. V elektrotechnickom priemysle je ich len niečo vyše 5 %. Nemecko zároveň využíva značnú

časť robotov v chemickom priemysle a pri výrobe plastov (12,5 %). Slovenská ekonomika je špecifická tým, že vo výraznej miere závisí od produkcie automobilového priemyslu. Až 84 % všetkých priemyselných robotov na Slovensku bolo zapojených do výroby práve v tomto odvetví. S pomedzi ostatných bolo približne 6 % využívaných v odvetví plasty a chemické produkty. Rozdiely v miere robotizácie na 1000 zamestnancov pre krajiny s najvyššou mierou ich intenzity používania v automobilovom priemysle a elektrotechnickom priemysle sú zobrazené v nasledovných dvoch grafoch.

Graf 18: Miera robotizácie na 1 000 zamestnancov v automobilovom a elektrotechnickom priemysle v EÚ-28, rok 2016

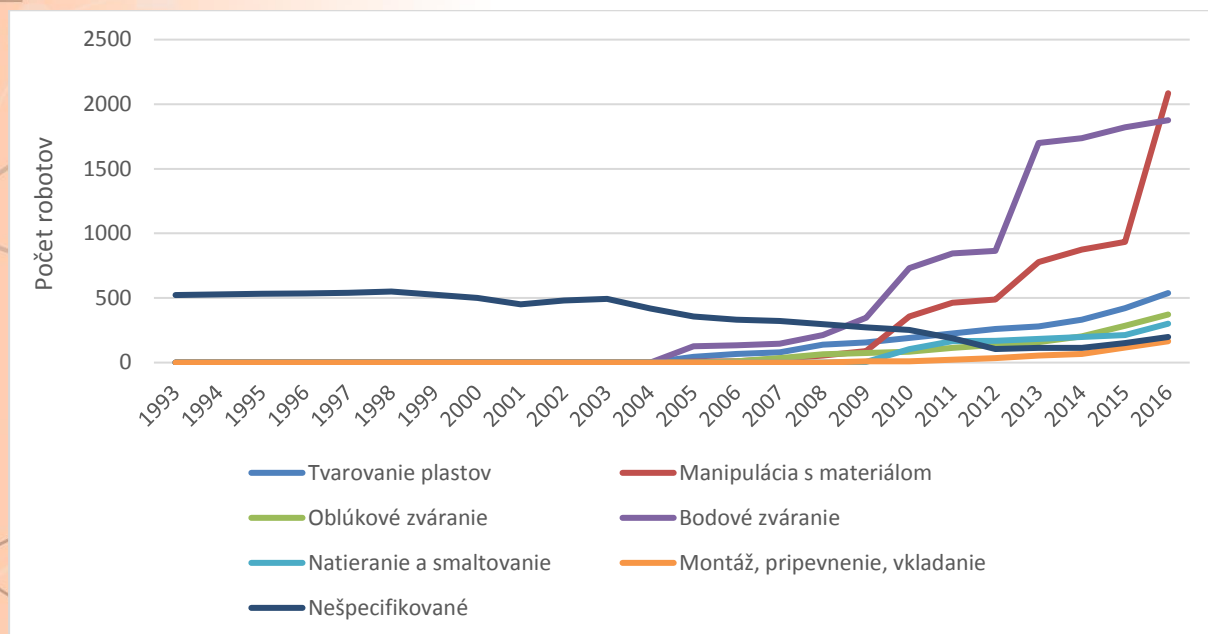


Zdroj: Vlastné výpočty na základe databázy IFR World Robotics (2017) a údajov z Eurostatu.

V miere robotizácie automobilového priemyslu sú lídrami Belgicko, Francúzsko, Fínsko a Nemecko. Slovensko v tomto porovnaní síce nepatrí medzi európsku špičku, ale jeho mieru robotizácie v tomto odvetví môžeme považovať za nadpriemernú, približne na úrovni Veľkej Británie. Je výrazne vyššia ako v Maďarsku či Českej republike. V elektrotechnickom priemysle je však miera robotizácie na Slovensku veľmi nízka. V ňom sú lídrami Holandsko, Dánsko, Nemecko a Fínsko.

Okrem odvetvovej klasifikácie využitia robotov poskytuje databáza IFR aj údaje o spôsobe ich využitia pre vybrané činnosti. Na grafe nižšie uvádzame vývoj využitia priemyselných robotov na Slovensku od roku 1993 do roku 2016 podľa jednotlivých činností.

Graf 19: Využitie robotov na Slovensku



Zdroj: Vlastné výpočty na základe databázy IFR World Robotics, 2017.

Zásoba priemyselných robotov na Slovensku začala výrazne rásť až po roku 2007. Dovedy sme mali na Slovensku len niečo okolo 500 priemyselných robotov, z ktorých drvivá väčšina nebola priradená k žiadnej špecifickej činnosti. Vďaka rozvoju automobilového priemyslu narástla zásoba priemyselných robotov na Slovensku na vyše 5000 kusov. Z nich sa viac ako 2000 kusov využívalo na manipuláciu s materiálom. Podobný počet priemyselných robotov sa používal na bodové zváranie. Ostatné sa využívali najmä na tvarovanie plastov, oblúčkové zváranie, natieranie či smaltovanie.

V ďalšej tabuľke je uvedený detailnejší pohľad na štruktúru používania priemyselných robotov vo vnútri automobilového priemyslu. Rozlišujeme v nej medzi samotnými automobilkami a výrobcami motorov a karosérií (29.1) a výrobcami modulov pre automobilový priemysel (29.3). Na Slovensku sa tri štvrtiny všetkých priemyselných robotov automobilového priemyslu

využívajú práve vo výrobe motorových vozidiel, motorov a karosérií. Iba zvyšných 26,6 % využívajú ostatní dodávatelia a firmy automobilového priemyslu. Asi dvoj-tretinový podiel priemyselných robotov vo výrobe vozidiel, motorov a karosérií majú Nemecko a Maďarsko. Zvyšné krajiny, ktoré sú uvedené v tabuľke majú viac ako polovicu robotov zapojených vo firmách pre výrobu modulov pre automobilový priemysel. Sem patrí Česká republika a Rakúsko.

Tabuľka 17: Priemyselné roboty v automobilovom priemysle, vybrané krajiny, rok 2016

	29 - Automobilový priemysel počet kusov	z toho: 291 - Výroba vozidiel, motorov a karosérií	293 - Výroba modulov pre automobilový priemysel
Česko	7644	41,7 %	58,2 %
Maďarsko	2199	67,9 %	31,4 %
Poľsko	3936	40,1 %	59,3 %
Slovensko	4891	73,1 %	26,6 %
Rakúsko	2850	41,6 %	57,7 %
Nemecko	93664	65,8 %	33,5 %

Zdroj: Vlastné výpočty na základe databázy IFR World Robotics, 2017.

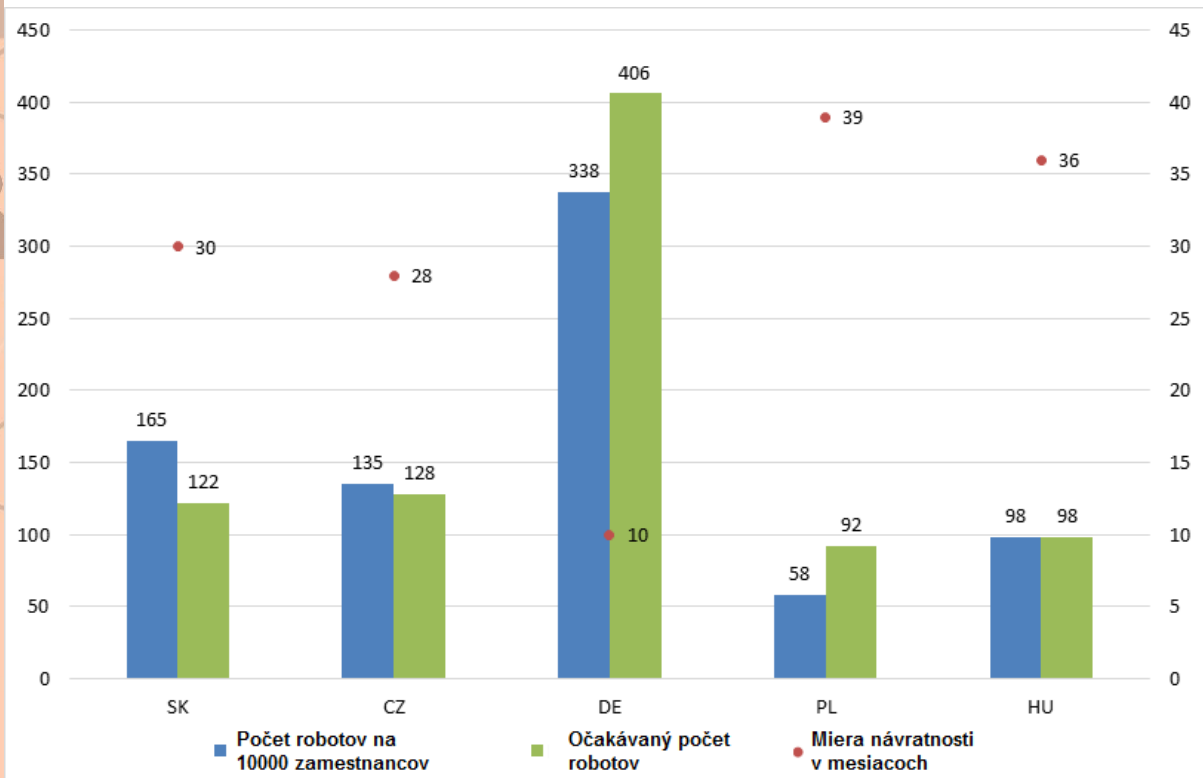
Slovensko je v zavádzaní robotov v prepočte na zamestnanca medzi poprednými krajinami EÚ, a to vďaka automobilovému priemyslu. A to napriek relatívne nízkym mzdovým nákladom na zamestnanca v minulosti. Miera automatizácie je tak u nás vyššia ako naznačujú relatívne mzdové náklady. Tento paradox môžeme vysvetliť tromi spôsobmi. Jednak tým, že relatívne nízke mzdy súvisia s nízkou produktivitou práce a preto sa na ne nemožno pozerať parciálne. Tým, že miera automatizácie môže súvisieť s rastom mzdových nákladov v porovnaní s rastom produktivity práce. A v neposlednom rade demografickými aspektmi a štruktúrou dopytu a ponuky práce, keď v mnohých profesiách existoval relatívny nedostatok ponuky práce.

Vychádzajúc z metodológie Atkinson (2018) predpokladáme náklady na kúpu jedného robota vo výške 250 000 dolárov, ktorý nahradí prácu dvoch zamestnancov v dvoch smenách po dobu celého roka, zjednodušene 50 týždňov. Návratnosť investície vypočítame tak, že náklady práce

porovnáme s nákladmi na kúpu robota. Do našej analýzy zahrnieme aj okolité krajiny, teda Česko, Maďarsko a Poľsko a tiež Nemecko. Náklady práce podľa Eurostatu boli za rok 2019 v Česku 12,6 EUR, v Maďarsku 9,7 EUR, v Poľsku 9,1 EUR, na Slovensku 12,1 EUR a v Nemecku 40,1 EUR. Podľa týchto údajov je návratnosť na kúpu robota v Česku 28 mesiacov, v Maďarsku 36 mesiacov, na Slovensku 30 mesiacov, v Poľsku 39 mesiacov a v Nemecku 10 mesiacov.

Slovensko v roku 2019 malo v prepočte 165 robotov na 100 000 zamestnancov, Česko 135, Poľsko 58 a Maďarsko 98, Nemecko 338. Ak sa ale pozrieme na reálne náklady práce a ich návratnosť a porovnáme to s priemernou hodnotou celosvetovo, očakávaná miera robotizácie u nás podľa nákladov práce je 122 robotov na 100 000 zamestnancov, čo je menej ako reálna miera. To znamená, že na Slovensku je viac robotov ako by sa vzhľadom na cenu práce dalo očakávať. Podobne je to na tom Česko, naopak v Nemecku a Poľsku je miera robotizácie nižšia ako očakávaná podľa mzdových nákladov. Podrobnejšie zobrazuje uvedené údaje nasledujúci graf.

Graf 20: Reálny a očakávaný počet robotov podľa nákladov práce vo vybraných krajinách



Zdroj: vlastné spracovanie, mzdové náklady: Eurostat lc_lci_lev; počet robotov: IFR 2019

Pri robotizácii výroby tak hrajú rolu aj iné faktory ako len cena práce. Z rozhovorov uskutočnených na Slovensku a v Česku medzi zástupcami firiem a ich odborových organizácií vyplynuli ďalšie dôležité faktory (Martišková, 2020):

1. Miera konkurencieschopnosti – neustály tlak na znižovanie nákladov a zvyšovanie efektivity výroby jednotlivých závodov vedie výrobné závody k investíciám, ktoré znižujú náklady v krátkodobom horizonte (1-2 roky). Robotizácia je tak prostriedkom k dosahovaniu nižších nákladov.
2. Mzdové náklady – Aj keď náklady práce v strednej Európe sú stále výrazne nižšie ako v krajinách západnej Európy, ich rast v posledných rokoch motivoval firmy k zavádzaniu automatizácie vo väčšej miere. Aj pri raste nákladov v strednej Európe je pre materské firmy stále výhodnejšie investovať do technológií šetriacich podiel

ľudskej práce v už postavených závodoch v porovnaní s nákladmi, ktoré by mali, pokiaľ by sa rozhodli odísť do lacnejších lokalít.

3. Dostupnosť pracovnej sily - aj keď aktuálna návratnosť robotizácie v strednej Európe presahuje 2 roky, jedným z najčastejšie uvádzaných dôvodov pre robotizáciu bol v posledných rokoch nedostatok pracovnej sily v celom regióne.
4. Miera synchronizácie dodávateľského reťazca – ďalším dôležitým faktorom je zasahovanie finálnych výrobcov do výrobných postupov dodávateľov nižšieho rádu a ich kontrola nad pracovnými postupmi, ktoré si vyžadujú investície do nových technológií (tzv. vertikálna synchronizácia dodávateľského reťazca).

Tiež je nutné podotknúť, že robotizácia vo výrobe ešte zďaleka nenadobudla rozmery plne automatizovaných výrobných liniek. Práve naopak, zatiaľ sú robotizované jednotlivé fragmenty výroby ako je montáž, natieranie a lakovanie, zváranie pričom každý z týchto úkonov vyžaduje prípravu, ktorá je závislá na ľudskej práci, ako je podávanie materiálu a jeho vyberanie z automatizovanej linky alebo robota. Ako upozorňuje Czefalvay (2019) obsluha robotov a robotizovaných liniek tak stále vyžaduje zapojenie ľudskej práce, čo stredoeurópske krajiny s relatívne nízkymi mzdami, robí stále konkurencieschopnými a motivuje zamestnávateľov implementovať roboty vo zvýšenej miere.

2.6. Zmeny v pracovných podmienkach

Z údajov účtovných závierok navštívených firiem vyplýva, že vo väčšine prípadov firmy navyšovali počet zamestnancov. Zároveň je to obdobie, kedy firmy vo zvýšenej miere na Slovensku a v okolitých krajinách zavádzali roboty do výroby. Tiež agregátne na úrovni automobilového sektoru, nedochádzalo k znižovaniu počtu zamestnancov. Oveľa častejšie sme mohli pozorovať kvalitatívne zmeny v pracovnej náplni v dôsledku automatizácie. Zmeny pracovných podmienok v dôsledku automatizácie a digitalizácie sa týkali hlavne náročnosti práce, zmien v tempe a kontrole nad prácou zamestnanca a zmien v kvalifikácii zamestnancov.

Znižovanie fyzickej záťaže

Nepochybne, najčastejšou výhodou v zavádzaní technológií bola respondentmi uvádzaná zmena fyzickej záťaže pri práci. Motívom viacerých menších vylepšení, napr. v montáži, bola práve snaha ochrániť zamestnancov od prílišnej fyzickej záťaže. Fyzickú záťaž tiež odbúrala robotizácia pri výrobe jednotlivých komponentov u subdodávateľov, veľká časť ručnej práce bola automatizovaná robotmi, prípadne kolaboratívnymi robotmi, tzv. kobotmi. Vo vnútornej logistike firiem to zas bolo zavádzanie autonómnych vozíkov, ktorá uľahčila prácu a ušetrila počet zamestnancov. Zamestnanci, ktorých pracovné miesto bolo automatizované o prácu neprišli, buď boli pridelení na iné stanovisko, alebo sa povaha ich práce zmenila a namiesto výroby súčiastok obsluhovali zavedeného robota, či kobota.

Zvyšovanie tempa práce

Znižovanie fyzickej záťaže vo výrobe bolo vo väčšine prípadov spomínaných respondentmi sprevádzané zvyšovaním tempa práce. To sa vo výrobe deje jednak kontinuálne v dôsledku neustáleho „zoštíhľovania výroby“ ale tiež v prípadoch, kedy došlo k robotizácii konkrétneho výrobného procesu v posledných rokoch. „Po zavedení robota má teraz zamestnanec na starosti napríklad dve stanovišťa, ktoré musí obsluhovať v tempe práce daného robota.“ (respondent odborár, 2019). Agendou odborov na pracovisku sa tak veľmi často stáva práve normovanie práce a poukazovanie na zvyšujúce sa nároky na jednotlivých zamestnancov vo výrobe.

Zvyšovanie kontroly nad prácou zamestnanca

Významným rizikom automatizácie a digitalizácie je aj zvýšená kontrola nad prácou zamestnanca (Doerrenbacher, 2017). Ide jednak o snahu nadefinovať výrobné procesy do najmenšieho detailu a teda aj prácu a pohyby jednotlivých zamestnancov, ale tiež o kontrolu kvality a produktivity jednotlivých zamestnancov. Kontrolu zamestnancov už v súčasnosti môžu zabezpečovať rôzne čidlá a senzory pre monitoring pohybu zamestnanca, hlavne pri montáži.

Strata autonómie pri výkone práce zamestnanca v dôsledku zvýšenej kontroly môže byť jednak demotivujúca, ale tiež môže mať zásadné dopady na vyjednávaciu pozíciu zamestnancov. Zamestnanec, ktorý vo svojej práci rozhoduje čím ďalej, tým menej o procesoch a postupoch je ľahko nahraditeľný a nemusí byť takmer nijako kvalifikovaný. V tomto prípade teda môže dochádzať k významnému deskilling efektu práve v dôsledku zavádzania nových technológií aj u zamestnancov, ktorí sú stredne kvalifikovaní. Tieto závery potvrdzuje aj nemecká štúdia zrealizovaná vo veľkých firmách. Prieskum o zmene pracovných podmienok a miere zapojenia zamestnancov do procesu digitalizácie naznačil, že hlavne vzdelanejší zamestnanci a tí s väčšou mierou zodpovednosti získavajú zavádzaním digitalizácie vyššiu mieru flexibility, zatiaľčo stredne a nízko kvalifikovaní zamestnanci svoju autonómiu skôr strácajú (Reimann a kol., 2020).

Respondenti v rozhovoroch túto problematiku ale u nás nijak významne netematizovali. Dôvodom môže byť, že zavádzanie kontrolných mechanizmov pre zvyšovanie efektivity výroby je v podnikoch kontinuálny proces a tiež to, že veľká časť výrobných zamestnancov si neuvedomuje súčasné možnosti kontroly novými technológiami, respektíve sa s nimi zatiaľ nestretli⁴. Ďalším dôvodom môže byť aj to, že slovenskí zamestnanci vo výrobných podnikoch majú značnú časť svojej mzdy závislú od výkonov (individuálnych, tímových alebo podnikových). Zavádzanie technológií do výroby tak umožňuje zamestnancom vyhnúť sa chybovosti a zvyšovať tak svoj výkon a teda aj mzdu.

Zvyšovanie kvalifikácie zamestnancov

Očakávaným efektom automatizácie a digitalizácie má byť zvyšovanie kvalifikácie zamestnanca, tzv. upskilling. Výrobný zamestnanec by mal v dôsledku zavádzania technológií častejšie pracovať ako nastavovač, prípadne vedieť odstraňovať základné poruchy strojov/robotov. To sa ale v praxi podľa respondentov deje minimálne. Zavádzanie robotov

⁴ Podobné závery uvádza prieskum medzi zamestnancami v Nemecku, kde mnoho zamestnancov sa zatiaľ s konkrétnymi podobami digitalizácie pracoviska nestretlo:
<http://doku.iab.de/forschungsbericht/2020/fb0820.pdf>

a digitalizácia znamená pre výrobných zamestnancov skôr zvyšovanie tempa a komplexnosti práce, teda že zamestnanec má na starosti viacero robotov alebo dlhší úsek linky, ale málokedy to znamená, že by bol preškolený na obsluhu nových technológií, prípadne ich nastavovanie. Dochádza tak k ďalšiemu negatívnemu javu a to k polarizácii pracovnej sily. Špecializované úlohy sú zverené vyššie kvalifikovaným zamestnancom zatiaľ čo stredne a nízkokvalifikovaní zamestnanci nie sú na prácu s technológiami preškolovalí.

Informácie od respondentov na túto tému sa dajú zhrnúť nasledovne:

- Zamestnanci vo výrobe len veľmi občas dostávajú ponuky na preškolenie či zvýšenie kvalifikácie
- Pokiaľ také ponuky existujú, zamestnanci sú často vyberaní netransparentne, prípadne sú vyberaní selektívne „podľa toho, kto sa na to hodí a kto chce“
- Programy rekvalifikácií sú menej časté v stredných a malých podnikoch a u dodávateľov nižšieho rádu
- Komplexné programy rekvalifikácií nie sú nijak upravované v kolektívnych zmluvách

Zistenia z rozhovorov potvrdzujú aj štatistiky o účasti na celoživotnom vzdelávaní u nás. Slovensko má v rámci EÚ ale aj v porovnaní s okolitými krajinami veľmi nízku účasť zamestnancov na celoživotnom vzdelávaní, len 4,3 % a v samotnom priemysle ešte nižšiu. Nízka je tiež priemerná doba strávená vzdelávaním, v priemere len 43 hodín, zatiaľ čo napríklad v Nemecku je to dvojnásobok. Navyše, zamestnanci pracujúci manuálne sa v priemere vzdelávajú ešte menej, len 20 hodín za rok. Spoločnosti, ktoré majú definovaný systém vzdelávania (u nás 38,5 %) tak najčastejšie zamestnancom poskytujú kratšie preškoloňovacie kurzy, zatiaľ čo komplexnejšie vzdelávanie vo firmách chýba.

Tabuľka 18: Účasť a ponuka rekvalifikácií pre zamestnancov na Slovensku a vo vybraných krajinách

	Miera účasti na vzdelávaní a rekvalifikácii (za	Priemerná doba strávená na vzdelávaní jedným účastníkom, 2016	Spoločnosti, ktoré majú definovaný systém vzdelávania

	posledné 4 týždne), 2019				zamestnancov, 2015	
	Celkom	Priemysel	Celkom	Kvalifikovaní manuálni zamestnanci	Celkom	Priemysel
	%	%	hodín	hodín	%	%
Česko	9,9	7,3	41	20	53,7	56,3
Nemecko	12,8	9,1	81	54	52,1	56,6
Maďarsko	7,3	5,3	74	29	23,3	27,6
Poľsko	7,6	4,3	120	81	17,0	19,2
Slovensko	4,4	3,2	43	21	38,2	38,5

Zdroj: Eurostat, vlastné spracovanie.

Medzinárodná organizácia práce považuje prístup zamestnancov k vzdelávaniu jedným z aspektov dôstojných pracovných podmienok (ILO, 2019). Prístup k rekvalifikáciám je pritom častejšie obmedzený pre výrobných zamestnancov než tých, ktorí pracujú v službách (Benhamou, 2018). Nepochybne ponuka a systém vzdelávania závisí od zamestnávateľa, jeho záujme (výroba alebo aj rozvoj, výskum a vývoj) jeho veľkosti a postavení v odvetví. Obecne platí, že menší a strední zamestnávateľia neposkytujú tak často svojim zamestnancom možnosti vzdelávať sa, hlavne ak ide výlučne o výrobné podniky. Vzájomná spolupráca takýchto malých zamestnávateľov by priniesla výhodu ako pre zamestnávateľov samotných, tak pre zamestnancov. V tejto oblasti môžu významnú úlohu zohrávať odbory, ktoré môžu takéto spolupráce a platformy iniciovať a zakladať. Na meniacom sa trhu práce budú totiž efektívne rekvalifikácie kľúčovým aspektom udržania zamestnanosti. To v kontexte slovenského trhu práce, kde je významný podiel výrobných zamestnancov, znamená pre odbory, ale aj štát a zamestnávateľov veľkú výzvu a potrebu začať konať.

2.7. Zmeny v kvalifikáciách v budúcnosti

Aj keď sa vzdelávaniu zamestnancov v priemysle nevenuje u nás toľko pozornosti, do budúcnosti budú programy vzdelávania kľúčové pre zachovanie zamestnanosti. Zamestnávateľia už teraz evidujú nedostatok kvalifikovanej pracovnej sily, zároveň ale stredné a menšie podniky nemajú kapacity samotných zamestnancov rekvalifikovať. Spolupráca podnikov, zapojenie odborov a verejné financie bude v tomto smere kľúčová ako prevencia nárastu štrukturálnej nezamestnanosti.

Väčšina pozícií vo výrobe totiž bude vyžadovať rekvalifikáciu. Na základe kvalitatívneho výskumu v českých a slovenských firmách medzi rokmi 2018 – 2020 sme identifikovali trendy v dopyte a kvalifikácii najčastejších pracovných pozícií vo firmách na príklade automobilového priemyslu.

V analýze v ďalšej tabuľke identifikujeme sedem pracovných pozícií najčastejšie zastúpených vo výrobe v automobilovom priemysle. Ide o pracovníkov v internej logistike, pracovníkov v montáži, zváračov, lakovníkov, údržbárov, CNC operátorov a analytikov zásobovania. Ide o pozície, kde sa najčastejšie vyžaduje stredoškolské vzdelanie a vyššie (okrem skladníkov a niektorých pozícií v montáži, kde stačí základné vzdelanie). Na základe rozhovorov sme identifikovali pozície, kde bude dopyt po zamestnancoch v dôsledku automatizácie a digitalizácie klesať alebo už klesá, konkrétne: interná logistika, montáž, zvárač a lakovník. Ako sme už upozornili pred tým, u niektorých pozícií nemusí byť tento trend viditeľný v súčasnosti, napríklad zvárači, ale do budúcnosti sa dá pokles v dopyte očakávať. Zaujímavé je, že aj analytické pozície, ktoré vyžadujú vyššiu kvalifikáciu môžu zaznamenať pokles v dopyte v dôsledku digitalizácie. Takým príkladom je analytik plánovania, kde plánovacie funkcie preberajú automatizované systémy známe ako Enterprise resource planning systems (ERP).

Okrem toho, že budú niektoré pozície zanikať budú iné zasa vznikať. Vo výrobe elektrických áut respondenti identifikovali ako jednu z nových potrebných pozícií elektrikárov, ktorí ale nebudú potrebovať kvalifikáciu podľa platnej legislatívy, ale budú vyškolení len na určité

spektrum úkonov potrebných pri montáži elektrických vozidiel. Ďalšími pozíciami, po ktorých dopyt bude narastať budú programátori a ďalšie inžinierske pozície. Pokiaľ nebude efektívny systém rekvalifikácií pre zamestnancov, ktorí nebudú na svojej pozícii už potrební, budú tieto pozície častejšie obsadzované novými absolventmi a len zriedkavo ľuďmi preškolenými z iných oblastí.

Tabuľka 19: Zmeny v kvalifikácii a dopyte po najčastejších povolaniach v autopriemysle

Aktuálne pozície vo výrobných podnikoch automobilového priemyslu	Aktuálne požadovaná kvalifikácia	Pozorované zmeny v pracovných podmienkach na základe rozhovorov	Dopad nových technológií na dopyt	Zmeny v požiadavkách na kvalifikáciu
Interná logistika/skladník	Základné a vyššie vzdelanie	<ul style="list-style-type: none"> Pokiaľ je vnútorná logistika automatizovaná, zánik pracovných miest (zamestnanci najčastejšie presunutý na iné, nízkokvalifikované pozície) 	Pokles dopytu	Bez zmeny
Zvárač	Stredoškolské vzdelanie a špeciálny výcvik	<ul style="list-style-type: none"> Automatizácia zvárania kontinuálny proces Špecializácia zváračov na zložitejšie úkony 	Očakáva sa, že zváračov bude potreba menej, ale zato viac špecializovaných, zatiaľ ale nepozorujeme pokles dopytu	Zvyšujú sa, hlavne v špecializácii na rôzne zváracie techniky
Pracovník v montáži	Stredoškolské vzdelanie	<ul style="list-style-type: none"> Znižujúca sa fyzická záťaž práce Ak práca pri robotizovanej linke, znižujúca sa pridaná hodnota práce Znižujúca sa miera zapojenia ľudskej práce dovoľuje zamestnávať nízkokvalifikovaných zamestnancov Zvyšujúce sa tempo práce 	Očakáva sa pokles dopytu	Zvyšuje sa pre špecializované pozície vo výrobe ALE znižuje sa pre robotizované práce (napr. pre pozície „kŕmenia robotov“)

		<ul style="list-style-type: none"> Zvyšujúca sa variabilita produkcia a tým aj komplexita práce V niektorých prípadoch potrebné znalosti programovania a údržby 		
Lakovník	Stredoškolské vzdelanie	<ul style="list-style-type: none"> Automatizácia prináša výrazné zlepšenie pracovných podmienok v oblasti ochrany zdravia Zamestnanci nahradení robotmi sú preraďovaní na iné pozície 	Pokles dopytu	Zvyšuje sa pre programovanie a nastavovanie lakovacích robotov
Údržbár	Stredoškolské vzdelanie, pre špecializované pozície aj vysokoškolské vzdelanie	<ul style="list-style-type: none"> Prediktívna údržba vyžaduje rekvalifikácie a ďalšie vzdelávanie V niektorých prípadoch ale technológie môžu prácu aj zjednodušovať a úlohy štandardizovať 	Zvyšuje sa s postupujúcou automatizáciou	Zvyšuje sa (prostredníctvom preškolovania ale aj formálneho vzdelávania)
CNC operátor	Stredoškolské vzdelanie	<ul style="list-style-type: none"> Prototypy nástrojov a súčiastok v 3D tlači vyžadujú nové znalosti Preškoloovanie pre prácu s novými strojmi 	Stabilný	Zvyšuje sa (najmä prostredníctvom preškolovania)
Analytik zásobovania	Vysokoškolské vzdelanie	<ul style="list-style-type: none"> Zvyšujúce sa nároky na kvalifikáciu v dôsledku zavádzania komplexných podnikových systémov (ERP – enterprise resource planning systems) Očakáva sa zapojenie umelej inteligencie do procesov plánovania 	Znižuje	Zvyšuje sa (prostredníctvom preškolovania ale aj formálneho vzdelávania)
Nové pozície				

Elektrikár úroveň nižšej	Stredoškolské?	<ul style="list-style-type: none"> Nová kategória zamestnancov v montáži elektrických áut 	Očakáva sa, že vznikne	-
Inžinierske pozície	Vysokoškolské vzdelanie	<ul style="list-style-type: none"> Očakáva sa kreatívne nové premýšľanie Dôležitosť pochopenia možností nových technológií a ich efektívna implementácia v praxi 	Zvyšuje sa	Zvyšuje sa (prostredníctvom formálneho vzdelávania)
Programátori	Vysokoškolské vzdelanie	<ul style="list-style-type: none"> Dôležitosť programátorov rastie hlavne pri prepojení jednotlivých častí produkcie Dôležité porozumenie procesom a navrhovanie riešení 	Zvyšuje sa	Zvyšuje sa (prostredníctvom formálneho vzdelávania)

Zdroj: spracované podľa Martišková (2020), založené na rozhovoroch a na správe EASC (2018)

Ako vidieť z prehľadu v tabuľke, dopyt po nízkokvalifikovaných pozíciách sa znižuje, alebo sa bude znižovať, zatiaľ čo po vysokokvalifikovaných sa bude zvyšovať. Zároveň pozorujeme, že preškolenie súčasných zamestnancov nemusí v mnohých prípadoch stačiť budúcim požiadavkám na mnohých pozíciách. Taktiež len výnimočne sú zamestnanci, ktorých pozície sú automatizované, preškolení na údržbu a oveľa častejšie len obsluhujú robotov. Dochádza tak k polarizácii pracovného trhu. Na jednej strane sú potrební vysokokvalifikovaní zamestnanci a na strane druhej tí stredne kvalifikovaní častejšie strácajú možnosti pre svoje uplatnenie a zastávajú nízkokvalifikované pozície.

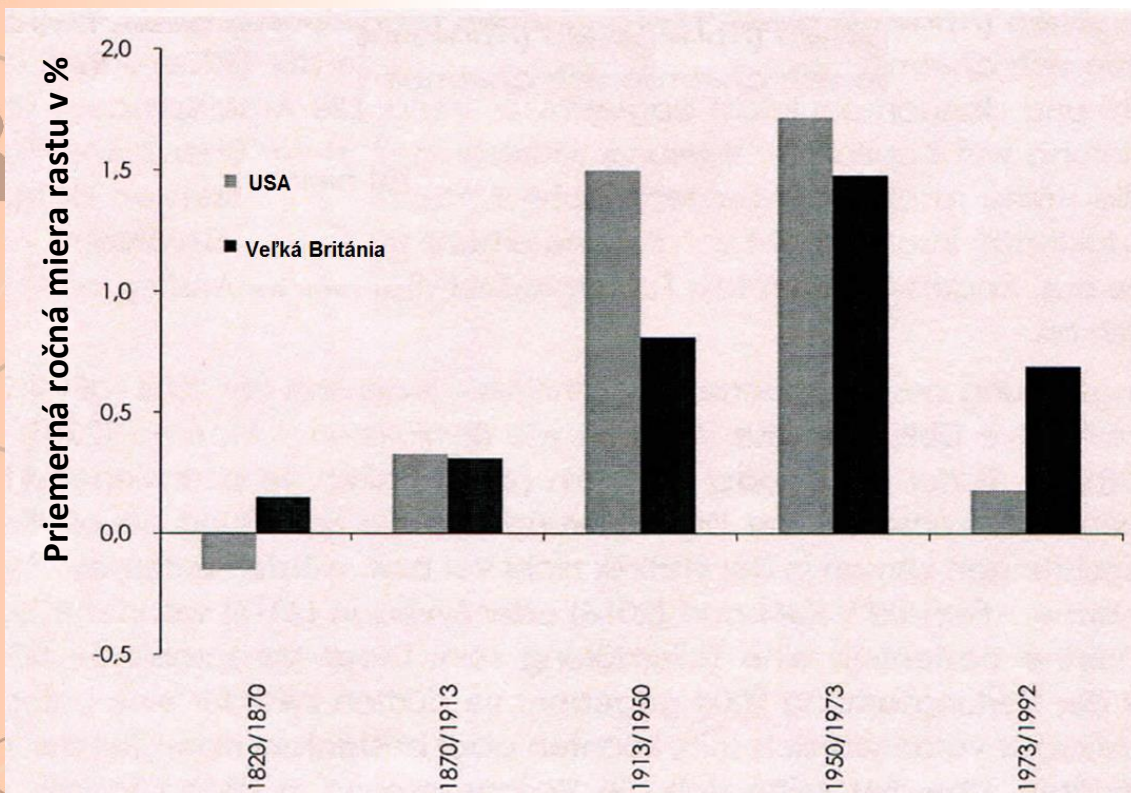
3. DIGITALIZÁCIA A PRODUKTIVITA

Kľúčovou otázkou v analýze dopadu technologických zmien vyvolaných digitalizáciou a Priemyslom 4.0 na dopyt po práci je to, do akej miery očakávaný nárast produktivity vyvolaný digitalizáciou ohrozí pracovné miesta (Tichy, 2016).

3.1. Vývoj produktivity a zamestnanosti

Ako sa dlhodobo vyvíjala produktivita v rôznych ekonomikách sveta? Pozrime sa aspoň niekoľko údajov za viaceré krajiny. Na prvom grafe vidíme údaje o vývoji celkovej produktivity faktorov za Spojené štáty americké a za Veľkú Britániu za rôzne obdobia od roku 1820 až do roku 1992. Údaje vykazujú najmä v období 1950 – 1973 výrazný rast produktivity pre obidve krajiny ročne v priemere o 1,5 %. Tento rast sa však v nasledujúcom období výrazne spomalil a klesol na úroveň 0,5 % ročne.

Graf 21: Celková produktivita faktorov



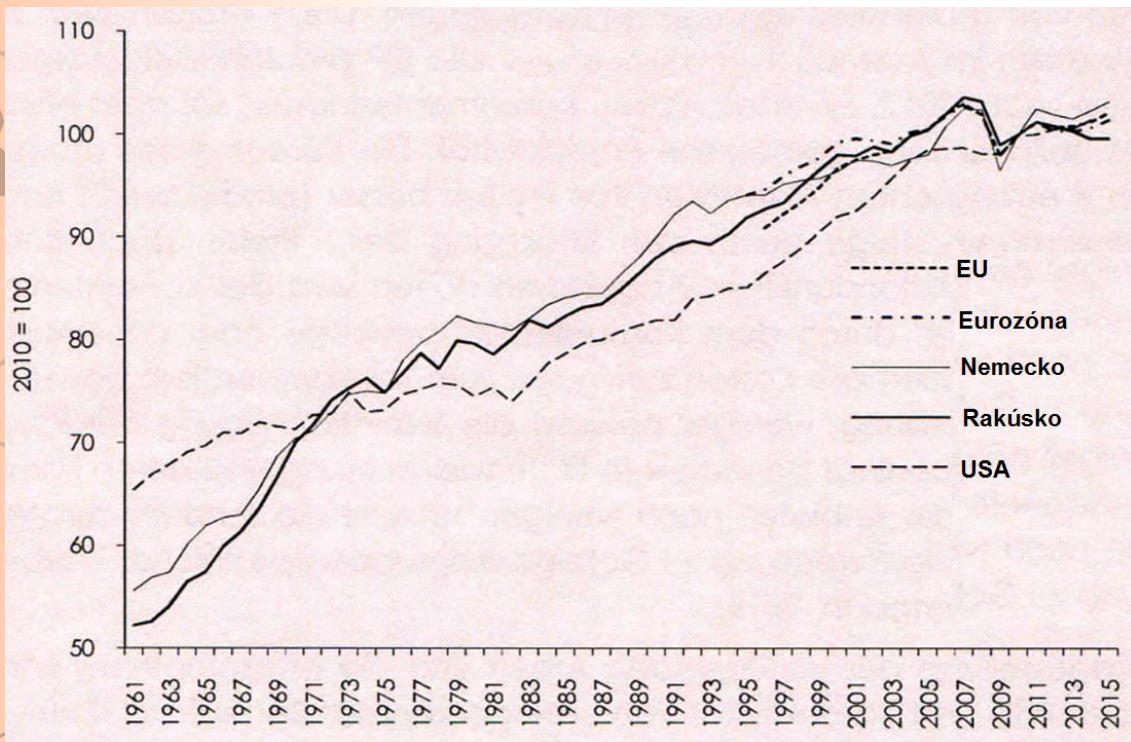
Zdroj: Tichy (2016)

Podobnú tendenciu ukazujú i údaje na ďalšom grafe, ktorý zahŕňa okrem USA krajiny Európskej únie, Európskej menovej únie, Rakúsko a Nemecko a obdobie od roku 1961 až 2015.

Opäť vidíme, že po výraznom raste celkovej produktivity faktorov, vyjadrenom sklonom jednotlivých kriviek v období rokov 1961 až 1973, nastáva zmiernenie rastu produktivity až do roku 2007 a následne – i v dôsledku krízy v rokoch 2008 -2009 – výrazný pokles, ktorý od roku 2011 prechádza do stagnácie v miere rastu celkovej produktivity faktorov.

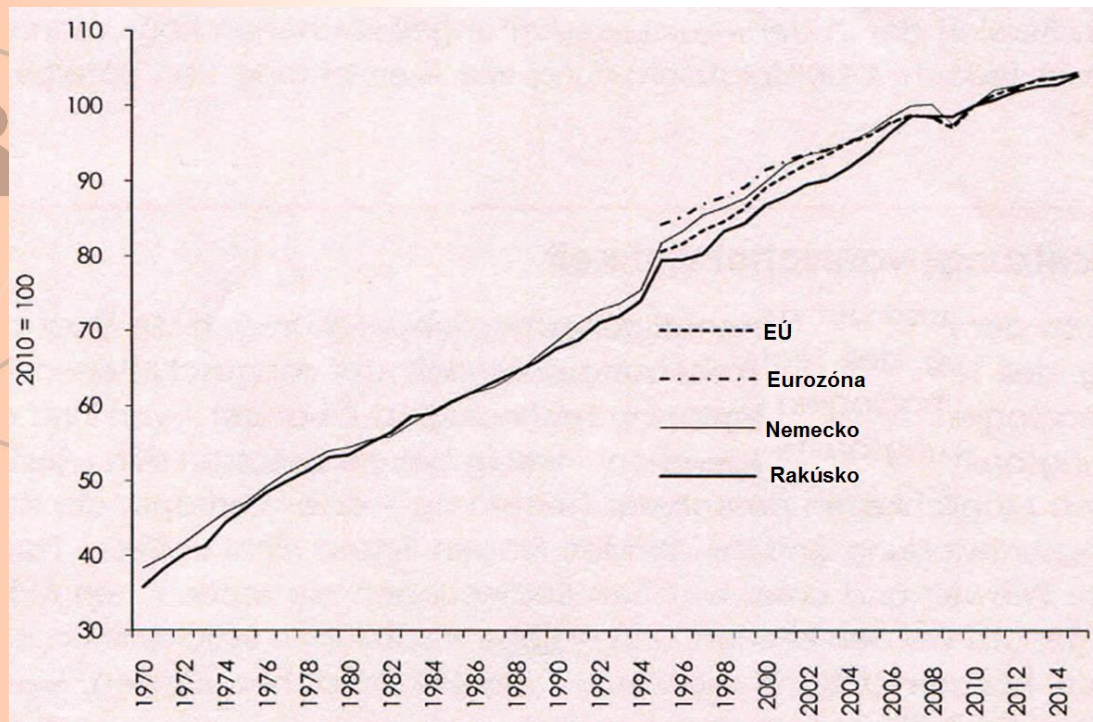
Podobný vývoj ukazuje i produktivita práce, meraná spravidla pridanou hodnotou na pracovníka. Tento indikátor vykazuje i za obdobie rokov 2010 -2014 – na rozdiel od celkovej produktivity faktorov – mierny nárast, ale menší ako za predchádzajúce obdobia.

Graf 22: Dlhodobý vývoj celkovej produktivity faktorov



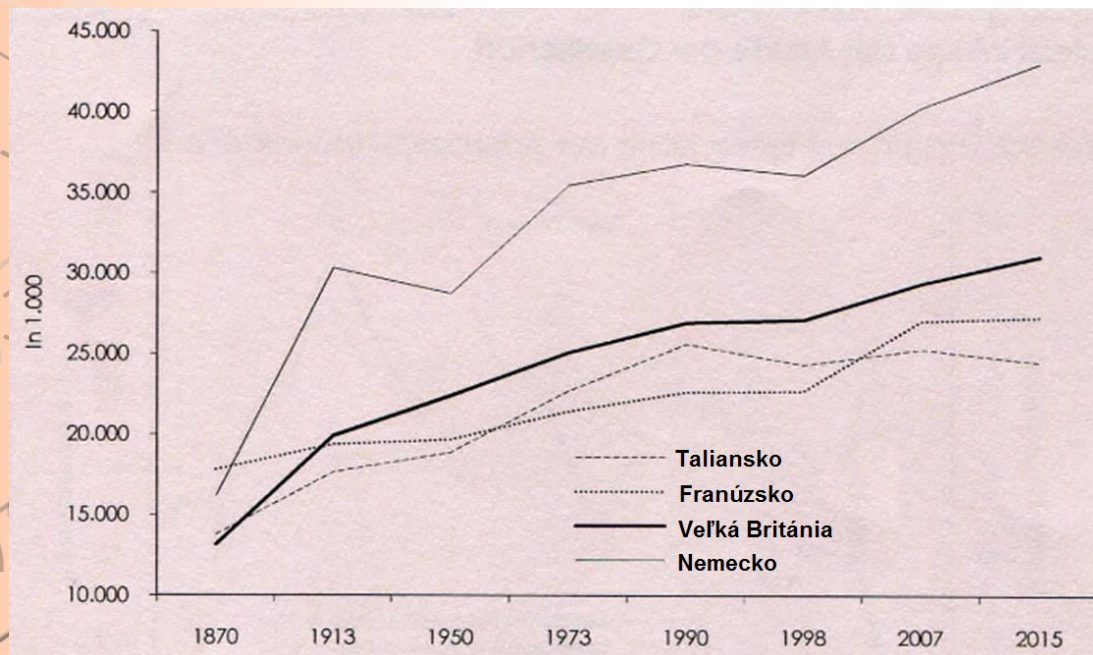
Zdroj: Tichý (2016)

Graf 23: Hodinová produktivita práce



Zdroj: Tichy (2016)

Graf 24: Dlhodobý vývoj zamestnanosti: (veľké krajiny)



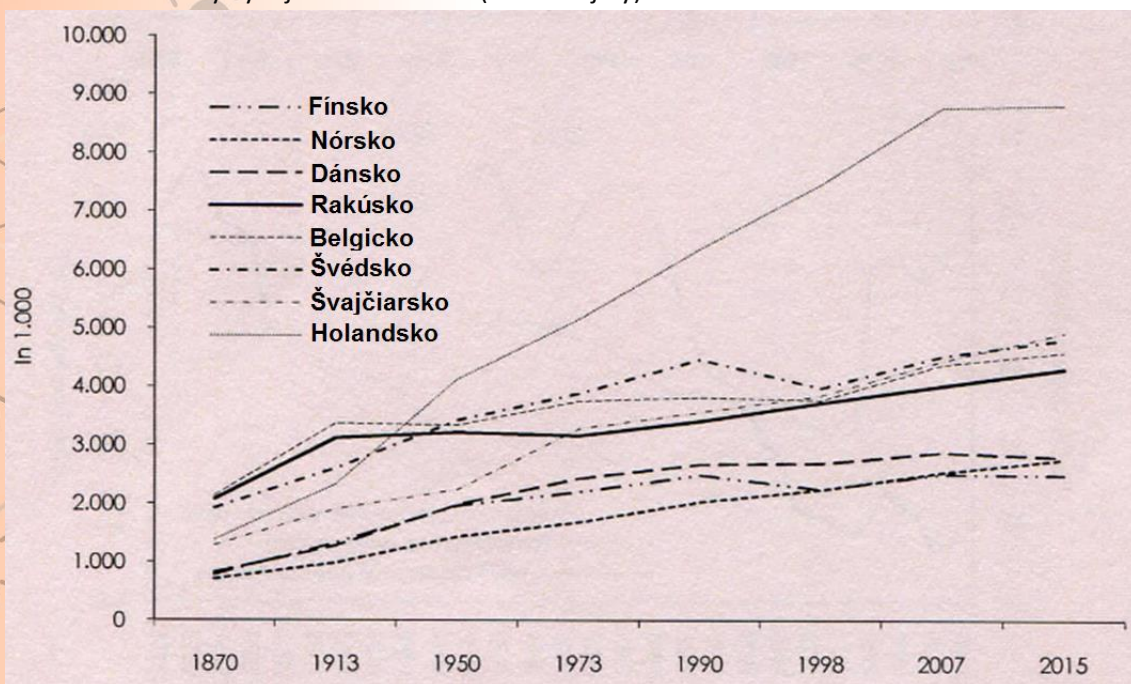
Zdroj: Tichy (2016)

Z vyššie uvedených grafov možno jasne vidieť – s výnimkou krízových rokov 2008 - 2009 - kontinuálny nárast produktivity práce i celkovej produktivity výrobných faktorov. Napriek tomu vo vyspelých krajinách bol tento nárast – ako ukazujú vyššie uvedené grafy - sprevádzaný i nárastom celkovej zamestnanosti.

Údaje o vývoji zamestnanosti v Taliansku, Francúzsku, Veľkej Británii a Nemecku za obdobie rokov 1870 až 2015 potvrdzujú – i za obdobia nárastu produktivity práce – kontinuálny nárast zamestnanosti v ekonomike uvedených krajín.

Rovnako tak v menších krajinách: Fínsku, Nórsku, Dánsku, Rakúsku, Belgicku, Švédsku, Švajčiarsku a Holandsku možno za to isté obdobie pozorovať rovnakú tendenciu rastu zamestnanosti, ako ukazuje nižšie priložený graf.

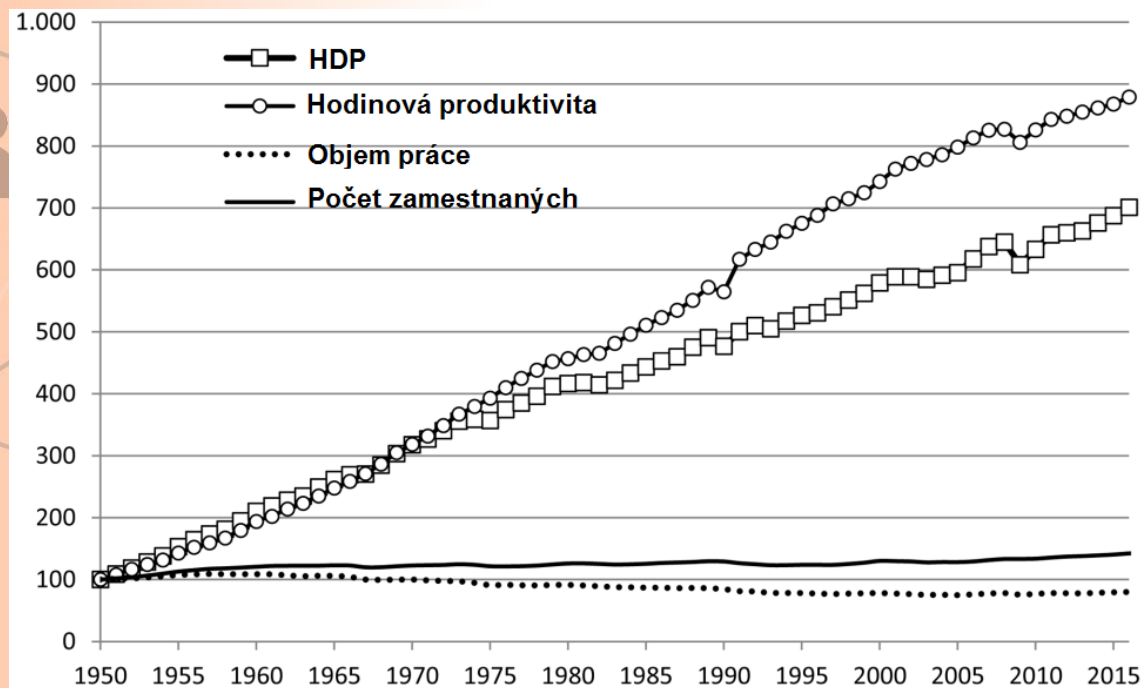
Graf 25: Dlhodobý vývoj zamestnanosti (malé krajiny)



Zdroj: Tichy (2016)

Tento trend potvrdzuje aj detailnejší pohľad na vývoj HDP, produktivity práce, zamestnanosti a objemu práce v Nemecku v období rokov 1950 – 2016 uvedený v nasledujúcom grafe.

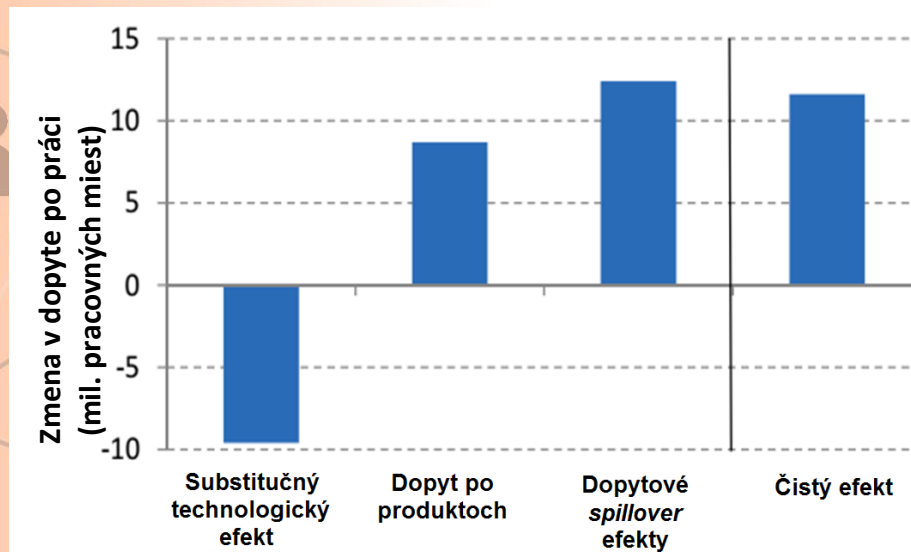
Graf 26: Vývoj HDP, produktivity a práce v Nemecku, 1950 - 2016



Zdroj: Geiger-Prettner-Schwarzer (2018)

Užitočný pohľad na zmeny v dopyte po práci v Európskej únii za obdobie rokov 1999 – 2010 a vplyve jednotlivých faktorov ponúka aj ďalší graf. Tento ukazuje, že zvýšený dopyt po produktoch (v dôsledku rastu produktivity klesajú ceny výrobkov a zvyšuje sa spotrebiteľský dopyt) a nové miesta v iných povolaniach v EÚ doteraz viac ako kompenzovali zamestnancov nahradených technológiami. Čistý efekt za obdobie 1999 – 2010 bol viac ako 10 miliónov nových pracovných miest (pozri graf nižšie, podľa Gregory a kol., 2016.)

Graf 27: Zmena v dopyte po práci v EÚ, 1999 – 2010, mil. pracovných miest



Zdroj: Gregory et al. (2016)

Z vyššie uvedených výsledkov však nemožno jednoducho analogicky vyvodzovať závery o zmene v zamestnanosti v dôsledku technologických zmien a nárastu produktivity spájaného s digitalizáciou a Priemyslom 4.0. Ako však ukazujú doterajšie štúdie (pozri napr. Tichy: *Geht der Arbeitsgesellschaft die Arbeit aus?* WIFO Monatsberichte, 2016 alebo IW Köln Report, Oiver Stettes: *“Beschäftigungseffekte der Digitalisierung –Keine Angst vor Robotern”*, 2018) zatiaľ sme vždy mohli pozorovať rastúcu zamestnanosť. V Nemecku medzi rokmi 2014 a 2016 nárast zamestnanosti vo firmách s vyšším stupňom digitalizácie prevyšoval nárast zamestnanosti v porovnaní s firmami s nižším stupňom digitalizácie.

Často sa uvádza príklad z konca prvej fázy priemyselnej revolúcie, kedy pracovalo v poľnohospodárstve okolo 50 – 60 % aktívneho obyvateľstva a teraz tam pracuje 3 – 4 % ľudí a celková zamestnanosť je pritom podstatne vyššia. Rovnako tak na konci každej z doterajších fáz priemyselnej revolúcie bola celková zamestnanosť v ekonomike vyššia ako na jej začiatku. Vzťah medzi digitalizáciou a produktivitou v súčasných podmienkach si vyžaduje hlbšiu analýzu.

3.2. Meranie úrovne digitalizácie

Predtým, než sa budeme venovať vzťahu medzi digitalizáciou a produktivitou, vynára sa otázka ako merať úroveň digitalizácie. Bez možnosti jej merania môžeme len ťažko hlbšie analyzovať vzťah medzi digitalizáciou a produktivitou.

Štandardným a všeobecne používaným indikátorom merania úrovne digitalizácie je **Digital Economy and Social Index (DESI)**. Pomocou tohto indexu Európska komisia monitoruje pokrok členských štátov v úrovni digitalizácie v správach, ktoré vydáva od roku 2014. Posledná správa, ktorá práve vyšla – DESI 2020 – je kombináciou kvantitatívnych údajov za rok 2019 získaných pomocou ukazovateľov DESI v piatich oblastiach v rámci indexu a prehľadu politík a najlepších postupov v jednotlivých krajinách. DESI je zložený index, ktorý sumarizuje relevantne indikátory merajúce výkonnosť ekonomiky v piatich oblastiach:

1. pripojenie na internet
2. ľudský kapitál
3. využívanie internetových služieb
4. integrácia digitálnych technológií
5. digitálne verejné služby

Za účelom konštrukcie zloženého indexu zahrňujúceho všetkých päť oblastí sú získané číselné hodnoty za jednotlivé oblasti vážené podľa ich dôležitosti pre digitálnu ekonomiku a spoločnosť. V interpretácii Európskej komisie, resp. autorov Správ DESI prvé dve z vyššie uvedených oblastí, pripojenie na internet a ľudský kapitál sú infraštruktúrou digitálnej ekonomiky a spoločnosti a preto sú im priradené najvyššie váhy: 25 % pre každú z nich. Integrácia digitálnych technológií zahrňuje využívanie IKT v podnikateľskom sektore a je hybnou silou hospodárskeho rastu, a preto mu je priradená váha vo výške 20 %. Tretia a piata oblasť sú viazané a podmienené infraštruktúrou a jej kvalitou a sú im priradené váhy vo výške

15 %. Podľa takto vypočítaného indexu digitálnej ekonomiky a spoločnosti (Európskej komisie v roku 2020) obsadilo Slovensko – ako ukazuje nižšie priložená tabuľka a graf - spomedzi 28 členských štátov EU 22.miesto.

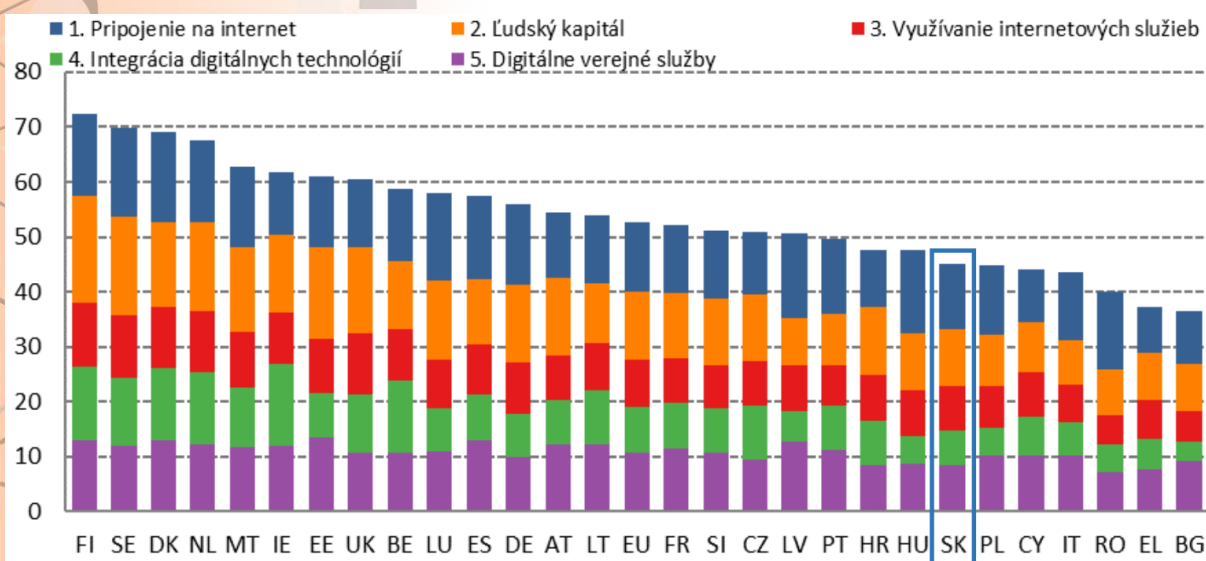
Tabuľka 20: Vývoj poradia a skóre Slovenska v DESI 2018 – DESI 2020

	Slovensko		EÚ
	poradie	skóre	skóre
DESI 2020	22	45,2	52,6
DESI 2019	21	42,9	49,4
DESI 2018	20	41,9	46,5

Zdroj: EK, DESI 2020 Slovensko.

Údaje zo správy DESI za rok 2020 sa týkajú roku 2019, takže je v nej zahrnuté aj Spojené kráľovstvo a priemery za EÚ sú vypočítané pre 28 členských štátov.

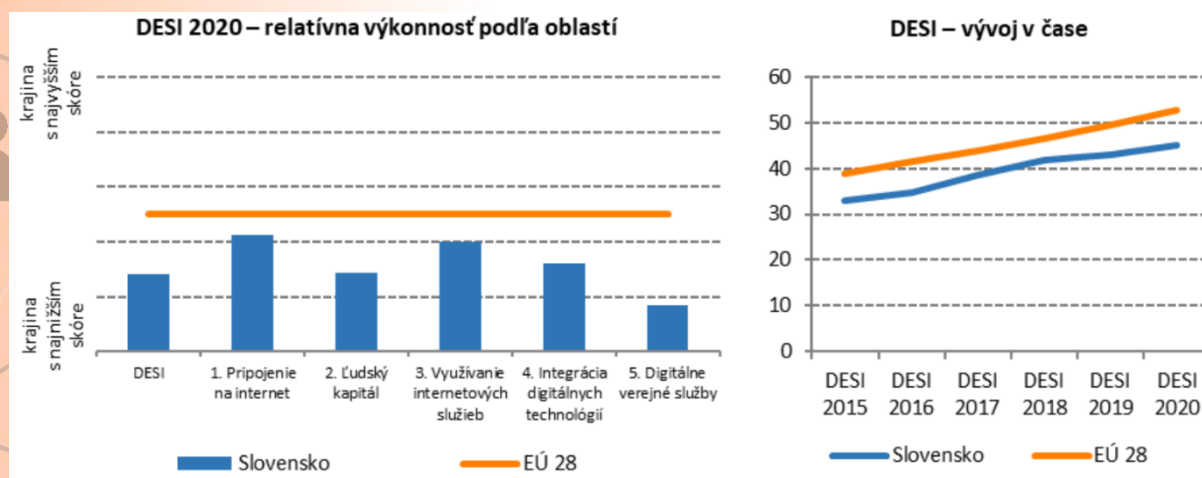
Graf 28: Poradie podľa indexu DESI 2020



Zdroj: EK, DESI 2020 Slovensko.

Vo všetkých indikátoroch ukazovateľa DESI Slovensko je pod priemerom krajín EU a rovnako pri porovnaní časového vývoja medzi rokmi 2015 a 2020 je nárast DESI ukazovateľa pod priemerom EU.

Graf 29: Relatívna výkonnosť Slovenska v DESI 2020 a vývoj DESI od roku 2015



Zdroj: EK, DESI 2020 Slovensko.

Bez pripojenia na internet a ľudského kapitálu sa nedajú využívať internetové služby, ani integrovať digitálne technológie, avšak miera ich využitia je pre úroveň digitalizácie rovnako dôležitá. V niektorých krajinách môže byť vybavenie digitálnou infraštruktúrou v porovnaní s inými krajinami na nižšej úrovni, ale ich využívanie je intenzívnejšie a tým i úroveň digitalizácie môže byť relatívne vyššia. Preto sa vynára otázka o oprávnenosti vyšších váh pre infraštruktúru v porovnaní s váhami pre jej využitie.

Z tohto dôvodu teraz predstavíme alternatívny prístup k meraniu úrovne digitalizácie, ktorý pri konštrukcii zloženého indexu nevyžaduje ex-ante určenie váh pre jednotlivé ukazovatele, ale tieto budú určené optimalizačným algoritmom, používaným v Data Envelopment Analysis (DEA). Tato metodika určuje pre každú krajinu (vo všeobecnosti nazývané Decision Making Units, DMUs) vlastné váhy v závislosti od úrovne jednotlivých indikátorov; čím vyššie hodnoty jednotlivá krajina v určitom indikátore vykazuje, tým vyššiu váhu mu optimalizačný model priradí. Inými slovami, jednotlivé váhy sú určené podľa - relatívne - silných, resp. slabých ukazovateľov digitalizácie v jednotlivých krajinách. Model takto určuje vždy najlepšie možné hodnoty váh pre každú krajinu (základy DEA pozri napr. Cooper – Seiford – Tone, 2007; Luptáček, 2010).

Pri výpočte nového DESI, ktorý označme ako DESI-N používame vyššie uvedených 5 ukazovateľov ako výstupy DEA modelu a vstup stanovíme pre všetky krajiny rovný jednej. Pri použití tých istých údajov za rok 2015 ako v Správe EÚ dostávame nasledovné výsledky merania úrovne digitalizácie v jednotlivých krajinách EU.

Tabuľka 21: Ranking krajín podľa indikátora nový DESI 2015

Rank	DMU	Score	Rank	DMU	Score
1	LV	1	16	EU	0,675
1	FI	1	17	SI	0,656
1	EE	1	18	FR	0,642
1	DK	1	19	CZ	0,639
5	SE	0,963	20	PT	0,630
6	NL	0,899	21	SK	0,563
7	MT	0,796	22	HR	0,542
8	UK	0,780	23	CY	0,521
9	BE	0,747	24	PL	0,517
10	IE	0,732	25	IT	0,515
11	LU	0,730	26	HU	0,508
12	ES	0,713	27	BG	0,447
13	LT	0,708	28	EL	0,425
14	DE	0,691	29	RO	0,424
15	AT	0,684			

Zdroj: Vlastné výpočty.

Výsledkom nášho modelu je v prvom rade určenie tzv. **hranice efektívnosti** alebo **best practice**. Táto je definovaná skupinou krajín (v danom prípade Litva, Fínsko, Lotyšsko a Dánsko), ktoré kombináciou svojich ukazovateľov dominujú, ostatné krajiny. Inými slovami pre krajiny na hranici efektívnosti (ich skóre je rovné jednej) nemožno zvýšiť hodnotu jedného ukazovateľa bez zníženia hodnoty aspoň jedného iného ukazovateľa. Krajiny s hodnotami menšími ako jedna ležia pod hranicou best practice a čím vyššie je toto číslo, tým bližšie sú k hranici efektívnosti, resp. sa približujú krajinám definujúcim best practice. Jednotlivé krajiny teda neporovnávame s priemerom krajín EU – ako je to v Správe EU – ale s „najlepšími“ krajinami, definovanými zloženým DESI-N. Čísla vo vyššie uvedenej tabuľke potom udávajú

v akej miere by jednotlivé krajiny mali navýšiť svoje ukazovatele, aby sa vyrovnali krajinám na hranici efektívnosti. Projekcie na hranicu efektívnosti pre Slovensko sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 22: Projekcie na hranicu efektívnosti pre Slovensko

Slovensko	0,563			
Vstup	1	1	0	0,00 %
1 Pripojenie na internet	722,1125	1127,73	405,6175	56,17 %
2 Ľudský kapitál	924,1625	1515,73	591,5675	64,01 %
3 Využívanie internetových služieb	641,7735	979,6215	337,848	52,64 %
4 Integrácia digitálnych technológií	558,916	959,296	400,38	71,64 %
5 Digitálne verejné služby	459,033	1115,763	656,73	143,07 %

Zdroj: Vlastné výpočty.

Z tejto tabuľky vidno, že najväčšie rezervy, resp. Slovensko najviac, v porovnaní so spomínanými krajinami na hranici efektívnosti, zaostáva v ukazovateli digitálnej verejnej služby a v integrácii digitálnych technológií. Ani relatívne dobré vybavenie internetom nemôže prispieť k úrovni digitalizácie, ak sa primerane nevyužíva.

Výsledky nášho modelu vzhľadom na poradie jednotlivých krajín sa veľmi nelíšia od DESI v Správe EU (používame tie isté údaje, ale líšime sa v určení váh pre jednotlivé indikátory), ale ponúkajú nové pohľady na meranie úrovne digitalizácie.

Možnosť voľby váh v závislosti od silných oblastí digitalizácie v jednotlivých krajinách môže viesť k iným výsledkom v porovnaní s DESI Európskej komisie, ako nám ukazujú výsledky nášho modelu i pre rok 2020, uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 23: Ranking krajín podľa indikátora nový DESI 2020

Poradie	DMU	Skóre	Poradie	DMU	Skóre
1	SE	1	16	FR	0,713438
1	IE	1	17	CZ	0,705471
1	FI	1	18	SI	0,699938

1	EE	1	19	PT	0,661337
1	DK	1	20	HR	0,659033
6	NL	0,947288	21	LV	0,639356
7	MT	0,866422	22	SK	0,611524
8	UK	0,838237	23	CY	0,599757
9	BE	0,809989	24	HU	0,598853
10	ES	0,796643	25	PL	0,578679
11	LU	0,787279	26	IT	0,571218
12	DE	0,754762	27	EL	0,512751
13	LT	0,740152	28	RO	0,498382
14	AT	0,737538	29	BG	0,450672
15	EU	0,722758			

Zdroj: Vlastné výpočty.

Vidíme, že medzi 5-timi krajinami na hranici efektívnosti, resp. krajinami definujúcimi „best practice“ (teda s hodnotou skóre rovné jednej) popri Fínsku, Švédsku a Dánsku (krajinu na prvých troch miestach v rankingu Európskej komisie podľa DESI) nachádzame Írsko a Estónsko, ktoré sa v rankingu Európskej komisie podľa štandardného DESI nachádzajú na 6. a 7. mieste. Vysvetlenie nájdeme, ak sa pozrieme na údaje za jednotlivé indikátory uvedené v tabuľke zaradenej v prílohe tejto štúdie (Príloha 8). Z týchto údajov vidno, že Írsko vykazuje najvyššie hodnoty v ukazovateli 4: Integrácia digitálnych technológií a Estónsko v ukazovateli 5: Digitálne verejné služby. Keďže DEA model im umožňuje voliť pre tieto dva indikátory vyššie váhy ako pre prvé tri indikátory (na rozdiel od štandardného DESI) sú ich výsledky lepšie ako ich výsledky v Správe Európskej komisie.

Výsledky pre Slovensko v našom modeli a v Správe Európskej komisie sa vzhľadom na poradie nelíšia. V oboch modeloch obsadilo 22. miesto spomedzi 28 členských štátov EÚ (údaje sú za rok 2019). Zaujímavý je pohľad na potenciál zvýšenia úrovne digitalizácie v porovnaní s krajinami na „best practice“ hranici, ako ukazuje nižšie priložená tabuľka.

Tabuľka 24: Potenciál zvýšenia úrovne digitalizácie pre Slovensko

Slovensko	0,611			
Vstup	1	1	0	0,00 %

1 Pripojenie na internet	1186,59 3	1479,29 3	292,7	24,67 %
2 Ľudský kapitál	1045,17	1961,04 8	915,877 5	87,63 %
3 Využívanie internetových služieb	800,467 5	1145,11 5	344,647 5	43,06 %
4 Integrácia digitálnych technológií	651,408	1340,89 6	689,488	105,85 %
5 Digitálne verejné služby	834,183	1304,91 9	470,736	56,43 %
UK	0,838			

Zdroj: Vlastné výpočty.

Výsledky ukazujú opäť značné zaostávanie v integrácii digitálnych technológií. Pri porovnávaní výsledkov danej krajiny v porovnaní s priemerom EÚ, resp. krajinami na hranici „best practice“ v časovom vývoji treba mať na zreteli dva faktory. Jednak vlastné zvýšenie úrovne digitalizácie (akoby pohyb smerom k hranici „best practice“) a súčasne i zmenu v krajinách, s ktorými sa porovnáваме (teda posun „hranice“ best practice). Z našich výsledkov za roky 2015 a 2020 vidíme, že iný súbor krajín bol na hranici „best practice“ v roku 2015 a iný v roku 2020. Práve v možnosti tohto rozlíšenia vidíme ďalší prínos nášho modelu merania úrovne digitalizácie. Oproti štandardnému DESI modelu vieme teda rozlíšiť medzi zmenou vlastnej úrovne digitalizácie v porovnaní s krajinami na hranici efektívnosti (pohyb smerom k hranici efektívnosti tzv. catch-up efekt) a posunom hranice efektívnosti (tzv. frontier shift). Analýza časového vývoja v našom modeli je založená na tzv. Malmquistovom indexe (pozri napr. Cooper – Seiford – Tone, 2007), ktorého výsledky sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 25: Malmquist index medzi rokmi 2015 - 2020

2015=>2020	Efekt dobiehania	Efekt posunu hranice	Malmquist
AT	1,135	1,181	1,340
BE	1,054	1,436	1,514
BG	1,207	1,295	1,563
CY	1,214	1,171	1,422

CZ	0,953	1,378	1,312
DE	1,113	1,342	1,494
DK	1	1,305	1,305
EE	1	1,173	1,173
EL	1,142	1,218	1,391
ES	1,179	1,260	1,486
EU	1,164	1,270	1,478
FI	1	1,232	1,232
FR	1,241	1,234	1,531
HR	0,975	1,328	1,295
HU	1,289	1,301	1,676
IE	1,036	1,461	1,514
IT	1,273	1,295	1,648
LT	1,145	1,179	1,349
LU	0,966	1,377	1,330
LV	0,972	1,423	1,384
MT	0,974	1,292	1,258
NL	1,085	1,273	1,381
PL	1,126	1,300	1,464
PT	0,967	1,276	1,234
RO	1,110	1,448	1,608
SE	1,000	1,293	1,293
SI	1,006	1,389	1,398
SK	1,101	1,303	1,434
UK	1,070	1,176	1,259
Priemer	1,086	1,297	1,406
Max	1,289	1,461	1,676
Min	0,953	1,171	1,173

Zdroj: Vlastné výpočty.

Výsledky ukazujú signifikantný nárast úrovne digitalizácie v krajinách EU (v priemer 40 %), ktorá je ťahaná v prvom rade posunom hranice best practice, teda technologickým pokrokom a zvyšovaním miery digitalizácie vo všetkých krajinách, i keď s rozdielnou intenzitou v porovnaní s rokom 2015. Podľa týchto výsledkov Slovensko vykazuje nadpriemernú mieru rastu úrovne digitalizácie v porovnaní s krajinami EÚ.

3.3. Parametrická analýza vzťahu digitalizácie a produktivity

Významným príspevkom do diskusie o tomto vzťahu je nedávno publikovaný článok: Digitalisation and productivity: In search of the holy grail – Firm-level empirical evidence from EU countries (Gal a kol., 2019), v ktorom sa autori venujú otázke, ako zavedenie digitálnych technológií ovplyvňuje produktivitu firiem. Využitím údajov na úrovni firiem za rôzne európske krajiny dospeli k výsledku, že zavedenie digitálnych technológií v určitom odvetví je previazané s rastom produktivity na úrovni firiem.

Článok odpovedá na otázku, ktorú formuloval už Robert Solow a to, prečo vidíme inováciu všade, len nie v agregátnych štatistikách produktivity? Agregátne štatistiky totiž maskujú a priemerujú odlišnú úroveň produktivity technologických lídrov a firmy, ktoré lídrov nasledujú. Disperzia v produktivite a aj v adopcii digitálnych technológií firmami je pritom v rámci jednotlivých krajín vysoká. Literatúra identifikuje viacero možných vplyvov, ktoré by mohli vysvetliť rôznu úroveň osvojovania si digitálnych technológií firmami.

Odhalenie kauzálneho efektu medzi digitalizáciou a rastom produktivity naráža na problém prítomnosti obrátenej kauzality. Otázka znie, či produktivita rastie vďaka zavádzaniu digitálnych technológií, alebo rast produktivity zapríčiňuje, že produktívnejšia firma si môže dovoliť digitálne riešenia? Taktiež je tu riziko, že digitalizácia a aj produktivita sú ovplyvňované tretím faktorom (zručnosti zamestnancov, manažérov alebo konkurenčné prostredie) a vzťah medzi digitalizáciou a produktivitou je iluzórny.

Ďalším dôležitým faktorom môže byť, či je významným faktorom samotná adopcia technológie firmou alebo samotné pôsobenie v digitalizovanom odvetví. Článok berie do úvahy efekt digitalizácie na úrovni firmy (priamy efekt) ale aj odvetvia či krajiny (nepriamy efekt). Na základe prieskumu pre databázu DESI, článok rozlišuje adopciu digitálnej technológie na základe úrovne 5 parametrov (vysokorychlostný internet, firemný systém plánovania zdrojov – „Enterprise resource planning system“, software pre manažment zákazníckeho servisu – „Customer Relationship Management software“ a dva levely využívania firemného

cloudu prenajatý, alebo vlastný). Produktivita firiem a ich individuálne charakteristiky sú sledované v databáze Orbis.

Digitalizácia vplyva pozitívne na rast produktivity firmy. Adopcia digitálnych technológií na odvetvovej úrovni má významný vplyv na rast produktivity na úrovni firmy. Samotná digitalizácia vo vnútri firmy zvyšuje produktivitu a tento efekt je umocnený ak firma funguje v odvetví, ktoré taktiež digitalizuje. Výsledky modelu, ktorý berie do úvahy oneskorený vplyv digitalizácie vysvetľuje, že nejde o reverznú kauzalitu a teda, že za rastom produktivity stojí digitalizácia a nie naopak.

Príspevky digitalizácie k produktivite sú najvyššie pre firmy s už vysokou produktivitou, čím digitalizácia prehĺbuje disperziu produktivity v rámci odvetví. Potvrďuje sa tým, že efekt dobiehania je slabý a že veľkosť firmy nie je rozhodujúcim determinantom. Autori zisťujú, že digitalizácia prispieva k rastu produktivity firmy viac ak tá už oplýva nehmotným kapitálom vo forme zručností pracovných síl. Digitalizácia má vo všeobecnosti väčší príspevok k produktivite v priemysle (manufacturing) než v sektore služieb. Odzrkadľuje sa to vo fakte, že digitalizácia má výraznejší pozitívny vplyv v odvetviach, kde je vyššie zastúpenie rutinných pracovných úloh (ako už načrtli Akerman, Gaarder a Mogstad, 2013; Dhyne a kol., 2018).

Čo podnecuje pozitívny vplyv digitalizácie na produktivitu?

- 1) Vysoko produktívne firmy benefitujú z digitálnych technológií najviac; nedostatok zručností obmedzuje pozitívny vplyv digitálnych technológií; pozitívny efekt digitalizácie na produktivitu zvyšuje faktor nehmotných investícií akými sú manažérske zručnosti a zručnosti zamestnancov. Ide o synergický efekt.
- 2) Interakcie s digitalizovanými firmami majú pozitívny vplyv na samotnú firmu spôsobený efektom prelievania dobrej praxe (či už ide o dodávateľov, odberateľov alebo zákazníkov). Interakcie s digitálnymi firmami vedú k motivácii zavádzať digitálne technológie, ktoré si vyžadujú zmenu procesov, čo vedie k ich zefektívneniu.

- 3) Vyššie zastúpenie rutinných úloh v produkcii poskytuje príležitosť pre využitie výhod digitálnych technológií a zefektívnenie produkčného procesu. Príspevok digitalizácie k produktivite je vyšší v odvetviach s vyšším zastúpením rutinných úloh.

Autori ďalej upozorňujú na komplexnosť procesu digitalizácie.

Prvým predpokladom využitia príležitostí digitálnych technológií v produkčnom procese je kvalitná a spoľahlivá infraštruktúra v podobe budovania rýchleho a stabilného internetového pripojenia a vo forme prípravy pracovnej sily kvalitnými digitálnymi zručnosťami na národnej úrovni.

Treba si uvedomiť, že produktívne firmy majú vyššiu pravdepodobnosť prehlbovať digitalizáciu a tým z nej aj viac benefitovať. Produktívne firmy totiž už majú istú úroveň fyzického digitálneho vybavenia, digitálnych zručností zamestnancov, organizačného kapitálu a pozitívneho efektu prelievania od digitálne vyvinutých firiem. Medzera v produktivite firiem sa prehlbuje – veľká disperzia produktivity je zjavná aj na Slovensku (Peciar, IFP).

Adopcia digitálnych technológií si vyžaduje hlbšie organizačné zmeny, ktoré napokon zvyšujú produktivitu. Keďže produktívne firmy svoje výrobné procesy už optimalizovali pre účel využitia digitálnych technológií, touto komplexnou zmenou organizácie procesov budú musieť prejsť aj ostatné menej produktívne firmy, lebo inak sa bude rozdiel v produktivite iba prehlbovať.

3.4. Meranie produktivity

Definícia a meranie produktivity je predmetom intenzívneho výskumu a veľkého počtu vedeckých článkov. Všeobecne akceptovanou definíciou produktivity je pomer vyprodukovaných výstupov (statkov a služieb) a použitých vstupov (výrobných faktorov). Avšak veľmi často sú výstupmi alebo vstupmi faktory, ktoré nie sú merateľné v peňažných jednotkách. V situáciách viacerých výstupov a vstupov, meraných v rôznych jednotkách a nie všetkých vyjadrených v peňažných jednotkách je široko rozšírenou metodikou tzv. Data

Envelopment Analysis (DEA), najmä vďaka jej možnosti adekvátnej modifikácie základného modelu v závislosti od predmetu analýzy.

Tento prístup, ktorý sme v odseku 3.2 už využili k meraniu úrovne digitalizácie a ktorý pre agregáciu vstupov a výstupov nevyžaduje ex-ante určenie ich váh, tieto budú určené optimalizačným algoritmom v závislosti od úrovne jednotlivých vstupov a výstupov; čím vyššie hodnoty jednotlivá rozhodovacia jednotka, DMU v určitom indikátore vykazuje, tým vyššiu váhu mu optimalizačný model priradí. Model takto určuje vždy najlepšie možné hodnoty váh pre každú DMU a priradí jej určitú mieru efektívnosti, ktorá je kladné číslo a nemôže byť väčšia ako jedna. DMU je technicky efektívna, ak pri daných hodnotách výstupov zníženie jedného vstupu je možné, len ak sa zvýši množstvo aspoň jedného iného vstupu, resp. pri daných hodnotách vstupov je zvýšenie jedného výstupu možné, len ak sa zníži hodnota aspoň jedného iného výstupu (tzv. Pareto-Koppmansova efektívnosť). Technicky efektívne DMUs (ich miera efektívnosti je rovná jednej) ležia tak povediac na obálke údajov všetkých DMU (preto i označenie DEA) a tvoria hranicu efektívnosti (alebo i best practice). DMUs ležiace pod touto hranicou efektívnosti vykazujú mieru efektívnosti menšiu ako jedna a sú dominované technicky efektívnymi jednotkami (alebo ich kombináciou). Takto určená miera efektívnosti je relatívnou mierou vždy v pomere k technicky efektívnym rozhodovacím jednotkám, teda k hranici efektívnosti. Hlavným výsledkom DEA modelu je identifikácia technicky efektívnych a neefektívnych DMUs a následne identifikácia potenciálov na zvýšenie efektívnosti v neefektívnych rozhodovacích jednotkách.

Na tejto metodike merania efektívnosti (základy DEA pozri v Cooper – Seiford – Tone, 2007; Luptáčík, 2010) je založený i náš prístup k skúmaniu vzťahu medzi digitalizáciou a produktivitou. V porovnaní s analýzou produktivity v predošlom odseku DEA predstavuje tzv. neparametrický prístup na určenie hranice efektívnosti, ktorý nevyžaduje žiaden predpoklad o funkcionálnej forme popisujúcej vzťah medzi závislými a nezávislými premennými (ako je to v prípade tzv. parametrického prístupu, kedy je úlohou odhadnúť

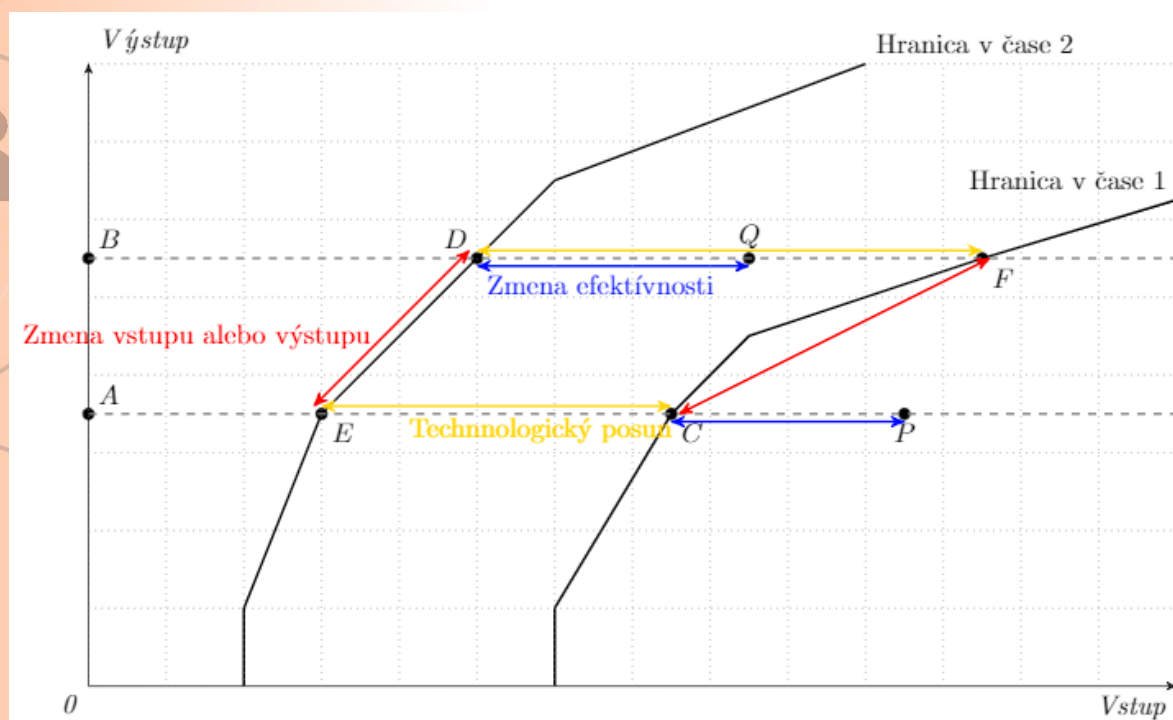
vhodne parametre pre špecifickú formu závislosti medzi týmito premennými, napr. odhadnúť parametre pre určitý typ produkčnej funkcie).

Pre účely ďalších analýz definujeme DEA model s hrubým domácim produktom (HDP) ako výstup, a so vstupmi prácou, fyzickým kapitálom a v odseku 3.2 vyvinutým indexom DESI -N ako indikátorom úrovne digitalizácie a počtom robotov ako indikátorom automatizácie a Priemyslu 4.0. DMUs sú v našom prípade krajiny EU, resp. rozšírená vzorka priemyselne vyspelých krajín v závislosti od predmetu analýzy a dostupnosti údajov. V rámci takto definovaného modelu sa v nasledujúcej kapitole venujeme analýze vývoja produktivity v čase a jeho závislosti od jednotlivých faktorov ovplyvňujúcich tento vývoj.

4. NEPARAMETRICKÁ DEKOMPOZÍCIA

Očakávaným pozitívnym efektom zavádzania princípov Priemyslu 4.0 a digitalizácie je rast produktivity (ako o tom hovoríme v predchádzajúcej kapitole, odsek 3.3 na úrovni firiem a odvetvia) a teda príspevok k hospodárskemu rastu. Analýzy v predchádzajúcich kapitolách ukazujú signifikantné efekty pre trh práce s otvoreným výsledným efektom pre celkovú zamestnanosť v ekonomike. Relevantnou otázkou v tejto súvislosti je už v 3. kapitole formulovaná otázka, do akej miery očakávaný nárast produktivity vyvolaný Priemyslom 4.0 a digitalizáciou ohrozí pracovné miesta. Silnou stránkou a výhodou nášho prístupu založeného na metóde DEA je možnosť rozkladu riešenia modelu spočívajúca v schopnosti rozložiť rast produktivity nie len na príspevok pohybu krajiny smerom k efektívnej hranici (teda zvýšenia efektívnosti danej krajiny tzv. catch-up efekt, resp. efekt dobiehania) a samotného posunu hranice efektívnosti (technical shift, resp. technologický pokrok), ktoré sú jej hlavnými výhodami, ale aj od pohybu pozdĺž hranice efektívnosti. Tento pohyb pozdĺž hranice sa dá ďalej rozdeliť na príspevok spôsobený zmenou konkrétnych vstupov a výstupov. Takýto prístup nám tak umožňuje analyzovať príspevok zmeny počtu robotov na celkovú zamestnanosť v ekonomike. Za týmto účelom modifikujeme prístup Färeho et al. (2018) a aplikujeme ho na vzorke krajín uvedených v tabuľke (Príloha 7) s údajmi o kapitálovej zásobe, pracovnej sile, počte robotov ako vstupoch a s údajmi o HDP ako výstupe modelu. Podstata nášho prístupu je zobrazená na nižšie priloženom grafe.

Graf 30: Podstata medzičasovej neparametrickej analýzy



Zdroj: Vlastné spracovanie.

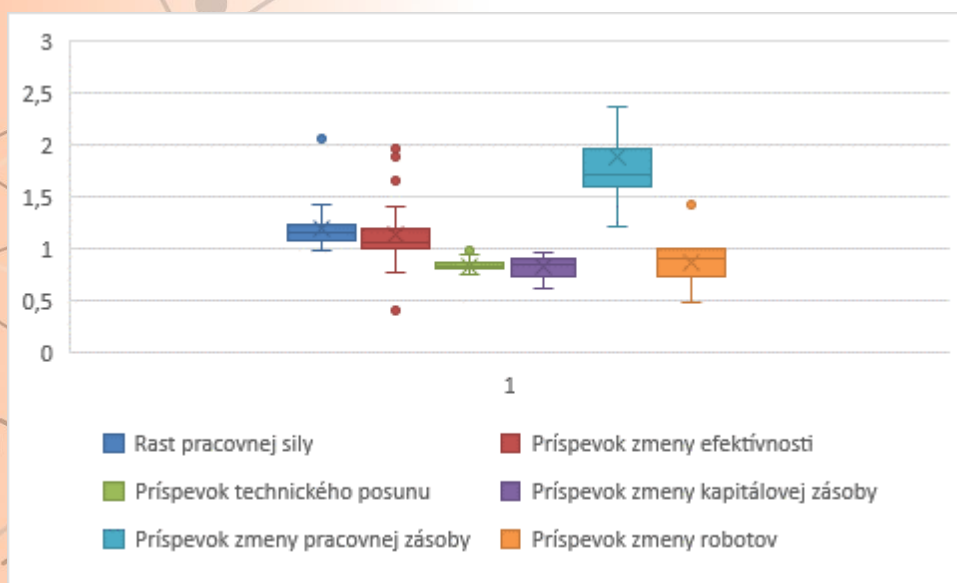
Výsledky neparametrickej dekompozície sa koncentrujú okolo hodnoty 1, ktorá znamená negatívny príspevok sledovanej premennej k ekonomickému rastu alebo k akumulácii pracovnej sily. Ak hodnota klesne pod 1, znamená to, že premenná má záporný vplyv na výslednú premennú. To znamená, že ak napr. počet robotov rástol a jeho príspevok k celkovej zamestnanosti bol nižší ako 1, rast počtu robotov znižoval zamestnanosť, prípadne naopak, počet robotov klesal, čo prispievalo k zvýšeniu zamestnanosti. V prípade výsledku dekompozície vyššieho ako 1 je logika opačná.

4.1. Dopady automatizácie na zamestnanosť

Na začiatok treba spomenúť, že podľa štatistík, medzi rokmi 1995 až 2015 došlo k poklesu počtu zamestnaných len v prípade Japonska a to o približne 1 %, vo všetkých ostatných krajinách našej vzorky zamestnanosť rástla, na Slovensku asi o 7,6 % (pozri údaje v druhom stĺpci, Tabuľka 26) Rast zamestnanosti medzi rokmi 1995 a 2015 bol v kontexte nášho modelu

ovplyvnený faktormi uvedenými v stĺpcoch 3 až 7 a je súčinom čísiel v týchto stĺpcoch. V dôsledku zmien technickej efektívnosti (čísla v treťom stĺpci, Tabuľka 26) narástla zamestnanosť v priemere o 9,5 %, na Slovensku o 3 %. Posun hranice efektívnosti, resp. technický pokrok (čísla vo štvrtom stĺpci, všetky menšie ako 1 indikujú technický pokrok) viedol k poklesu zamestnanosti v priemere o 16 %, na Slovensku asi o 6 %. Výsledok, ktorý ma jasnú ekonomickú interpretáciu: určitú úroveň výstupu (HDP) sme v roku 2015 dokázali vyprodukovať s menším množstvom práce ako v roku 1995. Výsledky v piatom až siedmom stĺpci vyjadrujú vplyv zmien v štruktúre vstupov, inými slovami dopady substitúcie práce kapitálom a robotmi na celkovú zamestnanosť. Prehľadné zobrazenie príspevkov jednotlivých faktorov na zmenu zamestnanosti ponúka nižšie priložený graf.

Graf 31: Výsledky dekompozície (intuitívny krabicový diagram)



Zdroj: Vlastné výpočty.

Pre účely našej analýzy sú relevantné výsledky v siedmom stĺpci tabuľky. Zavádzanie robotov v krajinách uvedenej vzorky viedlo v priemere k poklesu zamestnanosti medzi rokmi 1995 a 2015 vo výške 14,3 %, na Slovensku vo výške 18 %. Ešte výraznejší substitučný efekt možno pozorovať pre Českú republiku, Poľsko a Maďarsko, čo je – pri pohľade na údaje (príloha 1) – dôsledkom vysokého nárastu počtu robotov v týchto krajinách v uvedenom období. Keďže

Rusko a Japonsko zaznamenali podľa štatistík IFR pokles počtu priemyselných robotov medzi 1995 a 2015, príspevok robotov k akumulácii pracovných síl je v prípade Ruska pozitívny a v prípade Japonska neutrálny. Neutrálny príspevok pozorujeme aj u viacerých krajín, ktoré zaznamenali rast zásoby robotov (Taliansko, Rakúsko, Belgicko, a Singapur).

Tabuľka 26: Príspevok jednotlivých faktorov k rastu zamestnanosti

Dáta v absolútnych číslach	Rast pracovnej sily (L2/L1)	Príspevok zmeny efektívnosti	Príspevo k technickému posunu	Príspevo k zmeny kapitálovej zásoby	Príspevo k zmeny pracovnej zásoby	Príspevo k zmeny robotov	Skóre efektívnosti 1995	Skóre efektívnosti 2015
AUS	1,4358	1,1690	0,8747	0,9521	1,9750	0,7467	1,0130	1,1842
AUT	1,1933	0,9886	0,8082	0,8546	1,7478	1,0000	1,3198	1,3048
BEL	1,1911	1,0461	0,7962	0,8663	1,6509	1,0000	1,2539	1,3118
CHE	1,2597	0,8826	0,8112	0,8853	2,0337	0,9773	1,2168	1,0740
CZE	1,0174	1,9701	0,7502	0,9486	1,4975	0,4846	1,0000	1,9701
DEU	1,1234	1,0316	0,8279	0,8567	1,5399	0,9970	1,3024	1,3436
DNK	1,0842	1,0895	0,8373	0,8551	1,7182	0,8090	1,2410	1,3520
ESP	1,3309	1,1041	0,8333	0,8506	1,9606	0,8674	1,2747	1,4075
FIN	1,2172	1,0661	0,8052	0,9192	1,6105	0,9579	1,3087	1,3952
FRA	1,1483	1,0508	0,8316	0,8013	1,6647	0,9851	1,2119	1,2734
GBR	1,2175	1,1677	0,8789	0,7759	1,7102	0,8940	1,1331	1,3231
HUN	1,0677	1,8833	0,8973	0,6854	1,6174	0,5699	1,0479	1,9736
ITA	1,0876	1,1914	0,7605	0,9070	1,3236	1,0000	1,1377	1,3555
JPN	0,9899	1,0512	0,8775	0,8883	1,2080	1,0000	1,3135	1,3808
KOR	1,2553	1,0233	0,9006	0,7306	1,9181	0,9719	1,4344	1,4679
NLD	1,2095	1,2763	0,8334	0,8767	1,7579	0,7378	1,0616	1,3549
NOR	1,3010	1	0,8104	0,9613	2,2956	0,7275	1,0000	1,0000
POL	1,1230	1,0975	0,9961	0,6766	2,3506	0,6458	1,0000	1,0975

(26)	Zmena v rHDP	Zmena v K	Zmena v L	Zmena v R
AUS	97 %	171 %	44 %	321 %
AUT	75 %	151 %	19 %	238 %
BEL	65 %	178 %	19 %	130 %
CHE	103 %	127 %	26 %	134 %
CZE	50 %	81 %	2 %	2897 %
DEU	54 %	101 %	12 %	255 %
DNK	72 %	136 %	8 %	708 %
ESP	96 %	224 %	33 %	505 %
FIN	61 %	87 %	22 %	195 %
FRA	66 %	169 %	15 %	142 %
GBR	71 %	190 %	22 %	110 %
HUN	62 %	226 %	7 %	1837 %
ITA	32 %	127 %	9 %	167 %
JPN	21 %	41 %	-1 %	-26 %
KOR	92 %	176 %	26 %	1060 %
NLD	76 %	202 %	21 %	505 %
NOR	130 %	214 %	30 %	124 %
POL	135 %	168 %	12 %	1550 %

PRT	1,0039	1,6654	0,7964	0,8317	1,5869	0,5734	1,1836	1,9713
RUS	1,0427	0,4038	0,8078	0,9485	2,3730	1,4203	2,4765	1,0000
SGP	2,0637	0,7741	0,8281	0,6222	5,1739	1,0000	1,4934	1,1561
SVK	1,0763	1,0304	0,9418	0,7465	1,8105	0,8206	1,5924	1,6408
SVN	1,0255	1,4091	0,8411	0,7151	1,4756	0,8200	1,4445	2,0353
SWE	1,1589	0,9850	0,8120	0,8785	1,6673	0,9893	1,3673	1,3467
TWN	1,2232	1,2442	0,8821	0,6698	1,8199	0,9144	1,0000	1,2442
USA	1,1768	1	0,8461	0,9218	1,6440	0,9178	1,0000	1,0000
Priemer	1,180	1,095	0,8400	0,8260	1,8100	0,8570		

PRT	59 %	189 %	0 %	537 %
RUS	137 %	48 %	4 %	-70 %
SGP	417 %	777 %	106 %	184 %
SVK	81 %	118 %	8 %	723 %
SVN	48 %	185 %	3 %	774 %
SWE	67 %	104 %	16 %	166 %
TWN	82 %	295 %	22 %	1179 %
USA	64 %	88 %	18 %	311 %

V prípade ostatných krajín sledujeme negatívny príspevok počtu robotov na počet pracovníkov v ekonomike. Napriek tomu zamestnanosť – ako ukazujú čísla v druhom stĺpci – narástla, v priemer o 18 %. Výsledky modelu potvrdzujú, že roboty priamo prispievajú k vytlačaniu práce (negatívny substitučný efekt, čísla v stĺpci „Príspevok zmeny robotov“ sú až na jednu výnimku menšie ako 1), avšak počet zamestnaných v dôsledku zmien efektívnosti (pozri tretí stĺpec) - ku ktorému práve automatizácia prispieva – a faktorov popísaných v odseku 2.2 na obrázku 4 tejto štúdie - a ilustrovaných na údajoch za EÚ na grafe 26. Kompenzácia substitučného technologického efektu zvýšeným dopytom po produktoch (v dôsledku rastu produktivity a následne nižších cien a vyšších miezd) a dopytovými spillover efektmi je v našich makroekonomických údajoch a v použítom DEA modeli zohľadnená rastom HDP generujúcim rast zamestnanosti v ekonomike jednotlivých krajín (s výnimkou Japonska, pozri 2. stĺpec, Tabuľka 26).

4.2. Dopady automatizácie na hospodársky rast

Ďalšou otázkou, ktorá je v súvislosti s analýzou národohospodárskych dopadov Priemyslu 4.0 predmetom intenzívneho skúmania je, ako automatizácia prispieva k hospodárskemu rastu. Za týmto účelom sme naformulovali DEA model, kde berieme do úvahy ako výrobné vstupy: počet robotov, počet pracovníkov, fyzický kapitál a ako výstup hodnotu hrubého domáceho produktu.

S využitím neparametrickej dekompozície a zapojením DEA modelu s konštantnými výnosmi z rozsahu (podľa Henderson a Russell, 2005) sme rozložili ekonomický rast na príspevok zmeny v efektívnosti využívania zdrojov, posunu efektívnej hranice, zmeny v kapitálovej zásobe, zmeny v objeme pracovnej sily a zmeny v zásobe robotov. Vzorka 26 krajín je vybraná tak, aby v roku 1995 mala každá z krajín aspoň jedného robota podľa definície IFR (International federation of robotics). Výsledky modelových prepočtov sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 27: Príspevok jednotlivých faktorov k rastu reálneho HDP

(26)	Zmena rHDP	Príspevok zmeny efektívnosti	Príspevok technického posunu	Príspevok zmeny kapitálovej zásoby	Príspevok zmeny pracovnej zásoby	Príspevok zmeny robotov	Skóre efektívnosti 1995	Skóre efektívnosti 2015
AUS	1,9750	0,8554	1,1432	1,2459	1,2151	1,3341	0,9871	0,8444
AUT	1,7478	1,0115	1,2374	1,2092	1,1480	1,0060	0,7577	0,7664
BEL	1,6509	0,9559	1,2560	1,1927	1,1499	1,0026	0,7975	0,7623
CHE	2,0337	1,1330	1,2328	1,2113	1,1865	1,0131	0,8218	0,9311
CZE	1,4975	0,5076	1,3329	1,1248	1,0110	1,9463	1,0000	0,5076
DEU	1,5399	0,9693	1,2079	1,2117	1,0844	1,0010	0,7678	0,7442
DNK	1,7182	0,9179	1,1944	1,2334	1,0475	1,2131	0,8058	0,7396
ESP	1,9606	0,9055	1,2002	1,3485	1,1824	1,1314	0,7846	0,7105
FIN	1,6105	0,9380	1,2420	1,1655	1,1608	1,0218	0,7641	0,7167
FRA	1,6647	0,9517	1,2025	1,3064	1,1023	1,0102	0,8252	0,7853
GBR	1,7102	0,8560	1,1380	1,4025	1,1054	1,1324	0,8829	0,7558
HUN	1,6174	0,5310	1,1145	1,4596	1,0346	1,8099	0,9543	0,5067
ITA	1,3236	0,8393	1,3150	1,1141	1,0733	1,0028	0,8790	0,7378
JPN	1,2080	0,9513	1,1396	1,1207	0,9943	1,0000	0,7613	0,7242
KOR	1,9181	0,9772	1,1103	1,5009	1,1594	1,0159	0,6971	0,6813

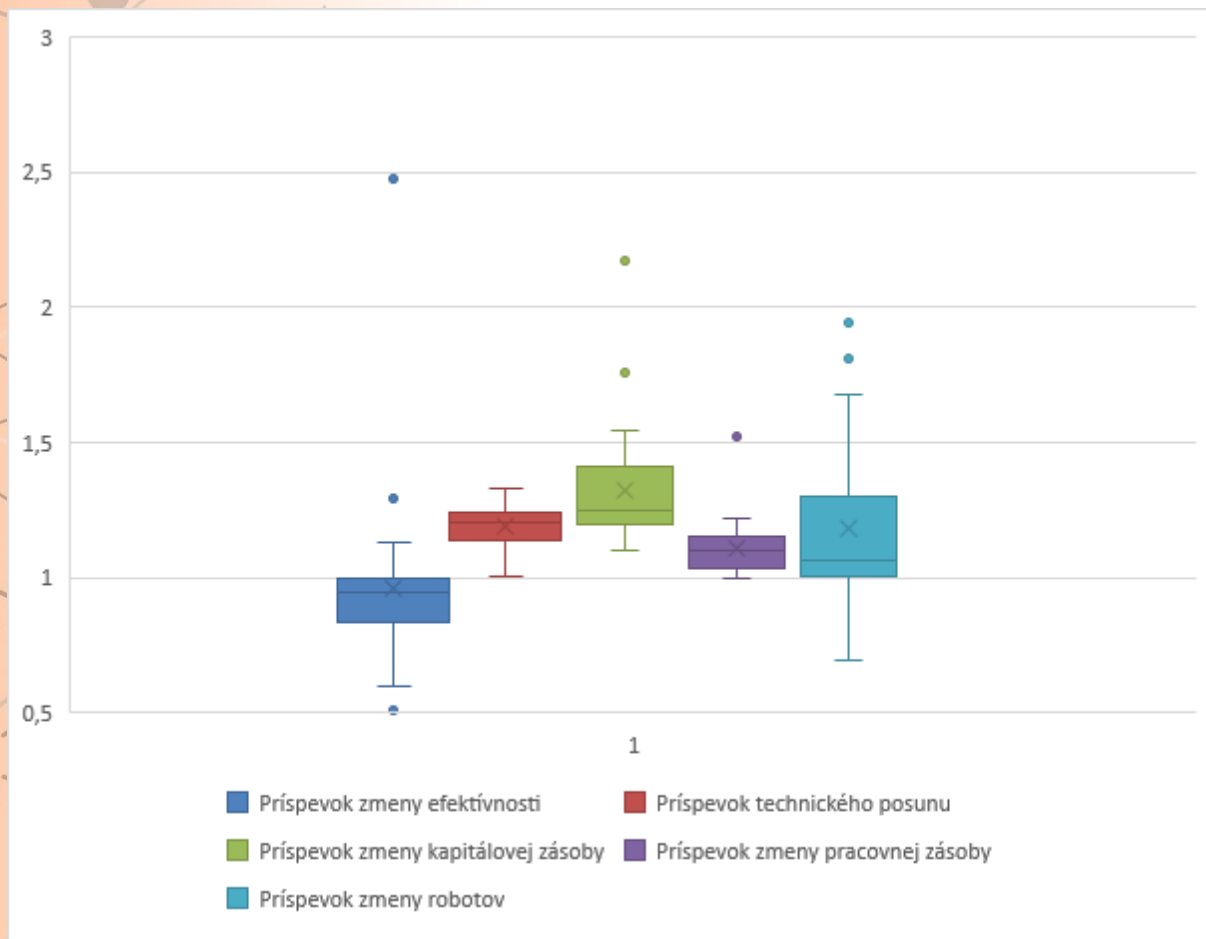
(26)	Zmena v rHDP	Zmena v K	Zmena v L
AUS	97 %	171 %	44 %
AUT	75 %	151 %	19 %
BEL	65 %	178 %	19 %
CHE	103 %	127 %	26 %
CZE	50 %	81 %	2 %
DEU	54 %	101 %	12 %
DNK	72 %	136 %	8 %
ESP	96 %	224 %	33 %
FIN	61 %	87 %	22 %
FRA	66 %	169 %	15 %
GBR	71 %	190 %	22 %
HUN	62 %	226 %	7 %
ITA	32 %	127 %	9 %
JPN	21 %	41 %	-1 %
KOR	92 %	176 %	26 %

NLD	1,7579	0,7834	1,1999	1,2760	1,1156	1,3137	0,9421	0,7381
NOR	2,2956	1,0000	1,2340	1,2458	1,1487	1,3000	1,0000	1,0000
POL	2,3506	0,9111	1,0039	1,5454	1,0211	1,6285	1,0000	0,9111
PRT	1,5869	0,6004	1,2556	1,2501	1,0025	1,6797	0,8449	0,5073
RUS	2,3730	2,4764	1,2380	1,0965	1,0208	0,6915	0,4038	1,0000
SGP	5,1739	1,2918	1,2076	2,1751	1,5249	1,0000	0,6696	0,8650
SVK	1,8105	0,9705	1,0618	1,3982	1,0385	1,2099	0,6280	0,6095
SVN	1,4756	0,7097	1,1889	1,4336	1,0152	1,2017	0,6923	0,4913
SWE	1,6673	1,0152	1,2316	1,1923	1,1144	1,0036	0,7314	0,7425
TWN	1,8199	0,8037	1,1336	1,7599	1,0702	1,0604	1,0000	0,8037
USA	1,6440	1,0000	1,1820	1,1970	1,0942	1,0619	1,0000	1,0000
Priemer	1,8100	0,9130	1,1900	1,3070	1,1040	1,1540		

NLD	76 %	202 %	21 %
NOR	130 %	214 %	30 %
POL	135 %	168 %	12 %
PRT	59 %	189 %	0 %
RUS	137 %	48 %	4 %
SGP	417 %	777 %	106 %
SVK	81 %	118 %	8 %
SVN	48 %	185 %	3 %
SWE	67 %	104 %	16 %
TWN	82 %	295 %	22 %
USA	64 %	88 %	18 %

Za sledované obdobie medzi rokmi 1995 a 2015 vzrástol HDP v priemere o 81 %. Miera rastu HDP na Slovensku bola na úrovni priemeru sledovaných krajín. V kontexte nášho modelu bola miera rastu ovplyvnená zmenami technickej efektívnosti (posunom k hranici efektívnosti), technickým pokrokom (posunom hranice efektívnosti) a substitúciou práce fyzickým kapitálom a robotmi (stĺpce 5 až 7). Intenzitu vplyvu jednotlivých faktorov na hospodársky rast jednotlivých krajín možno vyčítať z príslušných stĺpcov (Tabuľka 27) a sumárne z nižšie priloženého grafu.

Graf 32: Výsledky dekompozície: príspevky jednotlivých faktorov k rastu reálneho HDP



Zdroj: Vlastné výpočty.

Pozorujeme, že v priemere mala ku ekonomickému rastu medzi rokmi 1995-2015 najvyšší pozitívny príspevok akumulácia kapitálu, neskôr technický pokrok, následne zmena v zásobe pracovnej sily a napokon zásoba robotov. Príspevok zásoby robotov má pri tom vysokú disperziu výsledkov, čo naznačuje, že jeho vplyv medzi krajinami sa výrazne líši.

Príspevok zmeny počtu robotov mal pozitívny vplyv na rast reálneho HDP vo všetkých krajinách okrem niekoľkých výnimiek. V Rusku sa počet robotov znížil, čo viedlo k negatívnemu príspevku k ekonomickému rastu. V Japonsku a Singapure bol príspevok neutrálny. V Singapure ale počet robotov narástol o 184 percent, zatiaľ čo v Japonsku klesol o 26 percent. Ostatné krajiny zaznamenali pozitívny príspevok rastúcej zásoby robotov k ekonomickému rastu. Najvyšší príspevok nachádzame u štvorice krajín Česko, Maďarsko, Poľsko a Portugalsko. Maximum dosahuje Česko na úrovni 1,81. Slovensko je na podobnej úrovni ako Slovinsko a Dánsko, s hodnotou 1,21. Tieto výsledky sú v súlade s výsledkami v predchádzajúcej časti venovanej dopadom zmeny robotov na zamestnanosť, kedy práve spomínané krajiny vykazovali relatívne vysoký nárast počtu robotov a následne silný substitučný efekt. Rozvinuté krajiny ako Nemecko, Belgicko, Taliansko, Švédsko, Rakúsko, Južná Kórea či Fínsko nezaznamenali za skúmané obdobie až taký relatívny nárast počtu robotov (vzhľadom na ich vyšší počet vo východiskovom roku 1995) a preto dosahujú nižšie hodnoty od (1,001 – Nemecko až 1,022 – Fínsko) hodnoty len mierne nad 1, ale rovnako vykazujú pozitívny efekt automatizácie na hospodársky rast. Rast produktivity v týchto krajinách bol ťahaný inými faktormi ako akumuláciou robotov predovšetkým technickým pokrokom a investíciami do fyzického kapitálu.

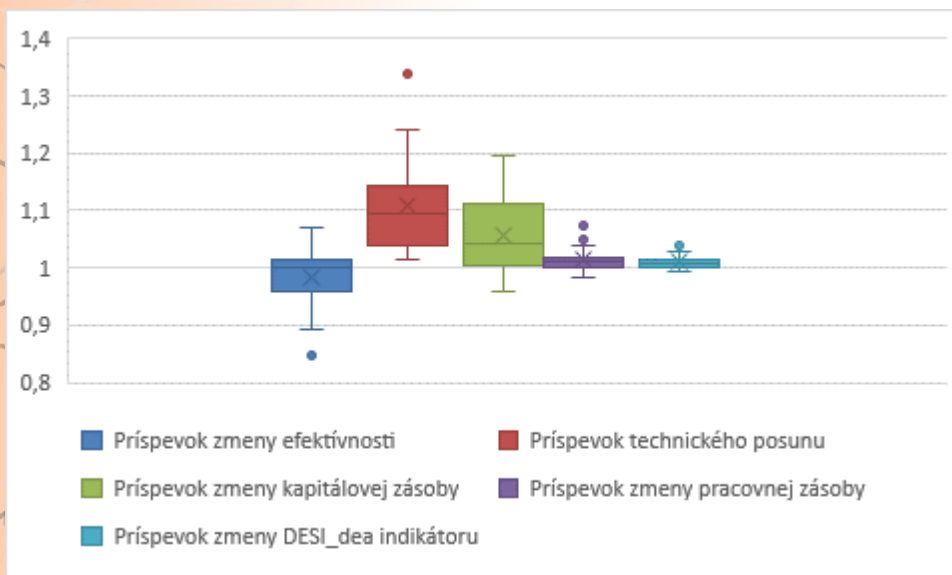
4.3. Efekt digitalizácie na hospodársky rast

Ďalšou otázkou je, aký príspevok k ekonomickému rastu má v zjednodušenom modeli vývoj digitalizácie? Za týmto účelom sme s využitím neparametrickej dekompozície s konštantnými výnosmi z rozsahu (podľa Henderson a Russell, 2005) skúmali, ako zmeny v efektívnosti

využívania zdrojov (posun smerom k hranici efektívnosti), technický pokrok (posun hranice efektívnosti), zmeny v kapitálovej zásobe, zmeny v objeme pracovnej sily a zmeny v úrovni digitalizácie prispievajú k zmene hospodárskeho rastu. Vzorka 28 krajín (iná ako v predchádzajúcom prípade s robotmi) je vybraná podľa dostupnosti parametrov pre DESI index, ako indikátora úrovne digitalizácie. Vzhľadom na dostupnosť týchto údajov (k dispozícii sú len od roku 2014) sledujeme obdobie medzi rokmi 2014 až 2019 (v predchádzajúcej kapitole to bolo 1995-2015), pričom berieme hodnoty DESI_N indexu, predloženého v tretej kapitole na základe údajov zverejnených v rokoch 2015 (reprezentujúce stav v roku 2014) až 2020 (reprezentujúce údaje za rok 2019). Taktiež sa nám zmenila vzorka krajín. V predošlej analýze sme sa zameriavali na najvyspelejšie ekonomiky sveta a v tomto prípade sú to krajiny EÚ.

Príspevky zmien jednotlivých faktorov na zmenu hospodárskeho rastu sú zhrnuté na grafe nižšie a ukazujú, že na zmenu hospodárskeho rastu najvýraznejšie vplyvajú zmeny technologického pokroku - a iných podmienok (napr. opatrenia hospodárskej politiky) ovplyvňujúcich posun hranice efektívnosti – a investície do fyzického kapitálu.

Graf 33: Výsledky dekompozície (intuitívny krabicový diagram)



Zdroj: Vlastné výpočty.

Podrobnejšie výsledky pre všetky krajiny uvedené v nižšie priloženej tabuľke vykazujú v stĺpci 7 dopady zmien v úrovni digitalizácie na rast HDP hodnoty tesne okolo jednej a v priemere pozitívny vplyv vo výške 1 %.

Tabuľka 28: Príspevok jednotlivých faktorov k rastu reálneho HDP

(28)	Zmena rHDP	Príspevo k zmeny efektívnosti	Príspevo k technickému posunu	Príspevo k zmeny kapitálov ej zásoby	Príspevok zmeny pracovnej zásoby	Príspev ok zmeny DESI_N indikát oru	Skóre efektívno sti 2014	Skóre efektívno sti 2019
BE	1,0860	0,8980	1,1440	1,0310	1,0160	1,0090	0,9870	0,8870
BG	1,1910	1,0380	1,0150	1,0900	1,0000	1,0370	0,5590	0,5800
CZ	1,1880	0,9840	1,1280	1,0710	1,0030	0,9960	0,7640	0,7520
DK	1,1300	0,8910	1,1950	1,0470	1,0130	1,0000	1,0000	0,8910
DE	1,0880	1,0000	1,0170	1,0160	1,0070	1,0470	1,0000	1,0000
EE	1,2080	0,9550	1,1040	1,1340	1,0110	1,0000	0,6040	0,5770
IE	1,6020	1,0520	1,3380	1,0730	1,0560	1,0050	0,9510	1,0000
EL	1,0470	0,9840	1,0990	0,9600	0,9950	1,0140	0,6270	0,6170
ES	1,1490	1,0520	1,0430	1,0420	0,9990	1,0060	0,7730	0,8130
FR	1,0800	1,0000	1,0260	1,0090	1,0150	1,0290	1,0000	1,0000
HR	1,1560	1,0180	1,0810	1,0690	0,9840	0,9990	0,6910	0,7040
IT	1,0490	1,0010	1,0160	0,9990	1,0080	1,0240	0,8500	0,8510
CY	1,2370	1,0210	1,0890	1,0940	1,0170	1,0000	0,7340	0,7490
LV	1,1620	1,0000	1,2040	0,9710	0,9960	0,9980	1,0000	1,0000
LT	1,1750	0,9380	1,0980	1,1370	0,9990	1,0040	0,7730	0,7250
LU	1,1710	1,0000	1,0710	1,0440	1,0560	0,9920	1,0000	1,0000
HU	1,2210	0,9680	1,0790	1,1160	1,0090	1,0390	0,8350	0,8080

(28)	zmena_g dp	zmena_ cap	zmena_la bf	zmen a_ DESI_ N
BE	9 %	9 %	3 %	5 %
BG	19 %	11 %	-4 %	21 %
CZ	19 %	10 %	2 %	-5 %
DK	13 %	10 %	5 %	0 %
DE	9 %	5 %	4 %	11 %
EE	21 %	19 %	4 %	0 %
IE	60 %	22 %	8 %	4 %
EL	5 %	-5 %	-4 %	14 %
ES	15 %	5 %	0 %	18 %
FR	8 %	7 %	2 %	24 %
HR	16 %	11 %	-5 %	-2 %
IT	5 %	0 %	2 %	27 %
CY	24 %	12 %	8 %	21 %
LV	16 %	-4 %	-2 %	-3 %
LT	18 %	23 %	0 %	14 %
LU	17 %	15 %	13 %	-3 %
HU	22 %	19 %	5 %	29 %

MT	1,4050	0,9920	1,1050	1,1960	1,0710	1,0000	0,8960	0,8880
NL	1,1160	0,9770	1,0780	1,0350	1,0150	1,0080	1,0000	0,9770
AT	1,1000	0,8540	1,2080	1,0000	1,0380	1,0270	0,9110	0,7780
PL	1,2320	1,0000	1,0620	1,1470	0,9960	1,0150	1,0000	1,0000
PT	1,1270	1,0020	1,1350	0,9930	1,0010	0,9970	0,7160	0,7170
RO	1,2670	1,0660	1,0220	1,1480	1,0000	1,0130	0,7880	0,8400
SI	1,1790	1,0710	1,1020	0,9830	1,0160	1,0000	0,8490	0,9100
SK	1,1740	1,0000	1,0370	1,1190	1,0010	1,0100	1,0000	1,0000
FI	1,0960	0,8470	1,2390	1,0300	1,0140	1,0000	0,7900	0,6680
SE	1,1290	0,8910	1,2070	1,0000	1,0490	1,0000	0,9960	0,8880
UK	1,0930	1,0000	1,0350	1,0390	1,0100	1,0070	1,0000	1,0000

MT	40 %	28 %	28 %	-3 %
NL	12 %	8 %	4 %	8 %
AT	10 %	8 %	5 %	13 %
PL	23 %	20 %	-2 %	13 %
PT	13 %	-1 %	1 %	-3 %
RO	27 %	17 %	-2 %	11 %
SI	18 %	-2 %	6 %	1 %
SK	17 %	17 %	1 %	10 %
FI	10 %	7 %	3 %	0 %
SE	13 %	12 %	6 %	0 %
UK	9 %	6 %	4 %	7 %

Najvyšší príspevok digitalizácie k ekonomickému rastu pozorujeme v prípade Nemecka so skóre 1,05. Nemecko svoju ekonomiku zakladá na digitálnych technológiách a Priemysle 4.0. V jeho závese majú relatívne vysoký príspevok Maďarsko a Bulharsko (nad 1,03), ktoré preukázali nárast v ukazovateli digitalizácie. Ďalej, so skóre medzi 1,020 a 1,030, sú krajiny Francúzsko, Rakúsko či Taliansko a krajiny Poľsko, Grécko, Rumunsko so skóre medzi 1,010 a 1,020. Slovensko so skóre 1,010 sa umiestnilo na desiatom mieste v rámci 28 krajín EU. Neutrálny príspevok digitalizácie na ekonomický rast sledujeme prekvapivo v prípade Dánska, Estónska či Fínska, ktoré sú spájané s vysokou mierou digitalizácie, ale ich relatívne skóre v DESI_N sa prakticky nezmenilo (ide o skóre relatívne k hranici efektívnosti, ak krajiny túto hranicu tvoria, vo výsledku neprispievajú k ekonomickému rastu ale posunujú efektívnej hranice). Krajiny ako Chorvátsko, Lotyšsko, Portugalsko, Česko či Luxembursko zaznamenali negatívny príspevok digitalizácie, lebo ich skóre v DESI_N sa relatívne znížilo.

Vo všeobecnosti zisťujeme, že príspevky zmeny digitalizácie k ekonomickému rastu sú významne nižšie ako je tomu v predošlej analýze, dôvodom je len 5 ročné sledované obdobie v prípade DESI_N (v prípade robotov to bolo 20 rokov). V priemere najvyšší príspevok k ekonomickému rastu v krajinách EU mal technologický pokrok, následne rast kapitálovej zásoby a príspevok zmeny pracovnej sily a zvýšenie úrovne digitalizácie ma síce relatívne nízky, ale vo výraznej väčšine krajín – a i v priemere všetkých krajín - pozitívny dopad na hospodársky rast.

Zaujímavejšie a ešte užitočnejšie pohľady na dopady zvýšenia úrovne digitalizácie pre hospodársky rast ponúkajú výsledky modelových prepočtov v prípade, že úroveň digitalizácie nie je meraná súhrnným indexom DESI_N, ale jednotlivými komponentami, ktoré sme použili pre jeho výpočet a ktoré sú vstupmi - popri práci a fyzickom kapitále – pre náš nový DEA model.

Tabuľka 29: Príspevky faktorov k rastu v DEA modeli s komponentmi DESI indexu

	Zmena rHDP	Príspevo k zmeny efektívnosti	Príspevo k technickému posunu	Príspevo k zmeny kapitálovej zásoby	Príspevo k zmeny pracovnej zásoby	1. Pripojenie na internet	2. Ľudský kapitál	3. Využívanie internetových služieb	4. Integrácia digitálnych technológií	5. Digitálne verejné služby	Skóre efektívnosti 2014	Skóre efektívnosti 2019
AT	1,100	0,921	1,093	1	1,041	1,013	1	1,001	1,036	1	0,941	0,866
BE	1,086	0,900	1,112	1,024	1,016	1,005	1	1	1,004	1,034	1	0,900
BG	1,191	1,057	1,007	1,092	1	1	1	1	1,024	1	0,610	0,645
CY	1,237	1,018	1,086	1,096	1,015	1,007	1	1	1	1	0,736	0,749
CZ	1,188	0,948	1,101	1,064	1,003	1,007	1	1,003	1	1,055	0,787	0,747
DE	1,088	1	1,017	1,017	1,002	1,006	1	1	1	1,043	1	1
DK	1,130	0,916	1,128	1,042	1,013	1,000	1	1	1,036	1	1	0,916
EE	1,208	0,955	1,104	1,134	1,011	1,000	1	1	1	1	0,604	0,577
EL	1,047	1,004	1,053	0,958	0,995	1,009	1	1	1	1,030	0,640	0,643
ES	1,149	1,062	1,023	1,042	1,000	1	1,001	1,001	1,013	1	0,775	0,823
FI	1,096	0,849	1,154	1,015	1,016	1,017	1	1	1,064	1,002	0,806	0,684
FR	1,080	1	1,028	1,005	1,012	1,001	1,001	1	1,001	1,031	1	1
HR	1,156	0,997	1,056	1,077	0,987	1,013	1	1	1	1,020	0,708	0,706
HU	1,221	0,972	1,072	1,118	1,013	1	1	1	1,017	1,016	0,880	0,855
IE	1,602	1	1,309	1,007	1,062	1,044	1	1	1,033	1,061	1	1
IT	1,049	1,001	1,006	1	1,005	1	1,034	1,002	1	1	0,936	0,937

LT	1,175	0,948	1,080	1,139	0,999	1,007	1,000	1	1	1,002	0,773	0,733
LU	1,171	1	1,049	1,028	1,044	1	1	1	1,003	1,039	1	1
LV	1,162	1	1,102	0,968	1	1	0,993	1	1,018	1,076	1	1
MT	1,405	0,992	1,105	1,196	1,071	1	1	1	1	1	0,896	0,888
NL	1,116	0,985	1,044	1,041	1,013	1,004	1	1	1,015	1,009	1	0,985
PL	1,232	1	1,049	1,120	0,994	1,003	1	1	1,011	1,040	1	1
PT	1,127	0,978	1,123	0,994	1,002	1	1,007	1	1,023	1	0,747	0,731
RO	1,267	1,045	1,013	1,158	1	1	1,007	1,018	1	1,009	0,840	0,878
SE	1,129	0,919	1,117	1	1,052	1,005	1,004	1,000	1,025	1,009	1	0,919
SI	1,179	1,071	1,091	0,983	1,016	1,000	1	1,000	1	1,010	0,849	0,909
SK	1,174	1	1,034	1,097	1,002	1,000	1	1	1	1,032	1	1
UK	1,093	1	1,019	1,034	1,011	1,002	1	1	1	1,023	1	1
Priemer	1,1689	0,9822	1,0761	1,0501	1,0139	1,0051	1,0017	1,0009	1,0114	1,0192		

Medzi rokmi 2014 a 2019 zaznamenali ekonomiky EÚ rast HDP v priemere o 17 %. Najvyšší podiel na tomto raste -ako sme už videli vyššie – mal technologický pokrok, vo výške 7,6 % a akumulácia fyzického kapitálu vo výške 5 %. Vplyv zmien úrovne digitalizácie je v tomto modeli meraný jednotlivými komponentami indexu DESI-N. Najvýraznejšie sa na raste HDP z tohto pohľadu podieľajú zmeny v úrovni digitálnych verejných služieb (v priemer vo výške 2 %, pričom v o viacerých krajinách je to viac ako 5 % a na Slovensku viac ako 3 %) a v integrácii digitálnych technológií (v priemere viac ako 1 %, pričom vo Fínsku je to viac ako 6 %,v Dánsku a Rakúsku viac ako 3 %), čo v priemere predstavuje vyšší efekt ako je efekt zmeny v objeme pracovnej sily. Napriek krátkemu časovému obdobiu možno tieto výsledky považovať za významný efekt digitalizácie na hospodársky rast.

5. DOPADY NA HOSPODÁRSKY RAST A VEREJNÉ FINANČIE

Článok od Mönnig-Maier-Zika (2019) taktiež prispieva k diskusii o dopade digitálnej transformácie na trh práce a zároveň analyzuje dopad digitalizácie na príjmové nerovnosti. Technologická inovácia rozdielne ovplyvňuje nielen rast zamestnanosti, ale tiež aj rast miezd. Na základe analýzy autorov, digitálna transformácia síce zvyšuje príjmové nerovnosti, avšak len minimálne. Pridaná hodnota článku spočíva v tom, že väčšina existujúcej literatúry sa zaoberajú ex post analýzami, ktoré nezahŕňajú digitálnu transformáciu. Aby boli možné urobiť závery ohľadom budúcich zmien miezd je potrebná aj ex-ante perspektíva, ktorá zohľadňuje nie len rast miezd v minulosti ale taktiež to spája so súčasným trendom digitálnej transformácie.

5.1. Analýza scenárov

Analýza vyššie spomenutých autorov je založená na makroekonometrickom input-output modeli tzv. INFORGE model, ktorý sa už niekoľko rokov používa na odhad dlhodobej zamestnanosti na nemeckom trhu práce (Ahlert et al., 2009). V analýzach na odhad zamestnanosti na úrovni jednotlivých sektorov sa najčastejšie využíva input-output analýza. Prognózy nad rámec sektorov sú však stále pomerne zriedkavé. Prognózovať zamestnanosť z hľadiska povolání, typov odbornej prípravy alebo vzdelania z dôvodu nedostatkov údajov je stále skoro nemožné. Na to, aby krajina dokázala udržať svoju konkurencieschopnosť je však dôležité poznať, aké kvalifikácie budú potrebné na trhu práce v budúcnosti. Na prognózovanie potrebných pracovných síl sa v súčasnosti používajú rôzne ekonometrické modely, ktoré sú detailnejšie v odhade dlhodobej zamestnanosti. Model INFORGE (INterindustry FORecastin GERmany) predstavuje multisektorový makroekonomický model, ktorý dokáže odhadnúť dlhodobú zamestnanosť v rámci odvetví podľa profesijných odborov a kvalifikačných úrovní, ktorý sa využíva v Nemecku (Maier- Mönnig-Ziaka, 2015).

Mönnig-Maier-Zika (2019) vo svojej práci využili taktiež analýzu scenárov. Ekonomické predpovede nie sú vždy presné. Spôsobuje ich neistota v budúcnosti, z toho dôvodu sa nedá presne prognózovať a vznikajú len podmienené ekonomické odhady. Analýza scenárov sa používa pri riešení neistoty v budúcnosti a je to takzvaná analýza „čo by sa stalo keby“, ktorá sa zakladá na rôznych predpokladoch. V uvedenej analýze sa porovnáva základný scenár s nejakým alternatívnym scenárom. Vzniknuté rozdiely charakterizujú dopady jednotlivých opatrení, ktoré boli prijaté, a na základe týchto výsledkov je možné odvodiť ďalšie odporúčania. Týmto spôsobom autori predstavili svoj scenár Ekonomiky 4.0.

Uvedené predpoklady k tomuto scenáru by mali zrýchliť autonómne technologické zmeny a taktiež čo by viedlo k transformácii Ekonomiky na 4.0. Podľa autorov, vývoj scenára Ekonomiky 4.0 vyžaduje širokú škálu predpokladov, ktoré sa zaoberajú aj s dopytovou aj s ponukovou stranou či už ekonomiky alebo trhu práce. Autori si zároveň myslia, že uvedená transformácia bude dokončená do roku 2025.

Tabuľka 30: Predpoklady scenárov transformácie na Ekonomiku 4.0

Investície do zariadení	Zmeny porovnávajúce so základným scenárom
1. Dodatočné investície	Dodatočná investícia v hodnote 13.5 miliárd € do strojov a zariadení (2017-2025)
2. Obnova kapitálu – senzorová technológia	Dodatočná investícia v hodnote 16 miliárd € do elektronických zariadení (2017-2025)
3. Obnova kapitálu – IT služby	Dodatočná investícia v hodnote 40 miliárd € do IT a informačných služieb (2017-2025)
Investície do budov	Zmeny porovnávajúce so základným scenárom
4. Investície do rýchleho internetu	Rozsiahla inštalácia rýchleho internetu (50 Mbit/s) v hodnote 12 miliárd € (2016-2018).
5. Distribúcia naprieč sektormi	Dokopy 12 miliárd € - 9 miliárd sa investuje do stavebníctva a 3 miliardy do elektronických zariadení.
6. Vyrovnané štátne pôžičky	Bezdlžné investície štátu do budov.
Štruktúra nákladov a ziskov	Zmeny porovnávajúce so základným scenárom

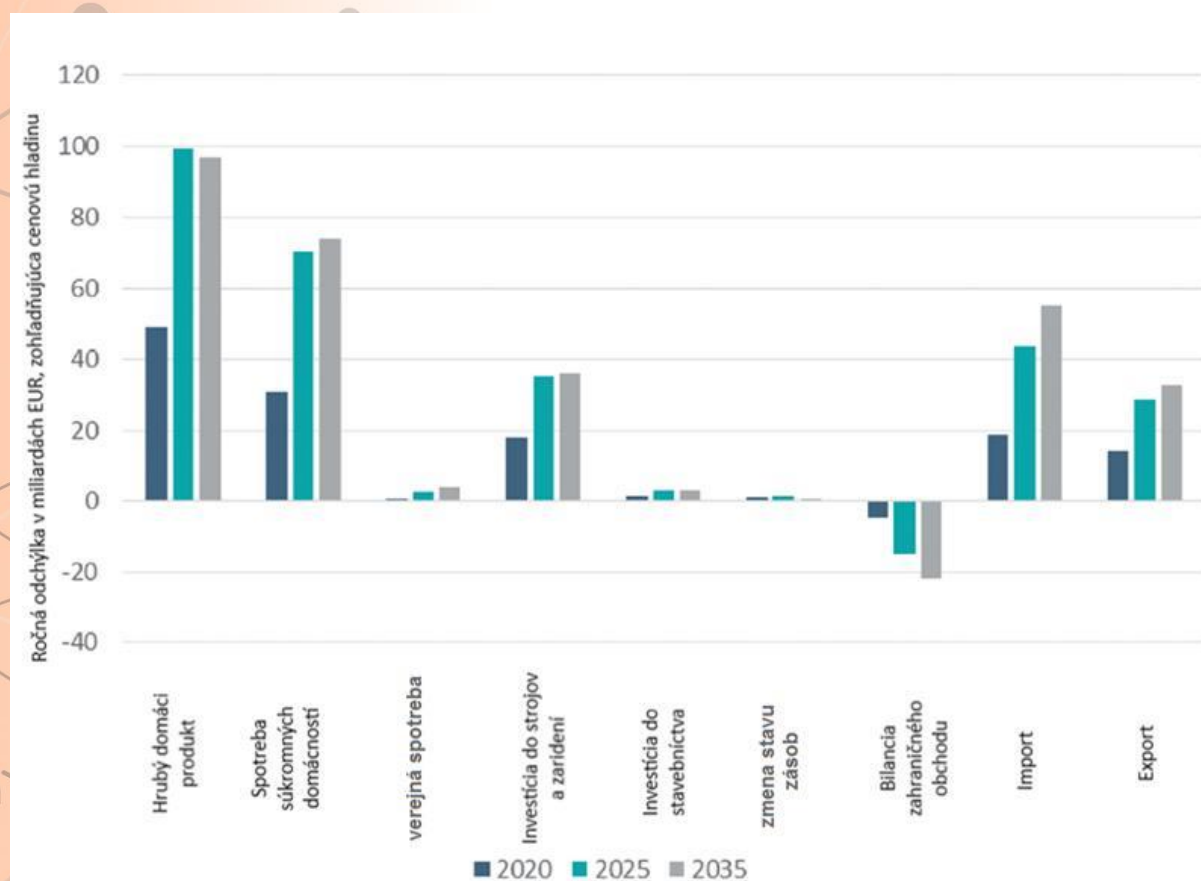
7. Dodatočné vzdelávanie	Investícia v hodnote 25 miliárd € potrebná na dodatočné vzdelávanie pracovníkov.
8. Poradenské služby	Potrebné na implementovanie novej technológie vo firmách – 400 milión € do roku 2025
9. Digitalizácia	Stupeň digitalizácie do roku 2025 vo všetkých odvetviach sa zvýši na 80 %.
10. Zníženie materiálneho inputu	Rastúca efektívnosť v materiáloch spôsobí, že materiál na sklade sa zníži o 0.72 % do roku 2025 a v oblasti služieb o 0.8 %.
11. Zníženie prepravných nákladov	Zníženie prepravných nákladov v priemysle o 0.8 % a v sektore služieb o 0.65 %.
12. Rast produktivity práce	Produktivita práce do roku 2025 o jedno percento vyššie ako v základnom scenári.
Zmeny v zamestnaní a v štruktúre požiadaviek	Zmeny porovnávajúce so základným scenárom
13. Podľa posudzovaných sektorov	Zníženie dopytu po manuálnych pracovníkoch a zvýšenie dopytu po analytických pracovníkoch.
14. Prispôbená produktivita práce	Zvýšený dopyt po analytických pracovníkoch spôsobí rast miezd čo povedie k rastu produktivity práce.
Dodatočný dopyt	Zmeny porovnávajúce so základným scenárom
15. Vyššie štátne výdavky na IT bezpečnosť	Dodatočné investície do kyber ochrany v hodnote 1.4 miliárd €.
16. Dodatočný dopyt domácností	Dopyt po produktoch vzrastie o 3 % a dopyt po službách o 2 %.
17. Väčšia ochota domácností platiť	Rastúca kvalita vedie k rastúcemu dopytu po produktoch o 0.67 % a po službách o 1 %.
18. Rast dopytu z exportov	V Nemecku sa export zvýšil o jedno percento porovnávajúc so základným scenárom. Predpokladá sa, že export bude naďalej rásť až do roku 2035.

Zdroj: Mönnig-Maier-Zika (2019).

Odhaduje sa, že digitálna transformácia spôsobí, že HDP do roku 2035 vzrastie o 100 miliárd eur oproti základnému roku bez digitálnej transformácie (Graf 34: Efekt digitalizácie na jednotlivé zložky HDP)

). Uvedený rast bude poháňaný hlavne súkromnou spotrebou a investíciami do vybavenia a softvérov, ktoré sú potrebné pre digitálnu transformáciu. Z grafu je zrejmé, že oproti roku 2025, v roku 2035 HDP mierne klesne. Bude to kvôli predpokladu, že proces digitálnej transformácie sa do roku 2025 skončí.

Graf 34: Efekt digitalizácie na jednotlivé zložky HDP

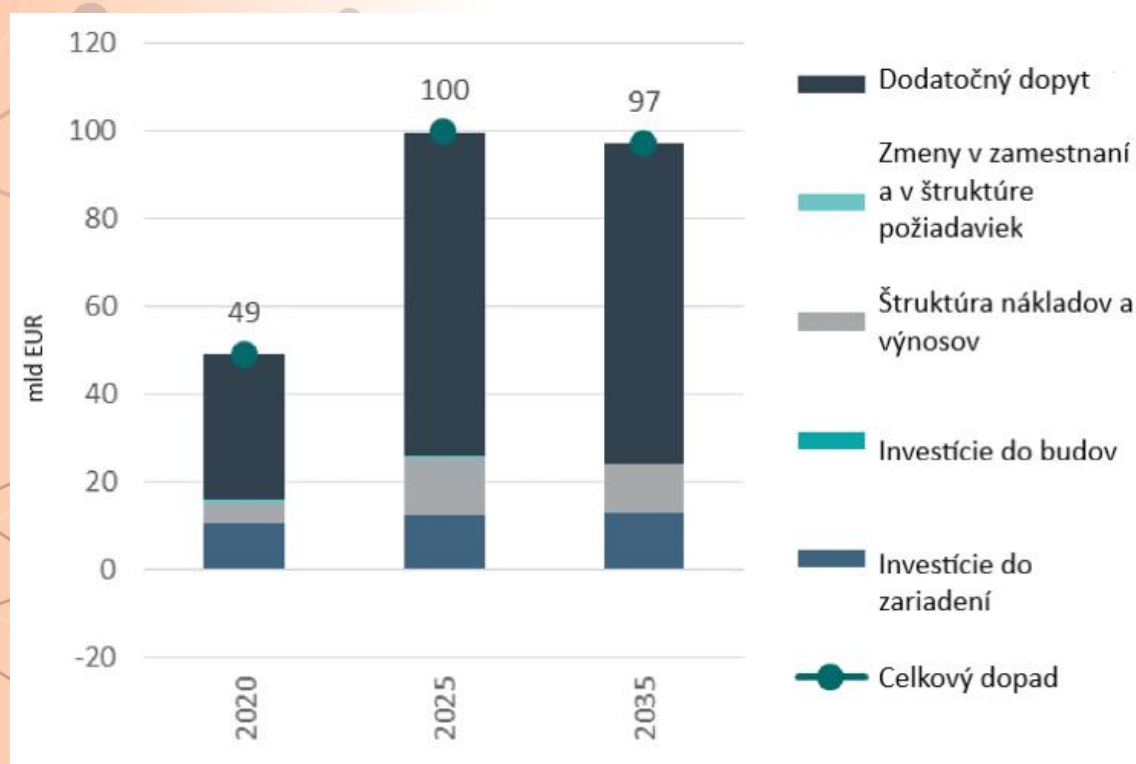


Zdroj: Mönnig-Maier-Zika (2019).

Autori štúdie analyzovali aj vplyv HDP podľa jednotlivých predpokladov z Tabuľka 30. Z ich výsledkov je jasné, že zmena HDP je vyvolaná hlavne zmenou v dopyte. Naďalej významné vplývajú na HDP aj dodatočné investície alebo štruktúra nákladov a ziskov (**Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.**). Je zrejmé, že vplyv zamestnanosti na HDP je v tomto prípade veľmi malý. Autori však ďalej rozložili efekt zamestnanosti na HDP, ktorý zobrazuje **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.** Predpokladá sa, že celkový efekt na zamestnanosť bude negatívny

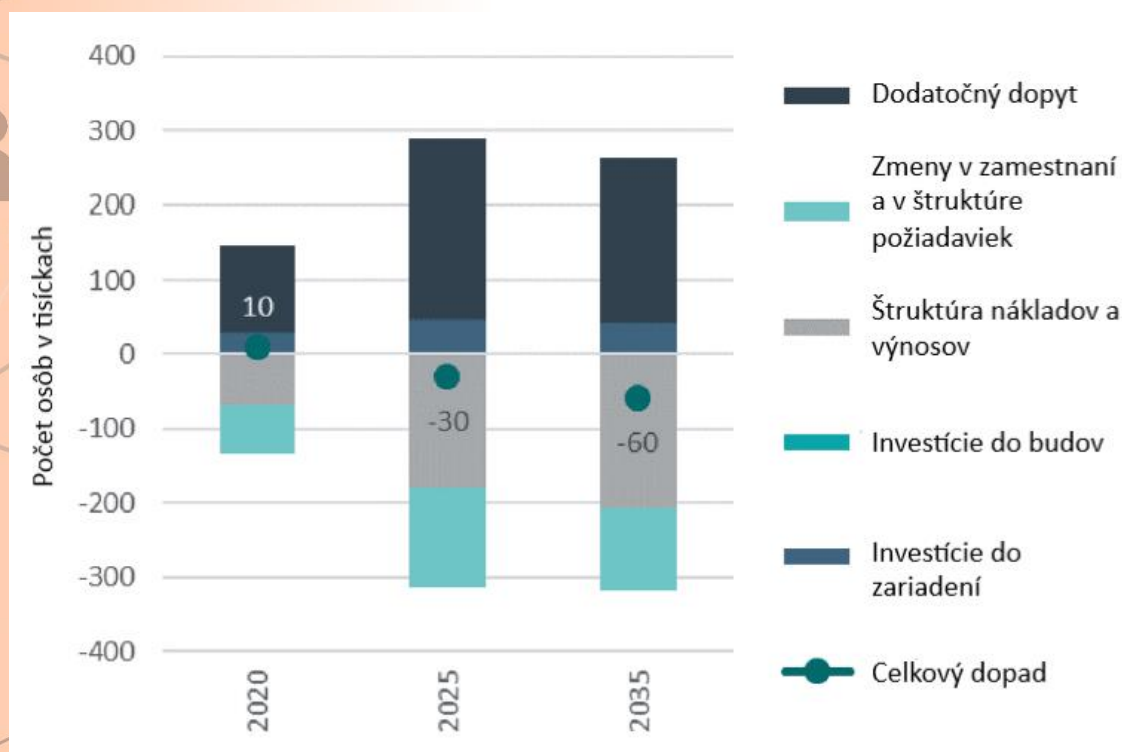
a zamestnanosť sa bude znižovať do roku 2025. Pri väčšom dôraze na dodatočný dopyt a investície, zamestnanosť by nemusela klesať, avšak ak prevládnu štrukturálne účinky, či už z hľadiska nákladovej a ziskovej alebo z hľadiska štruktúry zamestnania, pokles zamestnania môže byť oveľa väčší ako sa predpokladá.

Graf 35: Dekompozícia HDP podľa jednotlivých predpokladov



Zdroj: Mönnig-Maier-Zika (2019).

Graf 36: Dekompozícia efektu zamestnanosti podľa predpokladov



Zdroj: Mönnig-Maier-Zika (2019).

Podľa autorov, kvôli digitalizácii až 30 tisíc pracovných miest zanikne do roku 2025 a 60 tisíc do roku 2035 (Graf 37). Avšak treba poznamenať, že nie len veľa pracovných miest zanikne, ale taktiež aj veľa pracovných miest vznikne. Odhaduje sa, že napríklad v roku 2025 1,54 milión pracovných miest zanikne, ale 1,51 milión pracovných miest vznikne. Aj keď saldo predstavuje 30 tisíc pracovných miest, je to veľmi malé číslo porovnávajúc s počtom novovzniknutých pracovných miest. Z toho dôvodu, sa nedá presne určiť aký presný efekt bude mať digitalizácia na zamestnanosť. Je ale isté, že dopyt po vysokokvalifikovanej pracovnej sile sa bude neustále zvyšovať. Nové pracovné miesta vzniknú hlavne v oblasti informačných a komunikačných technológií a tiež aj v oblasti vzdelávania. Naopak pracovné miesta zaniknú v oblasti priemyselnej výroby, kde človek je ľahšie nahraditeľný technológiou, industriálnymi robotmi.

Graf 37: Efekt digitalizácie na zamestnanosť



Zdroj: Mönnig-Maier-Zika (2019).

Je zrejme, že digitálna transformácia povedie hlavne k štrukturálnym zmenám v budúcnosti. Kým dopyt po vysokokvalifikovanej sile bude neustále rásť, dopyt po nízko kvalifikovanej pracovnej sile bude klesať. Z toho dôvodu je dôležité robiť také hospodárske politické rozhodnutia, ktoré budú brať do úvahy uvedené skutočnosti. Treba sa zamerať hlavne na rekvalifikáciu pracovnej sily a tým znížiť negatívne dopady digitalizácie na zamestnanosť. Ak sa krajina zameria na rekvalifikáciu menej vzdelaných pracovníkov, má možnosť znížiť príjmové nerovnosti, ktoré môže spôsobiť technologická revolúcia.

Podľa Mönnig-Maier-Zika (2019) digitálna transformácia vedie k zníženiu počtov zamestnancov hlavne vo výrobných odvetviach ale v odvetviach ako informačné a komunikačné technológie dopyt po zamestnancoch bude rásť. Pracovné miesta zaniknú hlavne v priemyselných odvetviach, kde vďaka technologickým inováciám sú ľudia oveľa

nahradiť robotmi a inými rôznymi strojmi. Kvôli týmto štrukturálnym zmenám, dopyt po vysoko kvalifikovaných pracovníkov bude rásť, čo bude viesť k vyšším denným mzdám. Avšak rast mzdovej nerovnosti nebude taký značný, keďže uvedený efekt na distribúciu denných príjmov v dolnom kvintile nebude významný vzhľadom na bezvýznamný dopad na dopyt po nízko kvalifikovanej pracovnej sily. Predpokladajú, že digitálna transformácia polarizuje skôr vysoko a stredne kvalifikovaných ľudí.

5.2. Príjmové nerovnosti

V súčasnosti, sa nespočetné množstvo literatúry zaoberá príjmovými nerovnosťami. Existuje mnoho dôvodov, kvôli čomu mzdová nerovnosť vzniká a neskôr sa prehľbuje. Môže ísť o vek, vzdelanie (vyššie vzdelanie vo väčšine prípadov vedie k vyšším príjmom), inštitúcie alebo rastúcu heterogenitu firiem.

Globalizácia sa taktiež považuje za príčinu, kvôli čomu sú mzdové nerovnosti prehľbujú – či už ide o rastúcu konkurenciu alebo offshoring.⁵ Napríklad, vo vyspelých ekonomikách, globalizácia spôsobuje redistribúciu príjmu smerom ku kapitálu. To znamená, že optimálnym riešením by mohlo byť lepšie prerozdelenie príjmov v rámci krajiny a nie brzdenie vzniku globálnych dodávateľských reťazcov. Naopak v krajinách so stredným príjmom, globalizácia značne zvyšuje príjmové nerovnosti v rámci krajiny.⁶

Report od ILO (*International Labor Organization: Global Wage Report 2018/19*) analyzuje vývoj priemerných miezd a taktiež aj analyzuje, ako to súvisí so zmenou produktivity práce. Charakterizujú Giniho koeficient v 64 krajinách rozdelený podľa krajín, ktoré sú na podobnej úrovni ekonomického rozvoja. Čím nižší je uvedený ukazovateľ, o to nižšia je mzdová nerovnosť v danej krajine. V analyzovanom období priemerný ročný Giniho koeficient

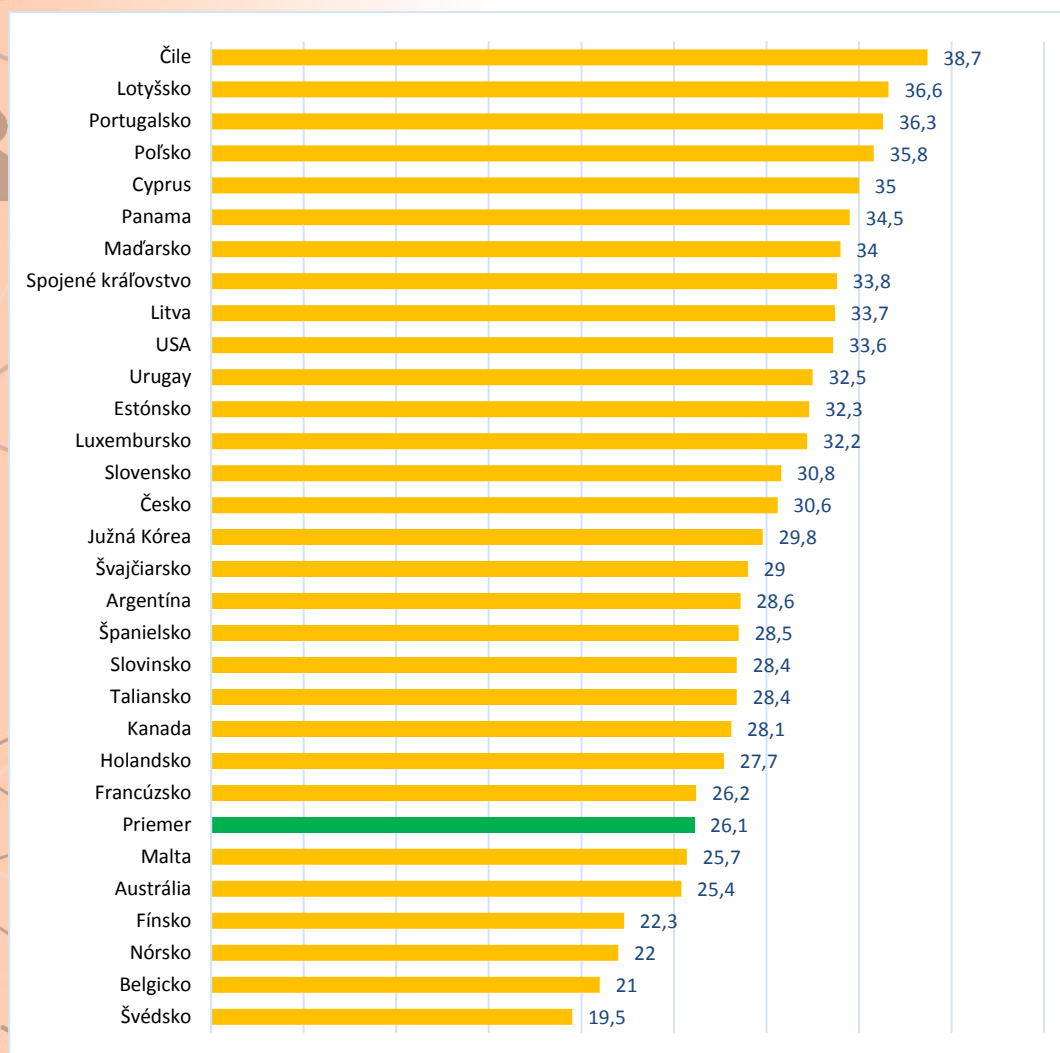
⁵ Offshoring je presun časti alebo celého výrobného procesu do zahraničia

⁶ Viac na: <https://voxeu.org/article/new-globalisation-and-income-inequality>

dosahoval hodnotu 35,5. Naďalej je zrejmé, že príjmová nerovnosť sa výrazne líši v jednotlivých príjmových skupinách.

Slovenská republika sa z celosvetového hľadiska zaraďuje medzi krajiny s vysokým príjmom a Gini koeficient dosahuje úroveň 30,8, kým priemer koeficientu v danej skupine príjmov dosahoval hodnotu 26,1. Giniho koeficient je najnižší v krajinách ako Švédsko, Belgicko, Nórsko a Fínsko, kde koeficient osciluje okolo hodnoty 20 (**Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.**).

Graf 38: Gini koeficient pre krajiny s vysokým príjmom



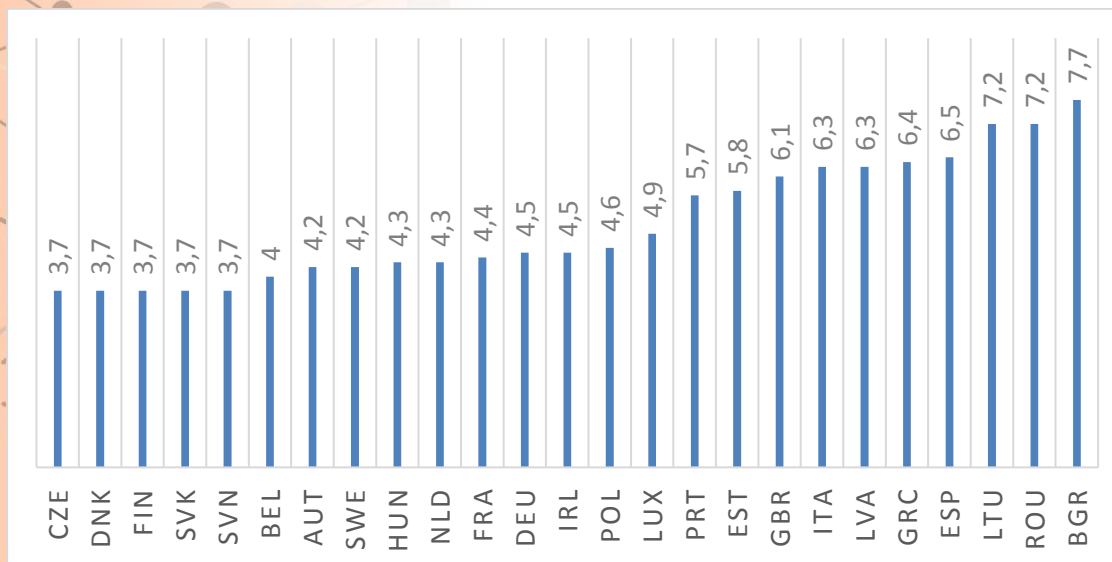
Zdroj: International Labor Organization: Global Wage Report 2018/19

Predpokladá sa, že súčasná technologická revolúcia má za následok, že príjmové nerovnosti sa prehľbujú. Využitie technologických inovácií v produkčnom procese spôsobuje, že dopyt po vysokovzdelaných pracovníkov sa zvyšuje a znižujú sa mzdy práve nižšie vzdelanej pracovnej sile. Podľa Mönnig-Maier-Zika (2019) však táto hypotéza nebola v Nemecku potvrdená. Tvrdia, že viacero vedeckých výskumov poukazuje na to, že technologické zmeny ovplyvňujú hlavne hornú časť mzdovej distribúcie, a nie tú spodnú. Mzdová distribúcia na nižšej úrovni sa skôr vysvetľuje ponukovými šokmi alebo inštitúciami.

Autori naďalej poukazujú na to, že Ekonomia 4.0 neznamená len technologické inovácie. Ak chceme, aby ekonomika napredovala smerom k 4.0 sú potrebné zásadné zmeny aj vo fungovaní výrobných liniek, ďalej zmeny vo vzájomnom vzťahu medzi dodávateľmi, výrobcami a zákazníkmi a taktiež aj medzi strojmi a ľuďmi. Ekonomia 4.0 predovšetkým stimuluje inováciu výrobkov a tiež aj inováciu procesov a nie len v rámci firmy, ale aj v rámci odvetví a tiež aj mimo odvetví.

Mönnig-Maier-Zika (2019) naďalej predpokladajú, že ekonomiky sa transformujú na 4.0 do roku 2025. Avšak predpokladajú, že Nemecku sa to podarí skôr ako ostatným krajinám keďže oni už dlhodobo implementujú relevantnú technológiu. Transformácia ekonomiky na 4.0 vyžaduje mnoho zmien. Jednou z nich je ďalšie vzdelávanie, ktoré je nevyhnutné pri procese digitalizácie. Domnievajú sa, že do roku 2025 sa až 79 percent zamestnancov zúčastní na ďalšom vzdelávaní. Náklady na ďalšie vzdelávanie predstavuje 561 €/osoba v priemyselnom sektore a 784 €/osoba v sektore služieb.

Graf 39: Koeficient S80/S20 vo vybraných krajinách EU (2015)



Zdroj: OECD databáza.

Mönnig-Maier-Zika (2019) pri analýze dopadov Ekonomiky 4.0 na príjmové nerovnosti využívali koeficient príjmovej nerovnosti S80/S20. Horný kvintil koeficientu predstavuje ročné

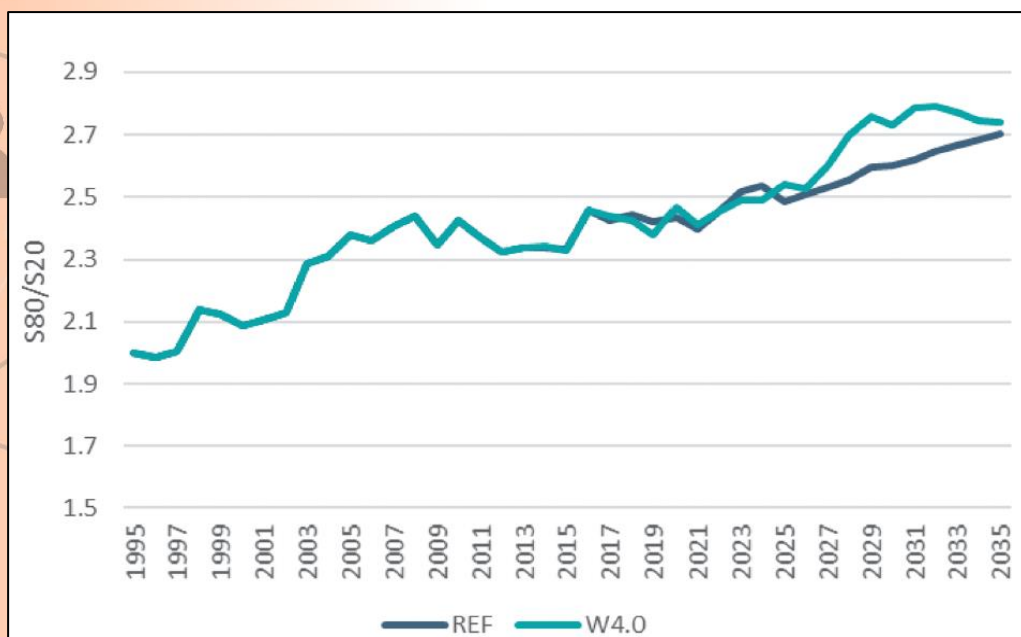
príjmy najbohatších 20 percent domácností. Naopak, dolný kvintil predstavuje príjmy najchudobnejších 20 percent všetkých domácností. Rastúci koeficient predstavuje rastúce príjmové nerovnosti – môže to byť spôsobené buď rastom horného kvintilu, alebo poklesom dolného kvintilu. V prípade digitálnej transformácie – ak koeficient príjmovej nerovnosti 80/20 bude rásť, znamená to negatívny dopad digitálnej transformácie na príjmové nerovnosti.

Na základe dostupných údajov pre jednotlivé krajiny EU27, v roku 2015 hodnota koeficientu S80/S20 bola najnižšia v Českej republike (Graf 39) a najvyššia v Bulharsku, kde dosiahla úroveň 7,7. Koeficient na Slovensku dosiahol úroveň 3,7 a do roku 2018 táto hodnota klesla na 3,2, ktorá predstavuje najnižšiu hodnotu v rámci celej EU27. Koeficient je možné interpretovať tak, že na Slovensku najbohatších 20 percent domácností má 3,2-krát väčšie príjmy ročne ako najchudobnejších 20 percent.

Graf 40 predstavuje, ako sa vyvíja koeficient S80/S20 v čase bez digitálnej transformácie a po digitálnej transformácii. Nárast koeficientu v oboch prípadoch je výsledkom štrukturálnych zmien. Štrukturálne zmeny predstavovali transformáciu ekonomiky smerom k službám. Uvedený trend je v Nemecku už dlho pozorovaný. Je spôsobený hlavne de-industrializáciou a tiež aj s rastúcim sektorom služieb.

Podľa autorov štúdie, ak ekonomika bude smerovať k 4.0, tak po roku 2025 príjmové nerovnosti nebudú také značné, ako keby digitálna transformácia neprebehla. Taktiež predpokladajú, že po roku 2030 mzdové nerovnosti budú minimálne rásť a do roku 2035 tieto scenáre konvergujú. Je to spôsobené tým, že dopyt po vysokokvalifikovanej pracovnej sile by tak či tak rástol, keďže štrukturálne zmeny by naďalej pokračovali.

Graf 40: Vývoj koeficientu S80/S20 (REF) a S80/S20 po digitálnej transformácii (W4.0) v Nemecku



Zdroj: Mönnig-Maier-Zika (2019).

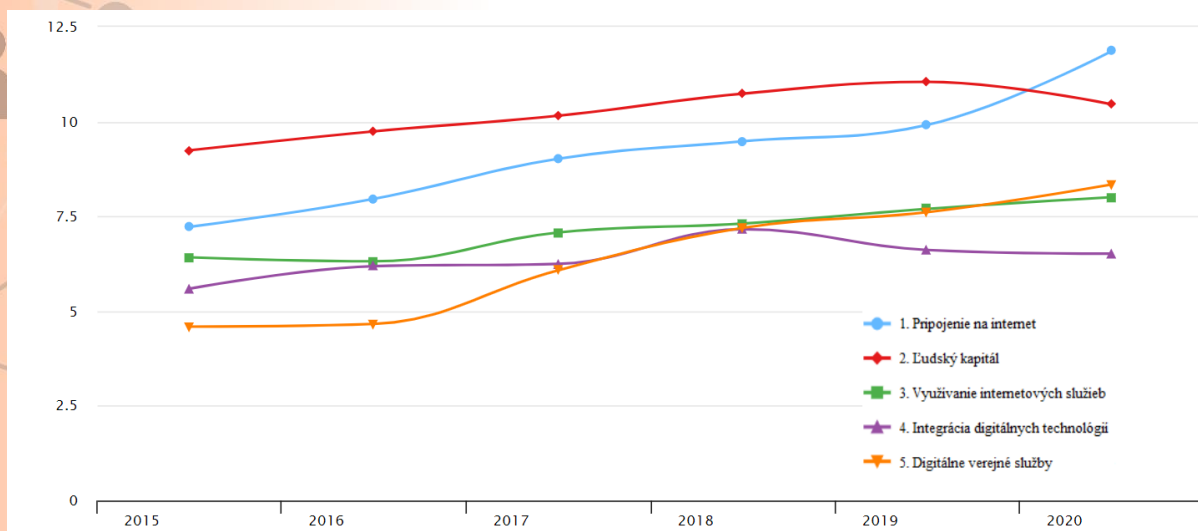
V prípade Slovenskej Republiky, je digitálna transformácia pomalšia. Na základe *Stratégie digitálnej transformácie Slovenska 2030*⁷, Slovensko sa stále primárne orientuje na automobilový priemysel a digitálna ekonomika a inovačný priemysel sa dostáva do úzadia. Ako sme už uviedli v 3. kapitole, podľa údajov za rok 2019 (Správa DESI 2020), obsadila Slovenská Republika v Európskej únii na základe DESI ukazovateľa 22. miesto, čím sa zaraďuje medzi štáty so slabými výsledkami.

Graf 41: DESI podľa jednotlivých zložiek – Slovenská republika

predstavuje vývoj jednotlivých zložiek DESI indexu od roku 2015 do 2020. Okrem zložky ľudského kapitálu a integrácie digitálnych technológií, má každá zložka rastúcu tendenciu. Najväčšiu hodnotu dosahuje zložka pripojenie na internet, ktorá dosahuje hodnotu 12,5, ktorá je aj priemerom v celej EU27 (Graf 42: DESI podľa jednotlivých zložiek - Európska únia

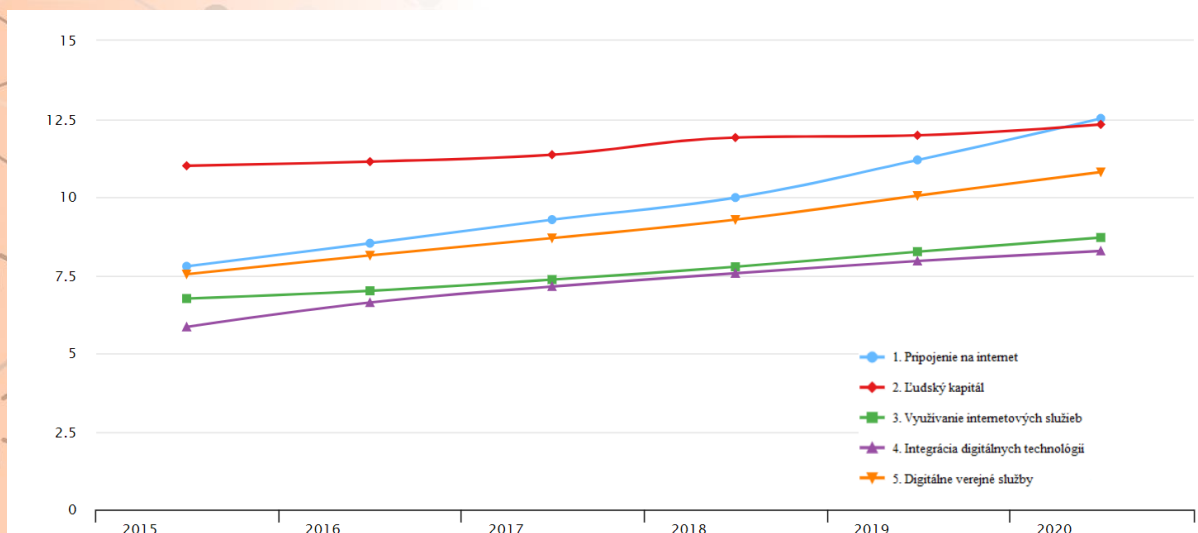
⁷ Viac na: <https://www.mirri.gov.sk/wp-content/uploads/2019/06/Strategia-digitalnej-transformacie-Slovenska-2030.pdf>

Graf 41: DESI podľa jednotlivých zložiek – Slovenská republika



Zdroj: digital-agenda-data.eu

Graf 42: DESI podľa jednotlivých zložiek - Európska únia



Zdroj: digital-agenda-data.eu

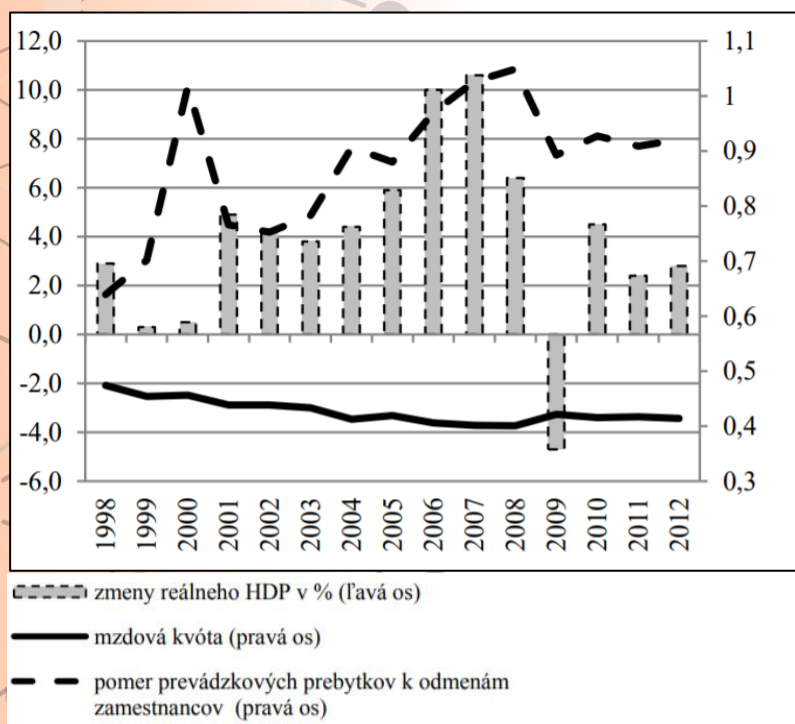
Štúdia Mönnig-Maier-Zika (2019) je veľmi dôležitá aj pri analýze digitálnej transformácie na Slovensku. Slovensko v digitálnej transformácii a transformovaní ekonomiky na 4.0 značne zaostáva za ostatnými štátmi Európskej únie. Na základe akčného plánu digitálnej

Tento projekt sa realizuje vďaka podpore z Európskeho sociálneho fondu a Európskeho fondu regionálneho rozvoja v rámci Operačného programu Ľudské zdroje.

transformácie Slovenska 2019 a 2022, Slovensko stanovilo tri predpokladané prioritné oblasti v rámci krátkodobého horizontu a päť v rámci dlhodobého (Stratégia digitálnej transformácie Slovenska 2030). Uvedené ciele by mohli dopomôcť k digitálnej transformácii ekonomiky, čo je v súčasnej informačnej spoločnosti nevyhnutné. Správne stanovenie cieľov a následné ich plnenie dokáže pomôcť krajine, aby plne mohlo prosperovať z tejto digitálnej transformácie.

Zároveň vzniká aj priestor pre analýzu efektu digitalizácie a automatizácie na mzdovú kvótu. Mzdová kvóta predstavuje podiel odmien pre zamestnancov na hrubej pridanej hodnote. Podľa Morvaya (2013), okrem globalizácie, inštitucionálneho rámca a politiky, zmien v sektorovej skladbe ekonomiky, na mzdovú kvótu významne vplýva aj produkčná technológia a charakter ekonomického rastu. Hoci nemožno nízku mzdovú kvótu na Slovensku vysvetliť len rastom kapitálovej náročnosti, uvedená skutočnosť k tomu významne prispieva.

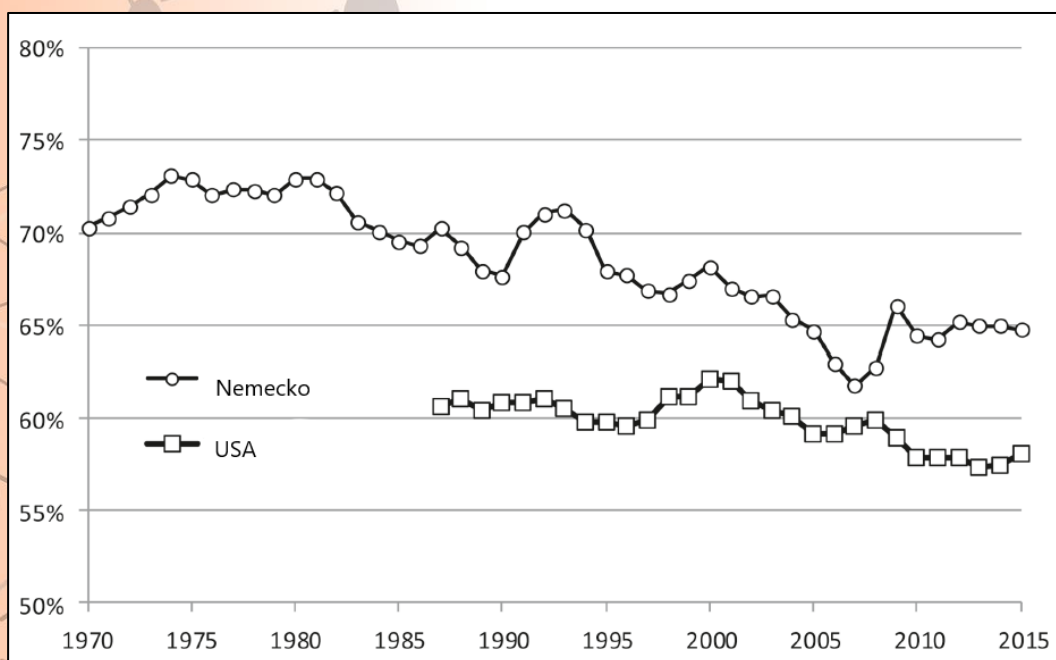
Graf 43: Vývoj mzdovej kvóty na Slovensku do roku 2012



Zdroj: Morvay (2014).

Prettner (2016) analyzoval vplyv automatizácie na mzdovú kvótu pomocou rozšíreného Solowovho modelu. Ukázal, že zvýšené využívanie industriálnych robotov znižuje mzdovú kvótu v krajine. To znamená, že príjem generovaný automatizáciou zvyšuje podiel kapitálového príjmu a podiel príjmu z práce znižuje. Je to spôsobené hlavne tým, že automatizácia vedie k substitúcii práce kapitálom, čo spôsobuje zníženie príjmov, a príjmy ktoré generuje automatizácia sa presúva na vlastníkov kapitálu. To vysvetľuje znižujúcu mzdovú kvótu za posledné desaťročia vo väčšine rozvinutých krajín. Potvrďuje to aj vývoj mzdovej kvóty v Nemecku. Nemecko sa považuje za najväčšiu technologickú veľmoc v rámci EÚ27 a je zrejmé, že mzdová kvóta od roku 1970 v krajine klesala (Graf 44).

Graf 44: Vývoj mzdovej kvóty v Nemecku a v USA (1970-2015)



Zdroj: Geiger-Prettner-Schwarzer (2018)

Kedže daň zo mzdy tvorí významný podiel na príjmoch do štátneho rozpočtu, znižovanie mzdovej kvóty tak môže následne viesť k zníženiu tejto časti príjmov a vyvoláva otázku, ako – pri rastúcich požiadavkách na výdavky štátneho rozpočtu (starnutie obyvateľstva, zdravotníctvo, veda a výskum, a pod.) – tieto potenciálne výpadky kompenzovať. Preto sa

v posledných rokoch čoraz viac diskutuje o potrebe daňovej reformy, ktorá by mala reagovať nielen na túto výzvu, ale i potreby ochrany životného prostredia a zníženie daňovo-odvodového zaťaženia práce. Jedným z návrhov je – najmä v súvislosti s automatizáciou a digitalizáciou - zdaňovanie robotov (Bill Gates, 2017; Gasteiger – Prettner, 2020). Daňová reforma by nemala zvýšiť daňové zaťaženie a nemala by demotivovať ľudí a podniky k inováciám. Tieto otázky sú predmetom štúdií v orgánoch EÚ a vo viacerých krajinách a teda i výzvou pre zapojenie sa do tejto diskusie aktívnou formou i na Slovensku za účasti vedeckej obce a všetkých sociálnych partnerov.

Z hľadiska ďalšieho výskumu je potrebné sa pozrieť na jednotlivé vyspelé krajiny v ktorých úroveň automatizácie a digitalizácie je na vyššej úrovni ako na Slovensku a analyzovať, aké dopady to malo či už na zamestnanosť, verejné financie a na celkovú výkonnosť ekonomiky. Následne po správne cielených hospodársko-politických rozhodnutiach môžeme znížiť prípadne negatívne dopady digitalizácie a automatizácie na Slovensku.

NÁVRHY A ODPORÚČANIA

Cieľom analytických štúdií tohto druhu nie je ponúkať „recepty“ a „hotové riešenia“, ale priniesť na údajoch založené zistenia, ktoré by sa mali stať podkladom pre rozhodovanie ďalších ekonomických aktérov na podnikovej, regionálnej a národohospodárskej úrovni. Procesy digitalizácie a Priemyslu 4.0 sú charakterizované ich komplexnosťou a analýza ich dopadov na ekonomiku a spoločnosť sa nemôže zaoberať bez zohľadnenia a previazanosti aspektov národohospodárskych, podnikovo-hospodárskych, sociologických, právnických, informatických a technických. Preto nie je v možné, a ani nebolo ambíciou, v jednej štúdii priniesť vyčerpávajúce poznatky, ktoré by nevyžadovali ďalšie podrobnejšie preskúmanie. Práve naopak, pri spracovaní jednotlivých oblastí dopadov automatizácie a digitalizácie na slovenskú ekonomiku sa vynoril celý rad nových otázok, ktorých preskúmanie by bolo prínosné pre lepšiu pripravenosť na nadchádzajúce zmeny. Napriek tomu formulujeme v tejto časti niekoľko návrhov a odporúčaní, ktoré by mali pomôcť viesť slovenskú ekonomiku po ceste tak, aby sme vyhýbali ohrozeniam spojených s digitalizáciou a jej tmavými stránkami, a naopak využili čo najviac príležitostí, ktoré ponúka pre zvyšovanie blahobytu každého jedného z nás. Digitalizácia a Priemysel 4.0 nie sú hrozba, ale výzva a šanca.

Z medzinárodných štúdií aj vlastného výskumu v tejto štúdii vyplýva, že miera ohrozenosti zamestnancov na Slovensku je nadpriemerná a vo výraznej miere sa môže dotknúť ľudí s nižšími a strednými príjmami. V tejto súvislosti bude dôležité financovanie školení a rekvalifikačných kurzov pre tie skupiny ľudí, ktoré sú negatívne postihnuté automatizáciou. A to buď prostredníctvom subvencií alebo štátnych pôžičiek. Z prehľadu štúdií o dopadoch na zamestnancov totiž vyplýva, že mnohí z nich nemajú finančné prostriedky na potrebné preškolenie. Popri tom treba podporovať možnosti pre celoživotné vzdelávanie a tým vytvoriť priestor pre zamestnancov lepšie reagovať na zmenené podmienky na trhu práce a na technologické zmeny v dôsledku zavádzania Priemyslu 4.0.

V štúdiu sme preskúmali kvalitatívne zmeny na trhu práce a zmenené pracovné podmienky. V tejto súvislosti treba chápať aj rekvalifikácie a školenia, ktoré by mali pomôcť zlepšovať pracovné podmienky zamestnancov na Slovensku pri nastupujúcej digitalizácii a automatizácii. Pri tvorbe a podpore rekvalifikačných kurzov, považujeme za dôležité zohľadniť tieto skutočnosti a odporúčania:

- vysoký podiel manuálne pracujúcich zamestnancov vo výrobe naznačuje, že na Slovensku budú do budúcnosti potrebné rozsiahle rekvalifikačné programy, ktoré zabezpečia uplatnenie týchto zamestnancov aj mimo produkčnú sféru;
- rekvalifikácie zamestnancov by sa v záujme predchádzania štrukturálnej nezamestnanosti mali odohrávať už na pracovisku;
- zamestnanci by mali poznať plány zamestnávateľov v oblasti zavádzania nových technológií a byť pripravení doplňovať si potrebnú kvalifikáciu;
- zamestnanci by mali byť motivovaní k účasti na celoživotnom vzdelávaní, pričom dôležitým aspektom je možnosť zúčastňovať sa vzdelávania v pracovnej dobe a v rámci plateného pracovného času;
- odborové organizácie by mali viac presadzovať v kolektívnom vyjednávaní na podnikovej úrovni efektívne rekvalifikačné politiky u zamestnávateľa;
- efektívna sa tiež javí spolupráca zamestnávateľov v danom obore, jednak pre zdieľanie nákladov na rekvalifikácie zamestnancov a jednak pre ich efektívne umiestnenie;
- je tiež potrebná spolupráca zamestnávateľov a odborových organizácií na sektorovej úrovni v oblasti rekvalifikácie zamestnancov.

Z dotazníkového prieskumu vyplýva nízka znalosť zamestnancov o prebiehajúcich technologických zmenách v širších súvislostiach. Námetom pre ďalší výskum je preto preskúmať, akým spôsobom by sa dala zvýšiť informovanosť a zainteresovanosť zamestnancov vzhľadom na technologické zmeny, ako zvýšiť ich záujem o rekvalifikácie, aké efekty by mali bezplatné rekvalifikácie, resp. rekvalifikácie počas pracovnej doby, a to jednak zo strany záujmu zamestnancov, ako aj firiem.

Vzhľadom na opísané dopady digitalizácie bude potrebné prispôbiť a neustále aktualizovať študijné osnovy na všetkých stupňoch štúdia. Pri rozpočtovo neutrálnych opatreniach v oblasti školstva bude potrebná vyššia miera prioritizácie, ktorá bude podporovať také študijné odbory, ktoré sú v dohľadnej budúcnosti len ťažko automatizovateľné alebo ktoré sú komplementárne k prebiehajúcim technologickým zmenám.

Vo viacerých štúdiách sa často objavujú návrhy na zdaňovanie robotov. Jej zavedenie komplikujú mnohé praktické aspekty (ako odlišiť, a prečo, robotov od iných foriem automatizovateľného kapitálu), ako aj možné distorčné efekty na alokačnú efektívnosť. V súčasnosti zároveň existujú mnohé schémy, ktoré podporujú zvýšenú mieru automatizácie a zavádzania robotov do výrobných procesov na úrok práce, z cieľom zvyšovať jej produktivitu. Ako však vyplýva z niektorých medzinárodných štúdií, takáto podpora vedie k automatizovaniu aj takých procesov, ktoré iba mierne zvyšujú celkovú produktivitu výroby, ale výrazne ohrozujú pracovné miesta. Diskusiu o zdaňovaní robotov preto považujeme za dôležitú vnímať v širšom kontexte daňovej reformy ako takej, vyvolanej nielen procesom digitalizácie, ale i súčasne prebiehajúcimi procesmi dekarbonizácie a demografického vývoja. Tá by mala presúvať daňové bremeno do oblastí, ktorých aktivity a spotrebu chceme znížiť (napr. environmentálne dane), a znižovať daňové zaťaženie tých aktivít, ktorých rozvoj chceme podporiť – znižovanie daňového zaťaženia práce.

V súvislosti so zdaňovaním práce je potrebné vziať do úvahy a prijať opatrenia, ktoré zohľadnia potenciál rastúcej automatizácie na pokračujúci pokles mzdovej kvóty. Tento trend je už niekoľko dekád viditeľný v niektorých veľkých západných ekonomikách. Na Slovensku bola dlhé obdobie veľmi nízka mzdová kvóta a jej rast v poslednom období považujeme skôr za krátkodobú odchýlku od dlhodobej tendencie k poklesu. Jej rast bol ťahaný súbehom viacerých skutočností: i) nedostatku ponuky práce, ii) administratívnymi opatreniami, zvyšujúcimi náklady práce, iii) rastom miezd nad rámec rastu produktivity práce. Pokles mzdovej kvóty bude pri nezmenených efektívnych daňových sadzbách znižovať príjmy do štátneho rozpočtu. Preto bude potrebné okrem environmentálnych daniach preskúmať

možnosti na zvýšené zdaňovanie majetku, ktoré môže pomôcť zmierňovať trhové príjmové nerovnosti, ktoré majú aj v dôsledku digitalizácie tendenciu narastať.

V analýze dopadov a šancí Priemyslu 4.0 a digitalizácie pre ekonomiku sa popri aspektoch vyplývajúcich z odborných štúdií rovnako treba venovať i implikáciám z pohľadu bezprostredných aktérov týchto procesov: zamestnancov a zamestnávateľov. Veľmi užitočné môžu byť v tomto smere skúsenosti z Nemecka, ktoré v procesoch zavádzania princípov Priemyslu 4.0 zohralo pioniersku úlohu. V tejto súvislosti sa už dlhší čas veľmi intenzívne diskutuje v rámci programu „Humanizácia sveta práce“ (Humanisierung der Arbeitswelt, HdA) o zavádzaní tzv. skupinovej práce (Gruppenarbeit), špeciálne v automobilovom priemysle, ktorý je i kľúčovým odvetvím slovenskej ekonomiky. Výsledky jednej zo štúdií o zavádzaní skupinovej práce v nemeckom automobilovom priemysle ukazujú, že všetci výrobcovia prejavili záujem o modely tohto typu a na ich zavádzaní pracujú. Na rozdiel od tzv. taylorizmu, ktorý spočíval na - v čo najvyššej miere - založenej racionalizácii štandardizovaných pracovných úkonoch a nízkych kvalifikačných požiadavkách, by skupinová práca a zapojenie pracovníkov s ich poznatkami a skúsenosťami mala vytvoriť priestor na zvýšenie potenciálu výrobnému procesu vlastnej optimalizácie. Predmetom diskusii je komplementárny koncept automatizácie založený na perspektíve interakcie človek – stroj, ktorá identifikuje špecifické prednosti a nevýhody ľudskej práce a automatizácie. Otvorenou otázkou a výzvou pre ďalšie diskusie a štúdie je nová koncepcia vzťahu človek - stroj vo výrobných systémoch podporovaných najnovšími informačnými a komunikačnými technológiami.

ZÁVER

Cieľom štúdie bolo preskúmať možné dopady Priemyslu 4.0 na trh práce a povahu práce, na súvislosti medzi digitalizáciou a produktivitou, ako aj dopady automatizácie a digitalizácie na hospodársky rast a verejné financie, s ťažiskovým zameraním na slovenskú ekonomiku. Okrem toho bolo cieľom štúdie priniesť ďalšie relevantné otázky, ako základ pre ďalšie nadväzujúce štúdie v tejto oblasti.

V prvej kapitole sme na základe medzinárodných štúdií preskúmali odhady efektov Priemyslu 4.0 na trh práce. Zároveň sme diskutovali možné scenáre vývoja a pohľady na budúcnosť práce. Súčasťou prvej kapitoly bola vlastná analytická časť, v ktorej sme odhadli podiel zamestnanosti vysoko ohrozenej automatizáciou. Okrem celkových efektov sme podrobne analyzovali regionálne, odvetvové a profesijné aspekty ohrozených zamestnancov. Využili sme pri tom údaje o zamestnanosti na 4-miestnej úrovni SK ISCO-08 kódu a odhady automatizovateľnosti povolání podľa Freya a Osbornea (2013), Denglera a Matthesa (2018) a Mihaylova a Tijdensa (2019).

Hodnoty ohrozenosti práce na Slovensku vyšli výrazne vyššie ako v krajinách, na ktoré boli aplikované pôvodné štúdie (Nemecko, Holandsko), a o niečo vyššie ako odhady na základe metodiky Freya a Osbornea pre Fínsko, Nórsko či Rakúsko. Tieto výsledky sú v súlade s predchádzajúcimi medzinárodnými štúdiami, v ktorých je Slovensko taktiež medzi krajinami s najvyššou mierou ohrozenosti práce. Podiel zamestnanosti vysoko ohrozenej automatizáciou bol v roku 2019 na základe metodiky Frey – Osborne približne 47 %, pri zohľadnení automatizovateľnosti jednotlivých úloh podľa ďalších uvedených metodík v rozmedzí 20 – 23 %. Výsledky z analýzy ohrozenosti pracovných miest zároveň naznačujú negatívny vzťah medzi automatizovateľnosťou povolání a výškou mzdy. Technologický pokrok ohrozuje na Slovensku najmä nízko a stredne kvalifikovanú pracovnú silu a potenciálny rast ponuky nízko a stredne kvalifikovanej práce v podmienkach obmedzeného množstva (ešte)

neautomatizovaných/neautomatizovateľných a pre túto skupinu obyvateľstva vhodných pracovných miest bude tlačiť mzdy na týchto pozíciách ešte viac nadol. Automatizáciou sú tak viac ohrozené povolania s nízkymi priemernými mzdami, čo má ďalšie implikácie pre rast príjmových nerovností a sociálne aspekty, ktoré diskutujeme neskôr.

V štúdii sme po prvýkrát pre slovenskú ekonomiku odhadli riziko ohrozenosti pracovných miest na úrovni jednotlivých okresov a odvetví. Medzi okresy s najvyššími podielmi zamestnanosti vysoko ohrozenej automatizáciou patria: Kysucké Nové Mesto, Bytča, Myjava, Skalica a Krupina. Naopak, medzi okresy s najnižšími podielmi zamestnanosti s vysokou ohrozenosťou Svidník, Levoča, Ružomberok, Košice I či Trebišov. Okresy s vysokou mierou ohrozenosti práce automatizáciou majú pomerne veľké zastúpenie automobilového priemyslu. Z analýzy ohrozenosti pracovných miest podľa odvetví zároveň vyplýva, že práve toto odvetvie považujú autori metodík o ohrozenosti pracovných miest v budúcnosti za jedno z najohrozenejších. Resp. jedná sa o odvetvie, v ktorom pracuje značná časť zamestnancov v profesiách vykonávajúcich činnosti, ktoré sú vysoko ohrozené.

Medzi odvetvia s najvyšším podielom vysoko ohrozenej zamestnanosti na ich celkovej zamestnanosti na Slovensku patria najmä viaceré odvetvia spracovateľského priemyslu, veľkoobchod a maloobchod. Patria sem aj ďalšie vybrané odvetvia služieb, ktorých význam je však čo do počtu zamestnancov z národohospodárskeho hľadiska malý. Medzi odvetvia služieb s malým počtom zamestnancov, ale s vysokou mierou ohrozenosti práce patria napr.: tlač a reprodukcia záznamových médií, činnosti herní a stávkových kancelárií, právne a účtovnícke činnosti, bezpečnostné a pátracie služby či činnosti reštaurácií a pohostinstiev. V službách je značná časť zamestnanosti ohrozená v maloobchode a veľkoobchode. Jedná sa najmä o profesie ako predavači, pokladníci, predavači lístkov, obchodní zástupcovia a pracovníci v skladoch. Z odvetví spracovateľského priemyslu je to práve výroba motorových vozidiel, návesov a prívosov, ktorá má veľký podiel vysoko ohrozených zamestnancov automatizáciou. Jedná sa najmä o profesie ako montážni pracovníci v strojárkej výrobe

(operátori) či montážni pracovníci elektrických zariadení. Z ostatných odvetví to je najmä výroba strojov a zariadení, výroba kovových konštrukcií a výroba a spracovanie kovov.

V druhej kapitole sme sa zaoberali výskumom kvalitatívnych zmien v pracovných podmienkach v dôsledku digitalizácie. Na základe dostupných štatistických dát a vlastného kvalitatívneho výskumu sme ukázali, že aj keď slovenských pracujúcich zatiaľ neohrozuje priamo strata pracovných miest v dôsledku digitalizácie a automatizácie, zmeny v pracovných podmienkach sú už identifikovateľné. Celkový efekt zmien v pracovných úlohách v dôsledku automatizácie na vyplatený objem miezd na Slovensku bol v období rokov 2000 až 2017 veľmi malý. Nahrádzanie práce kapitálom bolo kompenzované novými činnosťami. Z dotazníkového prieskumu vyplýva, že zamestnanci tieto kvantitatívne zmeny priamo nepociťujú. Často sa pri automatizácii skôr zvýši pracovné tempo zamestnanca tým, že dostane na starosť niekoľko automatizovaných pracovných postupov, ktorým musí asistovať. Zároveň ale automatizácia pre operátorov znamená, že ich autonómia rozhodovania sa znižuje, a teda aj ich pridaná hodnota v práci sa znižuje. To znamená, že zamestnanci pri obsluhu strojov a zariadení budú ľahšie zameniteľní, čo znižuje ich vyjednávaciu pozíciu voči zamestnávateľovi a znamená to pre mnohých aj horšie postavenie na trhu práce. Táto situácia si v nadväznosti napr. na už dlhšie prebiehajúce diskusie v Nemecku (ktoré zohralo pioniersku úlohu v zavádzaní princípov Priemyslu 4.0) o humanizácii sveta práce a o zavádzaní tzv. skupinovej práce vyžaduje nové pohľady a koncepcie na vzťah človek – stroj vychádzajúce z komplementarity tohto vzťahu vo výrobných systémoch podporovaných najnovšími informačnými a komunikačnými technológiami.

Slovensko je v zavádzaní robotov v prepočte na zamestnanca vďaka automobilovému priemyslu medzi poprednými krajinami Európskej únie. A to napriek relatívne nízkym mzdovým nákladom na zamestnanca v minulosti. Miera automatizácie je tak u nás vyššia ako naznačujú relatívne mzdové náklady. Tento fakt súvisí s viacerými aspektmi vývoja. Relatívne nízke mzdy súvisia s nízkou produktivitou práce a preto sa na ne nemožno pozeráť parciálne. Miera automatizácie súvisí nie len s úrovňou, ale aj s očakávanou mierou rastu mzdových

nákladov v porovnaní s rastom produktivity práce. A zároveň zohrávajú významnú rolu demografické aspekty a štruktúra dopytu a ponuky práce, keď v mnohých profesiách existoval relatívny nedostatok ponuky práce.

Pri robotizácii výroby zohrávajú úlohu aj mnohé iné faktory ako len samotná cena práce. Z rozhovorov medzi zástupcami firiem a ich odborových organizácií v Česku a na Slovensku vyplynuli tieto dôležité faktory: i) miera konkurencieschopnosti a neustály tlak na znižovanie nákladov a zvyšovanie efektivity výroby, ii) dostupnosť pracovnej sily, iii) miera synchronizácie dodávateľského reťazca.

Z pohľadu nášho konceptuálneho rámca tak zatiaľ u nás prevládal efekt produktivity, teda nové technológie vytvárali dopyt po ďalších pracovníkoch. Tento dopyt sa ale nutne nepretavoval do zvyšovania kvalifikácie zamestnancov (upskilling), ako to predpokladá literatúra. Skôr naopak, u mnohých manuálnych pozícií vo výrobe dochádzalo skôr k znižovaniu nárokov na zamestnancov. Toto je skutočnosť, ktorú by odborové organizácie na podnikovej úrovni mali vnímať a požadovať programy na zvyšovanie kvalifikácie, a teda aj pridanej hodnoty práce zamestnancov.

Záveru nášho výskumu sú podmienené kontextom hospodárskeho rastu, ako aj rastu miezd v pokrízovom období medzi rokmi 2010 až 2019. Pandémia COVID-19, ktorá vypukla v roku 2020, bude mať určite dopad aj na rozhodovanie sa firiem o digitalizácii a automatizácii. Zavádzanie robotov sa v tomto kontexte zdá výhodnou voľbou, ktorou sa dá predchádzať odstávkam výroby. Je ale nutné dodať, že výroba, ktorá by nepotrebovala ľudskú intervenciu, u nás zatiaľ implementovaná nebola, avšak do budúcnosti bude rásť dopyt po riešeniach, ktoré budú na ľudskom faktore závislé čo najmenej, respektíve výrobné procesy budú riaditeľné na diaľku.

Ako argumentujú Lewney a kol. (2019), čo je technologicky uskutočniteľné, nemusí byť na mikroúrovni (z pohľadu firiem) aj ekonomicky racionálne. Ďalej poukazujú na investičné obmedzenia, zmeny v konkurencieschopnosti, efekty pozdĺž dodávateľských reťazcov

vyplývajúce zo zvýšeného dopytu firiem po nových technológiách, či efekty vyššej produktivity na spotrebiteľský dopyt a predpokladajú, že rozsah, v akom bude pracovná sila v najbližšom desaťročí nahrádzaná robotmi, bude nižšia ako je odhadovaný autormi vychádzajúcim iba z technologickej uskutočniteľnosti takejto substitúcie. Autori teda rozširujú analýzu potenciálnych dopadov automatizácie na zamestnanosť o ďalšie faktory a odhadujú, že v EÚ v roku 2030 bude v dôsledku automatizácie zamestnanosť nižšia o 10 až 16 % oproti zamestnanosti projektovanej bez akcelerácie automatizácie a digitalizácie. Z pohľadu ďalšieho výskumu by bolo zaujímavé a prínosné uskutočniť obdobnú analýzu aj pre Slovensko.

Kľúčovou otázkou v analýze dopadu technologických zmien vyvolaných digitalizáciou a Priemyslom 4.0 je to, do akej miery sa zavádzanie princípov Priemyslu 4.0 a digitalizácie ekonomiky prejaví na raste produktivity. Zahraničné štúdie venované dopadom digitalizácie na rast produktivity na úrovni firiem a odvetví ukazujú, že digitalizácia vplyva pozitívne na rast produktivity firmy. Adopcia digitálnych technológií na odvetvovej úrovni má významný vplyv na rast produktivity na úrovni firmy. Samotná digitalizácia vo vnútri firmy zvyšuje produktivitu a tento efekt je umocnený ak firma funguje v odvetví, ktoré taktiež digitalizuje. Výsledky modelu, ktorý berie do úvahy oneskorený vplyv digitalizácie, vysvetľujú, že nejde o reverznú kauzalitu, a teda, že za rastom produktivity stojí digitalizácia a nie naopak.

Za účelom merania úrovne digitalizácie a jej zmeny v čase predkladáme modifikáciu všeobecne používaného indexu DESI, tzv. DESI – N, ktorý ponúka hlbšie pohľady na faktory ovplyvňujúce úroveň tohto indexu.

Použitím neparametrickej metódy merania produktivity a i z medzinárodného hľadiska originálneho modelu sme ukázali, že zavádzanie robotov v krajinách uvedenej vzorky vytváralo tlak na znižovanie zamestnanosti medzi rokmi 1995 a 2015 v priemere vo výške 14,3 %, na Slovensku vo výške 18 %. Výsledky nášho modelu potvrdzujú, že roboty priamo prispievajú k vytlačaniu práce (negatívny substitučný efekt). Avšak kompenzácia substitučného technologického efektu zvýšeným dopytom po produktoch (v dôsledku rastu

produktivity a následne nižších cien a vyšších miezd) a dopytovými spillover efektami vedie k celkovému rastu zamestnanosti v ekonomike všetkých krajín skúmanej vzorky.

Výsledky našich modelových prepočtov potvrdzujú, že nárast počtu robotov mal pozitívny vplyv na rast reálneho HDP v prevažnej väčšine skúmaných krajín, pričom možno pozorovať vysokú disperziu výsledkov.

Vplyv zmien úrovne digitalizácie sme merali jednotlivými oblasťami nového indexu DESI – N. Tento – i v medzinárodnom porovnaní – originálny postup nám umožňuje analyzovať vplyv zmien jednotlivých zložiek indexu DESI na zmenu HDP. Výsledky ukazujú, že najvýraznejšie sa na raste HDP z tohto pohľadu podieľajú zmeny v úrovni digitálnych verejných služieb (v priemer vo výške 2 %, pričom vo viacerých krajinách je to viac ako 5 % a na Slovensku viac ako 3 %) a v integrácii digitálnych technológií (v priemere viac ako 1 %, pričom vo Fínsku je to viac ako 6 %, v Dánsku a Rakúsku viac ako 3 %), čo je v priemere vyšší efekt ako je efekt zmeny v objeme pracovnej sily. I napriek krátkemu časovému obdobiu možno tieto výsledky považovať za signifikantne pozitívny efekt digitalizácie na hospodársky rast.

V poslednej kapitole sme sa venovali otázke celkového, resp. „čistého“ efektu na trh práce a dopadov na príjmové nerovnosti. Analýza tohto typu založená na porovnaní určitých scenárov vývoja ekonomiky na údajoch za Slovensko presahuje rámec a kapacitné možnosti predloženej štúdie. Autori jednej nemeckej štúdie opierajúcej sa o kombináciu ekonometrického a input-output modelu odhadujú, že napríklad v roku 2025 1,54 milióna pracovných miest zanikne, ale 1,51 milióna pracovných miest vznikne. Nové pracovné miesta by sa mali vytvoriť hlavne v oblasti informačných a komunikačných technológií a tiež aj v oblasti vzdelávania. Naopak, pracovné miesta zaniknú v oblasti priemyselnej výroby, kde je človek ľahšie nahraditeľný technológiami a industriálnymi robotmi.

Analýza „čistého“ efektu Priemyslu 4.0 a digitalizácie pre trh práce na Slovensku by mala byť založená na tomto type modelov umožňujúcim zachytiť vzájomné väzby medzi jednotlivými odvetviami ekonomiky a mohla byť predmetom ďalšej analytickej štúdie.

Pomerne robustný a i teoretickými štúdiami potvrdený je výsledok, že nárast automatizácie a digitalizácie povedie k prehĺbeniu príjmových nerovností a k poklesu mzdovej kvóty. Vzhľadom na vysoký podiel dane z príjmov fyzických osôb na celkových príjmoch štátneho rozpočtu (na Slovensku v návrhu na roky 2021 – 2023 to činí 3,61 mld. eur, resp. niečo viac ako 9 %) ako i príspevkov na sociálne zabezpečenie (druhá najvýznamnejšia časť príjmov rozpočtu verejnej správy) sa vynára otázka príjmovo neutrálnej kompenzácie výpadku v príjmovej časti rozpočtu, a teda otázka daňovej reformy.

Výsledky našej štúdie i naše odporúčania pre potenciálne ďalšie štúdie vnímame v kontexte cieľov a výziev ekonomického a sociálneho rozvoja spoločnosti. „Ak nevieme do akého prístavu sa chceme plaviť, nepomôže nám žiaden priaznivý vietor“ (Seneca). Miera simultánneho naplnenia troch strategických cieľov: ekonomickej dynamiky, sociálnej inklúzie a environmentálnej udržateľnosti by malo byť kritériom pri hodnotení dopadov digitalizácie a Priemyslu 4.0 na ekonomiku a spoločnosť.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

ACEMOGLU, D. – LELARGE, C. – RESTREPO, P. 2020. Competing with Robots: Firm-Level Evidence from France. In NBER Working Paper No. 26738, 2020. Dostupné na internete: <https://www.nber.org/papers/w26738>

ACEMOGLU, D. – RESTREPO, P. 2020. Unpacking Skill Bias: Automation and New Tasks. In NBER Working Paper 26681, 2020. Dostupné na internete: <http://www.nber.org/papers/w26681>

ACEMOGLU, D. – RESTREPO, P. 2020. The wrong kind of AI? Artificial intelligence and the future of labour demand. In Cambridge Journal of Regions, Economy and Society, 13(1), 2020, p. 25-35.

ACEMOGLU, D. – MANERA, A. – RESTREPO, P. 2020. Does the US Tax Code Favor Automation? In NBER Working Paper Series. Working Paper 27052. National Bureau of Economic Research Cambridge, 2020. Dostupné na internete : <http://www.nber.org/papers/w27052>. 71 s.

ACEMOGLU, D. – Restrepo, P. 2020. Robots and jobs: Evidence from US labor markets. In Journal of Political Economy [online]. 2020, vol. 128, pp. 2188-2244. Dostupné na internete: https://www.journals.uchicago.edu/doi/full/10.1086/705716?casa_token=0PIA4IJt4F8AAAAA%3AsuErcnI9zlgylbl-ynExINTCR2m2KEHXDSiZSySUKYrExj_ogN9Js_79yki1z370ce7_a-W9UWKz&

ACEMOGLU, D. – RESTREPO, P. 2019. Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor. In Journal of Economic Perspective. ISSN 08953309, Volume 33, Number 2, Spring 2019, p. 3–30.

ACEMOGLU, D. – RESTREPO, P. 2019. Online Appendix for “Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor”. Dostupné na internete: <http://economics.mit.edu/files/17024>

ACEMOGLU, D. – RESTREPO, P. 2018. The race between man and machine: Implications of technology for growth, factor shares, and employment. In American Economic Review [online]. 2018, vol. 108, pp. 1488-1542. Dostupné na internete: <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/aer.20160696>

ADAROV, A. – STEHRER, R. 2020. New Productivity Drivers: Revisiting the Role of Digital Capital, FDI and Integration at Aggregate and Sectoral Levels. In Working Paper 178. The Vienna Institute for International Economic Studies, 2020.

AHLERT, G. et al. 2009. Das IAB/INFORGEModell. In: vP. Schnur, G. Zika (Hrsg.), Das IAB/INFORGE-Modell – ein sektorales makroökonomisches Projektions- und Simulationsmodell zur Vorausschätzung des längerfristigen Arbeitskräftebedarfs. IAB-Bibliothek 318: Nürnberg, s. 15–175.

AKERMAN, A. – GAARDER, I. – MOGSTAD, M. 2013. The Skill Complementarity of Broadband Internet, Discussion Paper, No. 7762, IZA Institute for the Study of Labor, Bonn. Dostupné na internete: <http://ftp.iza.org/dp7762.pdf>.

ANDREWS, D. – NICOLETTI, G. – TIMILIOTIS, C. 2018. Digital technology diffusion: A matter of capabilities, incentives or both? In OECD Economics Department Working Papers [online]. ISSN 18151973, 2018, No. 1476. Dostupné na internete: https://www.oecd-ilibrary.org/economics/digital-technology-diffusion_7c542c16-en. ISSN 18151973

ARNTZ, M. – GREGORY, T. – ZIERAHN, U. 2016. The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis. Paris: OECD. OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189.

ARNTZ, M. – GREGORY, T. – ZIERAHN, U. 2017. Revisiting the Risk of Automation. In Economic Letters, Vol. 159, October 2017, 157 – 160 pp.

ARNTZ, M. – GREGORY, T. – ZIERAHN, U. 2020. Digitization and the Future of Work: Macroeconomic Consequences. In Handbook of Labor, Human Resources and Population Economics [online]. 2020. Dostupné na internete: https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-319-57365-6_11-1.pdf

ATKINSON, R. D. 2018. Which Nations Really Lead in Industrial Robot Adoption? In Information Technology & Innovation Foundation. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3324659>

BALDWIN, R. – FORSLID, R. 2019. Globotics and development. When manufacturing is jobless and services are tradable. In WIDER Working Paper. ISSN 1798-7237, ISBN 978-92-9256-730-9, 2019, No 14. United Nations University World Institute for Development Economics Research.

BALDWIN, R. 2019. The Globotics Upheaval: Globalization, Robotics and the Future of Work. Oxford University Press. ISBN 9780190901769, 2019

BALLER, S. – DUTTA, S. – LANVIN, B. 2016. Global information technology report. In Geneva: Ouranos [online]. ISSN 978-1-944835-03-3, 2016. Dostupné na internete: https://www.researchgate.net/profile/German_Castro_Bernal/publication/307511712_The_Global_Information_Technology_Report_2016/links/57c7077108ae28c01d4f7da2/The_Global-Information-Technology-Report-2016.pdf.

BARTODZIEJ, CH.J. 2017. The Concept Industry 4.0. Springer Gabler. ISBN 978-3-658-16502-4.

BASCO, S. – MESTIERI, M. 2019. The new globalisation and income inequality. Dostupné na internete: <https://voxeu.org/article/new-globalisation-and-income-inequality>.

BENHAMOU, S. 2018. The world of work in 2030: Four scenarios. In Neufeind, O'Reilly, Ranft (2018) Work in the digital age. Challenges of the fourth industrial revolution. Rowman&Littlefield. London. eBook 978-1-78660-907-6, 2018, p.259-270.

BERGER, T. – FREY, C. 2016. Structural transformation in the OECD: Digitalisation, deindustrialisation and the future of work. OECD Social, Employment and Migration Working Papers No 193.

BESSEN, J. et al. 2020. Don't blame it on the machines: Robots and employment in Europe. In VOX EU [online]. 2020. Dostupné na internete: <https://voxeu.org/article/dont-blame-it-machines-robots-and-employment-europe>

BOCK-SCHAPPELWEIN, J. – FAMIRA-MÜHLBERER, U. – LEONI, T. 2017. Arbeitsmarktchancen durch Digitalisierung. Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, 2017/352-2/S/WIFO/Projektnummer: 7516, p. 9-55.

BONEKAMP, L. – SURE, M. 2015. Consequences of Industry 4.0 on human labour and work organisation. In Journal of Business and Media Psychology. 2015- 6 Issue 1, pp. 33-40. Dostupné na internete: https://journal-bmp.de/wp-content/uploads/04_Bonekamp-Sure_final.pdf

BONIN, H. – GREGORY, T. – ZIERAHN, U. 2015. Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland. Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung.

BOTTHOF, A. – HARTMANN, E. A. 2015. Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Springer Vieweg, 2015. 163 s. ISBN 978-3-662-45914-0

BOWLES, J. 2014. The computerisation of European jobs. Bruegel, Brussels, 2014.

BRYNJOLFSSON, E. – MITCHELL, T. – ROCK, D. 2018. What can machines learn, and what does it mean for occupations and the economy? In AEA Papers and Proceedings, 2018, Vol. 108, p. 43-47.

BRYNJOLFSSON, E. – MITCHELL, T. 2017. What can machine learning do? workforce implications. In Science. ISSN 0036-8075, 2017, 358(6370), p. 1530–1534.

BRZESKI, C. – BURK, I. 2015. Die roboter kommen. Folgen der Automatisierung für den deutschen Arbeitsmarkt. INGDiBa Economic Research, 30.

CANALS, J. – HEUKAMP, F. 2020. The Future of Management in an AI World. Palgrave Macmillan. 254 s. ISBN 978-3-030-20679-6.

CARBONERO, F. – ERNST, E. – WEBER, E., ET AL. 2018. Robots worldwide: The impact of automation on employment and trade. In ILO Research Department Working Paper, (36).

CEDEFOP. 2018. Skills forecast: trends and challenges to 2030. Luxembourg: Publications Office. Cedefop reference series, No 108.

COOPER, W.W. – SEIFORD, L.M. – TONE, K. 2007. A comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software. Data Envelopment Analysis. ISBN 978-0-387-45281-4, 2007, second edition, p. 530.

CROWLEY, F. – DORAN, J. 2019. Automation and Irish Towns: Who's Most at Risk? Spatial and Regional Economics Research Centre, Department of Economics, University College Cork, Cork. SRERCWP2019-1. Dostupné na internete: https://www.ucc.ie/en/media/projectsandcentres/srerc/SRERCWP2019-1_upload.pdf

CSÉFALVAY, Z. 2019. Robotization in Central and Eastern Europe: catching up or dependence? In European Planning Studies, Vol. 28, Issue 8, 2020. p 1534 – 1553. DOI: 10.1080/09654313.2019.1694647

DACHS, B. – ZANKER, CH. 2014. Backshoring of Production Activities in European Manufacturing. Bulletin of European Manufacturing Survey. Number 3.

DASH, B. 2018. Schlüsseltechnologien der Digitalisierung und ihre Effekte auf die Außenwirtschaft. In FIW Policy Brief, 2018, Nr. 41, s. 1-9.

DASCH, B. – KINKEL, S. – JÄGER, A. 2019. Bringing it all back home? Backshoring of manufacturing activities and the adoption of Industry 4.0 technologies. In Journal of World Business. ISSN 1090-9516, 2019, vol. 54, Issue 6, s. 1-15.

DAUTH, W. et al. 2017. German robots-the impact of industrial robots on workers. In Discussion Paper DP12306. Centre for Economic Policy Research. ISSN 0265-8003, 2017.

DECANIO, S. J. 2016. Robots and humans - complements or substitutes? In Journal of Macroeconomics. ISSN 0164-0704, 2016, vol. 49, s. 280-291. Dostupné na internete: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S016407041630043X?token=7C6D3676BF0D4891C55820A284736097B13757D97FD991BA7FA6486BDF8FF27820683E13748E1C282DC80F0B497397E4>

DEL GATTO, M. – DI LIBERTO, A. – PETRAGLIA, C. 2011. Measuring Productivity. In Journal of Economic Surveys. E-ISSN(s) 1467-6419, 2011, vol. 25, no. 5, pp. 952–100.

DENGLER, K. – MATTHES, B. 2018. The impacts of digital transformation on the labour market_Substitution potentials of occupations in Germany. In Technological Forecasting and Social Change. ISSN 0040-1625, 2018, vol. 137, s. 304-316.

DHYNE, E. et al. 2018. IT and productivity : A firm level analysis, Working Paper Research, No. 346, National Bank of Belgium. ISSN 1784-2476 (online), 2018. Dostupné na internete <https://www.nbb.be/doc/oc/repec/reswpp/wp346en.pdf>

DÖRRENBÄCHER, C. et al. 2018. Cross-border standardisation and reorganisation in European multinational companies. ETUI Report, 141.

DRAHOKOUPIL, J. – FABO, B. 2019. The limits of foreign-led growth: Demand for digital skills by foreign and domestic firms in Slovakia. In NBS working paper 7/2019. ISSN 2585-9269 (online). Dostupné na internete: www.nbs.sk/en/publications-issued-by-the-nbs/research-publications

EASC report. 2018. European Sector Skill Council. Automotive Industry: Report. Available at: <https://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=18795&langId=en>

ERTURK, K. A. 2019. Where Did Good Jobs Go? Acemoglu and Marx on Induced (Skill Replacing) Technical Change (No. 2019_02). University of Utah, Department of Economics.

EUROPEAN COMMISSION. 2020. The Digital Economy and Society Index, DESI 2020. Dostupné na internete: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>

EURÓPSKA KOMISIA. 2020. Index digitálnej ekonomiky a spoločnosti (DESI): Správa o krajine za rok 2019. In Európska komisia [online]. 2020. Dostupné na internete: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/scoreboard/slovakia>

FÄRE, R. et al. 2018. Pollution abatement and employment. In Empirical economics. ISSN 0377-7332, 2018, vol. 54, issue 1, pp.259-285.

FERNÁNDEZ-MACÍAS, E. – HURLEY, J. – BISELLO, M. 2016. What do Europeans do at work? A task-based analysis: European Jobs Monitor. In Publications Office of the European Union, ISBN 978-92-897-1468-6, dostupné na internete: <https://www.eurofound.europa.eu/publications/report/2016/labour-market/what-do-europeans-do-at-work-a-task-based-analysis-european-jobs-monitor-2016>

FOSSSEN, F. M. – SORGNER, A. 2018. The effects of digitalization on employment and entrepreneurship. Dostupné na internete:

http://conference.iza.org/conference_files/MacroEcon_2018/sorgner_a21493.pdf

FREY, C. – OSBORNE, M. 2013. The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation, University of Oxford.

FREY, C. B. – OSBORNE, M. A. 2017. The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? In Technological Forecasting & Social Change, 2017, vol. 114, issue C, p. 254-280

FREY, C. B. 2020. The technology trap: Capital, labor, and power in the age of automation. Princeton University Press.

GAL, P. et al. 2019. Digitalization and Productivity_In Search of the Holy Grail_Firm-level Empirical Evidence from European Countries. In OECD Economics Department Working Papers [online]. ISSN 18151973, 2019, No. 1533 Dostupné na internete: <https://www.oecd-ilibrary.org/content/paper/5080f4b6-en>

GAL, P.N. 2013. Measuring Total Factor Productivity at the Firm Level using OECD-ORBIS. In OECD Economics Department Working Papers [online]. ISSN 18151973, 2013, No. 1049 [cit. 2020.10.19.]. Dostupné na internete: https://www.oecd-ilibrary.org/economics/measuring-total-factor-productivity-at-the-firm-level-using-oecd-orbis_5k46dsb25ls6-en

GALGÓCZI, B. (2019). Two faces of (a) just transition: the coal story and the car story. Chapter 1. In Galgóczi, B. Towards a just transition: coal, cars and the world of work. ISBN PDF 978-2-87452-545-2. P.276. Dostupné na internete: <https://www.etui.org/publications/books/towards-a-just-transition-coal-cars-and-the-world-of-work>

GASTEIGER, E. – PRETTNER, K. 2020. Automation, stagnation, and the implications of a robot tax, ECON WPS, No. 02/2020, Vienna University of Technology, Institute of Mathematical Methods in Economics, Vienna.

GEIGER, N. – PRETTNER, K. – SCHWARZER, J. A. 2018. Die Auswirkungen der Automatisierung auf Wachstum, Beschäftigung und Ungleichheit. In Perspektiven der Wirtschaftspolitik. ISSN 1465-6493, 2018, vol. 19, Issue 2, p. 59–77, eISSN 1468-2516,

GOOS, M. et al. 2019. The impact of Digital Transformation on EU Labour Markets. European Commission.

GORDON, R.J. – SAYED, H. 2019. The Industry Anatomy of the Transatlantic Productivity Growth Slowdown: Europe Chasing the American Frontier. In International Productivity Monitor [online]. 2019, vol. 37, pp. 3-38. Dostupné na internete: <https://search.proquest.com/openview/9dbae9f2711bc25ba5c1e0cd2452aace/1?pq-origsite=gscholar&cbl=54904>

GRAETZ, G. – MICHAELS, G. 2015. Robots at work. In CEP Discussion Paper No 1335. ISSN 2042-2695, 2015.

GRAETZ, G. – MICHAELS, G. 2018. Robots at work. In Review of Economics and Statistics. ISSN 0034-6535, 2018, vol. 100, Issue 5, December 2018, p.753-768

GREGORY, T. – SALOMONS, A., – ZIERAHN, U. 2016. Racing with or against the machine? Evidence from Europe. Evidence from Europe (July 15, 2016). ZEW-Centre for European Economic Research Discussion Paper, (16-053).

GUNTHER, T. 2016. Geht der Arbeitsgesellschaft die Arbeit aus? In WIFO-Monatsberichte 89 {12}, p. 853-871.

HAWKSWORTH, J. – BERRIMAN, R. – GOEL, S. 2018. Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long term impact of automation. PricewaterhouseCoopers LLP (PwC) 2018. Dostupné na internete: https://www.pwc.com/hu/hu/kiadvanyok/assets/pdf/impact_of_automation_on_jobs.pdf

HENDERSON, D.J. – RUSSELL, R.R. 2005. Human capital and convergence: a production-frontier approach. In International Economic Review. 2005, vol. 46, issue 4, pp.1167-1205.

HERICH, J. 2016. Uplatnenie absolventov stredných škôl v praxi. Centrum vedecko-technických informácií SR Bratislava 2016.

CHIACCHIO, F. – PETROPOULOS, G. – PICHLER, D. 2018. The impact of industrial robots on EU employment and wages: A local labour market approach. Bruegel.

INTERNATIONAL LABOR ORGANIZATION. 2018. Global Wage Report 2018/19. Geneva: International Labour Office. S. 172. ISBN 978-92-2-031-346-6.

ITO, A. 2019. Digital China: A Fourth Industrial Revolution with Chinese Characteristics? Asia-Pacific Review, 26:2, 50-75, DOI: 10.1080/13439006.2019.1691836.

JONA-LASINIO, C. – MELICIANI, V. 2019. Global Value Chains and Productivity Growth in Advanced Economies: Does Intangible Capital Matter?. In International Productivity Monitor [online]. 2019, vol. 36, pp.53-78. Dostupné na internete: https://www.researchgate.net/profile/Cecilia_Jona_lasinio/publication/334052001_Global_Value_Chains_and_Productivity_Growth_in_Advanced_Economies_Does_Intangible_Capital_Matter/links/5d21c62f458515c11c18dd56/Global-Value-Chains-and-Productivity-Growth-in-Advanced-Economies-Does-Intangible-Capital-Matter.pdf

KAGERMANN, H. 2015. Change through digitization – Value creation in the age of Industry 4.0. In Management of permanent change (pp. 23-45). Springer Gabler, 2015, Wiesbaden.

KALMBACH, P. – KURZ, H.D. 1992. Chips und Jobs. Zu den Beschäftigungswirkungen des Einsatzes programmgesteuerter Arbeitsmittel. Marburg : Metropolis-Verlag, 1992.

KALMBACH, P. – KURZ, H.D. 1990. Micro-Electronics And Employment: A Dynamic Input-Output Study Of the West German Economy. Structural Change and Economic Dynamics. ISSN 0954-349X , 1990. vol.1, no.2.

KATZ, R.L. and KOUTROUMPIS, P. 2013. Measuring digitization: A growth and welfare multiplier. In Technovation [online]. 2013, 33(10-11), pp.314-319. Dostupné na internete: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0166497213000667>

KATZ, R.L. et al. 2010. The impact of broadband on jobs and the German economy. In Intereconomics [online]. 2010, vol. 45, pp.26-34. Dostupné na internete: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10272-010-0322-y>

KATZ, R.L. 2009. Estimating broadband demand and its economic impact in Latin America. In Proc. 3rd ACORN-REDECOM [online]. 2009, pp.1-20. Dostupné na internete: https://www.researchgate.net/profile/Raul_Katz/publication/237477145_ESTIMATING_BROADBAND_DEMAND_AND_ITS_ECONOMIC_IMPACT_IN_LATIN_AMERICA/links/56a2104f08ae27f7de292cfd/ESTIMATING-BROADBAND-DEMAND-AND-ITS-ECONOMIC-IMPACT-IN-LATIN-AMERICA.pdf

KEISTER, R., – LEWANDOWSKI, P. 2017. A routine transition in the digital era? The rise of routine work in Central and Eastern Europe. In Transfer: European Review of Labour and Research. ISSN 1024-2589, 2017, vol. 23, Issue 3, p. 263-279.

KERGROACH, S. 2017. Industry 4.0: New Challenges and Opportunities for the Labour Market. In Foresight and STI Governance, vol. 11, no 4, pp. 6–8. DOI: 10.17323/2500-2597.2017.4.6.8

KOUTROUMPIS, P. 2009. The economic impact of broadband on growth: A simultaneous approach. In Telecommunications policy [online]. 2009, vol. 33(9), pp.471-485. Dostupné na internete: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308596109000767>

KRETSCHMER, T. 2012. Information and communication technologies and productivity growth. In OECD Digital Economy Papers [online]. ISSN 20716826 , 2012, No. 195. Dostupné na internete: https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/information-and-communication-technologies-and-productivity-growth_5k9bh3jllgs7-en.

KROPP, P. – DENGLER, K. 2019. The Impact of Digital Transformation on Regional Labour Markets in Germany: Substitution Potentials of Occupational Tasks. In Weizenbaum Conference, p. 8.

KRZYWDZINSKI, M. 2019. Globalisation, decarbonisation and technological change: challenges for the German and CEE automotive supplier industry. Chapter 8. In Galgóczi, B. Towards a just transition: coal, cars and the world of work. ISBN PDF 978-2-87452-545-2. P.276. Dostupné na internete: <https://www.etui.org/publications/books/towards-a-just-transition-coal-cars-and-the-world-of-work>

LEFEUVRE, A-G. – GUGA, S. 2019. Troubled waters ahead: what's next for the European automobile industry and jobs? Chapter 6. In Galgóczi, B. Towards a just transition: coal, cars and the world of work. ISBN PDF 978-2-87452-545-2. P.276. Dostupné na internete: <https://www.etui.org/publications/books/towards-a-just-transition-coal-cars-and-the-world-of-work>

LEITNER, S. – STEHRER, R. 2019. The Automatisisation Challenge Meets the Demographic Challenge: In Need of Higher Productivity Growth. Discussion paper 117. European Commission. October 2019. ISBN 978-92-76-11185-6, ISSN 2443-8022, doi:10.2765/657665. Dostupné na internete: https://ec.europa.eu/info/publications/economic-and-financial-affairs-publications_en

LEHR, W.H. et al. 2006. Measuring broadband's economic impact. In ESD Working Papers [online]. 2006, ESD-WP-2006-02. Dostupné na internete: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/102779>

LEWNEY, R. – ALEXANDRI, E. – STORRIE, D. 2019. Technology scenario: employment implications of radical automation. In Publications Office of the European Union, Luxembourg. ISBN 978-92-897-1842-4, 2019. Dostupné na internete : <http://eurofound.link/fomeef18009>

LORENZ, M. et al. 2019. Man and Machine in Industry 4.0. How will technology transform the industrial workforce through 2025. Boston Consulting Group. September 2015. Dostupné na internete: https://image-src.bcg.com/Images/BCG_Man_and_Machine_in_Industry_4_0_Sep_2015_tcm9-61676.pdf

LUPTÁČIK, M. 2019. Digitalizácia a Priemysel 4.0; Budeme mať dosť práce? Slovenská sporiteľňa 2019.

LUPTÁČIK, M. a kol. 2016. Spracovateľský priemysel na Slovensku: stav a perspektívy rozvoja. Bratislava: Katedra hospodárskej politiky NHF EUBA.

LUPTÁČIK, M. 2010. Mathematical Optimization and Economic Analysis. New York, NY, USA : Springer. ISBN 978-0-387-89551-2, 2010, p-307.

MAHLBERG, B. – KOLLER, W. 2020. Macroeconomic aspects of networked digital production. Industriewissenschaftliches Institut 2020. Bratislava, February 2020.

MAIER, T. - MÖNNIG, A. – ZIKA, G. 2015. Labour Demand in Germany By Industrial Sector, Occupational Field and Qualification Until 2025 – Model Calculations Using the IAB/Inforge Model, Economic System Research, 27:1, 19-42, DOI: 10.1080/09535314.2014.997678.

MANYIKA, J. et al. 2017. A Future that Works: Automation, Employment, and Productivity. McKinsey Global Institute, 2017. Dostupné na internete: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/Digital%20Disruption/>

[Harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/MGI-A-future-that-works-Executive-summary.ashx](#)

MARTINÁK, D. 2017. Povolanie robot. In Inštitút vzdelávacej politiky Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR, Komentár 01/2017.

MARTIŠKOVÁ, M. 2019. Budúcnosť pracujúcich v automobilovom priemysle na Slovensku. Fridrich Ebert Stiftung. Dostupné na internete: <http://www.fesprag.cz/news-list/e/buducnost-pracujucich-v-automobilovom-priemysle-na-slovensku/>

MARTIŠKOVÁ, M. 2020. The transformation of jobs and working conditions: Towards a policy response. In Drahoukoupil, J. (ed.) The challenge of digital transformation in the automotive industry, ETUI, Brussels.

McGOWAN, M.A. – ANDREWS, D. – MILLOT, V. 2017. Walking Dead?: Zombie Firms and Productivity Performance in OECD Countries. In OECD Economics Department Working Papers [online]. ISSN 18151973, 2017, No. 1372. Dostupné na internete: https://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-walking-dead_180d80ad-en. ISSN 18151973

MIHAYLOV, E. S. – TIJDENS, K. 2019. Measuring the Routine and Non-Routine Task Content of 427 Four-Digit ISCO-08 Occupations. 035/V ed. Tinbergen Institute Discussion Paper Series. Vol. 2019, No. 035/V. Amsterdam: Tinbergen Institute, 2019

MICHLITS, D. – MAHLBERG, B. – HAISS, P. R. 2019. Industry 4.0 – The Future of Austrian Jobs. Dostupné na internete: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3461525

MIRRI. 2019. Stratégia digitálnej transformácie Slovenska 2030. Dostupné na: <https://www.mirri.gov.sk/wp-content/uploads/2019/06/Strategia-digitalnej-transformacie-Slovenska-2030.pdf>.

MÖNNIG, A. – MAIER, T. – ZIKA, G. 2019. Economy 4.0 – Digitalisation and Its Effect on Wage Inequality. In Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik. ISSN 0021-4027, eISSN 2366-

Tento projekt sa realizuje vďaka podpore z Európskeho sociálneho fondu a Európskeho fondu regionálneho rozvoja v rámci Operačného programu Ľudské zdroje.

049X, 2019, Volume 239. Issue 3. Pages 363–398. DOI: <https://doi.org/10.1515/jbnst-2017-0151>, Published online 21 June 2019

MORGANTI, L. et al. 2014. Using a digitization index to measure the economic and social impact of digital agendas. In Emerald Group Publishing Limited [online]. ISSN 1463-6697, 2014. Vol. 16 No. 1, pp. 32-44. Dostupné na internete: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/info-10-2013-0051/full/html?casa_token=EddP_eBRx6oAAAAA:QKwRIwLffAoZTPY1oecrHimqnnq-g_yShL_ALzTVrYvvZuV_SO3jloloC4wa6huDmd-TwG8FTZ5Ps5ISXvIk_dgs9IWuBSnUM_OTCzQD5Wlt0sSeGf0

MORVAY, K. 2013. Rast kapitálovej náročnosti ako jedna z príčin nízkej mzdovej kvóty na Slovensku. Dostupné na internete: http://www.derivat.sk/files/2013%20casopis/2013_Jul_Morvay.pdf.

NAGL, W. – TITEL, G. – VALKOVÁ, K. 2017. Digitalisierung der Arbeit: Substituierbarkeit von Berufen im Zuge der Automatisierung durch Industrie 4.0. Institut für Höhere Studien (IHS), Wien.

Národná stratégia zamestnanosti Slovenskej republiky do roku 2020. 2014. Dostupné na internete: <https://www.employment.gov.sk/files/slovensky/praca-zamestnanost/podpora-zamestnanosti/narodna-strategia-zamestnanosti-slovenskej-republiky-do-roku-2020.pdf>

National Center for Education Statistics., n.a. Getting Started with the PIAAC Data. Dostupné na internete: https://nces.ed.gov/training/datauser/PIAAC_02.html.

NAUDÉ, W. – SURDEJ, A. – CAMERON, M. 2019. The Past and Future of Manufacturing in Central and Eastern Europe: Ready for Industry 4.0? In IZA Discussion Paper [online]. 2019, No. 12141. Dostupné na internete: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3390128

NEDELKOSKA, L. – QUINTINI, G. 2018. Automation, skills use and training. OECD Social, Employment and Migration. In Working Papers No. 202, DELSA/ELSA/WD/SEM(2018)3, dostupné na internete: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/2e2f4eea-en.pdf?expires=1601403396&id=id&accname=guest&checksum=B94F346A4C32716F0811167CD274EB08>

NOVTA, N. – PUGACHEVA, E. 2019. Manufacturing jobs and inequality: Why is the U.S. experience different? IMF working paper WP/19/191. ISBN/ISSN: 9781498320450/1018-5941. Dostupné na internete: <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2019/09/13/Manufacturing-Jobs-and-Inequality-Why-is-the-U-S-47001>

OECD. 2017. The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264271036-en>.

OECD. 2019. PIACTOOLS: Stata® programs for statistical computing using PIAAC data. Dostupné na internete: http://www.oecd.org/skills/piaac/PIACTOOLS_16OCT_for_web.pdf

OESCH, D. – PICCITTO, G. 2017. Upgrading, not Job Polarization. Occupational Change in Germany, Spain, Sweden and the UK, 1992-2015. ESCR conference, Milano.

OSTERRIEDER, P. – BUDDE, L. – FRIEDLI, T. 2020. The smart factory as a key construct of industry 4.0: A systematic literature review. In International Journal of Production Economics [online]. 2020, vol. 221, p.107476. Dostupné na internete: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527319302865>

PAJARINEN, M. – ROUVINEN, P. – EKELAND, A. 2015. Computerization threatens one-third of Finnish and Norwegian employment. In Etna Brief. ISSN-L 2323-2463, ISSN 2323-2463, 2015, no. 34, p. 1–8.

PAJARINEN, M. – ROUVINEN, P. 2014. Computerization threatens one third of Finnish employment. In Etna Brief, ISSN-L 2323-2463, ISSN 2323-2463, 2014, no. 22, p. 1-6.

PAVLÍNEK, P. 2018. Global production networks, foreign direct investment, and supplier linkages in the integrated peripheries of the automotive industry. In Economic Geography. ISSN 0013-0095, 2018, Volume 94, Issue 2, p. 141-165

PAVLÍNEK, P. 2019. Restructuring and internationalization of the European automotive industry. In Journal of Economic Geography. ISSN 0013-0095, Volume 20, Issue 2, March 2020, Pages 509–541

PECIAR, V. – WITTEMANN, P. 2019. O firmách a ľuďoch. Determinanty produktivity a efektívnej alokácie zdrojov medzi slovenskými firmám. In Komentáre, 2019, č. 14. Publikácie IFP Ministerstvo financií SR. Dostupné na internete: <https://www.mfsr.sk/sk/financie/institut-financnej-politiky/publikacie-ifp/komentare/komentare-z-roku-2019/>

PERRY, A. 2017. User Guide for the German PIAAC Scientific Use File. In GESIS Papers 2017/23. ISSN 2364-3781, 29 p. Dostupné na internete: https://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/54438/ssoar-2017-perry_et_al-User_Guide_for_the_German.pdf?sequence=1&isAllowed=y&lnkname=ssoar-2017-perry_et_al-User_Guide_for_the_German.pdf

PETERS, M.A. 2017. Technological unemployment: Educating for the fourth industrial revolution, Educational Philosophy and Theory, 49:1, 1-6, DOI: 10.1080/00131857.2016.1177412

PIGGIN, R. 2016. Risk in the Fourth Industrial Revolution. ITNOW. 58. 34-35. DOI: 10.1093/itnow/bww073.

PORTER, M. E. – HEPPELMANN, J. E. 2014. How smart, connected products are transforming competition. In Harvard Business Review, 92(11), 64-88.

POULIAKAS, K. 2018. Determinants of Automation Risk in the EU Labour Market: A Skills-Needs Approach. No. 11829. IZA Discussion Papers, 2018.

PRETTNER, K. – STRULIK, H. – KRENZ, A. 2018. Robots, reshoring, and the lot of low-skilled workers. In Cege Discussion Papers. ISSN 1439-2305, 2018, No 351, July 2018.

PRETTNER, K. – STRULIK, H. 2019. Innovation, automation, and inequality-Policy challenges in the race against the machine. In Journal of Monetary Economics. ISSN: 0304-3932, Article in Press 14. november 2019, s. 1-17, dostupné na internete: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304393219301965?via%3Dihub>

PRETTNER, K. 2016. The implications of automation for economic growth and the labor share of income, ECON WPS, No. 04/2016, Vienna University of Technology, Institute of Mathematical Methods in Economics, Vienna.

REIMANN, M. – ABENDROTH, A-K. – DIEWALD, M. 2020. How digitalized is work in large German workplaces, and how is digitalized work perceived by workers? A new employer-employee survey instrument. In IAB-Forschungsbericht, ISSN 2195-2655, 08/2020), Nürnberg, 77 p.

REMES, J. – MISCHKE, J. – KRISHNAN, M. 2018. Solving the productivity puzzle: The role of demand and the promise of digitization. In International Productivity Monitor [online]. 2018, vol. 35, pp28-51. Dostupné na internete: <http://www.csls.ca/ipm/35/remes-mischke-Krishnan.pdf>

RODRIK, D. 2017. Politicians cannot bring back old-fashioned factory jobs. In The Economist. Dostupné na internete: <https://www.economist.com/news/briefing/21714330-they-dont-make-em-any-more-politicians-cannot-bring-back-old-fashioned-factory-jobs>.

SABBAGH, K. et al. 2012. Maximizing the impact of digitization. In The global information technology report, [online]. 2012, pp.121-133. Dostupné na internete: <https://core.ac.uk/download/pdf/30679485.pdf#page=147>

SCHWAB, K. 2017. The Fourth Industrial Revolution. New York: Crown Publishing Group. ISBN: 978-1-944835-01-9.

SCHWAB, K. et al. 2018. Shaping the fourth industrial revolution. World Economic Forum. 287 s. ISBN: 978-1944835149.

STRÖTZEL, M. – BRUNKHORST, CH. 2019. Managing the transformation of the German automotive industry. Chapter 9. In Galgóczi, B. Towards a just transition: coal, cars and the world of work. ISBN PDF 978-2-87452-545-2. P.276. Dostupné na internete: <https://www.etui.org/publications/books/towards-a-just-transition-coal-cars-and-the-world-of-work>

SUTA, C. – BARBIERI, L. – MAY-GILLINGS, M. 2018. Future Employment and Automation. In Quaderni Fondazione G. Brodolini, STUDI e RICERCHE. ISBN 9788895380452, 2018, vol. 61, p. 17-43. Dostupné na internete : http://www.fondazionebrodolini.it/sites/default/files/pubblicazioni/file/q61_x_web_cor_0.pdf

TICHY, G. 2016. Geht der Arbeitsgesellschaft die Arbeit aus? In WIFO Monatsberichte. 2016, vol. 89, Issue 12, p. 853 – 871.

TIMMER, M. et al. 2007. EU KLEMS Growth and Productivity Accounts Version 1.0 PART I Methodology. Dostupné online na internete: [http://euklems.net/data/EUKLEMS Growth and Productivity Accounts Part II Sources.pdf](http://euklems.net/data/EUKLEMS_Growth_and_Productivity_Accounts_Part_II_Sources.pdf)

TREXIMA. 2019. METODICKÉ POKYNY pre štatistické zisťovania o cene práce ISCP (MPSVR SR)

1-04. Dostupné na: <https://www.trexima.sk/wp-content/uploads/2019/06/Methodika-ISCP.pdf>.

VAN ARK, B. 2016. The productivity paradox of the new digital economy. In International Productivity Monitor [online]. 2016, vol. 31, pp. 3-18. Dostupné na internete:

<https://www.semanticscholar.org/paper/The-Productivity-Paradox-of-the-New-Digital-Economy-Ark/b360b971d6b3043fb5e16013eec0d5775ae3ade2?p2df>

VERMEULEN, B. et al. 2018. The Impact of Automation on Employment : Just the Usual Structural Change ? In Sustainability. Volume 10, Issue 5. ISSN 2071-1050. Dostupné na internete : <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/5/1661/htm>

VITÁLOŠ, M. 2019. Automation and labor demand in European countries A task-based approach to wage bill decomposition. Dissertation project. KHP NHF EU v Bratislave, 2019.

VYSVETLIVKY ISCO-08. Štatistický úrad Slovenskej republiky. Dostupné na internete: http://ipsa.sk/wp-content/uploads/2018/02/isco08_doc02.pdf

WOLTER, M. I. et al. 2019. Wirtschaft 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Ökonomie – Szenario-Rechnungen im Rahmen der fünften Welle. Wissenschaftliche Diskussionspapiere des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB). Bonn, 2019. 49 s., ISBN 978-3-8474-2358-4.

WOLTER, M. I. et al. 2016. Economy 4.0 and its labour market and economic impacts: Scenario calculations in line with the BIBB-IAB qualification and occupational field projections. In Institut für Arbeitsmarkt-und Berufsforschung (IAB) [online]. 2016, No. 201613. Dostupné na internete: https://ideas.repec.org/p/iab/iabfob/201613_en.html

WORLD BANK. 2020. Trading for development in the age of global value chains. International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, A World Bank Group Flagship Report. 2020. 266 s. ISBN 978-1-4648-1457-0

XU, M. – DAVID, J. M. – KIM, S.H. 2018. The Fourth Industrial Revolution: Opportunities and Challenges. International Journal of Financial Research. 9. 90. 10.5430/ijfr.v9n2p90.

ZENTRUM RESSOURCENEFFIZIENZ. 2017. Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0. VDI ZRE Publikationen Studien.

PRÍLOHY

Príloha 1: Odvetvia na Slovensku zoradené zostupne podľa podielu profesií s vysokým rizikom automatizovateľnosti (nad 70 %) na zamestnanosti daného odvetvia podľa Frey a Osborne (2013), 2019

Názov odvetvia (SK NACE)	Ohrozené pracovné miesta	Podiel na celkovej zam. odvetvia
80 Bezpečnostné a pátracie služby	32422,48	95,6 %
56 Činnosti reštaurácií a pohostinstiev	38029,44	84,1 %
18 Tlač a reprodukcia záznamových médií	3501,247	79,4 %
69 Právne a účtovnícke činnosti	23234,99	77,4 %
22 Výroba výrobkov z gumy a plastu	38391,86	75,9 %
14 Výroba odevov	12159,89	75,6 %
31 Výroba nábytku	15454,4	73,6 %
28 Výroba strojov a zariadení i. n.	49559,59	72,5 %
16 Spracovanie dreva a výroba výrobkov z dreva a korku okrem nábytku; výroba predmetov zo slamy a prúteného materiálu	13850,92	72,0 %
10 Výroba potravín	33768,17	70,1 %
25 Výroba kovových konštrukcií okrem strojov a zariadení	49824,23	69,3 %
29 Výroba motorových vozidiel, návesov a prívesov	77178,43	68,9 %
47 Maloobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov	129538	68,6 %
01 Pestovanie plodín a chov zvierat, poľovníctvo a služby s tým súvisiace	41342,46	67,7 %
74 Ostatné odborné, vedecké a technické činnosti	2794,905	67,3 %
96 Ostatné osobné služby	3801,724	67,2 %
53 Poštové služby a služby kuriérov	10975,95	67,2 %
23 Výroba ostatných nekovových minerálnych výrobkov	13510,38	67,1 %
77 Prenájom a lízing	2040,543	65,6 %
32 Iná výroba	6361,533	65,4 %

24 Výroba a spracovanie kovov	19192,27	64,9 %
30 Stavba lodí a člnov	3148,749	64,0 %
17 Výroba papiera a papierových výrobkov	6334,252	63,9 %
21 Výroba základných farmaceutických výrobkov a farmaceutických prípravkov	1583,043	63,5 %
13 Výroba textilu	4409,004	62,9 %
78 Sprostredkovanie práce	20460,22	59,4 %
55 Ubytovanie	15753,39	56,3 %
20 Výroba chemikálií a chemických produktov	6642,808	55,8 %
08 Iná ťažba a dobývanie	2554,889	55,3 %
15 Výroba kože a kožených výrobkov	5869,915	52,7 %
43 Špecializované stavebné práce	23985,8	50,7 %
93 Športové činnosti	5936,671	50,2 %
41 Výstavba budov	19405,05	48,6 %
46 Veľkoobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov	69967,35	48,3 %
73 Reklama a prieskum trhu	7813,185	48,0 %
82 Administratívne, pomocné kancelárske a iné obchodné pomocné činnosti	14280,65	46,9 %
42 Inžinierske stavby	14436,78	44,4 %
68 Činnosti v oblasti nehnuteľností	19122,16	44,1 %
36 Zber, úprava a dodávka vody	6177,456	43,5 %
11 Výroba nápojov	3177,242	41,0 %
84 Verejná správa a obrana; povinné sociálne zabezpečenie	68901,19	40,9 %
66 Pomocné činnosti finančných služieb a poistenia	1408,752	39,0 %
91 Činnosti knižníc, archívov, múzeí a ostatných kultúrnych zariadení	4107,146	38,3 %
33 Oprava a inštalácia strojov a prístrojov	7950,188	36,5 %
02 Lesníctvo a ťažba dreva	3820,406	36,5 %
27 Výroba elektrických zariadení	18537,83	36,0 %
45 Veľkoobchod a maloobchod a oprava motorových vozidiel a motocyklov	13768,32	35,7 %
35 Dodávka elektriny, plynu, pary a studeného vzduchu	9318,572	35,3 %

38 Zber, spracúvanie a likvidácia odpadov; recyklácia materiálov	7873,875	35,1 %
64 Finančné služby okrem poistenia a dôchodkového zabezpečenia	11520,51	34,8 %
70 Vedenie firiem; poradenstvo v oblasti riadenia	10089,04	34,0 %
61 Telekomunikácie	4250,869	32,5 %
26 Výroba počítačových, elektronických a optických výrobkov	6937,017	31,0 %
88 Sociálna práca bez ubytovania	2099,418	30,1 %
65 Poistenie, zaistenie a dôchodkové zabezpečenie okrem povinného sociálneho poistenia	2890,096	29,5 %
52 Skladové a pomocné činnosti v doprave	14859,37	27,9 %
58 Nakladateľské činnosti	853,5754	24,0 %
71 Architektonické a inžinierske činnosti; technické testovanie a analýzy	8081,272	23,9 %
81 Činnosti súvisiace s údržbou zariadení a krajinou úpravou	4392,693	22,0 %
90 Tvorivé, umelecké a zábavné činnosti	2303,591	21,9 %
72 Vedecký výskum a vývoj	1926,036	19,6 %
49 Pozemná doprava a doprava potrubím	16322,34	15,7 %
85 Vzdelávanie	38955,09	15,6 %
94 Činnosti členských organizácií	3060,072	15,1 %
87 Starostlivosť v pobytových zariadeniach (rezidenčná starostlivosť)	4160,691	14,4 %
63 Informačné služby	826,1476	13,4 %
86 Zdravotníctvo	19228,71	13,2 %
62 Počítačové programovanie, poradenstvo a súvisiace služby	5686,565	12,9 %
59 Výroba filmov, videozáznamov a televíznych programov, príprava a zverejňovanie zvukových nahrávok	111,19	10,3 %
79 Činnosti cestovných agentúr, rezervačné služby cestovných kancelárií a súvisiace činnosti	415,6559	7,4 %
92 Činnosti herní a stávkových kancelárií	490,0028	4,6 %
60 Činnosti pre rozhlasové a televízne vysielanie	49,02804	3,2 %
19 Výroba koksu a rafinovaných ropných produktov	NA	NA
39 Ozdravovacie činnosti a ostatné činnosti nakladania s odpadom	NA	NA
50 Vodná doprava	NA	NA

95 Oprava počítačov, osobných potrieb a potrieb pre domácnosti	NA	NA
--	----	----

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov z Treximy za rok 2019.

Príloha 2: Odvetvia na Slovensku zoradené zostupne podľa absolútneho počtu pracujúcich v profesiách s vysokým rizikom automatizovateľnosti (nad 70 %) podľa Frey a Osborne (2013), 2019

Názov odvetvia (SK NACE)	Ohrozené pracovné miesta	Podiel na celkovej zam. odvetvia
47 Maloobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov	129538	68,6 %
29 Výroba motorových vozidiel, návesov a prívesov	77178,43	68,9 %
46 Veľkoobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov	69967,35	48,3 %
84 Verejná správa a obrana; povinné sociálne zabezpečenie	68901,19	40,9 %
25 Výroba kovových konštrukcií okrem strojov a zariadení	49824,23	69,3 %
28 Výroba strojov a zariadení i. n.	49559,59	72,5 %
01 Pestovanie plodín a chov zvierat, poľovníctvo a služby s tým súvisiace	41342,46	67,7 %
85 Vzdelávanie	38955,09	15,6 %
22 Výroba výrobkov z gumy a plastu	38391,86	75,9 %
56 Činnosti reštaurácií a pohostinstiev	38029,44	84,1 %
10 Výroba potravín	33768,17	70,1 %
80 Bezpečnostné a pátracie služby	32422,48	95,6 %
43 Špecializované stavebné práce	23985,8	50,7 %
69 Právne a účtovnícke činnosti	23234,99	77,4 %
78 Sprostredkovanie práce	20460,22	59,4 %
41 Výstavba budov	19405,05	48,6 %
86 Zdravotníctvo	19228,71	13,2 %
24 Výroba a spracovanie kovov	19192,27	64,9 %
68 Činnosti v oblasti nehnuteľností	19122,16	44,1 %
27 Výroba elektrických zariadení	18537,83	36,0 %
49 Pozemná doprava a doprava potrubím	16322,34	15,7 %

55 Ubytovanie	15753,39	56,3 %
31 Výroba nábytku	15454,4	73,6 %
52 Skladové a pomocné činnosti v doprave	14859,37	27,9 %
42 Inžinierske stavby	14436,78	44,4 %
82 Administratívne, pomocné kancelárske a iné obchodné pomocné činnosti	14280,65	46,9 %
16 Spracovanie dreva a výroba výrobkov z dreva a korku okrem nábytku; výroba predmetov zo slamy a prúteného materiálu	13850,92	72,0 %
45 Veľkoobchod a maloobchod a oprava motorových vozidiel a motocyklov	13768,32	35,7 %
23 Výroba ostatných nekovových minerálnych výrobkov	13510,38	67,1 %
14 Výroba odevov	12159,89	75,6 %
64 Finančné služby okrem poistenia a dôchodkového zabezpečenia	11520,51	34,8 %
53 Poštové služby a služby kuriérov	10975,95	67,2 %
70 Vedenie firiem; poradenstvo v oblasti riadenia	10089,04	34,0 %
35 Dodávka elektriny, plynu, pary a studeného vzduchu	9318,572	35,3 %
71 Architektonické a inžinierske činnosti; technické testovanie a analýzy	8081,272	23,9 %
33 Oprava a inštalácia strojov a prístrojov	7950,188	36,5 %
38 Zber, spracúvanie a likvidácia odpadov; recyklácia materiálov	7873,875	35,1 %
73 Reklama a prieskum trhu	7813,185	48,0 %
26 Výroba počítačových, elektronických a optických výrobkov	6937,017	31,0 %
20 Výroba chemikálií a chemických produktov	6642,808	55,8 %
32 Iná výroba	6361,533	65,4 %
17 Výroba papiera a papierových výrobkov	6334,252	63,9 %
36 Zber, úprava a dodávka vody	6177,456	43,5 %
93 Športové činnosti	5936,671	50,2 %
15 Výroba kože a kožených výrobkov	5869,915	52,7 %
62 Počítačové programovanie, poradenstvo a súvisiace služby	5686,565	12,9 %
13 Výroba textilu	4409,004	62,9 %
81 Činnosti súvisiace s údržbou zariadení a krajinou úpravou	4392,693	22,0 %
61 Telekomunikácie	4250,869	32,5 %

87 Starostlivosť v pobytových zariadeniach (rezidenčná starostlivosť)	4160,691	14,4 %
91 Činnosti knižníc, archívov, múzeí a ostatných kultúrnych zariadení	4107,146	38,3 %
02 Lesníctvo a ťažba dreva	3820,406	36,5 %
96 Ostatné osobné služby	3801,724	67,2 %
18 Tlač a reprodukcia záznamových médií	3501,247	79,4 %
11 Výroba nápojov	3177,242	41,0 %
30 Stavba lodí a člnov	3148,749	64,0 %
94 Činnosti členských organizácií	3060,072	15,1 %
65 Poistenie, zaistenie a dôchodkové zabezpečenie okrem povinného sociálneho poistenia	2890,096	29,5 %
74 Ostatné odborné, vedecké a technické činnosti	2794,905	67,3 %
08 Iná ťažba a dobývanie	2554,889	55,3 %
90 Tvorivé, umelecké a zábavné činnosti	2303,591	21,9 %
88 Sociálna práca bez ubytovania	2099,418	30,1 %
77 Prenájom a lízing	2040,543	65,6 %
72 Vedecký výskum a vývoj	1926,036	19,6 %
21 Výroba základných farmaceutických výrobkov a farmaceutických prípravkov	1583,043	63,5 %
66 Pomocné činnosti finančných služieb a poistenia	1408,752	39,0 %
58 Nakladateľské činnosti	853,5754	24,0 %
63 Informačné služby	826,1476	13,4 %
92 Činnosti herní a stávkových kancelárií	490,0028	4,6 %
79 Činnosti cestovných agentúr, rezervačné služby cestovných kancelárií a súvisiace činnosti	415,6559	7,4 %
59 Výroba filmov, videozáznamov a televíznych programov, príprava a zverejňovanie zvukových nahrávok	111,19	10,3 %
60 Činnosti pre rozhlasové a televízne vysielanie	49,02804	3,2 %
19 Výroba koksu a rafinovaných ropných produktov	NA	NA
39 Ozdravovacie činnosti a ostatné činnosti nakladania s odpadom	NA	NA
50 Vodná doprava	NA	NA
95 Oprava počítačov, osobných potrieb a potrieb pre domácnosti	NA	NA

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov z Treximy za rok 2019.

Príloha 3: Odvetvia na Slovensku zoradené zostupne podľa podielu profesií s vysokým rizikom automatizovateľnosti (nad 70 %) na zamestnanosti daného odvetvia podľa Dengler a Matthes (2018), 2019

Názov odvetvia (SK NACE)	Ohrozené pracovné miesta	Podiel na celkovej zam. odvetvia
24 Výroba a spracovanie kovov	20048	67,8 %
16 Spracovanie dreva a výroba výrobkov z dreva a korku okrem nábytku; výroba predmetov zo slamy a prúteného materiálu	13037	67,8 %
28 Výroba strojov a zariadení i. n.	43832	64,1 %
18 Tlač a reprodukcia záznamových médií	2781	63,0 %
25 Výroba kovových konštrukcií okrem strojov a zariadení	43574	60,6 %
17 Výroba papiera a papierových výrobkov	5968	60,2 %
30 Stavba lodí a člnov	2886	58,6 %
29 Výroba motorových vozidiel, návesov a prívesov	63344	56,5 %
32 Iná výroba	5418	55,7 %
15 Výroba kože a kožených výrobkov	6204	55,7 %
78 Sprostredkovanie práce	18857	54,8 %
13 Výroba textilu	3805	54,3 %
22 Výroba výrobkov z gumy a plastu	24919	49,3 %
21 Výroba základných farmaceutických výrobkov a farmaceutických prípravkov	1225	49,2 %
20 Výroba chemikálií a chemických produktov	5597	47,1 %
08 Iná ťažba a dobývanie	2022	43,8 %
31 Výroba nábytku	9177	43,7 %
14 Výroba odevov	6988	43,5 %
23 Výroba ostatných nekovových minerálnych výrobkov	8330	41,4 %
10 Výroba potravín	19131	39,7 %
27 Výroba elektrických zariadení	16402	31,9 %
11 Výroba nápojov	2415	31,1 %

33 Oprava a inštalácia strojov a prístrojov	6770	31,1 %
73 Reklama a prieskum trhu	4504	27,7 %
26 Výroba počítačových, elektronických a optických výrobkov	6004	26,8 %
74 Ostatné odborné, vedecké a technické činnosti	1064	25,6 %
01 Pestovanie plodín a chov zvierat, poľovníctvo a služby s tým súvisiace	15147	24,8 %
47 Maloobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov	32306	17,1 %
96 Ostatné osobné služby	917	16,2 %
35 Dodávka elektriny, plynu, pary a studeného vzduchu	4231	16,0 %
43 Špecializované stavebné práce	7555	16,0 %
71 Architektonické a inžinierske činnosti; technické testovanie a analýzy	4596	13,6 %
52 Skladové a pomocné činnosti v doprave	6353	11,9 %
77 Prenájom a lízing	348	11,2 %
82 Administratívne, pomocné kancelárske a iné obchodné pomocné činnosti	3300	10,8 %
46 Veľkoobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov	14380	9,9 %
62 Počítačové programovanie, poradenstvo a súvisiace služby	4283	9,7 %
68 Činnosti v oblasti nehnuteľností	3772	8,7 %
42 Inžinierske stavby	2798	8,6 %
70 Vedenie firiem; poradenstvo v oblasti riadenia	2418	8,1 %
61 Telekomunikácie	1065	8,1 %
45 Veľkoobchod a maloobchod a oprava motorových vozidiel a motocyklov	2990	7,7 %
58 Nakladateľské činnosti	270	7,6 %
93 Športové činnosti	896	7,6 %
66 Pomocné činnosti finančných služieb a poistenia	265	7,3 %
72 Vedecký výskum a vývoj	702	7,2 %
36 Zber, úprava a dodávka vody	948	6,7 %
90 Tvorivé, umelecké a zábavné činnosti	699	6,7 %
84 Verejná správa a obrana; povinné sociálne zabezpečenie	11151	6,6 %
49 Pozemná doprava a doprava potrubím	6790	6,5 %
38 Zber, spracúvanie a likvidácia odpadov; recyklácia materiálov	1257	5,6 %

81 Činnosti súvisiace s údržbou zariadení a krajinou úpravou	1006	5,0 %
69 Právne a účtovnícke činnosti	1496	5,0 %
41 Výstavba budov	1962	4,9 %
02 Lesníctvo a ťažba dreva	513	4,9 %
56 Činnosti reštaurácií a pohostinstiev	2033	4,5 %
94 Činnosti členských organizácií	787	3,9 %
91 Činnosti knižníc, archívov, múzeí a ostatných kultúrnych zariadení	379	3,5 %
63 Informačné služby	174	2,8 %
86 Zdravotníctvo	3764	2,6 %
85 Vzdelávanie	5117	2,0 %
92 Činnosti herní a stávkových kancelárií	214	2,0 %
80 Bezpečnostné a pátracie služby	641	1,9 %
53 Poštové služby a služby kuriérov	292	1,8 %
79 Činnosti cestovných agentúr, rezervačné služby cestovných kancelárií a súvisiace činnosti	99	1,8 %
55 Ubytovanie	438	1,6 %
65 Poistenie, zaistenie a dôchodkové zabezpečenie okrem povinného sociálneho poistenia	134	1,4 %
64 Finančné služby okrem poistenia a dôchodkového zabezpečenia	434	1,3 %
87 Starostlivosť v pobytových zariadeniach (rezidenčná starostlivosť)	321	1,1 %
88 Sociálna práca bez ubytovania	52	0,7 %
19 Výroba koksu a rafinovaných ropných produktov	NA	NA
39 Ozdravovacie činnosti a ostatné činnosti nakladania s odpadom	NA	NA
59 Výroba filmov, videozáznamov a televíznych programov, príprava a zverejňovanie zvukových nahrávok	NA	NA
60 Činnosti pre rozhlasové a televízne vysielanie	NA	NA
95 Oprava počítačov, osobných potrieb a potrieb pre domácnosti	NA	NA

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov z Treximy za rok 2019.

Príloha 4: Odvetvia na Slovensku zoradené zostupne podľa absolútneho počtu pracujúcich v profesiách s vysokým rizikom automatizovateľnosti (nad 70 %) podľa Dengler a Matthes (2018), 2019

Názov odvetvia (SK NACE)	Ohrozené pracovné miesta	Podiel na celkovej zam. odvetvia
29 Výroba motorových vozidiel, návesov a prívesov	63344	56,5 %
28 Výroba strojov a zariadení i. n.	43832	64,1 %
25 Výroba kovových konštrukcií okrem strojov a zariadení	43574	60,6 %
47 Maloobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov	32306	17,1 %
22 Výroba výrobkov z gumy a plastu	24919	49,3 %
24 Výroba a spracovanie kovov	20048	67,8 %
10 Výroba potravín	19131	39,7 %
78 Sprostredkovanie práce	18857	54,8 %
27 Výroba elektrických zariadení	16402	31,9 %
01 Pestovanie plodín a chov zvierat, poľovníctvo a služby s tým súvisiace	15147	24,8 %
46 Veľkoobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov	14380	9,9 %
16 Spracovanie dreva a výroba výrobkov z dreva a korku okrem nábytku; výroba predmetov zo slamy a prúteného materiálu	13037	67,8 %
84 Verejná správa a obrana; povinné sociálne zabezpečenie	11151	6,6 %
31 Výroba nábytku	9177	43,7 %
23 Výroba ostatných nekovových minerálnych výrobkov	8330	41,4 %
43 Špecializované stavebné práce	7555	16,0 %
14 Výroba odevov	6988	43,5 %
49 Pozemná doprava a doprava potrubím	6790	6,5 %
33 Oprava a inštalácia strojov a prístrojov	6770	31,1 %
52 Skladové a pomocné činnosti v doprave	6353	11,9 %
15 Výroba kože a kožených výrobkov	6204	55,7 %
26 Výroba počítačových, elektronických a optických výrobkov	6004	26,8 %
17 Výroba papiera a papierových výrobkov	5968	60,2 %

20 Výroba chemikálií a chemických produktov	5597	47,1 %
32 Iná výroba	5418	55,7 %
85 Vzdelávanie	5117	2,0 %
71 Architektonické a inžinierske činnosti; technické testovanie a analýzy	4596	13,6 %
73 Reklama a prieskum trhu	4504	27,7 %
62 Počítačové programovanie, poradenstvo a súvisiace služby	4283	9,7 %
35 Dodávka elektriny, plynu, pary a studeného vzduchu	4231	16,0 %
13 Výroba textilu	3805	54,3 %
68 Činnosti v oblasti nehnuteľností	3772	8,7 %
86 Zdravotníctvo	3764	2,6 %
82 Administratívne, pomocné kancelárske a iné obchodné pomocné činnosti	3300	10,8 %
45 Veľkoobchod a maloobchod a oprava motorových vozidiel a motocyklov	2990	7,7 %
30 Stavba lodí a člnov	2886	58,6 %
42 Inžinierske stavby	2798	8,6 %
18 Tlač a reprodukcia záznamových médií	2781	63,0 %
70 Vedenie firiem; poradenstvo v oblasti riadenia	2418	8,1 %
11 Výroba nápojov	2415	31,1 %
56 Činnosti reštaurácií a pohostinstiev	2033	4,5 %
08 Iná ťažba a dobývanie	2022	43,8 %
41 Výstavba budov	1962	4,9 %
69 Právne a účtovnícke činnosti	1496	5,0 %
38 Zber, spracúvanie a likvidácia odpadov; recyklácia materiálov	1257	5,6 %
21 Výroba základných farmaceutických výrobkov a farmaceutických prípravkov	1225	49,2 %
61 Telekomunikácie	1065	8,1 %
74 Ostatné odborné, vedecké a technické činnosti	1064	25,6 %
81 Činnosti súvisiace s údržbou zariadení a krajinou úpravou	1006	5,0 %
36 Zber, úprava a dodávka vody	948	6,7 %
96 Ostatné osobné služby	917	16,2 %

93 Športové činnosti	896	7,6 %
94 Činnosti členských organizácií	787	3,9 %
72 Vedecký výskum a vývoj	702	7,2 %
90 Tvorivé, umelecké a zábavné činnosti	699	6,7 %
80 Bezpečnostné a pátracie služby	641	1,9 %
02 Lesníctvo a ťažba dreva	513	4,9 %
55 Ubytovanie	438	1,6 %
64 Finančné služby okrem poistenia a dôchodkového zabezpečenia	434	1,3 %
91 Činnosti knižníc, archívov, múzeí a ostatných kultúrnych zariadení	379	3,5 %
77 Prenájom a lízing	348	11,2 %
87 Starostlivosť v pobytových zariadeniach (rezidenčná starostlivosť)	321	1,1 %
53 Poštové služby a služby kuriérov	292	1,8 %
58 Nakladateľské činnosti	270	7,6 %
66 Pomocné činnosti finančných služieb a poistenia	265	7,3 %
92 Činnosti herní a stávkových kancelárií	214	2,0 %
63 Informačné služby	174	2,8 %
65 Poistenie, zaistenie a dôchodkové zabezpečenie okrem povinného sociálneho poistenia	134	1,4 %
79 Činnosti cestovných agentúr, rezervačné služby cestovných kancelárií a súvisiace činnosti	99	1,8 %
88 Sociálna práca bez ubytovania	52	0,7 %
19 Výroba koksu a rafinovaných ropných produktov	NA	NA
39 Ozdravovacie činnosti a ostatné činnosti nakladania s odpadom	NA	NA
59 Výroba filmov, videozáznamov a televíznych programov, príprava a zverejňovanie zvukových nahrávok	NA	NA
60 Činnosti pre rozhlasové a televízne vysielanie	NA	NA
95 Oprava počítačov, osobných potrieb a potrieb pre domácnosti	NA	NA

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov z Treximy za rok 2019.

Príloha 5: Odvetvia na Slovensku zoradené zostupne podľa podielu profesií s vysokým rizikom automatizovateľnosti (nad 70 %) na zamestnanosti daného odvetvia podľa Mihaylov a Tijdens (2019), 2019

Názov odvetvia (SK NACE)	Ohrozené pracovné miesta	Podiel na celkovej zam. odvetvia
92 Činnosti herní a stávkových kancelárií	9373	87,2 %
22 Výroba výrobkov z gumy a plastu	32181	63,6 %
53 Poštové služby a služby kuriérov	10063	61,6 %
29 Výroba motorových vozidiel, návesov a prívesov	67749	60,5 %
18 Tlač a reprodukcia záznamových médií	2629	59,6 %
28 Výroba strojov a zariadení i. n.	38026	55,6 %
21 Výroba základných farmaceutických výrobkov a farmaceutických prípravkov	1386	55,6 %
17 Výroba papiera a papierových výrobkov	5048	50,9 %
27 Výroba elektrických zariadení	25776	50,1 %
26 Výroba počítačových, elektronických a optických výrobkov	11121	49,7 %
25 Výroba kovových konštrukcií okrem strojov a zariadení	34229	47,6 %
13 Výroba textilu	3204	45,7 %
24 Výroba a spracovanie kovov	13377	45,3 %
23 Výroba ostatných nekovových minerálnych výrobkov	9011	44,7 %
32 Iná výroba	4194	43,1 %
20 Výroba chemikálií a chemických produktov	4936	41,5 %
30 Stavba lodí a člnov	1995	40,5 %
31 Výroba nábytku	8195	39,1 %
78 Sprostredkovanie práce	13183	38,3 %
82 Administratívne, pomocné kancelárske a iné obchodné pomocné činnosti	11324	37,2 %
77 Prenájom a lízing	1049	33,7 %
08 Iná ťažba a dobývanie	1394	30,2 %
73 Reklama a prieskum trhu	4877	30,0 %

10 Výroba potravín	14347	29,8 %
16 Spracovanie dreva a výroba výrobkov z dreva a korku okrem nábytku; výroba predmetov zo slamy a prúteného materiálu	5658	29,4 %
11 Výroba nápojov	2226	28,7 %
74 Ostatné odborné, vedecké a technické činnosti	1148	27,6 %
91 Činnosti knižníc, archívov, múzeí a ostatných kultúrnych zariadení	2940	27,4 %
46 Veľkoobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov	38348	26,4 %
61 Telekomunikácie	3250	24,8 %
15 Výroba kože a kožených výrobkov	2508	22,5 %
47 Maloobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov	41040	21,7 %
68 Činnosti v oblasti nehnuteľností	9329	21,5 %
66 Pomocné činnosti finančných služieb a poistenia	760	21,0 %
36 Zber, úprava a dodávka vody	2981	21,0 %
58 Nakladateľské činnosti	725	20,4 %
96 Ostatné osobné služby	1119	19,8 %
52 Skladové a pomocné činnosti v doprave	10181	19,1 %
33 Oprava a inštalácia strojov a prístrojov	3911	18,0 %
14 Výroba odevov	2803	17,4 %
70 Vedenie firiem; poradenstvo v oblasti riadenia	4732	15,9 %
69 Právne a účtovnícke činnosti	4671	15,6 %
45 Veľkoobchod a maloobchod a oprava motorových vozidiel a motocyklov	5515	14,3 %
65 Poistenie, zaistenie a dôchodkové zabezpečenie okrem povinného sociálneho poistenia	1380	14,1 %
35 Dodávka elektriny, plynu, pary a studeného vzduchu	3681	13,9 %
55 Ubytovanie	3784	13,5 %
84 Verejná správa a obrana; povinné sociálne zabezpečenie	21287	12,6 %
43 Špecializované stavebné práce	5915	12,5 %
93 Športové činnosti	1382	11,7 %
63 Informačné služby	711	11,5 %
64 Finančné služby okrem poistenia a dôchodkového zabezpečenia	3380	10,2 %

42 Inžinierske stavby	3274	10,1 %
94 Činnosti členských organizácií	2007	9,9 %
79 Činnosti cestovných agentúr, rezervačné služby cestovných kancelárií a súvisiace činnosti	517	9,2 %
62 Počítačové programovanie, poradenstvo a súvisiace služby	3866	8,8 %
71 Architektonické a inžinierske činnosti; technické testovanie a analýzy	2926	8,7 %
38 Zber, spracúvanie a likvidácia odpadov; recyklácia materiálov	1924	8,6 %
49 Pozemná doprava a doprava potrubím	8858	8,5 %
72 Vedecký výskum a vývoj	815	8,3 %
90 Tvorivé, umelecké a zábavné činnosti	790	7,5 %
01 Pestovanie plodín a chov zvierat, poľovníctvo a služby s tým súvisiace	4483	7,3 %
41 Výstavba budov	2758	6,9 %
56 Činnosti reštaurácií a pohostinstiev	2976	6,6 %
02 Lesníctvo a ťažba dreva	521	5,0 %
85 Vzdelávanie	12412	5,0 %
86 Zdravotníctvo	7132	4,9 %
81 Činnosti súvisiace s údržbou zariadení a krajinou úpravou	765	3,8 %
87 Starostlivosť v pobytových zariadeniach (rezidenčná starostlivosť)	819	2,8 %
80 Bezpečnostné a pátracie služby	845	2,5 %
88 Sociálna práca bez ubytovania	122	1,8 %
19 Výroba koksu a rafinovaných ropných produktov	NA	NA
39 Ozdravovacie činnosti a ostatné činnosti nakladania s odpadom	NA	NA
50 Vodná doprava	NA	NA
59 Výroba filmov, videozáznamov a televíznych programov, príprava a zverejňovanie zvukových nahrávok	NA	NA
60 Činnosti pre rozhlasové a televízne vysielanie	NA	NA

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov z Treximy za rok 2019.

Príloha 6: Odvetvia na Slovensku zoradené zostupne podľa absolútneho počtu pracujúcich v profesiách s vysokým rizikom automatizovateľnosti (nad 70 %) podľa Mihaylov a Tijdens (2019), 2019

Názov odvetvia (SK NACE)	Ohrozené pracovné miesta	Podiel na celkovej zam. odvetvia
29 Výroba motorových vozidiel, návesov a prívesov	67749	60,5 %
47 Maloobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov	41040	21,7 %
46 Veľkoobchod okrem motorových vozidiel a motocyklov	38348	26,4 %
28 Výroba strojov a zariadení i. n.	38026	55,6 %
25 Výroba kovových konštrukcií okrem strojov a zariadení	34229	47,6 %
22 Výroba výrobkov z gumy a plastu	32181	63,6 %
27 Výroba elektrických zariadení	25776	50,1 %
84 Verejná správa a obrana; povinné sociálne zabezpečenie	21287	12,6 %
10 Výroba potravín	14347	29,8 %
24 Výroba a spracovanie kovov	13377	45,3 %
78 Sprostredkovanie práce	13183	38,3 %
85 Vzdelávanie	12412	5,0 %
82 Administratívne, pomocné kancelárske a iné obchodné pomocné činnosti	11324	37,2 %
26 Výroba počítačových, elektronických a optických výrobkov	11121	49,7 %
52 Skladové a pomocné činnosti v doprave	10181	19,1 %
53 Poštové služby a služby kuriérov	10063	61,6 %
92 Činnosti herní a stávkových kancelárií	9373	87,2 %
68 Činnosti v oblasti nehnuteľností	9329	21,5 %
23 Výroba ostatných nekovových minerálnych výrobkov	9011	44,7 %
49 Pozemná doprava a doprava potrubím	8858	8,5 %
31 Výroba nábytku	8195	39,1 %
86 Zdravotníctvo	7132	4,9 %
43 Špecializované stavebné práce	5915	12,5 %

Tento projekt sa realizuje vďaka podpore z Európskeho sociálneho fondu a Európskeho fondu regionálneho rozvoja v rámci Operačného programu Ľudské zdroje.

16 Spracovanie dreva a výroba výrobkov z dreva a korku okrem nábytku; výroba predmetov zo slamy a prúteného materiálu	5658	29,4 %
45 Veľkoobchod a maloobchod a oprava motorových vozidiel a motocyklov	5515	14,3 %
17 Výroba papiera a papierových výrobkov	5048	50,9 %
20 Výroba chemikálií a chemických produktov	4936	41,5 %
73 Reklama a prieskum trhu	4877	30,0 %
70 Vedenie firiem; poradenstvo v oblasti riadenia	4732	15,9 %
69 Právne a účtovnícke činnosti	4671	15,6 %
01 Pestovanie plodín a chov zvierat, poľovníctvo a služby s tým súvisiace	4483	7,3 %
32 Iná výroba	4194	43,1 %
33 Oprava a inštalácia strojov a prístrojov	3911	18,0 %
62 Počítačové programovanie, poradenstvo a súvisiace služby	3866	8,8 %
55 Ubytovanie	3784	13,5 %
35 Dodávka elektriny, plynu, pary a studeného vzduchu	3681	13,9 %
64 Finančné služby okrem poistenia a dôchodkového zabezpečenia	3380	10,2 %
42 Inžinierske stavby	3274	10,1 %
61 Telekomunikácie	3250	24,8 %
13 Výroba textilu	3204	45,7 %
36 Zber, úprava a dodávka vody	2981	21,0 %
56 Činnosti reštaurácií a pohostinstiev	2976	6,6 %
91 Činnosti knižníc, archívov, múzeí a ostatných kultúrnych zariadení	2940	27,4 %
71 Architektonické a inžinierske činnosti; technické testovanie a analýzy	2926	8,7 %
14 Výroba odevov	2803	17,4 %
41 Výstavba budov	2758	6,9 %
18 Tlač a reprodukcia záznamových médií	2629	59,6 %
15 Výroba kože a kožených výrobkov	2508	22,5 %
11 Výroba nápojov	2226	28,7 %
94 Činnosti členských organizácií	2007	9,9 %

30 Stavba lodí a člnov	1995	40,5 %
38 Zber, spracúvanie a likvidácia odpadov; recyklácia materiálov	1924	8,6 %
08 Iná ťažba a dobývanie	1394	30,2 %
21 Výroba základných farmaceutických výrobkov a farmaceutických prípravkov	1386	55,6 %
93 Športové činnosti	1382	11,7 %
65 Poistenie, zaistenie a dôchodkové zabezpečenie okrem povinného sociálneho poistenia	1380	14,1 %
74 Ostatné odborné, vedecké a technické činnosti	1148	27,6 %
96 Ostatné osobné služby	1119	19,8 %
77 Prenájom a lízing	1049	33,7 %
80 Bezpečnostné a pátracie služby	845	2,5 %
87 Starostlivosť v pobytových zariadeniach (rezidenčná starostlivosť)	819	2,8 %
72 Vedecký výskum a vývoj	815	8,3 %
90 Tvorivé, umelecké a zábavné činnosti	790	7,5 %
81 Činnosti súvisiace s údržbou zariadení a krajinou úpravou	765	3,8 %
66 Pomocné činnosti finančných služieb a poistenia	760	21,0 %
58 Nakladateľské činnosti	725	20,4 %
63 Informačné služby	711	11,5 %
02 Lesníctvo a ťažba dreva	521	5,0 %
79 Činnosti cestovných agentúr, rezervačné služby cestovných kancelárií a súvisiace činnosti	517	9,2 %
88 Sociálna práca bez ubytovania	122	1,8 %
19 Výroba koksu a rafinovaných ropných produktov	NA	NA
39 Ozdravovacie činnosti a ostatné činnosti nakladania s odpadom	NA	NA
59 Výroba filmov, videozáznamov a televíznych programov, príprava a zverejňovanie zvukových nahrávok	NA	NA
60 Činnosti pre rozhlasové a televízne vysielanie	NA	NA
95 Oprava počítačov, osobných potrieb a potrieb pre domácnosti	NA	NA

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe údajov z Treximy za rok 2019.

Príloha 7: Údaje použité v DEA modeloch so zásobou robotov

26 krajín	gdp_1995	K_1995	L_1995	R_1995	gdp_2015	K_2015	L_2015	R_2015
AUS	540,244	1,864,926	8	1,840	1,066,969	5,055,847	12	7,742
AUT	221,592	934,815	4	2,323	387,296	2,343,886	4	7,859
BEL	252,821	1,037,918	4	3,476	417,381	2,880,532	5	7,989
CHE	257,055	1,009,805	4	2,672	522,778	2,292,521	5	6,258
CZE	202,394	1,151,853	5	375	303,089	2,088,833	5	11,238
DEU	2,360,242	9,065,173	38	51,375	3,634,567	18,182,450	42	182,632
DNK	141,853	575,077	3	676	243,726	1,357,718	3	5,459
ESP	778,108	2,955,459	14	4,912	1,525,531	9,561,766	18	29,718
FIN	128,297	572,957	2	1,398	206,623	1,073,911	3	4,124
FRA	1,514,122	5,138,930	24	13,274	2,520,562	13,810,608	27	32,161
GBR	1,459,679	4,619,035	26	8,313	2,496,361	13,413,204	31	17,469
HUN	131,511	407,998	4	247	212,709	1,331,487	4	4,784
ITA	1,581,887	6,828,705	22	22,963	2,093,730	15,510,086	24	61,282
JPN	4,118,309	15,712,797	68	387,290	4,975,035	22,091,746	67	286,554
KOR	907,640	2,930,126	20	18,150	1,740,982	8,080,437	26	210,458
NLD	434,191	1,518,239	7	1,610	763,265	4,592,261	9	9,739
NOR	142,346	487,828	2	477	326,767	1,530,732	3	1,068
POL	403,132	896,866	14	493	947,617	2,399,120	16	8,136
PRT	173,644	825,639	5	496	275,554	2,388,976	5	3,160
RUS	1,384,477	10,836,296	66	10,000	3,285,375	16,027,297	69	3,032
SGP	69,926	220,146	2	3,275	361,789	1,930,808	4	9,301
SVK	70,887	291,558	2	532	128,340	636,763	2	4,378
SVN	36,473	145,919	1	238	53,820	415,995	1	2,080
SWE	246,615	1,055,395	4	4,458	411,178	2,154,010	5	11,857
TWN	537,373	1,000,552	9	3,849	977,949	3,956,960	12	49,230
USA	10,417,763	30,788,178	128	56,945	17,126,858	57,939,212	150	234,245

Zdrojové databázy:

gdp	PWT 9.1 (rgdpo)	Output-side real GDP at chained PPPs (in mil. 2011US\$)
-----	-----------------	---

L	PWT 9.1 (emp)	Number of persons engaged (in millions)
K	PWT 9.1 (cn)	Capital stock at current PPPs (in mil. 2011US\$)
R	IFR	Operational stock of robots according to International federation of robotics

Príloha 8: Údaje použité v DEA modeloch s indexom DESI

28 krajín	gdp_2014	cap_2014	labf_2014	desi_N_2015	gdp_2019	cap_2019	labf_2019	desi_N_2020
BE	379631	1068	5081	0.8931	412226	1168	5248	0.9415
BG	39946	114	3819	0.5765	47563	126	3677	0.6956
CZ	161739	478	5419	0.7756	192083	523	5506	0.7389
DK	253316	651	2954	1.0000	286205	719	3113	1.0000
DE	2747492	8669	44741	0.8124	2989564	9088	46474	0.9045
EE	17186	54	678	1.0000	20764	64	704	1.0000
IE	185598	541	2215	0.9650	297374	660	2397	1.0000
EL	185586	785	5309	0.5287	194387	744	5118	0.6037
ES	1031749	3729	23646	0.8424	1185418	3918	23537	0.9934
FR	2076884	6687	30768	0.6989	2243933	7178	31448	0.8673
HR	43679	109	1902	0.7451	50483	122	1807	0.7267
IT	1545252	5863	27107	0.6072	1621400	5843	27550	0.7729
CY	17255	48	435	0.6425	21346	54	469	0.7801
LV	20566	25	996	1.0000	23907	24	979	0.9722
LT	32989	68	1477	0.8069	38764	84	1473	0.9235
LU	44381	107	255	0.9968	51983	123	289	0.9624
HU	105501	235	4444	0.7048	128808	278	4672	0.9083
MT	7863	17	202	0.9412	11045	22	258	0.9165
NL	650710	1820	9255	0.9118	726189	1972	9656	0.9892
AT	308724	1203	4424	0.8002	339518	1304	4637	0.9082
PL	404429	805	17429	0.6926	498332	970	17019	0.7800
PT	169167	550	5277	0.8872	190673	545	5319	0.8576
RO	139783	324	9408	0.7688	177162	379	9182	0.8536
SI	36320	81	1033	0.8017	42805	79	1097	0.8069
SK	73828	114	2722	0.6551	86641	133	2742	0.7211
FI	187836	635	2754	1.0000	205789	682	2836	1.0000
SE	399297	1561	5184	0.9998	450636	1746	5508	1.0000
UK	2016614	5756	32748	0.8976	2204024	6104	34063	0.9603

Zdrojové databázy:

gdp	Eurostat	Gross domestic product
labf	AMECO	Total labour force (Labour force statistics) in 1000 persons)
cap	AMECO	Net capital stock at 2015 prices: total economy in Mrd ECU/EUR
DESI_N	EC	Desi index

