

UNIVERZA V LJUBLJANI  
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO

**TEHNOLOGIJA KOT PRILOŽNOST ZA PREMAGOVANJE  
IZZIVOV TRGA DELA V STARAJOČIH SE DRUŽBAH EVROPSKE  
UNIJE**

Ljubljana, maj 2024

NIKA BLAŽIČ

## IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana Nika Blažič, študentka Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, avtorica predloženega dela z naslovom Tehnologija kot priložnost za premagovanje izzivov trga dela v starajočih se družbah Evropske unije, pripravljenega v sodelovanju s svetovalko red. prof. dr. Tjašo Redek

### IZJAVLJAM

1. da sem predloženo delo pripravila samostojno;
2. da je tiskana oblika predloženega dela istovetna njegovi elektronski obliki;
3. da je besedilo predloženega dela jezikovno korektno in tehnično pripravljeno v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, kar pomeni, da sem poskrbela, da so dela in mnenja drugih avtorjev oziroma avtoric, ki jih uporabljam oziroma navajam v besedilu, citirana oziroma povzeta v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani;
4. da se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del (v pisni ali grafični obliki) kot mojih lastnih – kaznivo po Kazenskem zakoniku Republike Slovenije;
5. da se zavedam posledic, ki bi jih na osnovi predloženega dela dokazano plagiatorstvo lahko predstavljalo za moj status na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani v skladu z relevantnim pravilnikom;
6. da sem pridobila vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v predloženem delu in jih v njem jasno označila;
7. da sem pri pripravi predloženega dela ravnala v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobila soglasje etične komisije;
8. da soglašam, da se elektronska oblika predloženega dela uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;
9. da na Univerzo v Ljubljani neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve predloženega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja predloženega dela na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija Univerze v Ljubljani;
10. da hkrati z objavo predloženega dela dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v njem in v tej izjavi;
11. da sem preverila verodostojnost informacij, ki izhajajo iz zapisov na podlagi uporabe orodij umetne inteligence.

V Ljubljani, dne 13. 5. 2024

Podpis študentke: \_\_\_\_\_

# KAZALO

<b>1</b>	<b>UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>STARANJE PREBIVALSTVA</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Teorije demografskega prehoda</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2</b>	<b>Demografski prehod ter staranje prebivalstva v Evropski uniji med leti 1950 in 2021</b> .....	<b>6</b>
2.2.1	Umrljivost.....	6
2.2.2	Rodnost.....	8
2.2.3	Pričakovano trajanje življenja ob rojstvu .....	9
2.2.4	Migracije.....	11
2.2.5	Povprečna starost in starostna sestava prebivalstva .....	11
2.2.6	Koeficienti starostne odvisnosti prebivalstva .....	15
<b>2.3</b>	<b>Prihodnost staranja prebivalstva Evropske unije</b> .....	<b>16</b>
<b>2.4</b>	<b>Vplivi staranja prebivalstva na gospodarski razvoj</b> .....	<b>21</b>
2.4.1	Vpliv staranja prebivalstva na velikost aktivnega in delovno aktivnega prebivalstva .....	21
2.4.2	Vpliv staranja prebivalstva na gospodarsko rast in produktivnost dela .....	22
2.4.3	Dolgoročna vzdržnost javnih financ.....	24
2.4.4	Druge makroekonomske posledice staranja prebivalstva.....	26
<b>3</b>	<b>AVTOMATIZACIJA DELA</b> .....	<b>27</b>
<b>3.1</b>	<b>Vpliv avtomatizacije na celotno povpraševanje po delu</b> .....	<b>28</b>
<b>3.2</b>	<b>Vpliv avtomatizacije na strukturo povpraševanja po delu</b> .....	<b>31</b>
3.2.1	Povpraševanje po delavcih glede na raven dosežene izobrazbe.....	31
3.2.2	Povpraševanje po delavcih glede na rutinskost nalog .....	34
<b>3.3</b>	<b>Informacijsko-komunikacijska tehnologija, industrijski roboti in umetna inteligenca</b> .....	<b>37</b>
3.3.1	Industrijski roboti .....	39
3.3.2	Umetna inteligenca .....	40
<b>3.4</b>	<b>Prihodnost tehnološkega razvoja in avtomatizacije dela</b> .....	<b>44</b>
<b>4</b>	<b>INTERAKCIJA MED STARANJEM PREBIVALSTVA IN AVTOMATIZACIJO DELA</b> .....	<b>46</b>
<b>4.1</b>	<b>Staranje prebivalstva kot dejavnik avtomatizacije dela</b> .....	<b>46</b>

<b>4.2</b>	<b>Avtomatizacija veščin oz. sposobnosti, ki se s starostjo spreminjajo.....</b>	<b>47</b>
4.2.1	Kognitivne veščine, ki se s starostjo izboljšujejo.....	48
4.2.2	Kognitivne veščine, ki s starostjo slabijo .....	48
4.2.3	Fizične sposobnosti .....	48
4.2.4	Povezava med veščinami oz. sposobnostmi, ki se s starostjo spreminjajo, in verjetnostjo avtomatizacije .....	49
<b>4.3</b>	<b>Odnos med staranjem prebivalstva in avtomatizacijo dela vpliva na ekonomske izide .....</b>	<b>50</b>
<b>5</b>	<b>EMPIRIČNA ANALIZA.....</b>	<b>52</b>
<b>5.1</b>	<b>Raziskovalni cilj in raziskovalna vprašanja .....</b>	<b>52</b>
<b>5.2</b>	<b>Podatki .....</b>	<b>54</b>
<b>5.3</b>	<b>Metodologija .....</b>	<b>54</b>
5.3.1	Referenčno delo Peng in Zhang (2020).....	55
5.3.2	Opis modelov .....	56
5.3.3	Metoda ocenjevanja modelov.....	60
<b>5.4</b>	<b>Rezultati .....</b>	<b>63</b>
5.4.1	Odnos substitut oz. komplement med delom in kapitalom .....	63
5.4.2	Odnos med tehnološkim kapitalom in delom ter starost delovne sile.....	66
5.4.2.1	<i>Rezultati na ravni panoge.....</i>	<i>66</i>
5.4.2.2	<i>Rezultati na ravni para panoga-država.....</i>	<i>69</i>
5.4.3	Odnos med tehnološkim kapitalom in delom ter delovna intenzivnost proizvodnje.....	71
5.4.3.1	<i>Rezultati na ravni panoge.....</i>	<i>71</i>
5.4.3.2	<i>Rezultati na ravni para panoga-država.....</i>	<i>73</i>
5.4.4	Odnos med tehnološkim kapitalom in delom ter doprinos dela k rasti dodane vrednosti .....	76
5.4.4.1	<i>Rezultati na ravni panoge.....</i>	<i>76</i>
5.4.4.2	<i>Rezultati na ravni para panoga-država.....</i>	<i>78</i>
5.4.5	Odnos med tehnološkim kapitalom in delom ter doprinos tehnološkega kapitala k rasti dodane vrednosti.....	81
5.4.5.1	<i>Rezultati na ravni panoge.....</i>	<i>81</i>
5.4.5.2	<i>Rezultati na ravni para panoga-država.....</i>	<i>82</i>
<b>6</b>	<b>DISKUSIJA .....</b>	<b>85</b>

6.1	Diskusija teoretičnih izsledkov.....	85
6.2	Diskusija rezultatov ekonometrične analize .....	87
6.3	Omejitve raziskave in izzivi za prihodnje raziskave.....	98
7	SKLEP.....	100
	LITERATURA IN VIRI .....	101
	PRILOGE.....	113

## KAZALO TABEL

Tabela 1:	Pregled vplivov staranja prebivalstva na gospodarski razvoj.....	21
Tabela 2:	Pregled poglavitnih teorij o vplivu tehnologije na povpraševanje po delu .....	28
Tabela 3:	Pregled relevantnih vrst tehnologije, možnosti avtomatizacije dela in vpliva na zaposlovanje .....	38
Tabela 4:	Pregled EU KLEMS spremenljivk, uporabljenih pri ocenjevanju Modela 1, ter njihove transformacije .....	59
Tabela 5:	Pregled EU KLEMS spremenljivk, uporabljenih pri preučevanju razlik med panogami, kjer kapital predstavlja substitut in kjer komplement delu, ter njihove transformacije .....	63
Tabela 6:	Pregled števila panog, v katerih posamezne vrste kapitala predstavljajo komplement oz. substitut delu .....	64
Tabela 7:	Panoge z najvišjim in najnižjim deležem (%) zaposlenih, starih 15–49 let, ter vrste kapitala, ki v teh panogah predstavljajo substitut delu .....	70
Tabela 8:	Pari panoga-država z najvišjim in najnižjim deležem (%) zaposlenih, starih 15–49 let .....	71
Tabela 9:	Panoge z najvišjo in najnižjo delovno intenzivnostjo proizvodnje (vrednost proizvoda v mio €, ki ga proizvede povprečen delavec), ter vrste kapitala, ki v teh panogah predstavljajo substitut delu.....	75
Tabela 10:	Pari panoga-država z najvišjo in najnižjo delovno intenzivnostjo proizvodnje (vrednost proizvoda v mio €, ki ga proizvede povprečen delavec) .....	76
Tabela 11:	Panoge z najvišjo in najnižjo rastjo dodane vrednosti (%), ki izvira iz inputa dela, ter vrste kapitala, ki v teh panogah predstavljajo substitut delu .....	80
Tabela 12:	Pari panoga-država z najvišjo in najnižjo rastjo dodane vrednosti (%), ki izvira iz inputa dela.....	81
Tabela 13:	Panoge z najvišjo in najnižjo rastjo dodane vrednosti (%), ki izvira iz inputa tehnološkega kapitala, ter odnos med delom in obravnavano skupino kapitala v teh panogah.....	84
Tabela 14:	Povprečen delež visokoizobraženih delavcev (%) v panogah, kjer posamezne oblike kapitala predstavljajo komplement in kjer substitut delu .....	91

Tabela 15: Povprečen delež visokoizobraženih delavcev (%) v panogah, kjer posamezne oblike kapitala predstavljajo komplement in kjer substitut delu.....	92
--	----

## KAZALO SLIK

Slika 1: Povprečna splošna stopnja umrljivosti (število smrti na 1000 prebivalcev) v državah EU med leti 1950 in 2021.....	7
Slika 2: Celotna stopnja rodnosti (število živorojenih otrok na žensko) v državah EU med leti 1950 in 2021 .....	9
Slika 3: Povprečno pričakovano trajanje življenja ob rojstvu v državah EU med leti 1950 in 2021 glede na spol .....	10
Slika 4: Prebivalstvene piramide EU v letih 1960, 1980, 2000 in 2020 .....	12
Slika 5: Prebivalstvene piramide držav EU leta 1960.....	13
Slika 6: Prebivalstvene piramide držav EU leta 2020.....	14
Slika 7: Povprečni koeficienti starostne odvisnosti v EU med leti 1950 in 2021 .....	15
Slika 8: Projekcija celotne stopnje rodnosti (število živorojenih otrok na žensko) v državah EU med leti 2024 in 2070.....	16
Slika 9: Projekcija pričakovanega trajanja življenja ob rojstvu (v letih) v EU med leti 2024 in 2070 glede na spol .....	17
Slika 10: Projekcija koeficientov starostne odvisnosti v EU med leti 2024 in 2070 .....	18
Slika 11: Projekcija spreminjanja velikosti prebivalstva EU glede na starostno skupino med leti 2024 in 2070.....	19
Slika 12: Projekcija spreminjanja velikosti prebivalstva v državah EU glede na starostno skupino med leti 2024 in 2070 .....	20
Slika 13: Projekcija povprečne letne rasti BDP-ja (v % BDP) v EU med leti 2019 in 2070 glede na vir rasti .....	23
Slika 14: Projekcija sprememb s starostjo povezanih javnih izdatkov (v % BDP-ja) v državah EU med leti 2019 in 2045 glede na namen javnih izdatkov.....	25
Slika 15: Projekcija sprememb s starostjo povezanih javnih izdatkov (v % BDP-ja) v državah EU med leti 2019 in 2070 glede na namen javnih izdatkov.....	26
Slika 16: Sprememba v deležu vseh delovnih ur med leti 1993 in 2010 (v %) glede na poklicne skupine.....	36
Slika 17: Verjetnost avtomatizacije poklicne skupine (%) glede na pomen, ki jih za opravljanje poklicev predstavljajo od starosti odvisne veščine oz. sposobnosti..	50
Slika 18: Povprečen delež (%) delavcev, starih 15–49 let, glede na odnos med posameznimi vrstami kapitala in delom.....	66
Slika 19: Povprečna delovna intenzivnost (vrednost proizvoda v mio €, ki ga proizvede povprečen delavec) glede na odnos med posameznimi vrstami kapitala in delom.....	72
Slika 20: Povprečna rast dodane vrednosti (%), ki izvira iz inputa dela, glede na odnos med posameznimi vrstami kapitala in delom.....	77

Slika 21: Povprečna rast dodane vrednosti (%), ki izvira iz inputa tehnološkega kapitala, glede na odnos med to vrsto kapitala in delom .....	82
---	----

## KAZALO PRILOG

Priloga 1: Odnos med posameznimi vrstami tehnološkega kapitala in delom v panogah – rezultati ekonometrične analize .....	1
---	---

## SEZNAM KRATIC

angl. – angleško

**BDP** – (angl. gross domestic product); bruto domači proizvod

**EU** – (angl. European Union); Evropska unija

**FE** – (angl. fixed effects); metoda stalnih učinkov

**IFR** – (angl. International Federation of Robotics); Mednarodna zveza za robotiko

**IKT** – (angl. information and communication technology); informacijsko-komunikacijska tehnologija

**ISO** – (angl. International Organization for Standardization); Mednarodna organizacija za standardizacijo

**IT** – (angl. information technology); informacijska tehnologija

**OECD** – (angl. Organisation for Economic Co-operation and Development); Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj

**RBTC** – (angl. routine-biased technological change); tehnološki razvoj, ki vpliva na opravljanje rutinskih delovnih nalog

**RE** – (angl. random effects); metoda slučajnih učinkov

**SBTC** – (angl. skill-biased technological change); tehnološki razvoj, ki koristi delavcem z višjo izobrazbo

**TFP** – (angl. total factor productivity); skupna faktorska produktivnost

**UI** – (angl. artificial intelligence); umetna inteligenca

**UN DESA** – (angl. United Nations Department of Economic and Social Affairs); Oddelek za ekonomske in socialne zadeve Združenih narodov

**ZDA** – (angl. United States of America); Združene države Amerike



# 1 UVOD

Države Evropske unije (v nadaljevanju EU) se v 21. stoletju soočajo s številnimi izzivi, med katerimi je staranje prebivalstva eden od najbolj perečih. Staranje prebivalstva je zaključna stopnja obsežnejšega demografskega prehoda, ki ga definirajo upad umrljivosti in rodnosti ter daljšanje pričakovanega trajanja življenja (Lee, 2003). Staranje prebivalstva se v državah EU odvija že desetletja in se kaže v naraščanju povprečne starosti, premiku od mlajših k starejšim starostnim skupinam in naraščanju koeficienta starostne odvisnosti starih (Evropska komisija, 2021; Oddelek za ekonomske in socialne zadeve Združenih narodov, Enota za prebivalstvo [UN DESA], 2022a). Po napovedih (Evropska komisija, 2021) naj bi se opisani trendi nadaljevali tudi v prihodnosti, s pomembnimi razlikami v jakosti in smeri med državami EU. Staranje prebivalstva prinaša številne posledice za gospodarstva držav EU. Za pričujoče magistrsko delo je najpomembnejša posledica krčenje aktivnega prebivalstva (Evropska komisija, 2021). Staranje prebivalstva neposredno in posredno (preko krčenja aktivnega prebivalstva) negativno vpliva na gospodarsko rast (Daniele in drugi, 2019; Maestas in drugi, 2023) ter rast produktivnosti dela (Feyrer, 2007; Aiyar in Ebeke, 2016; Poplawski-Ribeiro, 2020). Poleg tega povzroča spremembe potrošniških vzorcev in s tem strukturne spremembe gospodarstva (Börsch-Supan, 2003; Siliverstovs in drugi, 2011; Cravino in drugi, 2022) ter ustvarja pritisk na javne finance, s čimer ogroža njihovo dolgoročno vzdržnost (Bodnár in Nerlich, 2022; Crowe in drugi, 2022).

Drug pomemben izziv 21. stoletja predstavlja avtomatizacija dela. Razpravo o avtomatizaciji dela pogosto narekuje tehnološki pesimizem, ki ga vzbujajo podobe ludistov z začetka 19. stoletja in strah pred obsežno tehnološko brezposelnostjo (Autor, 2015; Mokyr in drugi, 2015). Tehnološki razvoj doslej ni povzročil obsežne brezposelnosti, saj hkrati znižuje in zvišuje povpraševanje po delu (Acemoglu in Restrepo, 2018a; Acemoglu in Restrepo, 2018b; Acemoglu in Restrepo, 2019; Gregory in drugi, 2022). Vendar pa tehnološki razvoj vpliva na strukturo zaposlovanja. Raziskave (npr. Acemoglu in Autor, 2010; Autor in Dorn, 2013; Goos in drugi, 2014; Michaels in drugi, 2014) ugotavljajo, da je v zadnjih treh desetletjih uporaba računalniško podprte tehnologije povzročila naraščanje deleža zaposlenih in plač v poklicih, ki jih opravljajo nizko izobraženi in visoko izobraženi delavci, ter padanje deleža zaposlenih in plač v poklicih, ki jih opravljajo srednje izobraženi delavci. Računalniško podprta tehnologija namreč omogoča nadomeščanje delavcev pri opravljanju rutinskih nalog, ki so zgoščene na delovnih mestih srednje izobraženih delavcev (Autor in drugi, 2003). Raziskovalci raziskujejo tudi rabo industrijskih robotov, ki nima vpliva ali ima potencialno negativen vpliv na celotno raven zaposlovanja in negativno vpliva na zaposlovanje nižje izobraženih delavcev (Graetz in Michaels, 2018; Acemoglu in Restrepo, 2020; De Vries in drugi, 2020). Nedavno pa je veliko pozornosti s strani javnosti in akademske skupnosti prejela še umetna inteligenca (v nadaljevanju UI). Gre za razvijajočo se tehnologijo, za katero nekateri menijo, da bi lahko predstavljala novo tehnologijo za splošno uporabo (Brynjolfsson in drugi, 2019; Crafts, 2021). Raziskave ugotavljajo, da UI

nima vpliva ali ima potencialno pozitiven vpliv na celotno raven zaposlovanja in pozitiven vpliv na zaposlovanje visokoizobraženih delavcev (Felten in drugi, 2019; Georgieff in Hye, 2021; Yang, 2022).

Moč je torej sklepati, da imamo pri staranju prebivalstva in avtomatizaciji dela opravka s pojavoma, od katerih prvi povzroča krčenje in staranje aktivnega prebivalstva, drugi pa nadomeščanje delavca na delovnem mestu. To poraja vprašanje, ali lahko avtomatizacija dela ublaži negativne učinke staranja prebivalstva. Vprašanje se zdi upravičeno, saj raziskave kažejo, da pojava nista neodvisna, temveč staranje prebivalstva spodbuja avtomatizacijo dela (Abeliansky in Prettner, 2020; Acemoglu in Restrepo, 2022). Še več, zdi se, da lahko avtomatizacija dela ublaži ali celo izniči negativen vpliv staranja prebivalstva na gospodarsko rast (Acemoglu in Restrepo, 2017; Daniele in drugi, 2019).

**Cilj** magistrskega dela je na podlagi relevantne literature in lastnega empiričnega dela preučiti interakcijo med krčenjem in staranjem aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva ter avtomatizacijo dela v EU. **Namen** magistrskega dela je prispevati k literaturi, ki bo informirala demografski prehod in ohranjanje gospodarske rasti v starajočih se družbah s pomočjo sodobne tehnologije. Izhajajoč iz cilja in namena tega magistrskega dela smo si zastavili temeljno raziskovalno vprašanje (**R.0**): *»Bo avtomatizacija dela v prihodnosti ublažila negativen vpliv pomanjkanja mlajših starostnih skupin delavcev zaradi staranja prebivalstva?«*. Da bi na temeljno raziskovalno vprašanje odgovorili čim bolj celovito, smo si zastavili naslednja podvprašanja:

- R.1** Kakšni so demografski trendi v državah članicah EU? Kako se bo spreminjala demografska struktura in kakšne bodo gospodarske posledice starajočega se prebivalstva?
- R.2** Katere so ključne tehnologije, ki se že uporabljajo, in kako vplivajo na potrebo po delu? Katere tehnologije so v razvoju in kako bodo vplivale na delo ter razvoj družbe nasploh?
- R.3** Kaj literatura ugotavlja o interakciji med staranjem prebivalstva in avtomatizacijo dela?
- R.4** Kakšen je odnos med tem, ali je tehnologija komplement ali substitut človeškemu delu, in starostjo delovne sile?
- R.5** Kakšen je odnos med tem, ali je tehnologija komplement ali substitut človeškemu delu, in delovno intenzivnostjo produkcije?
- R.6** Kakšen je odnos med tem, ali je tehnologija komplement ali substitut človeškemu delu, in viri rasti dodane vrednosti?

Za odgovarjanje na raziskovalna vprašanja smo uporabili dva glavna **metodološka pristopa**. Na raziskovalna vprašanja R.1, R.2 in R.3 smo odgovarjali s preučevanjem relevantne literature ter deskriptivnim povzemanjem najpomembnejših teoretičnih in empiričnih ugotovitev. Na raziskovalna vprašanja R.4, R.5 in R.6 pa z izvedbo lastne ekonometrične analize. Pri tem smo uporabili podatke iz podatkovne zbirke EUKLEMS & INTANProd

(Bontadini in drugi, 2023). Najprej smo na ravni gospodarskih panog določili odnos med tehnološkim kapitalom in delom, pri čemer smo se metodološko opirali na raziskavo Peng in Zhang (2020). Nato pa smo raziskali, ali med gospodarskimi panogami, kjer posamezne vrste kapitala predstavljajo komplement in kjer substitut delu, obstajajo statistično značilne razlike v (a) starosti delovne sile, (b) delovni intenzivnosti in (c) doprinosu kapitala ter dela k rasti dodane vrednosti. Analizo smo izvedli na ravni panog in parov panoga-država. To nam je omogočilo, da smo oblikovali določene sklepe o tem, za katere panoge, države in panoge v posameznih državah bo krčenje aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva v prihodnosti predstavljajo večji izziv, ter za katere avtomatizacija dela predstavlja boljšo možnost za blaženje posledic staranja prebivalstva.

Magistrsko delo je organizirano na sledeč način. V drugem, tretjem in četrtem poglavju povzemamo najpomembnejše teoretične in empirične ugotovitve literature s področja staranja prebivalstva, avtomatizacije dela in interakcije med obema pojavoma. V petem poglavju predstavljamo podatke, metodologijo in rezultate ekonometrične analize. Slednji so podrobneje ovrednoteni v šestem poglavju, kjer so podani tudi odgovori na raziskovalna vprašanja ter razmislek o nekaterih omejitvah raziskave.

## **2 STARANJE PREBIVALSTVA**

### **2.1 Teorije demografskega prehoda**

Države EU se soočajo s staranjem prebivalstva (Evropska komisija, 2021), ki je zadnja stopnja v sicer obširnejšem demografskem prehodu (Lee, 2003). Demografski prehod je ključna tema sodobne demografije že od polovice 20. stoletja naprej, za prvo definicijo demografskega prehoda je namreč običajno sprejeta Notesteinova opredelitev iz leta 1945 (Kirk, 1996, str. 361). Teorija demografskega prehoda v svoji najosnovnejši obliki pravi, da v procesu modernizacije družbe preidejo od visoke umrljivosti in visoke rodnosti k nizki umrljivosti in nizki rodnosti (Kirk, 1996, str. 361).

Lee (2003) piše, da je demografski prehod globalni fenomen, ki se je začel na prelomu 18. in 19. stoletja v severozahodni Evropi in se bo zaključil ob koncu 21. stoletja. Demografski prehod deli na tri obdobja; v prvem obdobju pade umrljivost, rodnost pa ostane visoka, kar sproži hitro rast prebivalstva, v drugem obdobju pade tudi rodnost, kar rast prebivalstva upočasni, v tretjem obdobju pa, ob dolgotrajni nizki ravni rodnosti in daljšanju življenjske dobe, nastopi staranje prebivalstva (Lee, 2003).

Lesthaeghe (2014) opisuje drugačen pristop k razumevanju demografskega prehoda, ki ga je skupaj z van de Kaajem razvil leta 1986. Temeljno razhajanje z Leejem (2003) je delitev procesa, ki ga Lee razume kot enovit demografski prehod, na prvi oz. klasični demografski prehod in drugi demografski prehod. Prvi demografski prehod je po besedah Lesthaegheja (2014) v 19. stoletju zajel dele Evrope in kasneje še druge regije, zaznamovala pa sta ga

padec umrljivosti in rodnosti. Po zaključenem prvem demografskem prehodu naj bi družbe dosegle stanje ravnovesja, v katerem naj bi pričakovano trajanje življenja ob rojstvu presegalo 70 let, značilna naj bi bila nuklearna oblika družine s poročenimi starši in rodnostjo na nadomestitveni ravni, kar bi omogočilo vzdrževanje konstantne velikosti prebivalstva brez potrebe po imigraciji (Lesthaeghe, 2014). Ker družbeni razvoj približno od leta 1960 naprej ni ustrezal opisani podobi, sta Lesthaeghe in van de Kaa oblikovala koncept drugega demografskega prehoda (Lesthaeghe in van de Kaa, 1986; van de Kaa, 1987), ki naj bi bolje ujel dejanske razmere in kot rezultat ni predvideval zgoraj opisanega ravnovesja. Drugi demografski prehod naj bi tako vodil v družbe, v katerih je prebivalstvo zaradi kombinacije nizke rodnosti in napredka v dolgoživosti starejše kot prej predvideno, v katerih rojstvo otrok ni vezano na zakon, rodnost pa je trajno pod nadomestitveno ravni, zato je za vzdrževanje konstantne velikosti prebivalstva potrebna imigracija (Lesthaeghe, 2014).

Lee (2003) in Lesthaeghe (2014) naslikata podobno podobo družb pred (prvim) demografskim prehodom, v katerih so maltuzijske sile držale velikost prebivalstva v ravnovesju in preprečevale njegovo hitro rast. Lee (2003, str. 169) piše, da sta bili pred začetkom demografskega prehoda v zahodni Evropi celotna stopnja rodnosti in umrljivost zmerno visoki. Celotna stopnja rodnosti je znašala med 4 in 5 rojstev na žensko, saj je bila rodnost vezana na zakonsko zvezo, ki je v povprečju nastopila kasneje v življenju (povprečno okoli 25-tega leta), za znaten delež žensk pa nikoli. Umrljivost je bila visoka predvsem med otroci in pričakovano trajanje življenja ob rojstvu je znašalo med 25 in 35 let. Posledica je bila nizka stopnja rasti prebivalstva, povprečno 0,3 % letno pred letom 1700 (Lee, 2003, str. 169). V splošnem so revnejše države demografski prehod pričele kasneje, mnoge šele v 20. stoletju, vendar sta upada umrljivosti in rodnosti potekala hitreje (Lee, 2003). Kirk (1996, str. 368) recimo izpostavlja, da se je enak upad umrljivosti, kot se je v severni Evropi zgodil v obdobju 75 do 100 let, v vzhodni Evropi zgodil v 20 do 25 letih.

Okoli leta 1800 je umrljivost v državah severozahodne Evrope začela padati (Lee, 2003). Cutler in drugi (2006) razlikujejo tri faze zgodovinskega upada umrljivosti: (1) od sredine 18. do sredine 19. stoletja sta najpomembnejša razloga za padanje umrljivosti predstavljali gospodarska rast in izboljšana prehrana; (2) od konca 19. stoletja naprej je na padanje umrljivosti najbolj vplivalo javno zdravje – urbanizacija je umrljivost višala, nižali pa so jo razvoj infrastrukture za pitno in odpadno vodo ter kampanje javnega zdravstva za npr. varnost hrane, osebno higieno itd.; (3) od 1930-tih naprej je na padanje umrljivosti najbolj vplival razvoj medicine – najprej razvoj in razmah cepiv ter antibiotikov, nato pa razvoj intenzivnega posredovanja v zdravje na osebni ravni (Cutler in drugi, 2006). Podobno na podlagi pregleda literature s področja sodobne demografije iz druge polovice 20. stoletja tri stopnje upada umrljivosti opisuje Kirk (1996, str. 367–368):

1. Prva stopnja je v zahodni Evropi nastopila v poznem 18. in prvi polovici 19. stoletja. Dvig dohodkov je bil sicer pomemben za upad umrljivosti, a ključnega pomena je bil razvoj moderne države, ki je nudila stabilnost in red ter tako zmanjšala število smrti zaradi nasilja, npr. vojn ali lokalnih sporov, in omogočila razvoj infrastrukture v

transportu ter trgovini, kar je omejilo lakoto in morda celo epidemije. Nasprotno nekateri avtorji večjo težo pripisujejo napredku v kmetijstvu, ki je izboljšal prehrano prebivalstva, s tem pa njihovo odpornost na nalezljive bolezni. Spet drugi avtorji večjo težo pri upadanju umrljivosti v začetku demografskega prehoda pripisujejo izboljšani higieni.

2. V zadnji tretjini 19. stoletja in v obdobju do prve svetovne vojne je medicina doživela nagel razvoj, ki je vodil v občutno znižanje umrljivosti najprej otrok, nato novorojenčkov. Razvoj se je nadaljeval tudi v obdobju med svetovnima vojnama.
3. Med in po drugi svetovni vojni je, predvsem zaradi odkritja penicilina leta 1943, narasla raba antibiotikov, ki je močno zmanjšala pojavnost epidemij in nalezljivih bolezni, medtem ko je bil napredek pri zniževanju umrljivosti zaradi npr. bolezni srca in ožilja ali raka počasnejši ter omejen.

Naslednji korak v demografskem prehodu, kot ga opisuje Lee (2003), je upad rodnosti. Med leti 1890 in 1920 je rodnost znotraj zakona začela upadati v večjem delu Evrope (Lee, 2003, str. 173). Kirk (1996) opozarja, da je razloge za upad umrljivosti lažje identificirati, medtem ko glede razlogov za upad rodnosti obstaja manj konsenza. Težava nastane že pri vprašanju ali so za začetek upada rodnosti pomembnejši ekonomski, družbeni ali kulturni razlogi (Kirk, 1996, str. 369).

Sprva so bili v sodobni demografiji poudarjeni predvsem ekonomski razlogi (Kirk, 1996, str. 369). Ekonomske teorije rodnosti visoko rodnost v predmodernih družbah obravnavajo kot racionalen odziv na tedanje ekonomske koristi vzgoje otrok, znižanje rodnosti v modernih družbah pa kot racionalen odziv na spremenjeno ekonomsko logiko vzgoje otrok, ki v tem obdobju prinaša manj ekonomskih koristi (Kirk, 1996, str. 369–370). Lee (2003, str. 174) povzema, da v skladu z ekonomskimi teorijami rodnosti na število rojstev vplivajo širše ekonomske spremembe, ki določajo stroške in koristi starševstva: višja produktivnost dela (zaradi tehnološkega napredka, višje izobrazbe staršev itd.) dvigne oportunitetne stroške vzgoje za starše, predvsem matere. Hkrati se zaradi višje donosnosti izobrazbe povečajo investicije vanjo, kar zviša stroške vzgoje otrok in zniža njihovo ekonomsko prispevanje v času šolanja. Nadalje, bolj razviti trgi in država lahko izpolnjujejo nekatere tradicionalne funkcije družine, npr. skrb za starejše, kar naj bi dodatno znižalo število otrok (Lee, 2003, str. 174). Galor in Weil (2000) ter Galor (2012) pa menita, da je bil ključen vzrok za upad rodnosti tehnološki razvoj, ki je v času druge faze industrijske revolucije dvignil povpraševanje po človeškem kapitalu, posledično zaradi naraščajoče donosnosti izobrazbe spodbudil vlaganje staršev v izobrazbo otrok ter tako premaknil finančno pozornost staršev od količine h kvaliteti.

Kirk (1996, str. 365–367) kot eno od ključnih raziskav s področja demografije izpostavlja Evropski projekt rodnosti (angl. The European Fertility Project), ki se je pričel leta 1963. Najpomembnejša ugotovitev te obsežne raziskave je bila, da se je upad rodnosti v različnih državah zgodil pod zelo raznolikimi družbeno-ekonomskimi pogoji, kar nakazuje, da so na upad rodnosti vplivali tudi kulturni dejavniki (Kirk, 1996, str. 365–367). Caldwell (1976) trdi, da je prehod od visoke k nizki rodnosti posledica družbenih in ne ekonomskih

sprememb. Argumentira, da je odločitev staršev o številu otrok ekonomsko racionalna znotraj vsake družbe, vendar se ekonomska racionalnost med družbami razlikuje, saj jo določajo specifični družbeni pogoji. Caldwell (1976, str. 355–357) med slednjimi izpostavlja predvsem vpliv smeri medgeneracijskega toka premoženja in 'vesternizacijo' oz. uvajanje komponent Zahodnih družbenih sistemov, kot sta nuklearna družina, osnovana na zakonski zvezi, in povečana pozornost ter potrošnja na otrocih. Lesthaeghe (1983) raziskuje vpliv izrazito kulturnih dejavnikov na upad rodnosti in empirično pokaže, da številni indikatorji sekularizacije, religioznosti in individualizma vplivajo na raven rodnosti. Nekateri avtorji pa menijo, da je za upad rodnosti bolj kot sprememba družbeno-ekonomskih pogojev pomembna difuzija idejnih novosti (Cleland in Wilson, 1987), ki poteka skozi družbeno učenje znotraj medosebnih odnosov ali preko medijev oz. drugih virov množične komunikacije, preko družbenega vpliva (družbenega pritiska) in institucionalnih omejitev (Montgomery in Casterline, 1996).

Kirk (1996, str. 380) svoj pregled demografske literature 2. polovice 20. stoletja sklene z ugotovitvijo, da ne obstaja en sam, unikaten razlog za demografski prehod, temveč se zdi, da je z njim povezanih večina vidikov modernizacije, hkrati pa je demografski prehod ključna komponenta modernizacije same.

## **2.2 Demografski prehod ter staranje prebivalstva v Evropski uniji med leti 1950 in 2021**

Sledi pregled nekaterih demografskih dejavnikov za države EU<sup>1</sup>, z namenom ilustracije demografskega prehoda oz. ožje staranja prebivalstva v omenjenih državah. Vir podatkov za preteklo obdobje so uradne demografske ocene Združenih narodov iz leta 2022 (UN DESA, 2022a). Revizija iz leta 2022 vključuje ocene vrednosti demografskih indikatorjev med leti 1950 in vključno 2021, oblikovane na podlagi dosegljivih podatkov (UN DESA, 2022b). Obravnavamo predvsem demografske dejavnike, ki, kot razložita Lee (2003) in Lesthaeghe (2014), določajo demografski prehod, to so umrljivost, rodnost in pričakovano trajanje življenja, ter indikatorje, ki ilustrirajo staranje prebivalstva.

### **2.2.1 Umrljivost**

Združeni narodi (UN DESA, 2022a) poročajo podatke o splošni stopnji umrljivosti (angl. crude death rate), tj. številu smrti na 1000 prebivalcev države (UN DESA, brez datuma). Kot prikazuje slika<sup>2</sup> 1, je povprečna splošna stopnja umrljivosti v državah EU leta 1950 znašala 11,8 smrti na tisoč prebivalcev, leta 2019 pa 10,5 smrti na tisoč prebivalcev. Vrednosti za

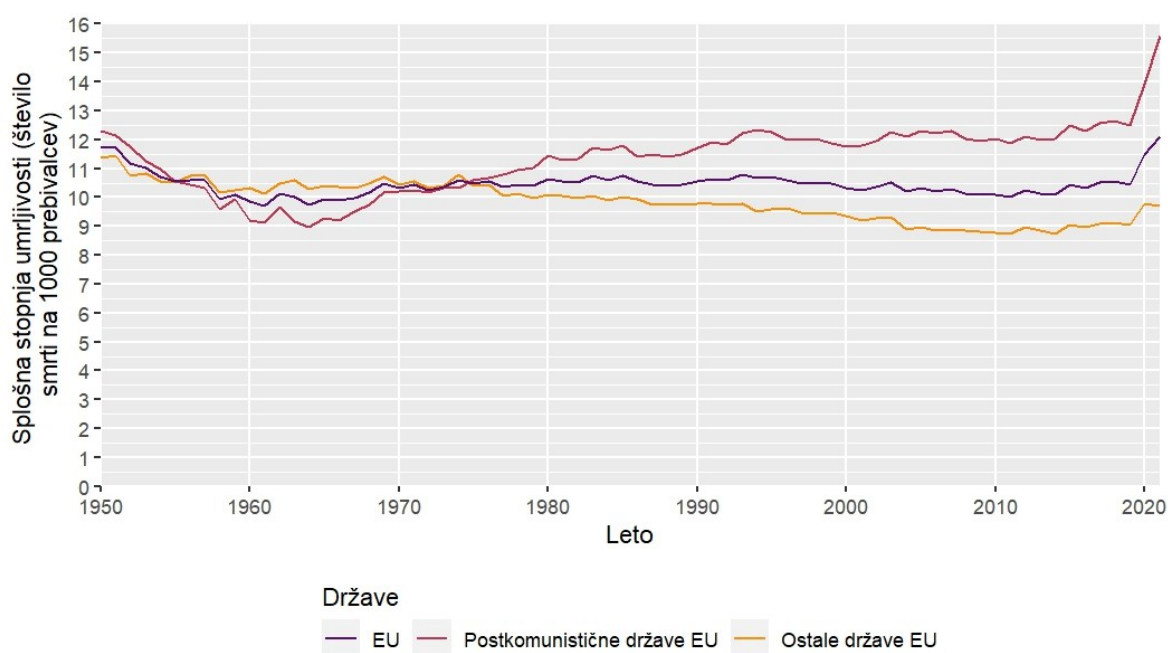
---

<sup>1</sup> Kot države EU upoštevamo 27 držav, ki so članice EU leta 2023, v času pisanja tega magistrskega dela, tudi kadar obravnavamo podatke iz časa pred njihovim vstopom v unijo.

<sup>2</sup> Vse slike v pričujočem magistrskem delu so bile izdelane v programu RStudio (verzija 2023.09.0+463, Posit team, 2023) v programskem okolju R (verzija 4.3.1, R Core Team, 2023), s paketom ggplot2 (verzija 3.4.3, Wickham, 2016).

posamezne države so bile leta 2019 precej bolj razpršene kot leta 1950; leta 1950 so bile nanizane na intervalu med 7,5 (Nizozemska) in 15,3 (Malta) smrti na 1000 prebivalcev, leta 2019 pa med 6,4 (Irska) in 16,3 (Bolgarija) smrti na 1000 prebivalcev. V večini držav so bila 1960-ta obdobje najizrazitejšega padca stopnje umrljivosti, tako da je skupno povprečje padlo iz 11,8 smrti na 1000 prebivalcev leta 1950 na 9,7 leta 1961. Ob koncu 1970-tih se je povprečna splošna stopnja umrljivosti ustalila med 10 in 11 smrti na tisoč prebivalcev, med državami pa so ostale razlike. Medtem ko je umrljivost v nekaterih državah (npr. Irska, Ciper, Malta, Belgija) upadala, je v drugih ostala dokaj stabilna (npr. Slovenija, Finska, Španija) ali pa je celo nekoliko naraščala (npr. Bolgarija, Hrvaška, Madžarska).

*Slika 1: Povprečna splošna stopnja umrljivosti (število smrti na 1000 prebivalcev) v državah EU med leti 1950 in 2021*



*Vir: lastno delo na podlagi UN DESA (2022a).*

Vzroki za upad umrljivosti v drugi polovici 20. stoletja se razlikujejo od vzrokov za upad umrljivosti predhodnih obdobj demografskega prehoda, kot smo nakazali že v poglavju 2.1. Medtem ko je upad umrljivosti v prvi polovici 20. stoletja moč pripisati predvsem upadu v umrljivosti zaradi nalezljivih bolezní, so bili po drugi svetovni vojni pomembni predvsem upad umrljivosti zaradi bolezní srca in ožilja na račun razvoja medicine in opuščanja kajenja, upad umrljivosti novorojenčkov, predvsem tistih z nizko težo ob rojstvu, upad števila prometnih nesreč s smrtnim izidom, upad števila smrti zaradi pljučnice ali gripe, nekoliko pa tudi upad števila smrti zaradi raka (Cutler in drugi, 2006, str. 104). Vendar pa trend upadanja umrljivosti v Evropi v 2. polovici 20. stoletja ni bil enoten. Po letu 1989 je v nekaterih, a ne vseh, postkomunističnih državah Evrope umrljivost narasla, pri čemer je bilo število presežnih smrti med leti 1990 in 1999 najvišje v vzhodnoevropskih državah, ki danes niso članice EU (Rusija in Ukrajina), med članicami EU pa v baltskih državah (UNICEF Innocenti Research Centre, 2001, str. 47–49). Umrljivost je narasla predvsem med moškimi,

starimi med 25 in 60 let (UNICEF Innocenti Research Centre, 2001, str. 47). Stuckler in drugi (2009) ugotavljajo, da je bila rast umrljivosti povezana predvsem s hitro in obsežno privatizacijo ter porastom brezposelnosti v času tranzicije. Kot prikazuje slika 1, se je po dveh desetletjih relativne konvergence razlika v umrljivosti med postkomunističnimi in ostalimi državami EU začela poglobljati že v 1980-tih in ta trend vztraja še danes.

Po podatkih Združenih narodov (UN DESA, 2022a) je bilo v veliko državah, tudi v tistih, v katerih je bila stopnja umrljivosti pred tem dokaj stabilna ali pa je celo padala, v preteklem desetletju moč zaslediti rahel porast stopnje umrljivosti. Posebej izstopata leti 2020 in 2021. Leta 2020 je stopnja umrljivosti glede na prejšnje leto narasla v vseh državah EU, v povprečju kar za 9,5 %. Leta 2021 se je rast umrljivosti nadaljevala v 17 državah, v 10 je upadla, a le Luksemburg je dosegel nižjo raven splošne stopnje umrljivosti kot leta 2019. Presežno umrljivost pripisujemo pandemiji COVID-19. Wang in drugi (2022) namreč ocenjujejo, da je v letih 2020 in 2021 presežna umrljivost zaradi pandemije COVID-19 v centralni, vzhodni in zahodni Evropi znašala 3,2; 3,5 in 1,4 smrti na 1000 prebivalcev.

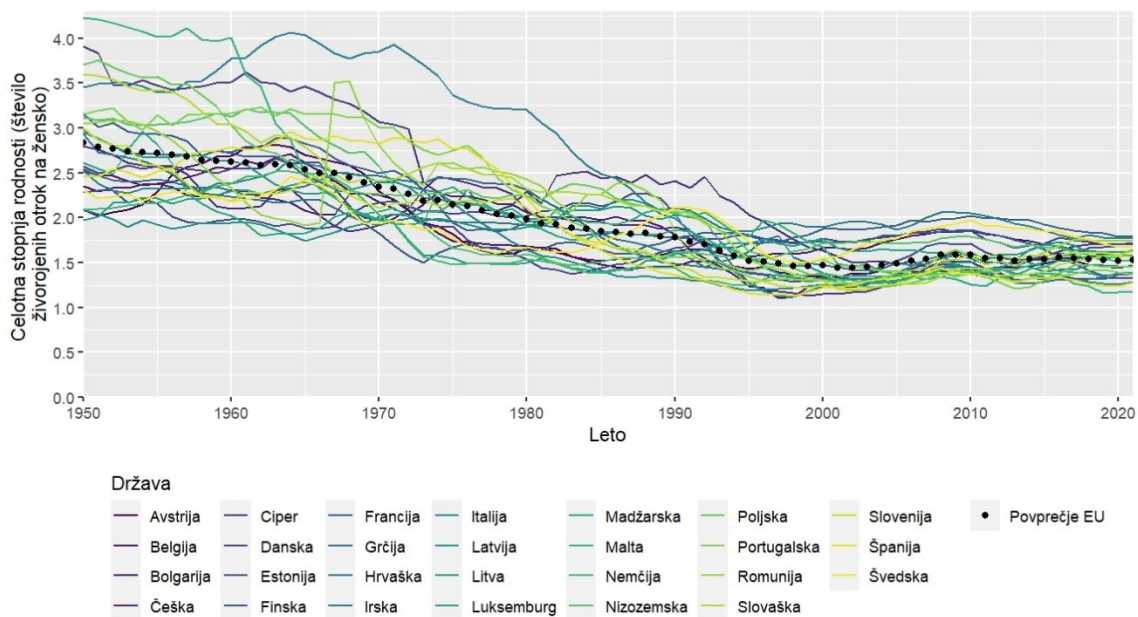
### 2.2.2 Rodnost

Podatki o celotni stopnji rodnosti, ki jih poročajo Združeni narodi (UN DESA, 2022a) in so predstavljeni na sliki 2, opisujejo povprečno število živorojenih otrok, ki bi jih imela ženska ob koncu reproduktivnega obdobja, če bi bila v tem obdobju rodnost vseskozi enaka kot v opazovanem obdobju (UN DESA, brez datuma). Celotna stopnja rodnosti v državah EU pada že od leta 1950. Nekatere ekonomske, družbene in kulturne razloge za upad rodnosti smo že orisali v poglavju 2.1, hkrati pa opozorili, da v literaturi ni konsenza o poglavitnem vzroku zanj (Kirk, 1996).

Po podatkih Združenih narodov (UN DESA, 2022a) se je med leti 1950 in 2021 povprečna celotna stopnja rodnosti držav EU znižala z 2,83 na 1,53 živorojenih otrok na žensko, kar je pod obnovitveno ravni (2,1 rojstev na žensko). Prav vse države članice EU so imele leta 2021 nižjo celotno stopnjo rodnosti kot leta 1950, in sicer v povprečju nižjo kar za 43,7 %. Na začetku obdobja 1950–2021 je bil v mnogih državah opazen povojni »baby boom« (Evropska komisija, 2021, str. 18), ki mu je sledilo izrazito padanje celotne stopnje rodnosti do približno leta 1995. Približno po letu 1995 je stopnja rodnosti v mnogih državah prenehala padati ter se relativno ustalila, v začetku 21. stoletja pa celo nekoliko narasla, a se je ta porast v nekaterih državah že zaključil in trend obrnil navzdol. V zadnjem desetletju 20. stoletja je celotna stopnja rodnosti v nekaterih državah EU padla na raven t. i. najnižje-nizke stopnje rodnosti (angl. lowest-low fertility), tj. na 1,3 rojstev na žensko ali manj (Kohler in drugi, 2002). Po podatkih Združenih narodov (UN DESA, 2022a) je celotna stopnja rodnosti padla pod mejo najnižje-nizke stopnje rodnosti najprej v Italiji leta 1992, naslednje leto v Nemčiji in Španiji, v sledečem desetletju pa še v Bolgariji, na Češkem, v Estoniji, Latviji, Litvi, na Madžarskem, Poljskem, v Romuniji, na Slovaškem, v Sloveniji in Španiji. Izkazalo se je, da je šlo za kratkotrajen pojav, saj se je do leta 2008 celotna stopnja rodnosti vrnila nad mejo

najnižje-nizke stopnje rodnosti v prav vseh omenjenih državah. Epizode najnižje-nizke stopnje rodnosti na prelomu stoletja naj bi bile na prvem mestu posledica obdobja pospešenega odlaganja materinstva v kasnejše življenjsko obdobje (Kohler in drugi, 2002; Goldstein in drugi, 2009). K povrnitvi celotne stopnje rodnosti nad najnižjo-nizko stopnjo so pripomogli tudi: v posameznih državah (npr. Italiji in Španiji) imigracija žensk z v povprečju višjo stopnjo rodnosti, izboljšanje ekonomskih pogojev po obdobjih ekonomske tranzicije v vzhodni Evropi in povišane brezposelnosti mladih zaradi recesije v južni Evropi, morda pa tudi državni programi, namenjeni spodbujanju rodnosti (Goldstein in drugi, 2009). Po podatkih Združenih narodov (UN DESA, 2022a) je celotna stopnja rodnosti v posameznih državah v obdobju od leta 2008 še padla pod najnižjo-nizko stopnjo rodnosti, a so bile te epizode redkejše in krajše (npr. v Grčiji in na Portugalskem). V Italiji, na Malti in v Španiji pa je celotna stopnja rodnosti padla pod najnižjo-nizko stopnjo leta 2017 oz. 2018 in si do leta 2021 še ni opomogla. Tudi preostale države EU ohranjajo nizko celotno stopnjo rodnosti. Že od leta 1995 naprej imajo namreč popolnoma vse države članice EU celotno stopnjo rodnosti pod obnovitveno ravni (UN DESA, 2022a). Rodnost pod obnovitveno ravni v svetovnem kontekstu ni nenavadna. Danes namreč dve tretjini svetovnega prebivalstva živi v državah z rodnostjo pod to mejo (UN DESA, 2022c, str. 14).

*Slika 2: Celotna stopnja rodnosti (število živorojenih otrok na žensko) v državah EU med leti 1950 in 2021*



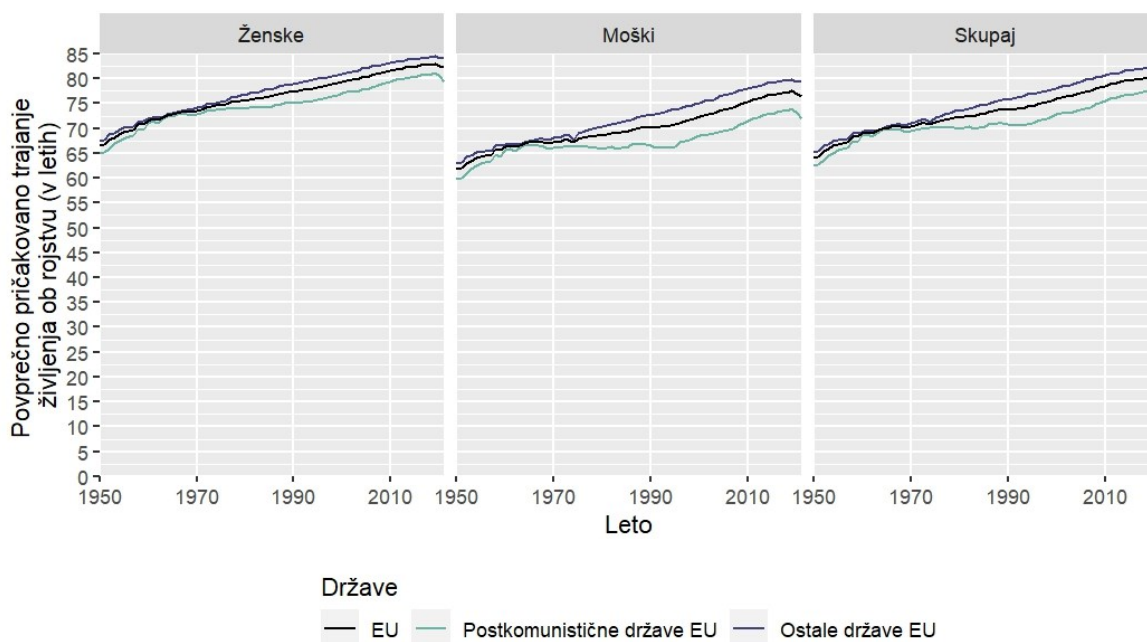
*Vir: lastno delo na podlagi UN DESA (2022a).*

### 2.2.3 Pričakovano trajanje življenja ob rojstvu

Združeni narodi (UN DESA, 2022a) poročajo tudi podatke o pričakovanem trajanju življenja ob rojstvu, ki so predstavljeni na sliki 3. V obdobju med leti 1950 in 2021 je pričakovano trajanje življenja ob rojstvu vztrajno naraščalo, tako za ženske kot za moške. Povprečno

pričakovano trajanje življenja ob rojstvu v državah EU je leta 1950 znašalo 64,2 let (61,7 za moške, 66,5 za ženske), leta 2021 pa 79,4 let (76,5 za moške, 82,3 za ženske). Povprečje prikriva razlike med državami. Konec prejšnjega stoletja je, zaradi zdravstvene krize po razpadu Sovjetske zveze, v nekaterih državah vzhodne Evrope pričakovano trajanje življenja ob rojstvu padlo in si nato zelo počasi opomoglo (UN DESA, 2022c, str. 17). Mackenbach (2013) obravnava pričakovano trajanje življenja ob rojstvu v Evropi skozi celotno 20. stoletje in ugotavlja, da so bila razhajanja med državami najmanjša približno okoli leta 1960 za moške in 1970 za ženske, čemur je sledilo obdobje divergence. To pripisuje zaostajanju držav centralne in vzhodne Evrope pri zmanjševanju umrljivosti zaradi bolezni srca in ožilja. Kot ugotavlja, je to obdobje sovpadalo z naraščanjem razlik v nacionalnem dohodku držav in zato predlaga, da bi zaostanek pri zmanjševanju umrljivosti zaradi bolezni srca in ožilja lahko bil povezan z zmanjšanjem izdatkov za zdravstvene sisteme (Mackenbach, 2013). Študije razkrivajo še številne druge vzroke, ki so pripomogli k zaostajanju postkomunističnih držav v pričakovanem trajanju življenja, npr. razlike v življenjskem slogu, kot sta uživanje alkohola in kajenje (Mackenbach, 2013; Trias-Llimós in drugi, 2018).

*Slika 3: Povprečno pričakovano trajanje življenja ob rojstvu v državah EU med leti 1950 in 2021 glede na spol*



*Vir: lastno delo na podlagi UN DESA (2022a).*

Še danes se kažejo opazne razlike med državami, ki so konec 20. stoletja doživele ekonomsko in politično tranzicijo, ter ostalimi članicami EU, kot prikazuje slika 3. Leta 2021 je razlika med državama z najvišjim (Malta, 83,8 let) in najnižjim (Bolgarija, 71,8 let) pričakovanim trajanjem življenja ob rojstvu znašala kar 12 let. Razlike obstajajo tudi med ženskami in moškimi, saj imajo ženske daljše pričakovano trajanje življenja ob rojstvu, kar je sicer fenomen, ki je opazen v praktično vseh predelih sveta (UN DESA, 2022c, str. 18). Leta 2021 je bila vrzel med povprečnim pričakovanim trajanjem življenja ob rojstvu za

ženske in moške večja (5,9 let) kot leta 1950 (4,8), a ob tem je potrebno omeniti, da je ta vrzel po letu 1950 naraščala do leta 1995, ko je znašala 7,5 let, nato pa se je pričela vztrajno krčiti, razen v letih 2020 in 2021, ko je bilo moč opaziti rahlo nazadovanje. Povprečno pričakovano trajanje življenja ob rojstvu v državah EU je upadlo iz 80,3 let leta 2019 na 79,7 let leta 2020 in 79,4 leta 2021. Evropska komisija (2023, str. 5) to pripisuje pandemiji COVID-19, a hkrati ocenjuje, da je pandemija zgolj začasno prekinila dolgotrajni trend naraščanja pričakovanega trajanja življenja ob rojstvu in da se je do konca leta 2021 večina držav EU vrnila vsaj na predpandemsko raven pričakovanega trajanja življenja ob rojstvu.

#### 2.2.4 Migracije

Na demografsko sliko držav vplivajo tudi migracije (Lesthaeghe, 2014). Na podlagi podatkov Združenih narodov (UN DESA, 2022a) o neto stopnji migracij je težko oblikovati enotne zaključke o migracijah v EU med leti 1950 in 2021, saj se pojavljajo velike razlike med državami. Hkrati je neto stopnja migracij zelo volatilen demografski pojav, v veliki meri določen s strani družbeno-političnih dogodkov. Zgolj v zadnjih dveh desetletjih so na raven neto migracij znatno vplivali npr. finančna kriza leta 2008 in množične migracije iz severne Afrike ter Bližnjega vzhoda leta 2015 (Evropska komisija, 2021, str. 21), še bolj nedavno pa pandemija COVID-19, Brexit in vojna v Ukrajini (Evropska komisija, 2023, str. 6–7). Po podatkih Združenih narodov (UN DESA, 2022a) je neto število migrantov v EU po letu 1950, ko je znašalo približno –844 tisoč ljudi, vztrajno naraščalo in leta 2019, pred pandemijo COVID-19, doseglo približno +1,19 milijona ljudi. Sicer je neto število migrantov doseglo vrh leta 2007 (približno +1,68 milijona ljudi), nato pa je nekaj let padalo in začelo ponovno naraščati šele po letu 2013.

Kljub porastu neto migracij na ravni EU se po podatkih Združenih narodov (UN DESA, 2022a) na ravni držav nekatere članice EU soočajo z dolgotrajno in izrazito negativno stopnjo neto migracij, tj. z neto številom migrantov na 1000 prebivalcev (UN DESA, brez datuma). Te države so predvsem Litva, Latvija, Hrvaška, Grčija, Bolgarija in Romunija. Združeni narodi (UN DESA, 2022c) ugotavljajo, da so v nekaterih delih sveta migracije postale pomemben faktor prebivalstvenih sprememb. V premožnejših državah je k rasti prebivalstva v obdobju 1980–2000 bolj prispeval naravni prirast kot neto migracije, v obdobju 2000–2020 je bil večji prispevek neto migracij, v prihodnjih desetletjih pa naj bi migracije postale edini vzrok za rast prebivalstva v premožnejših državah (UN DESA, 2022c, str. 20). V manj premožnih državah naj bi naravni prirast ostal glavno gonilo rasti prebivalstva tudi v prihodnje (UN DESA, 2022c, str. 20).

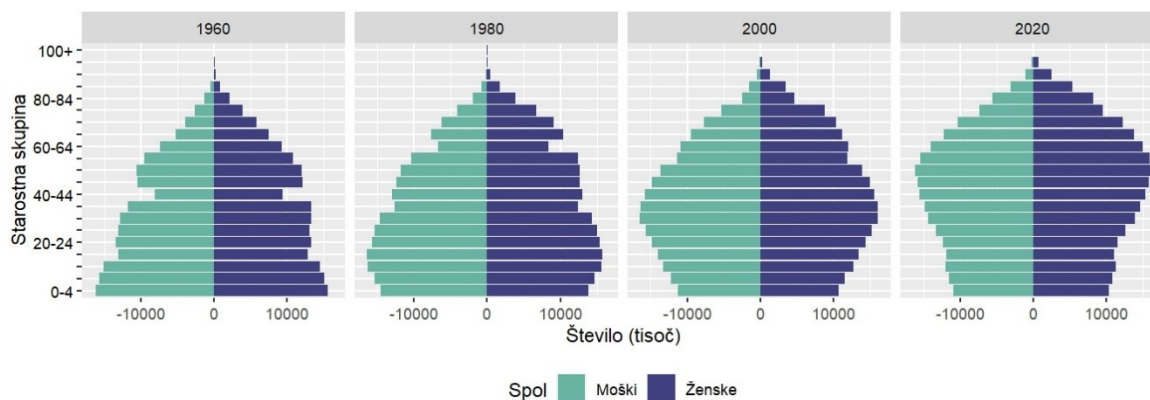
#### 2.2.5 Povprečna starost in starostna sestava prebivalstva

Istočasno padanje umrljivosti, trajno nizka rodnost in naraščanje pričakovanega trajanja življenja ob rojstvu so v obdobju 1950–2021 vodili v staranje prebivalstva. Povprečna starost prebivalstva na ravni EU in znotraj posameznih držav je v obdobju 1950–2021 nenehno

naraščala (UN DESA, 2022a). Leta 1950 je povprečna starost prebivalstva na ravni EU znašala 28,3 let, leta 2021 pa že 42,1 let, pri čemer so vse, razen petih EU držav, imele povprečno starost prebivalstva nad 40 let (UN DESA, 2022a). Obenem se je zgodil premik od mlajših k starejšim starostnim skupinam. To je razberljivo iz sprememb prebivalstvene piramide EU, ki je prikazana na sliki 4, in prebivalstvenih piramid posameznih držav EU, prikazanih na slikah 5 in 6. Prebivalstvene piramide večine držav EU (slika 5) imajo leta 1960 klasično obliko piramide. To pomeni, da so kljub opaznim distorzijam, ki so zapuščina prve in druge svetovne vojne, širše pri dnu in se proti vrhu ožijo v obliki piramide. Najbolj tipski primeri takšne prebivalstvene piramide so Ciper, Malta, Portugalska in Španija. Hkrati za leto 1960 lahko opazimo, da prebivalstvene piramide nekaterih držav že izgubljajo obliko piramide, saj se v spodnjem delu ne širijo navzven, temveč ohranjajo dokaj konstantno velikost starostnih skupin. Tako spodnji del prebivalstvene piramide bolj spominja na pravokotnik, ne moremo pa še govoriti o oženju. Najbolj reprezentativni primeri so Avstrija, Luksemburg, Madžarska in Švedska. V tem obdobju so najstarejše starostne skupine, nad 80 in še posebej nad 90 let starosti, zelo maloštevilne. Leta 2020 (slika 6) nobena država EU nima več klasične piramidne oblike prebivalstvene piramide. Za izjeme je še moč reči, da vzdržujejo dokaj konstantno velikost starostnih skupin (npr. Francija in Švedska) in imajo zato proti dnu kvadratno obliko. V ostalih državah so prebivalstvene piramide ožje pri dnu, v nekaterih manj izrazito (Belgija, Danska, Finska, Nizozemska), v drugih bolj (Bolgarija, Ciper, Luksemburg, Malta, Španija). Govorimo o t. i. obliki žare. Zdi se, da se je oženje pri dnu v nekaterih državah že umirilo in velikost starostnih skupin se je relativno ustalila. Značilen primer takega razvoja so Romunija, pa tudi npr. Bolgarija, Poljska in Slovaška. Spet v drugih državah pa se nakazuje nadaljevanje oženja, to so npr. Italija, Nizozemska, Portugalska in Španija. Leta 2020 so najstarejše starostne skupine opazno večje.

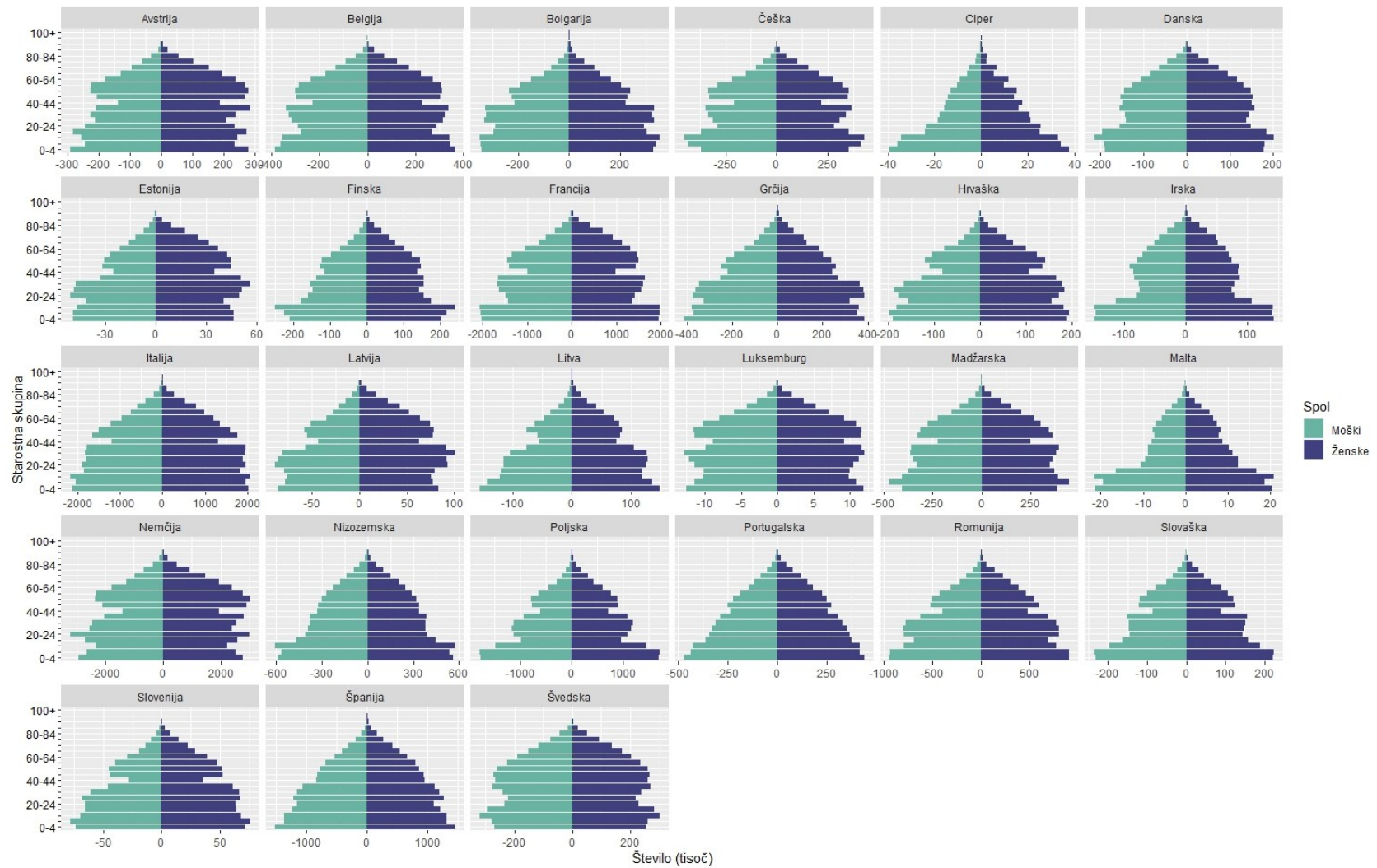
Slika 4 prikazuje prebivalstvene piramide na ravni EU v letih 1960, 1980, 2000 in 2020. Slika nazorno prikazuje spremembo starostne sestave v EU, tj. premik od mlajših k starejšim starostnim skupinam. Leta 1960 je prebivalstvena piramida EU še imela obliko piramide, leta 2020 pa obliko žare. Pri tem se zdi, da se je leta 2020 krčenje starostnih skupin ob dnu piramide, vsaj v primerjavi z letom 2000, nekoliko ustavilo, a ne nujno ustavilo.

*Slika 4: Prebivalstvene piramide EU v letih 1960, 1980, 2000 in 2020*



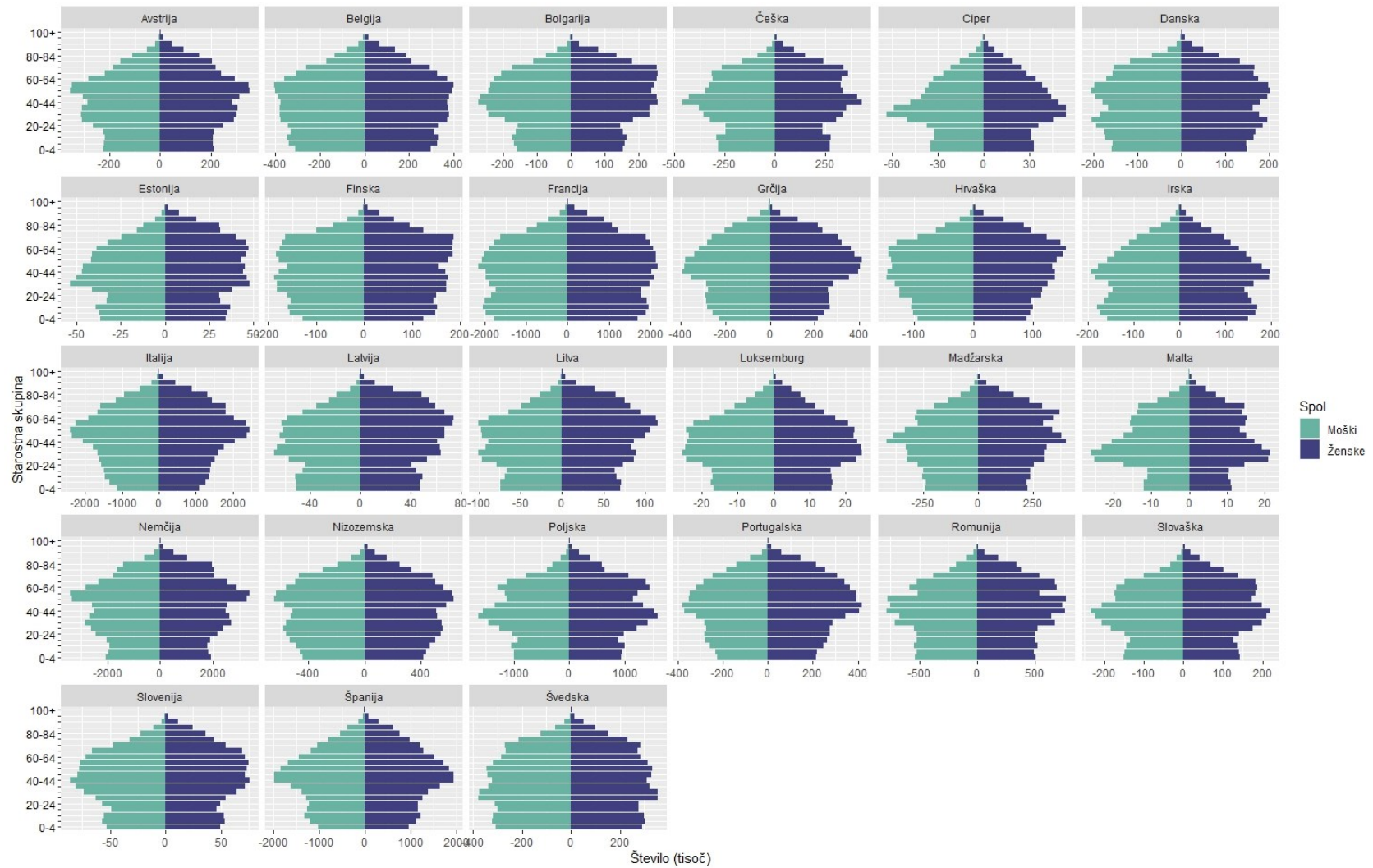
*Vir: lastno delo na podlagi UN DESA (2022a).*

Slika 5: Prebivalstvene piramide držav EU leta 1960



Vir: lastno delo na podlagi UN DESA (2022a).

Slika 6: Prebivalstvene piramide držav EU leta 2020

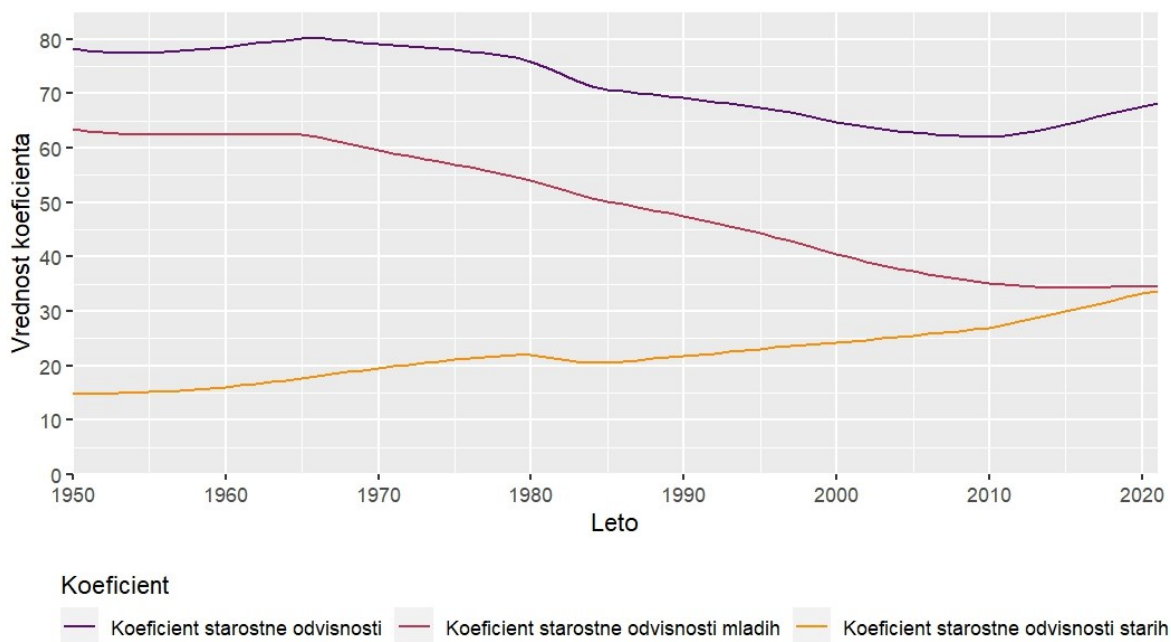


Vir: lastno delo na podlagi UN DESA (2022a).

## 2.2.6 Koeficienti starostne odvisnosti prebivalstva

Staranje prebivalstva lahko opazujemo tudi na podlagi gibanja koeficientov starostne odvisnosti. Po podatkih Združenih narodov (UN DESA, 2022a) se je v obdobju 1950–2021 koeficient starostne odvisnosti mladih, tj. razmerje med številom mladih (do vključno 19 let starosti) in delovno sposobnih prebivalcev (od 20 do 64 let starosti), znižal v vseh državah EU (povprečno za 43,6 %). Kot prikazuje slika 7, je povprečna vrednost na ravni EU padla iz 63,4 leta 1950 na 34,5 leta 2021. Takšno gibanje koeficienta starostne odvisnosti mladih lahko pripišemo zgoraj opisanemu padanju rodnosti, kar je pomenilo manjše generacije mladih, in zgoraj opisanemu padanju umrljivosti, kar je ohranjalo velikost delovno sposobnega dela prebivalstva. Po drugi strani pa je koeficient starostne odvisnosti starih, ki ga poročajo Združeni narodi (UN DESA, 2022a), tj. razmerje med številom starih (nad vključno 65 let starosti) in delovno sposobnih prebivalcev (od 20 do 64 let starosti), v enakem obdobju narasel v vseh državah EU (povprečno za 135,7 %). Kot prikazuje slika 7, je povprečna vrednost na ravni EU narasla iz 14,8 leta 1950 na 33,8 leta 2021. Ta trend je posledica zgoraj opisanega naraščanja pričakovanega trajanja življenja, kar je pomenilo, da so se generacije, stare nad vključno 65 let, večale.

Slika 7: Povprečni koeficienti starostne odvisnosti v EU med leti 1950 in 2021



Vir: lastno delo na podlagi UN DESA (2022a).

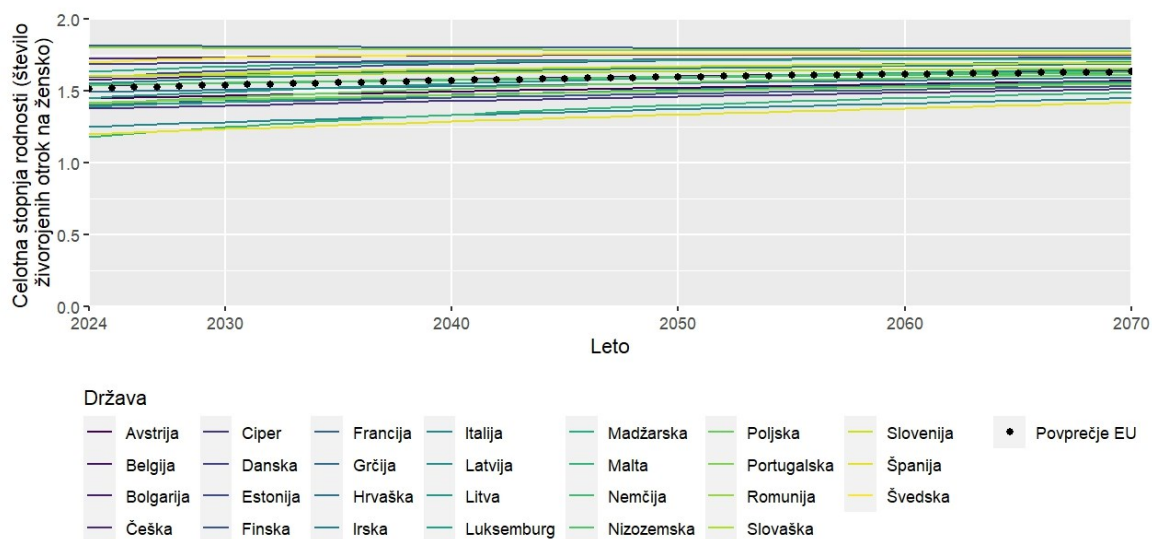
Gibanje koeficienta starostne odvisnosti (UN DESA, 2022a), tj. razmerja med skupnim številom mladih in starih (do vključno 19 let starosti in nad vključno 65 let starosti) in številom delovno sposobnih prebivalcev (od 20 do 64 let starosti), je mogoče razumeti preko gibanja drugih dveh omenjenih koeficientov, kar je razberljivo s slike 7. Koeficient starostne odvisnosti se je po letu 1950 najprej gibal v smeri koeficienta starostne odvisnosti mladih; ta je v mnogih državah najprej poskočil (povojni »baby boom«), zato je poskočil tudi

koeficient starostne odvisnosti, nato je začel upadati in z njim je upadal tudi koeficient starostne odvisnosti. Približno po letu 2010 je rast koeficienta starostne odvisnosti starih pretehtala padanje koeficienta starostne odvisnosti mladih, zato je skupni koeficient starostne odvisnosti začel naraščati. Opisano gibanje koeficienta starostne odvisnosti je prisotno v skoraj vseh državah EU in na skupni ravni EU (UN DESA, 2022a). Povprečni koeficient starostne odvisnosti na ravni EU je bil leta 2021 (68,3) vseeno nižji kot leta 1950 (78,2) (UN DESA, 2022a).

### 2.3 Prihodnost staranja prebivalstva Evropske unije

Staranje prebivalstva EU se bo po projekcijah Eurostata (v Evropska komisija, 2021) nadaljevalo tudi v prihodnje. Njihove projekcije kažejo, da bodo kratkoročno trende v rodnosti, umrljivosti in migracijah določale specifične demografskega razvoja posameznih držav, dolgoročno pa bodo rodnost, umrljivost in migracije v državah EU konvergirale k vrednostim držav z vodilnimi stanji indikatorjev, tj. najvišjo rodnostjo in najdaljšim pričakovanim trajanjem življenja ob rojstvu (Evropska komisija, 2021, str. 18). Eurostat (v Evropska komisija, 2021, str. 19) napoveduje, da se bodo na dolgi rok celotne stopnje rodnosti držav približevale celotni stopnji rodnosti Francije, ki je v primeru tega demografskega kazalnika vodilna država. To pomeni, da bodo celotne stopnje rodnosti v ostalih državah EU do leta 2070 počasi naraščale in se približevale Franciji, kjer bo celotna stopnja rodnosti ostala nekoliko nad 1,8 rojstev na žensko (Eurostat v Evropska komisija, 2021, str. 19; Eurostat, 2023a), kar prikazuje tudi slika 8. Posledično bo po napovedih na ravni EU celotna stopnja rodnosti narasla iz 1,52 leta 2019 (Eurostat v Evropska komisija, 2021, str. 19) na 1,63 leta 2070 (Eurostat, 2023a). Po napovedih Eurostata (2023a) pa bo celotna stopnja rodnosti v državah EU do leta 2070 vsekakor ostala pod obnovitveno ravnijo.

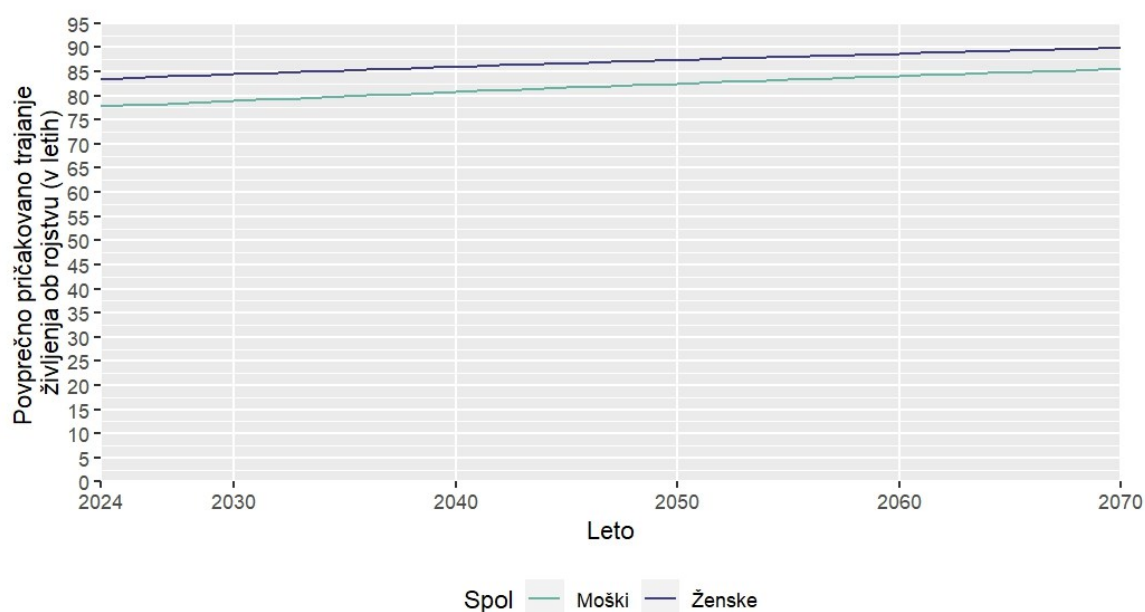
Slika 8: Projekcija celotne stopnje rodnosti (število živorojenih otrok na žensko) v državah EU med leti 2024 in 2070



Vir: lastno delo na podlagi Eurostat (2023a).

Nadalje, Eurostat (v Evropska komisija, 2021; Eurostat, 2023b) napoveduje, da bo pričakovano trajanje življenja ob rojstvu do leta 2070 naraščalo tako za moške kot za ženske, razlike med spoloma pa naj bi se še dodatno krčile. Moški v EU naj bi po najnovejših napovedih Eurostata (2023b) do leta 2070 dosegli povprečno pričakovano trajanje življenja 85,5 let, ženske pa 89,9 let, kot to prikazuje slika 9. Skladno s scenarijem konvergence med državami EU in dejstvom, da danes med državami obstajajo precejšnje razlike v pričakovanem trajanju življenja, so napovedi za rast najvišje za države z najnižjimi trenutnimi ravnmi pričakovanega trajanja življenja. Med moškimi naj bi tako najbolj pridobili prebivalci Bolgarije, Estonije, Latvije, Litve, Madžarske, Romunije in Slovaške, kjer je pričakovano trajanje življenja moških ob rojstvu danes med 70 in 75 let, do leta 2070 pa naj bi se dvignilo za med 9 in 12 let (Eurostat v Evropska komisija, 2021, str. 20). Med ženskami pa naj bi najbolj pridobile prebivalke Bolgarije, Latvije, Madžarske in Romunije, kjer danes pričakovano trajanje življenja žensk ob rojstvu znaša okoli 80 let, do leta 2070 pa naj bi se dvignilo za 8 ali 9 let (Eurostat v Evropska komisija, 2021, str. 20).

*Slika 9: Projekcija pričakovanega trajanja življenja ob rojstvu (v letih) v EU med leti 2024 in 2070 glede na spol*



*Vir: lastno delo na podlagi Eurostat (2023b).*

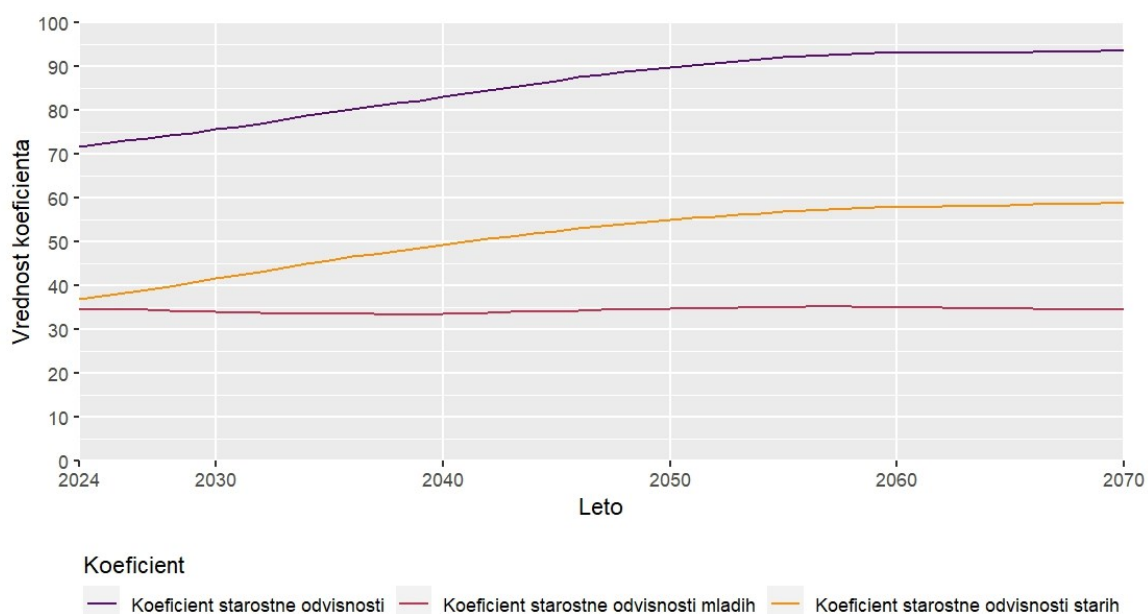
Evropska komisija (2021, str. 20–21) opozarja, da je med demografskimi kazalci najtežje napovedati trende v migracijah, saj se ti zgodovinsko močno razlikujejo glede na državo in leto. Eurostat (v Evropska komisija, 2021, str. 20–21) napoveduje, da se bo raven neto migracij v EU znižala z 0,3 % prebivalstva EU (približno 1,3 milijona ljudi) leta 2019 na 0,2 % prebivalstva EU (približno 1 milijon ljudi) do leta 2030 in ostala na približno tej ravni do leta 2070. Stopnja neto migracij naj bi do leta 2070 postala pozitivna v vseh državah EU (Eurostat v Evropska komisija, 2021, str. 21). Vseeno pa se bodo med državami ohranile razlike. Med leti 2019 in 2070 naj bi Španija, Luksemburg, Malta in Švedska kumulativno

sprejele največ migrantov, tj. vsaj 20 % velikosti svojega prebivalstva iz leta 2019 (Eurostat v Evropska komisija, 2021, str. 21). Po drugi strani pa naj bi Latvija, Litva in Romunija v enakem obdobju imele negativno kumulativno raven migracij, najbolj Latvija z  $-10,1\%$  svojega prebivalstva iz leta 2019 (Eurostat v Evropska komisija, 2021, str. 21).

Posledica opisanega razvoja rodnosti, pričakovanega trajanja življenja in migracij v prihodnjih desetletjih bo nadaljevanje staranja prebivalstva v državah EU. Eurostat napoveduje »močan premik navzgor« (Evropska komisija, 2021, str. 22) v starostni sestavi prebivalstva EU. Po napovedih, naj bi povprečna starost v EU med leti 2019 in 2070 narasla iz 42,2 na 47,7 za moške in iz 45,2 na 51,0 za ženske (Eurostat v Evropska komisija, 2021, str. 23; Eurostat, 2023c). V primeru obeh spolov naj bi leta 2070 največjo starostno skupino predstavljali 60–64 letniki, medtem ko so jo leta 2019 predstavljali 50–54 letniki (Eurostat v Evropska komisija, 2021, str. 23). Za premik k starejšim starostnim skupinam, Evropska komisija (2021, str. 23) našteva tri glavne razloge: (1) velike kohorte rojenih v 1950-tih in 1960-tih skupaj z daljšim pričakovanim trajanjem življenja vodijo do vse večjih starejših starostnih skupin, (2) nizka rodnost in krčenje kohort žensk v reproduktivnem obdobju vodita do krčenja starostnih skupin 25–59 letnikov in (3) napovedane nizke ravni migracij.

Po napovedih, delno prikazanih na sliki 10, naj bi v obdobju 2019–2070 koeficient starostne odvisnosti starih v EU narasel iz 34,4 na 59,0, (skupni) koeficient starostne odvisnosti pa iz 69,7 na 93,7 (Eurostat v Evropska komisija, 2021, str. 24; Eurostat, 2023c). Koeficient starostne odvisnosti starih naj bi najbolj narasel v Litvi, na Cipru, Danskem, Irskem in Malti (Eurostat v Evropska komisija, 2021, str. 24; Eurostat, 2023c). Prebivalstvo naj bi se v EU v prihodnje staralo hitreje kot v drugih regijah sveta (z izjemo Japonske in Kitajske), saj imajo slednje mlajše izhodiščno prebivalstvo kot EU (Evropska komisija, 2021, str. 28).

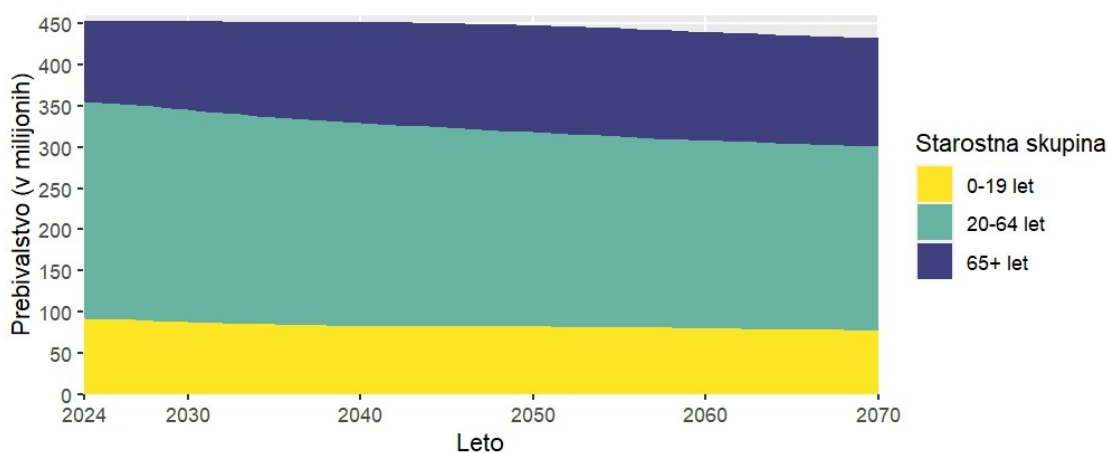
Slika 10: Projekcija koeficientov starostne odvisnosti v EU med leti 2024 in 2070



Vir: lastno delo na podlagi Eurostat (2023c).

Spremljevalen pojav staranja prebivalstva je krčenje prebivalstva. Prebivalstvo EU naj bi se med leti 2019 in 2070 skrčilo za 5,2 %, iz 447 na 424 milijonov oz. po najnovejših napovedih na 432 milijonov (Eurostat v Evropska komisija, 2021, str. 22; Eurostat, 2023c). Po napovedih Eurostata naj bi prebivalstvo EU naraščalo do leta 2026 in takrat doseglo svojo najvišjo raven 449 (po novejših podatkih 453) milijonov prebivalcev, nato pa pričelo upadati (Eurostat v Evropska komisija, 2021, str. 22; Eurostat, 2023c), kot to prikazuje slika 11. Slika 11 prav tako prikazuje kako naj bi se po projekcijah Eurostata (2023c) spreminjal delež prebivalstva, ki ga predstavljajo posamezne starostne skupine. Med leti 2019 in 2070 naj bi se delež prebivalstva, starega 0–19 let, zmanjšal iz 20,3 % na 17,9 % in delež prebivalstva, starega 20–64 let, iz 59,3 % na 51,6 %, delež prebivalstva, starega nad 65 let, pa naj bi narasel iz 20,4 % na 30,5 % (Eurostat v Evropska komisija, 2021, str. 24; Eurostat, 2023c).

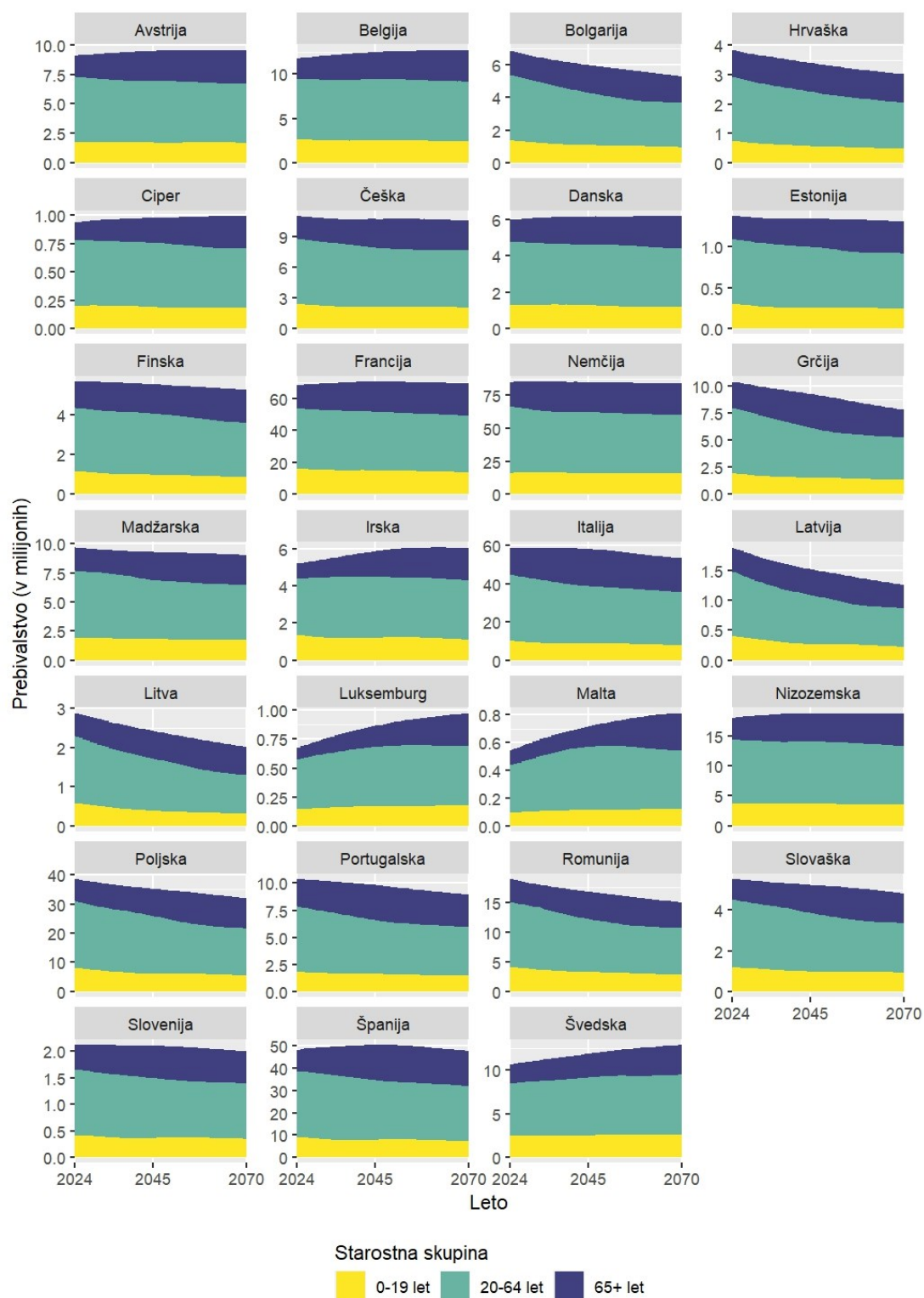
*Slika 11: Projekcija spreminjanja velikosti prebivalstva EU glede na starostno skupino med leti 2024 in 2070*



*Vir: lastno delo na podlagi Eurostat (2023c).*

Med državami EU obstajajo izrazite razlike v jakosti in smeri sprememb velikosti prebivalstva. Projekcije velikosti prebivalstva in deleža starostnih skupin za posamezne države EU so prikazane na sliki 12. V obdobju 2019–2070 naj bi se velikost prebivalstva povečala v desetih državah članicah EU in zmanjšala v sedemnajstih (Eurostat v Evropska komisija, 2021, str. 22). Prebivalstvo naj bi najbolj (med 25 % in 42 %) naraslo na Cipru, v Luksemburgu, na Švedskem, Irskem in na Malti, najbolj (med 25 % in 39 %) pa naj bi se skrčilo v Latviji, Litvi, Romuniji, Bolgariji in na Hrvaškem (Eurostat v Evropska komisija, 2021, str. 22). Vsekakor pa tako velike spremembe v velikosti prebivalstva niso napovedane za vse države. Za ilustracijo, država z najnižjim upadom prebivalstva naj bi bila Španija z 0,2-% upadom, država z najnižjo rastjo pa Belgija z 3,2-% rastjo (Eurostat v Evropska komisija, 2021, str. 22). Tudi znotraj držav obstajajo velike razlike med prebivalstvenim gibanjem regij. Evropska komisija (2023) opozarja, da se s počasno rastjo prebivalstva ali celo upadom bolj akutno soočajo ruralne regije. Po njihovih podatkih so leta 2019 ruralne regije v primerjavi z urbanimi izgubile več prebivalstva zaradi večjega števila smrti kot rojstev, hkrati pa so imele šibkejši dotok migrantov (Evropska komisija, 2023, str. 9).

Slika 12: Projekcija spreminjanja velikosti prebivalstva v državah EU glede na starostno skupino med leti 2024 in 2070



Vir: lastno delo na podlagi Eurostat (2023c).

## 2.4 Vplivi staranja prebivalstva na gospodarski razvoj

V tem poglavju bomo poskušali na podlagi relevantne literature pokazati, da je ključna posledica staranja prebivalstva za trg dela krčenje števila in sprememba starostne strukture prebivalstva, s tem pa krčenje števila delovno aktivnega prebivalstva, kar posledično negativno vpliva na druge gospodarske trende, predvsem gospodarsko rast in produktivnost dela. V tabeli 1 je podan pregled vplivov staranja prebivalstva na gospodarski razvoj in izbrane relevantne literature.

*Tabela 1: Pregled vplivov staranja prebivalstva na gospodarski razvoj*

Področje vpliva	Predvideni vpliv	Literatura
Trg dela	krčenje števila aktivnega prebivalstva	Evropska komisija (2021)
Gospodarstvo	šibkejša gospodarska rast	Daniele in drugi (2019); Evropska komisija (2021); Maestas in drugi (2023)
	šibkejša rast produktivnosti dela	Feyrer (2007); Aiyar in Ebeke (2016); Daniele in drugi (2019); Poplawski-Ribeiro (2020)
	sprememba potrošniških vzorcev, kar vodi v strukturne spremembe gospodarstva	Börsch-Supan (2003); Erlandsen in Nymoen (2008); Siliverstovs in drugi (2011); Mao in Xu (2014); Cravino in drugi (2022)
Javne finance	pritisk na dolgoročno vzdržnost javnih financ	Evropska komisija (2021); Bodnár in Nerlich (2022); Crowe in drugi (2022)
Monetarna politika in finančni trgi	negativen vpliv na naravno obrestno mero	Bodnár in Nerlich (2022)
	negativen vpliv na realne obrestne mere	Aksoy in drugi (2019)
	pozitiven vpliv na raven inflacije	Aksoy in drugi (2019)
Ostala makroekonomska področja	negativen vpliv na raven investicij in varčevanja kot del BDP-ja, negativen vpliv na raven inovacij	Aksoy in drugi (2019)

*Vir: lastno delo.*

### 2.4.1 Vpliv staranja prebivalstva na velikost aktivnega in delovno aktivnega prebivalstva

Aktivno prebivalstvo vključuje zaposlene in brezposelne prebivalce, ne pa tudi ekonomsko neaktivnih prebivalcev posamezne države (Eurostat, 2024a). Velikost aktivnega prebivalstva na ravni EU naj bi se kljub rasti stopnje aktivnosti<sup>3</sup> do leta 2070 skrčila, saj naj bi prevladal učinek krčenja delovno sposobnega prebivalstva (Evropska komisija, 2021, str. 5). Celotna

<sup>3</sup> Evropska komisija (2021, str. 29) stopnjo aktivnosti razume kot delež aktivnega prebivalstva v delovno sposobnem prebivalstvu. Kot delovno sposobno prebivalstvo pa razume osebe, stare med 20 in 64 let (Evropska komisija, 2021, str. 3).

stopnja aktivnosti na ravni EU naj bi se dvignila iz 78,2 % leta 2019 na 80,7 % leta 2070, pri čemer naj bi bilo glavno gonilo te rasti dvig stopnje aktivnosti žensk (+4,4 %) in starejših, starih 55–64 let (+9,6 %) (Evropska komisija, 2021, str. 32). Kljub rasti stopnje aktivnosti naj bi po napovedih velikost aktivnega prebivalstva na ravni EU v obdobju 2019–2070 upadla za 16 % (32,1 milijonov ljudi), pri tem število aktivnih moških za 17 % (18,6 milijonov) in število aktivnih žensk za 14 % (13,5 milijonov) (Evropska komisija, 2021, str. 35). Upad velikosti aktivnega prebivalstva naj bi bilo moč pripisati demografskim spremembam, ki spremljajo staranje prebivalstva, namreč krčenju števila delovno sposobnih prebivalcev in naraščanju deleža prebivalstva, starega 55–64 let, ki ima nižjo stopnjo aktivnosti kot mlajši prebivalci (Evropska komisija, 2021, str. 35). Med državami EU pa naj bi po napovedih obstajale pomembne razlike v razvoju aktivnega prebivalstva v obdobju 2019–2070: v šestih državah naj bi število aktivnih prebivalcev naraslo, najbolj na Malti (+25,9 %), v preostalih enaindvajsetih državah pa naj bi upadlo, v šestih državah celo za več kot tretjino, najbolj v Latviji (–47,9 %) (Evropska komisija, 2021, str. 213).

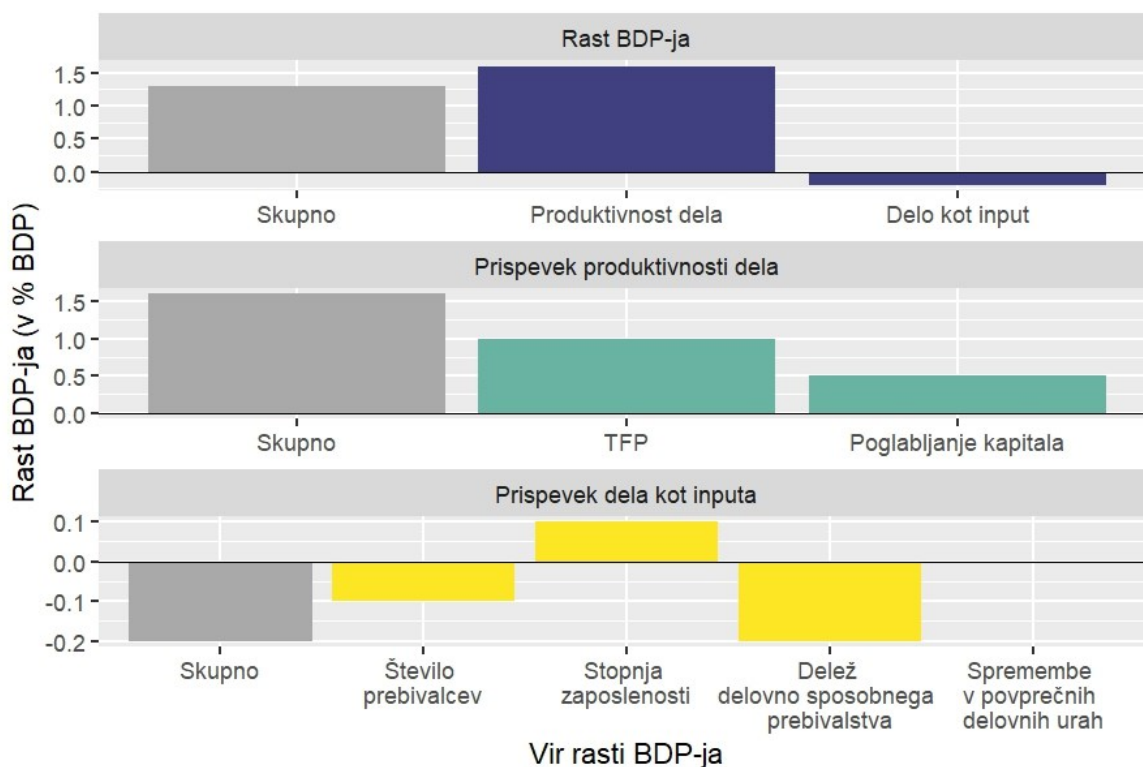
#### 2.4.2 Vpliv staranja prebivalstva na gospodarsko rast in produktivnost dela

Krčenje aktivnega prebivalstva je problematično, saj delo predstavlja enega od ključnih faktorjev gospodarske rasti. Študije ugotavljajo, da ima staranje prebivalstva negativen vpliv na gospodarsko rast v državah EU (Evropska komisija, 2021), Organizacije za gospodarsko sodelovanje in razvoj (v nadaljevanju OECD) (Daniele in drugi, 2019) in v Združenih državah Amerike (v nadaljevanju ZDA) (Maestas in drugi, 2023). Staranje prebivalstva na rast gospodarstva deluje predvsem preko krčenja aktivnega prebivalstva in negativnega vpliva na rast produktivnosti dela (Daniele in drugi, 2019; Maestas in drugi, 2023).

Maestas in drugi (2023) ugotavljajo, da je bila v ZDA v obdobju 1980–2010 na ravni zveznih držav 10-% rast deleža prebivalstva, starega nad 60 let, povezana s 5,5-% nižjo desetletno rastjo bruto domačega proizvoda (v nadaljevanju BDP) na prebivalca, pri čemer sta dve tretjini učinka izhajali iz nižje rasti produktivnosti in ena tretjina iz nižje rasti zaposlovanja, oboje zaradi staranja prebivalstva. Podobno Daniele in drugi (2019) ugotavljajo, da je v obdobju 2006–2014 v OECD državah na regionalni ravni staranje prebivalstva negativno vplivalo na BDP na prebivalca, najbolj zaradi krčenja aktivnega prebivalstva, poleg tega pa tudi zaradi upočasnjene rasti produktivnosti dela. Evropska komisija (2021) pri napovedovanju gospodarske rasti obravnava dva glavna faktorja rasti: delo kot input in produktivnost dela. Tako napoveduje, da naj bi skupno število delovnih ur (tj. delo kot input), ki je odvisno od števila zaposlenih, med leti 2019 in 2070 na ravni EU upadlo za 12 %, z velikimi razlikami med državami (Evropska komisija, 2021, str. 37). Posledično naj bi na ravni EU delo kot input imelo negativen učinek na gospodarsko rast, ki naj bi bila zato v obdobju 2019–2070 odvisna predvsem od rasti produktivnosti dela, kot prikazuje slika 13. Padec v skupnem številu delovnih ur, zaradi negativnega učinka krčenja prebivalstva EU in krčenja deleža delovno sposobnega prebivalstva, naj bi na dolgi rok na ravni EU znižal gospodarsko rast za 0,2 % BDP letno (Evropska komisija, 2021, str. 40). V večini držav delo

kot input naj ne bi vplivalo ali pa naj bi negativno vplivalo na gospodarsko rast, pozitivno naj bi vplivalo samo v sedmih državah: Danska, Irska, Francija, Ciper, Luksemburg, Malta in Švedska (Evropska komisija, 2021, str. 42). Kljub temu Evropska komisija (2021, str. 42) na ravni EU dolgoročno napoveduje stabilno gospodarsko rast približno 1,3 % BDP, od tega približno -0,2 % BDP na račun dela kot inputa in približno +1,5 % BDP na račun produktivnosti dela, kot prikazuje slika 13, ki glavna vira rasti BDP-ja še nadalje razstavi.

Slika 13: Projekcija povprečne letne rasti BDP-ja (v % BDP) v EU med leti 2019 in 2070 glede na vir rasti



Vir: lastno delo na podlagi Evropska komisija (2021, str. 42).

Sodeč po omenjenih raziskavah negativen vpliv staranja prebivalstva na gospodarsko rast sicer ni zanemarljiv, a se zdi omejen in tako naj bi bilo tudi v prihodnje. Kot izpostavljajo Bloom in drugi (2010), negativen vpliv staranja prebivalstva na gospodarsko rast v prihodnje naj ne bi bil »katastrofalen« (Bloom in drugi, 2010, str. 583), saj naj bi ga ublažili vedenjski (npr. višja stopnja aktivnosti žensk in starejših ter višje investicije v človeški kapital) in politični (npr. zvišanje starostnih pogojev za upokojitev, investicije v zdravje starejših, spodbujanje migracij) odzivi.

Staranje prebivalstva ima negativen učinek tudi na rast produktivnosti dela, ki je, kot smo pokazali, tesno povezana z gospodarsko rastjo. Feyrer (2007) ugotavlja, da je demografska sestava prebivalstva povezana s produktivnostjo in ravnijo proizvodnje (angl. output<sup>4</sup>). Za

<sup>4</sup> Prevajanje izraza »output« v slovenščino je neenotno, v tem magistrskem delu ga prevajamo kot »raven proizvodnje« ali »vrednost proizvoda« glede na to, kar je bližje pomenu v viru na katerega se sklicujemo.

vzorec 87 držav v obdobju 1960–1990 ugotavlja, da je bil višji delež delavcev, starih med 40 in 49 let, povezan s hitrejšo rastjo produktivnosti in posredno višjo ravnijo proizvodnje. Tako sklepa, da je nižja raven produktivnosti v državah z nizkimi dohodki vsaj delno povezana s premlado delovno silo (Feyrer, 2007, str. 101). Bolj nedavno, Aiyar in Ebeke (2016) potrjujeta, da je višji delež starejših delavcev (starih med 55 in 64 let) povezan z nižjo rastjo produktivnosti dela, predvsem zaradi negativnega vpliva na rast skupne faktorske produktivnosti (angl. total factor productivity oz. TFP, v nadaljevanju TFP). Ugotavljata, da je v EU v obdobju 1984–2007 rast deleža starejših zaposlenih v povprečju znižala rast TFP-ja za 0,1 % letno, ter da naj bi, upoštevajoč demografske napovedi, v obdobju 2014–2035 rast deleža starejših zaposlenih letno znižala rast TFP-ja za 0,2 %. Razsežnost tega odbitka postane očitna, ko upoštevamo, da skupna letna napovedana rast TFP-ja za EU območje v enakem obdobju znaša samo 1 % (Aiyar in Ebeke, 2016, str. 14–15). Daniele in drugi (2019) zaznavajo negativno povezavo med staranjem prebivalstva in rastjo produktivnosti dela tudi na ravni administrativnih regij OECD. Ugotavljajo, da so v obdobju 2001–2014 regije z 10 % hitrejšim staranjem prebivalstva v primerjavi z državnim povprečjem imele povprečno 1,5 % počasnejšo kumulativno rast produktivnosti dela od državnega povprečja (Daniele in drugi, 2019, str. 12). Nazadnje, Poplawski-Ribeiro (2020) za obsežen vzorec držav ugotavlja, da je v obdobju 1985–2014 staranje prebivalstva upočasnilo rast produktivnosti dela za med 0,2 % in 0,5 % letno v razvitih gospodarstvih in 0,1 % letno v gospodarstvih v razvoju.

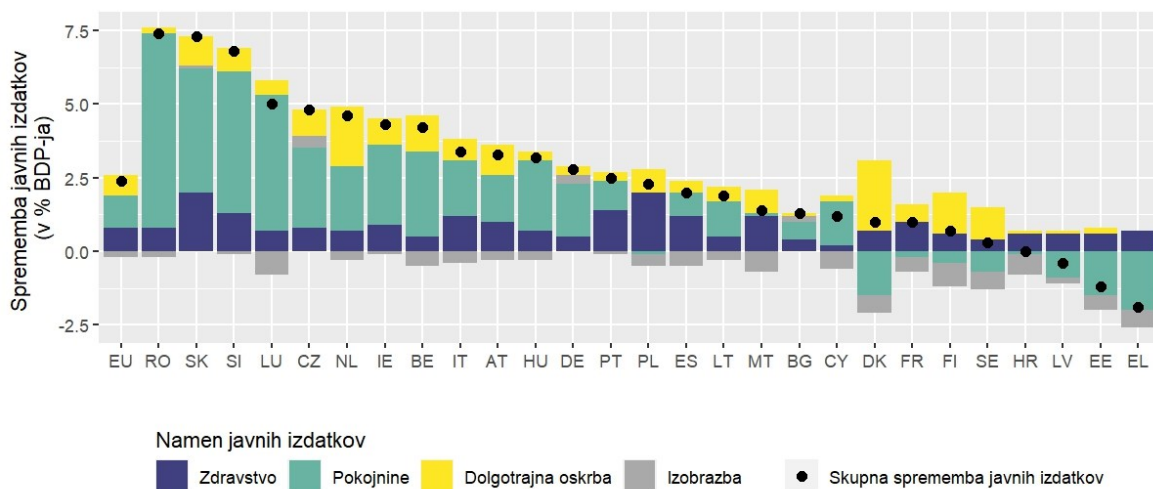
#### 2.4.3 Dolgoročna vzdržnost javnih financ

Staranje prebivalstva ogroža dolgoročno vzdržnost javnih financ, saj po eni strani povzroča naraščanje s starostjo povezanih javnih izdatkov, po drugi pa krčenje državnih dohodkov (Bodnár in Nerlich, 2022). Kot pojasnjujeta Bodnár in Nerlich (2022, str. 28), staranje prebivalstva omejuje državne dohodke na več načinov: krčenje aktivnega prebivalstva pomeni krčenje osnove za odmero dohodnine in prispevkov za socialno varstvo; pokojnine, ki v starajočih se družbah predstavljajo večji delež dohodkov, so obdavčene po nižji davčni stopnji ali sploh ne; potrošniški vzorci se spreminjajo s starostjo, starejše populacije zato potrošijo več na storitvah, npr. zdravstvu, ki imajo regulirane cene in so nižje obdavčene; s starostjo se spreminja nagnjenost posameznikov k potrošnji in varčevanju, kar bi lahko vplivalo na državne dohodke od obdavčitve obeh. Nenaslovljeno povečanje s starostjo povezanih javnih izdatkov bi zato lahko povzročilo rast javnega dolga, ki je v mnogih državah EU že sedaj visok (Bodnár in Nerlich, 2022, str. 28). Tako Bodnár in Nerlich (2022) kot Crowe in drugi (2022) izpostavljajo, da se države lahko izognejo povečanju javnega dolga z omejevanjem javnih izdatkov ali višanjem davkov. Vendar, kot opozarjajo Crowe in drugi (2022), so države pri uvajanju fiskalnih ukrepov omejene glede na izhodiščno višino davkov in javnega dolga. Povprečna država v OECD naj bi po napovedih OECD-ja leta 2060 za zdravstveno varstvo in dolgotrajno oskrbo porabila 2,2 % BDP-ja več, za pokojnine pa 2,8 % BDP-ja več kot leta 2021, kar predstavlja skoraj polovico napovedane rasti javnih izdatkov v tem obdobju (Crowe in drugi, 2022). Povprečna OECD država bi torej morala,

da bi javni dolg ostal na približno trenutni ravni, v enakem obdobju povečati prihodke za 8 % BDP-ja, kar bi v odsotnosti strukturnih reform ali omejevanja s starostjo povezanih javnih izdatkov zahtevalo znatno zvišanje prihodkov od davkov (Crowe in drugi, 2022).

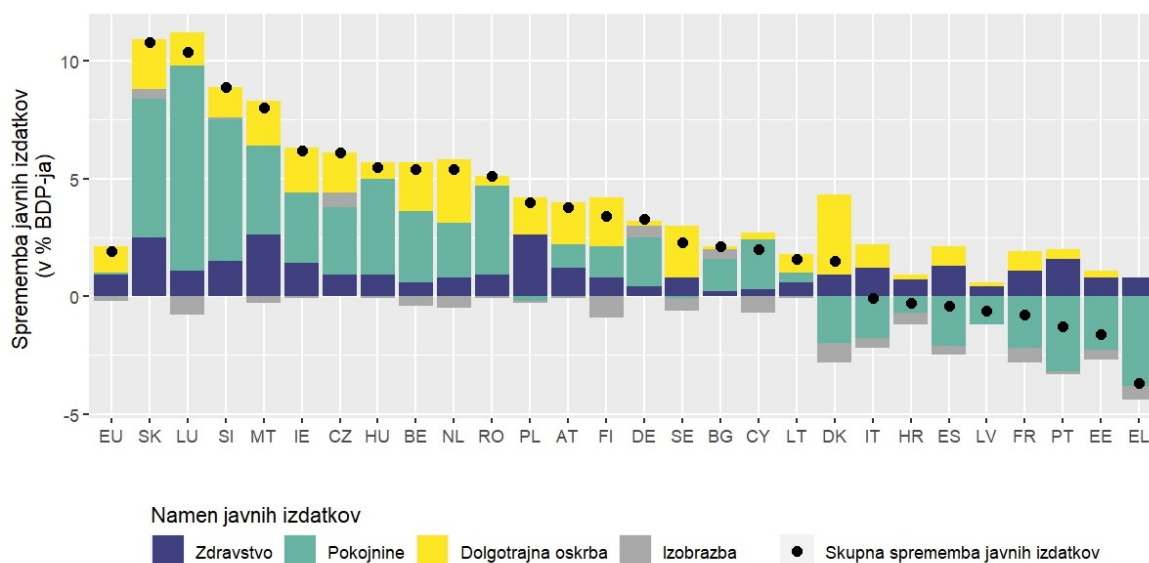
Evropska komisija (2021) med s starostjo povezane javne izdatke prišteva izdatke, povezane s sistemom izobraževanja, zdravstvenim sistemom, pokojninskim sistemom in sistemom dolgotrajne oskrbe. Leta 2019 so skupni izdatki za te štiri sisteme na ravni EU znašali 24 % BDP-ja, do leta 2045 naj bi se zvišali za dodatnih 2,4 % BDP-ja, ter nato nekoliko upadli, tako da naj bi leta 2070 znašali dodatnih 1,9 % BDP-ja v primerjavi z letom 2019 (Evropska komisija, 2021, str. 13). Na srednji rok, tj. do leta 2045, naj bi k rasti s starostjo povezanih javnih izdatkov največ prispevalo naraščanje izdatkov za pokojnine (+1,1 % BDP), na dolgi rok, tj. do leta 2070, pa naraščanje izdatkov za dolgotrajno oskrbo (+1,1 % BDP) in zdravstveno varstvo (+0,9 % BDP) (Evropska komisija, 2021, str. 13). Sliki 14 in 15 prikazujeta spremembe s starostjo povezanih javnih izdatkov v EU in posameznih državah EU na srednji ter dolgi rok, kot jih predvideva Evropska komisija (2021, str. 13). Kot opazimo, naj bi med državami EU po napovedih obstajale pomembne razlike, saj naj bi bila sprememba s starostjo povezanih izdatkov do leta 2045 pozitivna v 23 in negativna v 4 državah EU, sprememba do leta 2070 pa pozitivna v 19 in negativna v 8 državah EU (Evropska komisija, 2021, str. 13).

*Slika 14: Projekcija sprememb s starostjo povezanih javnih izdatkov (v % BDP-ja) v državah EU med leti 2019 in 2045 glede na namen javnih izdatkov*



*Vir: lastno delo na podlagi Evropska komisija (2021, str. 13).*

Slika 15: Projekcija sprememb s starostjo povezanih javnih izdatkov (v % BDP-ja) v državah EU med leti 2019 in 2070 glede na namen javnih izdatkov



Vir: prirejeno po Evropska komisija (2021, str. 8).

#### 2.4.4 Druge makroekonomske posledice staranja prebivalstva

Poleg že omenjenih ima staranje prebivalstva še številne druge ekonomske posledice. Bloom in drugi (2015) ter Bodnár in Nerlich (2022) odlično strnejo poglobljene makroekonomske in fiskalne posledice staranja prebivalstva, od katerih smo v tem magistrskem delu podrobneje obravnavali zgolj nekatere. V tem odseku naj se na kratko dotaknemo še posameznih drugih.

Aksoy in drugi (2019) ugotavljajo, da ima višji delež delovno sposobnega prebivalstva (stari med 20 in 59 let) pozitiven vpliv na rast realnega BDP-ja, raven investicij kot del BDP-ja, raven prihrankov kot del BDP-ja, delovne ure na prebivalca in realne obrestne mere, medtem ko ima višji delež mladih (stari med 0 in 19 let) in predvsem starejših (stari 60+ let) negativen vpliv na omenjene kategorije. Nasprotno ugotavljajo, da višji delež delovno sposobnega prebivalstva negativno vpliva na raven inflacije, medtem ko višji delež starejših, predvsem pa delež mladih, pozitivno vplivata nanjo. Aksoy in drugi (2019, str. 201) zato ocenjujejo, da bi napovedane demografske spremembe v opazovanih OECD državah do leta 2030 lahko povprečno znižale raven investicij kot del BDP-ja za 2 % BDP-ja in varčevanje kot del BDP-ja za 3 % BDP-ja, gospodarsko rast pa za 1,25 % BDP-ja. Aksoy in drugi (2019) ocenjujejo, da je poglobljeni mehanizem vpliva staranja prebivalstva na gospodarsko rast, investicije in obrestne mere negativen vpliv staranja prebivalstva na raven inovacij (Aksoy in drugi, 2019, str. 195). Kot ugotavljajo, ima višji delež delovno sposobnega prebivalstva namreč pozitiven vpliv na raven inovacij, medtem ko imata višja deleža mladih in starejših negativen vpliv nanjo. Aksoy in drugi (2019) predvidevajo, da bi staranje prebivalstva v opazovanih OECD državah v naslednjih dveh desetletjih lahko znižalo število aplikacij za patente na prebivalca za 15–30 % (Aksoy in drugi, 2019, str. 206).

Staranje prebivalstva ima negativen vpliv na naravno obrestno mero, kot pojasnjujeta Bodnár in Nerlich (2022, str. 16–19). Po ocenah naj bi demografske spremembe razložile 1-% padec naravne obrestne mere v evro območju od 1980-tih do danes in dodaten padec za 0,5 % do leta 2030. Staranje prebivalstva vpliva na naravno obrestno mero skozi več kanalov. Trenutno na naravno obrestno mero najbolj (negativno) vpliva večji delež prebivalcev, ki varčujejo, kot tistih, ki dvigajo svoje prihranke. V prihodnje naj bi na naravno obrestno mero najbolj (negativno) vplivalo krčenje aktivnega prebivalstva. Nizke naravne obrestne mere predstavljajo izziv za monetarno politiko, saj navzdol omejujejo določanje nominalne obrestne mere in tako omejujejo ukrepe za stabiliziranje ekonomij (Bodnár in Nerlich, 2022, str. 16–19).

Potrošniško vedenje ima pomembno starostno komponento. Kot študije pokažejo npr. za Nemčijo (Börsch-Supan, 2003), Norveško (Erlandsen in Nymoen, 2008) in Kitajsko (Mao in Xu, 2014), potrošniki različnih starosti različno razdelijo svoje dohodke med kategorijami storitev in proizvodov, zato obstaja povezava med demografsko strukturo prebivalstva in vzorci potrošnje. Staranje prebivalstva povzroča rast povpraševanja po storitvah in proizvodih, namenjenih starejšim potrošnikom, ter posledično strukturne spremembe v proizvodnji držav, skupaj z izzivi, ki jih takšno prestrukturiranje prinaša (Börsch-Supan, 2003, str. 6). Siliverstovs in drugi (2011) recimo ugotavljajo, da ima staranje prebivalstva negativen vpliv na delež zaposlenih v kmetijstvu, predelovalnih dejavnostih, gradbeništvu, rudarstvu in pridobivanju kamnin ter pozitiven vpliv na delež zaposlenih v skupnostnih, družbenih in osebnih storitvah ter v finančnem sektorju. Tudi Cravino in drugi (2022) potrjujejo, da je na ravni držav staranje prebivalstva povezano z znižanjem deleža zaposlenih ter dodane vrednosti v kmetijstvu in predelovalnih dejavnosti ter zvišanjem deleža v storitvah. Premik k storitvam na ravni gospodarstva Cravino in drugi (2022) povežejo s potrošniškim vedenjem preko podatkov o potrošnji gospodinjstev v ZDA. Najprej ugotovijo, da starejša gospodinjstva za storitve potrošijo znatno več kot mlajša gospodinjstva, pri čemer imajo starejša gospodinjstva izrazito višje izdatke za zdravstvene storitve, nato pa še za osnovne javne storitve (npr. elektrika, voda, plin) in pomoč v gospodinjstvu. Po drugi strani pa ugotovijo, da imajo mlajša gospodinjstva višje izdatke za nakup in lizing avtomobilov ter pogonska goriva. Cravino in drugi (2022) nato pokažejo, da je staranje prebivalstva preko opaženih razlik v potrošniškem vedenju različno starih gospodinjstev v preteklih desetletjih prispevalo k strukturnim spremembam v gospodarstvu, tj. k premiku k storitvam.

### **3 AVTOMATIZACIJA DELA**

V tem poglavju bo najprej obravnavano vprašanje, kako tehnologija vpliva na povpraševanje po delu na agregatni ravni in kako na strukturo povpraševanja po delu. Poglavitne teorije in relevantna literatura so povzeti v tabeli 2. Nato bo naslovljeno, kako na povpraševanje po delu vplivajo tri vrste tehnologije – IKT, industrijski roboti in UI. Poglavitne ugotovitve in relevantna literatura so povzeti v tabeli 3. Ker se obravnavane študije nanašajo na preteklo obdobje, bodo nazadnje naslovljene še napovedi za prihodnost.

Tabela 2: Pregled poglavitnih teorij o vplivu tehnologije na povpraševanje po delu

Teorija	Kratek povzetek teorije	Literatura
Vpliv na povpraševanje po delu na agregatni ravni	Vpliv tehnološkega razvoja na povpraševanje po delu na agregatni ravni je <i>a priori</i> neznan. Tehnološki razvoj hkrati znižuje in zvišuje povpraševanje po delu, zato je neto učinek na raven zaposlovanja in plač nejasen.	Acemoglu in Restrepo (2018a, 2018b, 2019), Gregory in drugi (2022)
Tehnološki razvoj koristi višje izobraženim delavcem (angl. skill-biased technological change oz. SBTC)	Tehnološki razvoj zvišuje produktivnost visokoizobraženih delavcev, s tem pa povpraševanje po njih v primerjavi z nizko izobraženimi delavci. To pojasni dokumentiran vzorec hkratnega naraščanja deleža zaposlenih z visoko izobrazbo in njihovih plač.	Bound in Johnson (1992); Autor in drugi (1998); Berman in drugi (1998); Machin in Van Reenen (1998); Esposito in Stehrer, (2007), Autor in drugi, (2008); Acemoglu in Autor (2010)
Tehnološki razvoj povzroča nadomeščanje delavcev pri opravljanju rutinskih delovnih nalog (angl. routine-biased technological change oz. RBTC)	Računalniško podprta tehnologija predstavlja <i>substitut</i> za človeško delo pri opravljanju <i>rutinskih</i> delovnih nalog (tj. nalog, za katere postopek poznamo dovolj dobro, da jih znamo zapisati v obliki eksplicitnih navodil) ter <i>komplement</i> človeškemu delu pri opravljanju <i>nerutinskih</i> delovnih nalog (tj. nalog, za katere postopka ne poznamo dovolj dobro). To pojasni dokumentiran vzorec polarizacije zaposlovanja in plač; nerutinske naloge so skoncentrirane na delovnih mestih delavcev z nizko in visoko izobrazbo, zato povpraševanje po teh delavcih narašča, rutinske naloge pa so skoncentrirane na delovnih mestih delavcev s srednjo izobrazbo, zato povpraševanje po teh delavcih upada.	Autor in drugi (2003); Autor in drugi (2008); Acemoglu in Autor (2010); Autor in Dorn (2013); Goos in drugi (2014); Michaels in drugi (2014)

Vir: lastno delo.

### 3.1 Vpliv avtomatizacije na celotno povpraševanje po delu

Vprašanje tehnološkega razvoja in prihodnosti dela vzbuja pozornost že od prve industrijske revolucije dalje (Autor, 2015; Mokyr in drugi, 2015). Številni uveljavljeni ekonomisti zadnjih dveh stoletij so menili, da lahko tehnološki razvoj vsaj kratkoročno vodi v tehnološko brezposelnost (Mokyr in drugi, 2015, str. 33–38), nekateri izmed njih pa so razvili izrazit tehnološki pesimizem. Eden od njih je bil npr. Wassily Leontief, ki je usodo ljudi v delovnem procesu ob uvajanju nove »računalniško podprte, avtomatizirane in robotske opreme« (Leontief, 1983, str. 405) primerjal z usodo vlečnih živali po uvedbi strojne mehanizacije v kmetijstvo (Leontief, 1983, str. 405). Tudi Autor (2015, str. 5) opaža, da strokovnjaki pogosto pretirano poudarjajo razsežnost nadomeščanja dela s tehnologijo in spregledajo komplementarnost med njima. Tehnološki pesimizem pa ni omejen zgolj na akademski prostor, temveč se do neke mere polašča tudi prebivalcev EU. Javnomenjska raziskava iz leta 2017 je pokazala, da jih, kljub temu, da zgolj 5 % vprašanih meni, da bi

roboti in UI lahko v celoti opravljali njihovo delo, kar 74 % meni, da bo zaradi robotov in UI več delovnih mest izginilo kot nastalo (Evropska komisija, 2017, str. 77–82). Nedaven hiter razvoj na področju UI pa je dal nov zagon tudi javni razpravi o nevarnostih, ki jih UI predstavlja, ne le za delovna mesta (Kelly, 2023), temveč celo za sam obstoj človeštva (O'Brien, 2023).

Glede razprave o tehnološkem razvoju in prihodnosti dela v akademskem prostoru Acemoglu in Restrepo (2018a) ugotavljata, da je ta pomanjkljiva, saj se pojavlja v obliki »*lažne dihotomije*« (Acemoglu in Restrepo, 2018a, str. 1), kjer na eni strani nastajajo alarmantne napovedi o popolni avtomatizaciji in koncu človeškega dela, na drugi strani pa mnenja, da je tehnološki razvoj popolnoma neškodljiv in bo sčasoma dvignil povpraševanje po delu ter spodbudil rast plač, kot se je to dogajalo vedno doslej. Acemoglu in Restrepo (2018a, 2018b, 2019) zato v nizu prispevkov oblikujeta teoretični okvir, ki naj bi presegal to lažno dihotomijo v razumevanju avtomatizacije dela. V makroekonomiji in ekonomiji dela je uveljavljen pristop, ki tehnologijo obravnava kot dejavnik rasti produktivnosti dela, ter v katerem tehnološki razvoj povzroči rast plač in povpraševanja po delu in, razen izjemoma, ne izpodriva dela (Acemoglu in Restrepo, 2018a, str. 5). Njun model se od takega pristopa razlikuje po tem, da dovoljuje nadomeščanje delavcev s tehnologijo, kar imenujeta *učinek izpodrinjanja*. Učinek izpodrinjanja, kot ga konceptualizirata Acemoglu in Restrepo (2018a), zmanjša povpraševanje po delu, posledično pa tudi raven zaposlenosti in plač, a ne vodi nujno v zmanjšanje količine delovnih mest na agregatni ravni, saj tehnološki razvoj na povpraševanje po delu hkrati deluje tudi v nasprotni, izravnalni, smeri.

Acemoglu in Restrepo (2018b) delo razumeta kot niz delovnih nalog, ki jih lahko opravi kapital ali delo. Tehnološki razvoj ima znotraj njunega teoretičnega okvirja dve obliki, ki nasprotno vplivata na povpraševanje po delu. *Avtomatizacija* oz. širjenje nabora delovnih nalog, pri opravljanju katerih kapital lahko nadomesti delavca, vedno zniža delež celotnih dohodkov, ki ga prejmejo delavci (angl. labor share of income), stopnjo zaposlenosti in potencialno tudi plače. *Nastajanje novih delovnih nalog*, ki so različice že obstoječih nalog, so delovno intenzivne in pri opravljanju katerih ima delo primerjalno prednost pred kapitalom, pa povzroči rast deleža celotnih dohodkov, ki ga prejmejo delavci, stopnjo zaposlenosti in plač. Podjetja se odločijo, ali bodo avtomatizirala proizvodnjo na podlagi relativnih stroškov kapitala in dela. Če je kapital relativno cenejši faktor, se bodo podjetja odločila za avtomatizacijo. Popolna avtomatizacija pa se znotraj tega teoretičnega okvirja zgodi le v primeru, da so stroški kapitala na dolgi rok zelo nizki v primerjavi s stroški dela, saj v tem primeru ni zadostnih spodbud za ustvarjanje novih delovnih nalog. Sicer pa obstaja možnost specifične poti ravnotežne rasti (angl. balanced growth path), ki nastopi, kadar obe obliki tehnološkega razvoja (avtomatizacija in nastajanje novih delovnih nalog) potekata enako hitro in nastajanje novih nalog zagotavlja eksponentno rast produktivnosti. V tem stanju so prisotne korektivne sile, ki zagotavljajo stabilnost, kadar ena od oblik tehnološkega razvoja poteka hitreje kot druga (Acemoglu in Restrepo, 2018b).

Kljub temu da ima v tem teoretičnem okvirju avtomatizacija vedno učinek izpodrinjanja delovne sile, nastajanje novih delovnih nalog pa učinek ponovnega zaposlovanja dela, avtomatizacija posredno vseeno dviga povpraševanje po delu, a šibkeje kot nastajanje novih delovnih nalog (Acemoglu in Restrepo, 2018a). Ključna teza Acemogla in Restrepa (2018a, 2018b) je, da tehnološki razvoj ne vodi neizbežno do znižanja ali zvišanja povpraševanja po delu, kot to predvidevajo »alarmisti« ali »optimisti« (Acemoglu in Restrepo, 2018a, str. 24). V resnici tehnološki razvoj hkrati povzroča upadanje in rast povpraševanja po delu, zato je prihodnost dela odvisna od ravnovesja med avtomatizacijo in ustvarjanjem novih nalog (Acemoglu in Restrepo, 2018a). Ali bo tehnološki razvoj zmanjšal stopnjo zaposlenosti je torej vnaprej nejasno. Hkrati pa, opozarjata Acemoglu in Restrepo (2018a), tudi če bodo izravnalni učinki dovolj intenzivni, da tehnološki razvoj ne bo vodil do znižanja povpraševanja po delu, proces prilagajanja delovne sile tehnološkemu razvoju ne bo brez ovir. Prerazporejanje delovne sile od obstoječih k novim delovnim nalogam namreč vzame čas, nove delovne naloge pogosto terjajo nove veščine, ki jih delavci morda ne posedujejo, izobraževalni sistemi pa niso nujno sposobni izvesti prehoda (Acemoglu in Restrepo, 2018a, str. 12–13). Težava pri prerazporejanju delovne sile ni nujno zgolj v časovnem zamiku, temveč lahko zaradi omenjenega neskladja med veščinami in tehnologijo napredki v produktivnosti zaradi tehnološkega razvoja ostanejo neizkoriščeni (Acemoglu in Restrepo, 2018a, str. 12–13).

Acemoglu in Restrepo (2019) svojo teorijo tudi empirično preverita. V svoji raziskavi trga dela v ZDA v obdobju 1947–1987 ugotovita, da je učinek izpodrinjanja delovne sile letno zmanjšal povpraševanje po delu za 0,48 %, a je hkrati ponovno zaposlovanje dela letno dvignilo povpraševanje po delu za 0,47 %. Z drugimi besedami, v raziskovanem obdobju je nastajanje novih nalog praktično nevtraliziralo negativni učinek avtomatizacije na zaposlovanje. V sledečem obdobju, 1987–2017, je učinek izpodrinjanja delovne sile postal intenzivnejši in je letno znižal povpraševanje po delu za 0,7 %. Hkrati pa se je ponovno zaposlovanje dela upočasnilo in letno zvišalo povpraševanje po delu zgolj za 0,35 %. Posledično je na skupni ravni v obdobju 1987–2017 povpraševanje po delu upadlo (Acemoglu in Restrepo, 2019). Z drugimi besedami, v zadnjih treh desetletjih v ZDA ustvarjanje novih delovnih nalog ni bilo dovolj intenzivno, da bi popolnoma nevtraliziralo negativne učinke avtomatizacije na zaposlovanje.

Podoben pristop k preučevanju vpliva tehnološkega razvoja na stopnjo zaposlenosti izberejo Gregory in drugi (2022). Opirajo se na nedavno literaturo (vključno z zgoraj obravnavano teorijo avtorjev Acemoglu in Restrepo), ki predpostavlja, da tehnološki razvoj hkrati povzroča izgubo obstoječih in nastajanje novih delovnih mest. Identificirajo tri kanale, skozi katere tehnološki razvoj vpliva na povpraševanje po delu (Gregory in drugi, 2022):

1. *Učinek krčenja potrebe po delu*; tehnološki razvoj povzroči padec cen kapitala, potrebnega za opravljanje rutinskih nalog, kar podjetja spodbudi k nadomeščanju delavcev s kapitalom v tej vrsti nalog. Posledično je dano količino proizvoda mogoče proizvesti z nižjim številom delavcev. Hkrati podjetja zaradi padanja stroškov kapitala v

rutinskih nalogah v primerjavi s stroški kapitala v nerutinskih nalogah prestrukturirajo proizvodnjo v smeri rutinskih nalog (tj. povečajo relativni delež rutinskih nalog v proizvodnji). Slednje še dodatno zmanjša potrebo po delavcih za dano raven proizvodnje (Gregory in drugi, 2022, str. 874–875).

2. *Učinek povpraševanja po proizvodih*; v gospodarskih panogah, v katerih poteka avtomatizacija rutinskih delovnih nalog, nižji stroški podjetjem omogočijo postavljanje nižje cene proizvodov, kar povzroči dvig povpraševanja po njih. Zaradi večjega povpraševanja po proizvodih podjetja, v katerih je potekala avtomatizacija, povečajo obseg proizvodnje, kar spodbudi zaposlovanje (Gregory in drugi, 2022, str. 875–876).
3. *Predivanje učinka povpraševanja po proizvodih*; rast povpraševanja po proizvodih panog, v katerih poteka avtomatizacija rutinskih delovnih nalog, dviga dohodke delavcev v teh panogah. To pozitivno vpliva na dohodke na lokalni ravni, zaradi česar naraste tudi povpraševanje po proizvodih panog, v katerih avtomatizacija ne poteka, ter posledično raven zaposlovanja v teh panogah (Gregory in drugi, 2022, str. 877). Pravzaprav na podlagi svojega empiričnega dela Gregory in drugi (2022, str. 896) ugotavljajo, da avtomatizacija rutinskih delovnih nalog generira več delovnih mest v panogah, v katerih ne poteka, kot pa v tistih, v katerih se odvija.

Če povzamemo, prvi učinek znižuje povpraševanje po delu, druga dva pa ga zvišujeta. Gregory in drugi (2022) opravijo empirično raziskavo za obdobje 1999–2010, v katero vključijo 238 regij iz 27 evropskih držav. Ugotavljajo, da je v tem obdobju avtomatizacija rutinskih delovnih nalog pozitivno vplivala na količino delovnih mest. Pri tem ne trdijo, da avtomatizacija ni povzročila izgube delovnih mest, temveč pokažejo, da je generirala več delovnih mest, kot jih je uničila. Torej sta bila učinka 2 in 3 skupno močnejša kot učinek 1. Gregory in drugi (2022) na podlagi empiričnega modela potrdijo vse tri kanale delovanja avtomatizacije rutinskih delovnih nalog na zaposlovanje.

Raziskave (Acemoglu in Restrepo, 2019; Gregory in drugi, 2022) torej kažejo, da tehnološki razvoj na neto ravni ne zmanjšuje nujno povpraševanja po delu. V nadaljevanju bo predstavljen del obsežne literature, ki pa ugotavlja, da tehnološki razvoj vpliva na strukturo povpraševanja po delu, tj. na povpraševanje po določenih segmentih delavcev.

## **3.2 Vpliv avtomatizacije na strukturo povpraševanja po delu**

### **3.2.1 Povpraševanje po delavcih glede na raven dosežene izobrazbe**

Raziskovalci so opazili, da je v obdobju približno zadnjih treh desetletij 20. stoletja v Evropi (Berman in drugi, 1998; Machin in Van Reenen, 1998; Esposito in Stehrer, 2007) in ZDA (Bound in Johnson, 1992; Autor in drugi, 1998, Autor in drugi, 2008; Acemoglu in Autor, 2010) naraščala donosnost visokošolske izobrazbe, kljub stalnemu naraščanju deleža prebivalstva z visokošolsko izobrazbo. Razlog naj bi bil tehnološki razvoj, ki je spodbudil rast povpraševanja po delavcih z višjo izobrazbo v primerjavi z delavci z nižjo izobrazbo.

Hipotezo, da je tehnološki razvoj bolj koristil delavcem z višjo izobrazbo oz. več veščinami, v angleški literaturi imenujejo »*skill-biased technological change*« oz. SBTC (v nadaljevanju SBTC) (Astor in drugi, 1998; Astor in drugi, 2008). Običajno raziskovalci za potrebe empiričnih raziskav veščine (angl. skills) enačijo kar z izobrazbo, donosnost veščin pa preučujejo preko visokošolske plačne premije, tj. razmerja med povprečno plačo delavcev z visokošolsko izobrazbo in povprečno plačo delavcev s srednješolsko izobrazbo. Znotraj osnovnega modela SBTC tehnologija nima vloge neposrednega nadomeščanja delavcev, temveč zgolj izboljšuje produktivnost delavcev z določenimi veščinami oz. izobrazbo (Acemoglu in Astor, 2010, str. 34) in posledično povpraševanje po njih. V skladu s Tinbergenovo hipotezo (Acemoglu in Astor, 2010, str. 37–38) se visokošolska plačna premija spreminja, kadar rast deleža delavcev z visokošolsko izobrazbo in tehnološki razvoj, ki povzroča rast povpraševanja po visokošolsko izobraženih delavcih (SBTC), ne potekata sorazmerno. Tako se visokošolska premija zviša, kadar delež delavcev z visokošolsko izobrazbo narašča počasneje kot povpraševanje po njih (Acemoglu in Astor, 2010, str. 38).

Približno po letu 1990 je nastala obsežna literatura, ki je dokumentirala prisotnost SBTC v ZDA (npr. Bound in Johnson, 1992; Astor in drugi, 1998, Astor in drugi, 2008; Acemoglu in Astor, 2010). Astor in drugi (1998) na primer ugotavljajo, da se v ZDA podatki za obdobje 1950–1996 ujemajo s hipotezo o SBTC. Ugotavljajo namreč, da sta v tem obdobju naraščali tako visokošolska plačna premija kot tudi delež visokošolsko izobraženih delavcev znotraj panog. Slednje je znotraj preprostega modela relativne ponudbe in povpraševanja moč pojasniti zgolj s hkratnim naraščanjem povpraševanja po visokošolsko izobraženih delavcih (Astor in drugi, 1998, str. 1171). V naslednjem koraku Astor in drugi (1998) rast deleža visokošolsko izobraženih delavcev znotraj panog empirično povežejo z uporabo računalnikov. Ugotavljajo namreč, da je delež visokošolsko izobraženih delavcev izraziteje narasel v panogah, v katerih je bila izrazitejša tudi rast rabe računalnikov (Astor in drugi, 1998, str. 1189–1192).

Medtem je literatura, ki obravnava SBTC v Evropi in je zato za pričujoče magistrsko delo pomembnejša, skromnejša. Berman in drugi so leta 1998 preverjali razširjenost SBTC v državah z visokimi dohodki, tj. visokim bruto nacionalnim proizvodom na prebivalca (Berman in drugi, 1998). Izbrali so najproduktivnejše svetovne ekonomije pod predpostavko, da te verjetno uporabljajo enake proizvodne tehnologije kot ZDA, kjer je SBTC že bila potrjena (Berman in drugi, 1998, str. 1256). V vzorec so vključili sedem današnjih držav EU; Avstrijo, Belgijo, Dansko, Finsko, Luksemburg, (takrat Zahodno) Nemčijo in Švedsko. Ugotovili so, da je v obdobju 1970–1990 v vseh raziskovanih državah narasel delež delavcev, ki niso zaposleni v proizvodnji in so v kontekstu te raziskave razumljeni kot delavci z več veščinami. Hkrati je v enakem obdobju v večini držav plača delavcev, ki niso zaposleni v proizvodnji, v primerjavi z delavci v proizvodnji narasla oz. vsaj ostala konstantna. Berman in drugi (1998) sklepajo, da to, da se je velika večina tega premika k bolj veščim delavcem zgodila zaradi premikov znotraj ekonomskih panog in ne med njimi, nakazuje na prisotnost SBTC v vseh državah v vzorcu. Vendar pa Belgija, Finska

in Švedska izstopajo, saj je relativna plača delavcev, ki niso zaposleni v proizvodnji, v obravnavanem obdobju upadla. Berman in drugi (1998) menijo, da gre za odraz značilnosti trgov dela. Ker so v Evropi plačni sistemi manj fleksibilni kot npr. v ZDA, se upad povpraševanja po manj večjih delavcih, tj. delavcih v proizvodnji, ki ga povzroča SBTC, izrazi v višji brezposelnosti manj večjih delavcev in ne v padcu plač (Berman in drugi, 1998, str. 1256–1257). Po njihovem mnenju je dodaten dokaz za prisotnost SBCT v obravnavanih državah to, da se je premik k bolj večšim delavcem zgodil v enakih industrijah ne glede na državo. Berman in drugi (1998) so svojo raziskavo razširili tudi na države z nižjimi dohodki oz. nižjim bruto nacionalnim proizvodom na prebivalca, kar je vključevalo osem današnjih držav EU; Ciper, Češko in Slovaško (takrat Češkoslovaško), Grčijo, Irsko, Malto, Portugalsko in Španijo. Mnoge opazovane države so znotraj predelovalnih dejavnosti v času liberalizacije (1980–1990) doživele hkratno naraščanje relativne plače delavcev, ki niso zaposleni v proizvodnji, in deleža teh delavcev med vsemi zaposlenimi. Berman in drugi (1998, str. 1269–1272) zato dopuščajo možnost, da je bila SBTC prisotna tudi v državah v razvoju.

Istega leta sta Machin in Van Reenen v svojo študijo (Machin in Van Reenen, 1998) sedmih OECD držav vključila štiri današnje države EU; Francijo, Nemčijo, Nizozemsko in Švedsko. Podobno kot Berman in drugi (1998) tudi Machin in Van Reenen (1998) ugotavljata, da se je v vseh štirih državah med leti 1973 in 1989 zgodilo nadgrajevanje večšin, tj. premik k bolj večšim delavcem, pri čemer so se spremembe zgodile predvsem znotraj in ne med predelovalnimi panogami. Kot indikator tehnološkega razvoja uporabita intenzivnost raziskav in razvoja ter pokažeta, da je ta pozitivno in statistično značilno povezana z nadgradnjo večšin. Machin in Van Reenen (1998) zato sklepata, da dokazi podpirajo hipotezo o prisotnosti SBTC v vseh državah v vzorcu.

Ena od omejitev literature, ki preučuje SBTC v Evropi, je, da večinoma vključuje majhen vzorec zgodovinsko premožnejših evropskih držav, večinoma zahodnoevropskih in skandinavskih. Danes EU sestavlja skupina 27-ih držav, ki s stališča ekonomskega in tehnološkega razvoja ni homogena, še posebej v zadnjih treh desetletjih 20. stoletja, ki ga raziskovalci navadno preučujejo v povezavi s SBTC. Omenili smo že raziskavo Bermana in drugih (1998), ki vključuje širši vzorec evropskih držav. Esposito in Stehrer (2007) v svojo raziskavo vključita tri postkomunistične države, Češko, Madžarsko in Poljsko, v obdobju 1995–2003. Esposito in Stehrer (2007, str. 2) poudarjata, da so zanj postkomunistične države predmet posebnega zanimanja v povezavi s SBTC, saj so tekom tranzicije absorbirale tehnologije zahodnih držav in zato doživele hitre tehnološke spremembe. Najprej pokažeta, da so v obravnavanem obdobju vse tri države doživele nadgrajevanje večšin znotraj predelovalnih panog. Ugotavljata, da je v panogah, ki so že sicer bile najbolj intenzivne z večšinami, intenzivnost večšin v obravnavanem obdobju še narasla. Hkrati je v skoraj vseh panogah v vseh treh državah narasla relativna plača delavcev z več večšinami, v večini panog pa tudi masa plač delavcev z več večšinami. Z ekonometrično analizo pokažeta, da je bila SBTC najmočnejša v z večšinami najbolj intenzivnih panogah, šibkejša pa v z večšinami

srednje intenzivnih predelovalnih panogah na Madžarskem in Poljskem. Podatki ne potrdijo prisotnosti SBTC v z veččinami najmanj intenzivnih panogah in v nobeni panogi na Češkem. Esposito in Stehrer (2007) zaključita, da na Madžarskem in Poljskem naraščanje povpraševanja po delavcih z več veččinami lahko delno pojasnimo s prisotnostjo SBTC, ki pa na vse sektorje ni vplivala enako.

### 3.2.2 Povpraševanje po delavcih glede na rutinskost nalog

V zadnjih dveh desetletjih, ko se je časovni okvir empiričnih raziskav razširil čez leto 1990 in nato naprej v 21. stoletje, je postalo jasno, da preprost model SBTC z dvema homogenima skupinama delavcev z visokošolsko ali srednješolsko izobrazbo, ki ga kot kanonični model SBTC informativno povzemata Acemoglu in Autor (2010), ni ustrezen za pojasnjevanje sprememb v plačah in zaposlovanju po približno letu 1990<sup>5</sup>. Podatki iz tega obdobja namreč razkrivajo polarizacijo sprememb v plačah in zaposlovanju. Polarizacija sprememb v plačah in zaposlovanju je obsežno dokumentirana v ZDA (Autor in drugi, 2008; Acemoglu in Autor, 2010; Autor in Dorn, 2013) in EU (Spitz-Oener, 2006; Dustmann in drugi, 2009; Autor in Acemoglu, 2010; Goos in drugi, 2014; Michaels in drugi, 2014; Martinaitis in drugi, 2021). Omenjene študije s polarizacijo imenujejo, da je v obravnavanem obdobju delež zaposlenih v poklicih, ki terjajo visoko in nizko raven veščin oz. izobrazbe, naraščal v primerjavi z deležem zaposlenih v poklicih, ki terjajo srednjo raven veščin oz. izobrazbe. Analogna polarizacija je bila opazna tudi v rasti plač. Polarizacija pa ne pomeni, da je rast deleža zaposlenih oz. rast plače na obeh polih distribucije veščin enakomerna, temveč je rast bolj poudarjena pri zaposlenih z največ veščinami (Autor in drugi, 2008; Goos in drugi, 2014).

Literatura, ki si prizadeva razložiti vzroke polarizacije plač in zaposlovanja ter ju povezati s tehnološkim razvojem, se pogosto opira na ključen model, ki so ga razvili Autor in drugi (2003). Autor in drugi (2003) so poskušali nasloviti eno od ključnih pomanjkljivosti teorije SBTC, ki je, da zgolj poimenuje korelacijo med računalniško podprto tehnologijo in povpraševanjem po višje izobraženih delavcih, ne pojasni pa vzroka zanjo (Autor in drugi, 2003, str. 1279–80). Autor in drugi (2003) v namen razumevanja te povezave predlagajo model, ki temelji na obravnavanju dela kot nabora delovnih nalog. Razložijo, da računalniško podprta tehnologija omogoča izpolnjevanje t. i. rutinskih nalog, to je tistih, ki terjajo natančno izvršitev znanega postopka in jih je zato mogoče zapisati v obliki »determinističnih« in »nedvoumnih« (Autor in drugi, 2003, str. 1282), »eksplicitnih« ter »izčrpnih« (Autor in drugi, 2003, str. 1283) navodil (računalniškega programa). Rutinske naloge nadalje delijo na manualne, npr. sestavljanje ali sortiranje, in kognitivne, npr. kalkulacije ali ponavljajoče se delo s strankami, kot ga opravljajo recimo bančni uslužbenci (Autor in drugi, 2003, str. 1286). Naloge, pri katerih postopka ne poznamo dovolj dobro, da

---

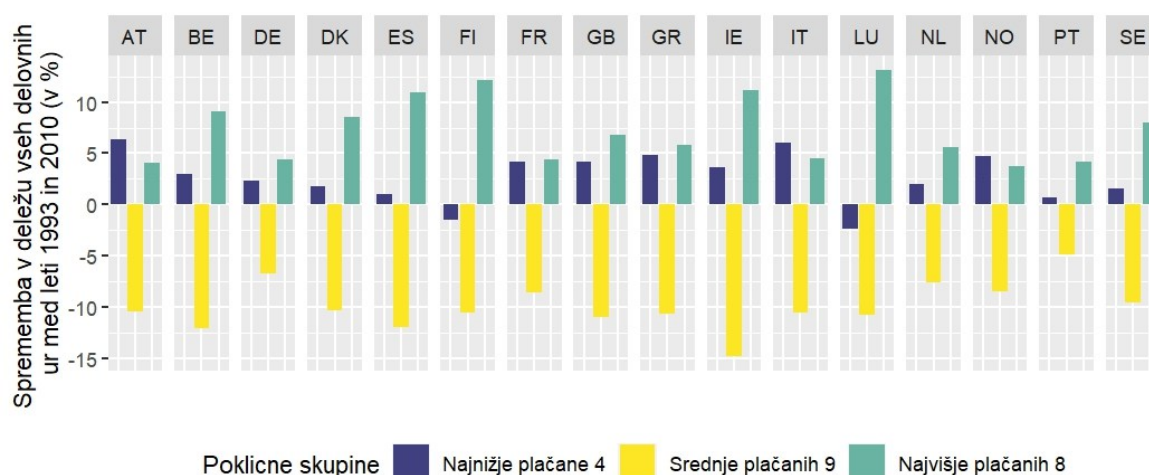
<sup>5</sup> Autor in drugi (2008) kot prelomno leto med obdobji SBTC in polarizacije določijo leto 1987, Acemoglu in Autor (2010) leto 1988, Autor in Dorn (2013) pa leto 1990. Michaels in drugi (2014) dokumentirajo polarizacijo v Evropi po letu 1980, Goos in drugi (2014) pa po letu 1993.

bi ga lahko opredelili v obliki računalniškega programa, pa imenujejo nerutinske naloge. Tudi nerutinske naloge delijo na manualne, npr. vožnja ali hišniška opravila, in kognitivne oz. analitične ter interaktivne, npr. oblikovanje in testiranje hipotez ali medicinska diagnostika (Autor in drugi, 2003, str. 1286). Če so prejšnje generacije tehnologij omogočale izpolnjevanje rutinskih manualnih nalog, je novost računalniško podprte tehnologije ta, da omogoča tudi izpolnjevanje nekaterih rutinskih kognitivnih nalog (Autor in drugi, 2003, str. 1284). Osnovna predpostavka modela je torej, da računalniško podprta tehnologija nadomešča delavce pri opravljanju rutinskih manualnih in rutinskih kognitivnih nalog ter predstavlja komplement delavcem pri opravljanju nerutinskih kognitivnih nalog (Autor in drugi, 2003, str. 1280). Posledično padanje cen računalniškega kapitala povzroči rast relativnega povpraševanja po bolj izobraženih delavcih, saj imajo ti primerjalno prednost pri opravljanju nerutinskih nalog v primerjavi z rutinskimi nalogami. Izid tega modela, ki ga Autor in drugi (2003) tudi empirično potrdijo za ZDA v obdobju 1960–2000, je, da panoge z višjim začetnim deležem rutinskih nalog, ob padanju cen računalniško podprte tehnologije, obsežneje uvajajo računalniški kapital in posledično izkusijo večji odmik od rutinskih nalog ter večji premik k nerutinskim kognitivnim nalogam. Model ne predvideva eksplicitno, kako uvajanje računalniškega kapitala vpliva na zaposlovanje v panogah z visokim deležem nerutinskih manualnih nalog, saj Autor in drugi (2003, str. 1287) poudarjajo, da računalniški kapital ni ne »močen« substitut ne »močen« komplement delavcem pri opravljanju te vrste nalog. Avtorji kljub temu empirično pokažejo, da je v ZDA v obdobju 1960–2000 delež zaposlenih v poklicih, intenzivnih z nerutinskimi manualnimi nalogami, vseskozi upadal (Autor in drugi, 2003, str. 1296–1297).

Mnoge raziskave (Autor in drugi, 2008; Acemoglu in Autor, 2010; Autor in Dorn, 2013; Goos in drugi, 2014; Michaels in drugi, 2014) povežejo teorijo Autorja in drugih (2003) s polarizacijo plač in zaposlovanja preko koncepta, ki ga v izvorni angleščini imenujejo »*routine-biased technological change*« oz. RBTC (v nadaljevanju RBTC), kar v splošnem pomeni, da ima tehnološki razvoj neenake posledice za delavce, ki opravljajo različne delovne naloge, glede na to, ali so te rutinske ali nerutinske narave. Autor in drugi (2003) predpostavljajo, da računalniško podprta tehnologija deluje kot substitut za delavce, ki opravljajo rutinske naloge, zato tehnološki razvoj znižuje povpraševanje po njih, ter kot komplement delavcem, ki opravljajo nerutinske naloge, zato tehnološki razvoj dviguje povpraševanje po njih. Skladno s hipotezo RBTC se polarizacija plač in zaposlovanja pojavi, ker so rutinske naloge zgoščene na delovnih mestih delavcev s sredine distribucije veččin, nerutinske manualne naloge na delovnih mestih delavcev s spodnjega pola distribucije veččin, nerutinske kognitivne naloge pa na zgornjem polu distribucije veččin (Acemoglu in Autor, 2010, str. 19–22; Autor, 2015, str. 11–12). Nerutinske kognitivne naloge zahtevajo »*fleksibilnost, ustvarjalnost, posplošeno reševanje problemov in kompleksno komunikacijo*« (Autor in drugi, 2003, str. 1284), to so naloge, pri opravljanju katerih imajo višje izobraženi delavci primerjalno prednost, zato tehnološki razvoj dvigne povpraševanje po njih (Autor in drugi, 2003). Po drugi strani opravljanje nerutinskih manualnih nalog sicer terja malo formalne izobrazbe, ampak »*situacijsko prilagodljivost, vizualno in jezikovno*

*prepoznavanje in interakcije v osebi*» (Acemoglu in Autor, 2010, str. 21), kar velja predvsem za storitvene in fizične poklice (Acemoglu in Autor, 2010, str. 19–22; Autor, 2015, str. 11–12). Slednje potrjujeta Autor in Dorn (2013), ki ugotavljata, da se je v ZDA dvig povpraševanja po delu na spodnjem polu distribucije veččin v prvi vrsti zgodil na račun sprememb v eni sami poklicni kategoriji, namreč v storitvenih poklicih, ki zajemajo »*pomoč in skrb za druge*» (Autor in Dorn, 2013, str. 1555), npr. delavce v pripravi in strežbi hrane, hišnike in vrtnarje, čistilce, delavce v otroškem varstvu, frizerje itd. (Autor in Dorn, 2013, str. 1555). Goos in drugi (2014) polarizacijo potrdijo v svojem vzorcu šestnajstih evropskih držav. Ugotavljajo, da se je v obdobju 1993–2010 na ravni držav delež zaposlenih v najbolj in najmanj plačanih<sup>6</sup> poklicnih skupinah zvišal, delež zaposlenih v srednje plačanih poklicnih skupinah pa se je znižal, kot prikazuje slika 16.

Slika 16: Sprememba v deležu vseh delovnih ur med leti 1993 in 2010 (v %) glede na poklicne skupine



Vir: lastno delo na podlagi Goos in drugi (2014, str. 2515).

Michaels in drugi (2014) empirično potrdijo, da obstaja povezava med rutinskostjo delovnih nalog in izobrazbo delavcev, ki jih opravljajo. Pokažejo, da imajo poklici nizko in visokoizobraženih delavcev nizko vsebnost rutinskih nalog, ter da so te v velikem obsegu prisotne pri poklicih srednje izobraženih delavcev. Hkrati ugotovijo, da so v poklicih nizko izobraženih delavcev nadpovprečno zastopane manualne nerutinske naloge, v poklicih visokoizobraženih delavcev pa so nadpovprečno zastopane kognitivne nerutinske naloge (Michaels in drugi, 2014).

Nekatere že omenjene študije empirično dokažejo povezavo med tehnološkim razvojem, rutinskostjo delovnih nalog in polarizacijo plač ter zaposlovanja. Na primer, Autor in Dorn (2013) oblikujeta model 722 lokalnih trgov dela v ZDA, pri čemer za vsakega določita delež rutinskih zaposlitev. Ugotavljata, da je bila v obdobju 1980–2005 na lokalnih trgih dela, ki

<sup>6</sup> Nekateri raziskovalci v empiričnih raziskavah uporabijo distribucijo plač kot približek distribucije veččin (Acemoglu in Autor, 2010, str. 16).

so v preteklosti imeli višji delež rutinskih poklicev: (a) polarizacija zaposlovanja in plač bolj poudarjena, (b) rast rabe računalnikov v podjetjih bolj intenzivna, (c) po letu 1980 padec deleža zaposlenih v rutinskih poklicih višji in (d) rast deleža zaposlenih v storitvenih poklicih večja. Podobno Michaels in drugi (2014) za devet evropskih držav v obdobju 1980–1994 pokažejo, da so spremembe v rabi informacijsko-komunikacijske tehnologije (v nadaljevanju IKT) pozitivno povezane s spremembami plačne mase visokoizobraženih delavcev, negativno povezane s plačno maso srednje izobraženih delavcev, s plačno maso nizko izobraženih delavcev pa niso statistično značilno povezane. Ta vzorec ustreza modelu Autorja in drugih (2003). Tudi Goos in drugi (2014) ugotavljajo, da je indeks rutinskosti, ki ga povzamejo po Autorju in Dornu (2013), negativno povezan z zaposlovanjem v poklicnih skupinah. To pomeni, da so poklicne skupine, ki so imele višji indeks rutinskosti, izkusile nižjo rast zaposlovanja (Goos in drugi, 2014).

Vendar pa polarizacija v Evropi ni univerzalen pojav. Martinaitis in drugi (2021) za vzorec 35 evropskih držav ugotavljajo, da so bili trendi v zaposlovanju v obdobju 2005–2015 raznoliki. Ugotavljajo, da podatki za večino držav nakazujejo polarizacijo ali nadgrajevanje veščin (skladno s hipotezo SBTC), za nekatere pa celo rast deleža zaposlenih v poklicih, ki terjajo manj veščin (t. j. degradacija veščin). Martinaitis in drugi (2021) uporabljajo nov indikator kompleksnosti dela, ki se osredotoča na to, kako delavci opravljajo naloge, namesto na to, katere naloge opravljajo, zato je primerljivost z ostalimi obravnavanimi raziskavami vprašljiva. Dodatno sprememb na trgu dela empirično ne povežejo z avtomatizacijo. Kljub temu pa raziskava opominja na pomembno dejstvo, da evropske države – in ožje, države EU – niso homogena skupina, zato je nujno dopustiti možnost raznolikih izkušenj vpliva avtomatizacije na trg dela.

### **3.3 Informacijsko-komunikacijska tehnologija, industrijski roboti in umetna inteligenca**

Do sedaj obravnavane raziskave so empirično potrdile povezavo med IKT (Autor in drugi, 2003; Spitz-Oener, 2006; Autor in Dorn, 2013; Michaels in drugi, 2014) in strukturo povpraševanja po delu. IKT pa ni edina oblika tehnologije, ki vpliva na naravo dela in strukturo zaposlovanja, temveč so v povezavi s tem v literaturi obsežno obravnavani še industrijski roboti in UI. Tabela 3 prikazuje pregled za pričujoče magistrsko delo najbolj relevantnih ugotovitev iz te literature.

Tabela 3: Pregled relevantnih vrst tehnologije, možnosti avtomatizacije dela in vpliva na zaposlovanje

Vrsta tehnologije	Odnos med tehnologijo in delom	Vpliv na zaposlovanje na agregatni ravni	Vpliv na zaposlovanje glede na večšine oz. izobrazbo delavcev	Literatura
IKT	Omogoča avtomatizacijo <u>rutinskih</u> nalog, skladno s teorijo RBTC. IKT predstavlja substitut delu pri <u>rutinskih</u> nalogah in <u>komplement</u> pri nerutinskih nalogah.	Raziskave, ki se osredotočajo na IKT, v prvi vrsti preučujejo vpliv na polarizacijo zaposlovanja, ne pa vpliva na celotno raven zaposlovanja.	<u>Polarizacija</u> zaposlovanja in plač glede na izobrazbo, skladno s teorijo <u>RBTC</u> .	Autor in drugi (2003); Spitz-Oener (2006); Autor in Dorn (2013); Michaels in drugi (2014)
Industrijski roboti	Razširijo možnost avtomatizacije v 3D, tj. fizičnem, prostoru. Predstavljajo substitut delu pri opravljanju <u>rutinskih manualnih</u> , ne pa tudi rutinskih kognitivnih ali nerutinskih nalogah.	Raziskave si niso enotne. Zdi se, da je vpliv industrijskih robotov na zaposlovanje <u>nepozitiven</u> , tj. ni vpliva ali pa je ta negativen.	Negativen vpliv na zaposlovanje in plače nizko izobraženih delavcev, skladno s teorijo <u>SBTC</u> .	Graetz in Michaels (2018); Acemoglu in Restrepo (2020), De Vries in drugi (2020)
UI	V nasprotju z IKT in industrijskimi roboti strojno učenje omogoča tudi avtomatizacijo <u>nerutinskih</u> nalog. To vključuje tudi nekatere nerutinske kognitivne naloge, ki so se predhodno zdele posebej težke za avtomatizacijo. Nekateri raziskave pa kažejo, da UI pri opravljanju nerutinskih nalog predstavlja <u>komplement</u> delu.	Raziskave si niso enotne. Zdi se, da je vpliv UI na zaposlovanje <u>nenegativen</u> , tj. ni vpliva ali pa je ta pozitiven.	Pozitiven vpliv na zaposlovanje in plačo visokoizobraženih delavcev, skladno s teorijo <u>SBTC</u> .	Brynjolfsson in Mitchell (2017); Brynjolfsson in drugi (2018); Felten in drugi (2019); Georgieff in Hye (2021); Acemoglu in drugi (2022); Chui in drugi (2022); Yang (2022); Brynjolfsson in drugi (2023); Chui in drugi (2023); Green in Lamby (2023)

Vir: lastno delo.

### 3.3.1 Industrijski roboti

Graetz in Michaels (2018) sta izvedla, po njunih besedah, prvo empirično študijo o vplivu industrijskih robotov na produktivnost dela in nekatere druge ekonomske izide. Vpliv industrijskih robotov je pomembno vprašanje, saj ti, v primerjavi z IKT, razširijo možnosti avtomatizacije v 3D prostoru (Graetz in Michaels, 2018, str. 753). Graetz in Michaels (2018) industrijske robote, skladno z ISO 8373 definicijo, obravnavata kot fiksne ali mobilne, avtomatizirano nadzorovane manipulatorje, ki jih je moč programirati vzdolž vsaj treh dimenzij, jih ponovno programirati in uporabiti v različne namene, ter ki so namenjeni industrijski rabi (Mednarodna organizacija za standardizacijo [ISO], 2012). Za vzorec 14 evropskih držav v obdobju 1993–2007 ugotavljata, da je raba industrijskih robotov na državni ravni v povprečju prispevala 15 % letne rasti produktivnosti dela in približno dve tretjini toliko rasti TFP. Hkrati je naraščanje rabe industrijskih robotov pozitivno vplivalo na raven plač in negativno vplivalo na cene končnih proizvodov. Graetz in Michaels (2018) ugotavljata, da raba industrijskih robotov v obravnavanem obdobju ni vplivala na celotno število delovnih ur, je pa znižala delež delovnih ur, ki so jih opravili delavci z nizko ravnijo veščin, v primerjavi z delavci s srednjo ali visoko ravnijo veščin.

V nasprotju z Graetz in Michaels (2018), ki ugotavljata, da raba industrijskih robotov ni vplivala na celotno količino delovnih ur in je pozitivno vplivala na raven plač, Acemoglu in Restrepo (2020) ugotavljata, da so imeli v obdobju 1990–2007 lokalni trgi v ZDA, ki so bili izpostavljeni rasti rabe industrijskih robotov, v povprečju 0,39 % nižjo razmerje med zaposlenostjo in prebivalstvom in 0,77 % nižjo povprečno plačo kot lokalni trgi, ki niso bili izpostavljeni prodiranju industrijskih robotov. Ocenjujeta, da je bilo šest manj zaposlenih za vsak dodatni industrijski robot (Acemoglu in Restrepo, 2020, str. 2191). Acemoglu in Restrepo (2020, str. 2228) sklepata, da imajo industrijski roboti drugačen vpliv na zaposlovanje in plače kot informacijska tehnologija (v nadaljevanju IT), tj. industrijski roboti imajo negativen vpliv na zaposlovanje in plače, IT pa pozitiven. Acemoglu in Restrepo (2020) to pripišeta dejstvu, da industrijski roboti neposredno nadomeščajo delavce, kar povzroča učinek izpodrinjanja delavcev, v nasprotju s predhodnimi tehnologijami, ki imajo zgolj vlogo izboljševanja produktivnosti. Kar se tiče vpliva na zaposlovanje različno izobraženih delavcev, Acemoglu in Restrepo (2020, str. 2233) ugotavljata, da ima raba industrijskih robotov negativen vpliv na zaposlovanje spodnjega in srednjega dela distribucije veščin, tj. na zaposlovanje delavcev z vsemi ravnmi izobrazbe pod magisterijem in doktoratom. Tudi na zaposlovanje slednjih roboti nimajo pozitivnega vpliva in kot potencialni razlog avtorja navajata, da industrijski roboti morda niso komplement visokoizobraženim delavcem, kot so to druge računalniško podprte tehnologije. Dodatno ugotavljata, da rast rabe industrijskih robotov na lokalnih trgih ni povezana z višjim deležem rutinskih delovnih mest, kot bi to pričakovali v primeru RBTC (Acemoglu in Restrepo, 2020, str. 2206).

De Vries in drugi (2020) na ravni panog za vzorec 37 držav med leti 2005 in 2015 pokažejo, da je raba industrijskih robotov povezana z upadom deleža zaposlenih v poklicih, ki so intenzivni v rutinskih manualnih (ne pa tudi rutinskih kognitivnih) nalogah, in rastjo deleža zaposlenih v poklicih, ki so intenzivni v analitičnih (tj. kognitivnih) nerutinskih nalogah. Hkrati De Vries in drugi (2020) ugotavljajo, da je na agregatni ravni povezava med rabo industrijskih robotov in povprečno rastjo zaposlovanja negativna, a ne statistično značilna.

Graetz in Michaels (2018) ter Acemoglu in Restrepo (2020) torej potrjujejo, da raba industrijskih robotov vpliva na strukturo zaposlovanja, vendar na način, ki je drugačen od vpliva rabe IKT in ki v primeru industrijskih robotov nakazuje na pravilnost hipoteze SBTC in ne RBTC. Glede vpliva na celotno raven zaposlovanja so si obravnavane študije neenotne, Acemoglu in Restrepo (2020) poročata negativen vpliv rabe industrijskih robotov, Graetz in Michaels (2018) ter De Vries in drugi (2020) pa nobenega vpliva.

### 3.3.2 Umetna inteligenca

Tretja relevantna vrsta tehnologije je UI. Literatura, ki analizira vpliv UI na trg dela, je zaenkrat še omejena. Kot opažajo Acemoglu in drugi (2022, str. 294), je težava že v tem, da se je zbiranje podatkov o razširjenosti rabe UI v komercialne namene začelo šele nedavno in zato ne vemo z gotovostjo, ali smo bili v zadnjih letih res priča velikemu porastu v rabi UI ali pa gre samo za povečano pozornost medijev. Chui in drugi (2022) poročajo rezultate spletne raziskave o razširjenosti UI, ki jo letno izvajajo od leta 2017 in v kateri sodeluje globalni vzorec raznolikih podjetij. Ugotavljajo, da je delež podjetij, ki so uporabljala UI na vsaj enem poslovnem področju, med leti 2017 in 2019 narasel iz 20 % na 58 % in se nato ustalil približno pri 50 % ali nekoliko višje. Hkrati so v obdobju 2017–2022 narasli povprečno število oblik UI, ki jih podjetja uporabljajo, raven investicij podjetij v UI in prihodki od uporabe UI, stroški uporabe UI v različne namene pa so padli (Chui in drugi, 2022). Frank in drugi (2019) obravnavajo še nekatere druge razloge, ki otežujejo preučevanje vpliva UI (in avtomatizacije na sploh) na delo.

Brynjolfsson in Mitchell (2017, str. 1533) izpostavljata strojno učenje in menita, da obravnavanje delovnih nalog s stališča rutinskosti oz. nerutinskosti, kot so to uveljavili Autor in drugi (2003), ni ustrezen pristop k razumevanju vpliva te vrste UI na delo. Strojno učenje namreč omogoča širjenje nabora nalog, ki jih je moč avtomatizirati, čez meje rutinskosti. Autor in drugi (2003) kot nerutinske naloge opredeljujejo tiste, katerih postopka ne razumemo dovolj dobro, da bi ga znali opredeliti v obliki programskih navodil. Kot pojasnilo te nezmožnosti dodajajo Polanyijev citat: »*Vemo lahko več, kot lahko povemo.*<sup>7</sup>« (Polanyi, 1966, v Autor in drugi, 2003, str. 1283). Namreč, kljub temu da ljudje nekatere aktivnosti, kot sta prepoznavanje obrazov ali razumevanje govora, odlično izvajamo, težko natančno opredelimo, *kako* jih izvajamo (Brynjolfsson in Mitchell, 2017, str. 1531). Strojno učenje zaobide Polanyijev paradoks, tj. potrebo po tem, da poznamo postopek neke aktivnosti, da

---

<sup>7</sup> »*We can know more than we can tell.*«

ga znamo kodificirati. To stori tako, da avtomatizira proces določanja funkcije, ki povezuje inpute in outpute določene aktivnosti (Brynjolfsson in drugi, 2018, str. 14). Torej, kadar ne znamo kodificirati postopka določene aktivnosti, lahko – ob izpolnjevanju določenih pogojev (Brynjolfsson in Mitchell, 2017, str. 1532–1533) – računalniška tehnologija na podlagi strojnega učenja to naredi namesto nas, in sicer s prepoznavanjem vzorcev v ogromnih količinah primerov (Brynjolfsson in drugi, 2023, str. 6). Poleg tega je bilo do sedaj računalniško programiranje delovno intenzivno, avtomatizacija tega procesa pa ne le da vodi do bolj zanesljivih in natančnih programov, temveč tudi znižuje stroške ustvarjanja in vzdrževanja programske opreme (Brynjolfsson in Mitchell, 2017, str. 1531). Napredek v strojnem učenju je v zadnjih letih še posebno hiter, v prvi vrsti zaradi dosegljivosti ogromnih količin podatkov v namen treniranja programov, pa tudi izboljšanih algoritmov (npr. globokih nevronske omrežij) in hitrejše računalniške strojne opreme (Brynjolfsson in Mitchell, 2017, str. 1531).

Kot pri IKT in industrijskih robotih je relevantno vprašanje, kako UI vpliva na povpraševanje po delu na agregatni ravni. Chui in drugi (2023) ocenjujejo, da se je na podlagi nedavnega napredka v generativni UI delež delovnih ur, ki bi jih bilo na podlagi trenutnih tehnoloških zmogljivosti moč avtomatizirati, zvišal s polovice na nekje 60–70 %, hkrati pa predvidevajo pospešitev avtomatizacije. Podobno Brynjolfsson in drugi (2018) v svoji raziskavi s stališča trenutnih tehnoloških zmogljivosti preučujejo, kolikšen delež delovnih aktivnosti znotraj poklicev ustreza pogojem za aplikacijo strojnega učenja. Ugotavljajo, da večina poklicev vključuje vsaj nekaj aktivnosti, ki ustrezajo pogojem za aplikacijo strojnega učenja, poklici, ki bi vsebovali izključno takšne aktivnosti, pa praktično ne obstajajo. Dodajajo, da bi nov val avtomatizacije, temelječ na strojnem učenju, lahko vplival na popolnoma drug segment delovne sile kot prejšnji valovi, saj omogoča avtomatizacijo drugačnih nalog (Brynjolfsson in drugi, 2018). Brynjolfsson in drugi (2018) zato bolj kot o popolni avtomatizaciji delovnih mest govorijo o reorganizaciji delovnih mest. Prenova delovnih mest bo po njihovem mnenju potrebna, saj trenutno združevanje aktivnosti, ki dovoljujejo uporabo strojnega učenja, in aktivnosti, ki tega ne dovoljujejo, preprečuje izkoriščanje potencialnih izboljšav v produktivnosti zaradi strojnega učenja. Delavcem preprečuje, da bi se preusmerili od aktivnosti, ki jih je zaradi strojnega učenja moč avtomatizirati, k aktivnostim, ki jih ni mogoče, zato nastajajo oportunitetni stroški in izgubljen je del profita (Brynjolfsson in drugi, 2018).

Felten in drugi (2019) na ravni poklicev ugotavljajo, da ni povezave med vplivom UI in zaposlovanjem. Podobno Georgieff in Hye (2021) za vzorec 23 OECD držav med leti 2012 in 2019 na državni ravni ne najdeta jasne povezave med zaposlovanjem in izpostavljenostjo UI, pri čemer uporabita indikator, oblikovan po metodi Felten in drugi (2018, 2019). Ugotavljata, da na ravni poklicev obstaja pozitivna povezava med številom zaposlenih in izpostavljenostjo UI, a zgolj v poklicih, kjer je intenzivnost rabe računalnikov visoka. Po drugi strani pa Georgieff in Hye (2021) ugotavljata tudi, da obstaja negativna povezava med izpostavljenostjo poklicev UI in povprečnim številom delovnih ur na teden, še posebej

med poklici, kjer je intenzivnost rabe računalnikov nizka. Georgieff in Hye (2021, str. 40–41) predlagata, da bi ti rezultati lahko pomenili, da se delavci z boljšimi digitalnimi veščinami bolje prilagodijo delu z UI in tako lahko bolje izkoristijo potencial za izboljšanje svoje produktivnosti oz. kvalitete dela, ki jih ponujajo nove tehnologije. Yang (2022) pa na mikro ravni v raziskavi tajvanskih podjetij elektronike ugotavlja, da je UI pozitivno povezana s produktivnostjo podjetij in ravniyo zaposlovanja. Dosedanja literatura torej nakazuje, da je vpliv UI na zaposlovanje nenegativen, o tem, ali je pozitiven, pa obstaja manj konsenza.

Brynjolfsson in drugi (2018) torej menijo, da je popolna avtomatizacija celotnih delovnih mest zaradi rabe UI malo verjetna, bolj verjetna je avtomatizacija posameznih nalog znotraj poklicev. Ostaja vprašanje, kako so te delovne naloge razdeljene med delavci glede na raven veščin oz. izobrazbe in plače. Brynjolfsson in drugi (2018, str. 46) pokažejo, da je korelacija med njihovim indikatorjem primernosti nalog za aplikacijo strojnega učenja in plačo oz. plačno maso blizu nič, zato ni jasno, da bi rast rabe strojnega učenja povzročila plačno polarizacijo. Acemoglu in drugi (2022, str. S306–S308) preverjajo izpostavljenost poklicev UI glede na plačno distribucijo, pri čemer uporabljajo tri indikatorje izpostavljenosti poklicev UI iz predhodnih študij. Potrdijo, da zgoraj omenjeni indikator, ki so ga oblikovali Brynjolfsson in drugi (2018), ni povezan s plačo, medtem ko sta druga dva uporabljena indikatorja pozitivno povezana s plačo, torej so poklici z višjimi povprečnimi plačami bolj izpostavljeni UI. Podobno ugotavljajo tudi Felten in drugi (2019), ki dokumentirajo pozitivno korelacijo med izpostavljenostjo poklicev UI in rastjo plač, ter dodajajo, da je to v veliki meri posledica plačne rasti v poklicih, ki terjajo visoko raven poznavanja programske opreme.

Felten in drugi (2019, str. 15) ugotavljajo, da UI najmanj vpliva na sposobnosti vzdržljivosti, eksplozivne moči, statične moči, dinamične moči in moči trupa, torej na fizične sposobnosti, najbolj pa na urejanje informacij, pomnjenje, zaznavno hitrost, hitrost v zaznavanju vzorcev in ostrino zaznavanja vzorcev, torej na kognitivne sposobnosti reševanja problemov in percepcije. Uporabi UI so tako najbolj izpostavljeni poklici belih ovratnikov, ki terjajo visoko izobrazbo, najmanj pa poklici, ki zahtevajo veliko fizičnega napora (Felten in drugi, 2019, str. 14). Tudi Georgieff in Hye (2021, str. 24) ugotavljata, da so UI najbolj izpostavljeni poklici, ki zahtevajo visoko raven izobrazbe, npr. strokovni delavci v znanosti in inženirstvu, poslovanju in administraciji, pravu, socialnem delu in kulturi, menedžerji ter izvršni direktorji. Po drugi strani pa so UI najmanj izpostavljeni poklici, za katere so zelo pomembne fizične delovne naloge in ki zahtevajo malo formalne izobrazbe. Razlog za to, pojasnjujeta Georgieff in Hye (2021), je, da so za opravljanje teh poklicev manj pomembne kognitivne sposobnosti, tudi take, potrebne za opravljanje nerutinskih delovnih nalog. UI pa je v obdobju 2010–2015 najbolj napredovala ravno v osvajanju sposobnosti, potrebnih za opravljanje nerutinskih kognitivnih nalog (Georgieff in Hye, 2021, str. 23). Chui in drugi (2023) prav tako menijo, da generativna UI najbolj širi možnost avtomatizacije aktivnosti, ki jih opravljajo najbolj izobraženi in najbolje plačani delavci. Opažajo tudi, da je napredek

v generativni UI zelo malo vplival na obseg fizičnih aktivnosti, ki jih je mogoče avtomatizirati, najbolj pa je razširil možnost avtomatizacije znanjskega dela, predvsem nalog odločanja in sodelovanja, za katere so predhodno ocenjevali, da jih je najtežje avtomatizirati (Chui in drugi, 2023). Nasprotno Nedelkoska in Quintini (2018) menita, da UI še dodatno veča možnost avtomatizacije delovnih mest, ki jih opravljajo nizko izobraženi delavci.

Kljub temu da se raziskovalci pretežno strinjajo, da so UI najbolj izpostavljeni poklici, ki jih opravljajo visokoizobraženi delavci, pa ni dokazov, da UI negativno vpliva na zaposlovanje teh delavcev (OECD, 2023, str. 113). Nasprotno, Felten in drugi (2019, str. 28) ugotavljajo, da je UI pozitivno povezana z zaposlovanjem in plačo visokoizobraženih ter visoko plačanih poklicev, z zaposlovanjem in plačami srednje in nizko izobraženih ter plačanih delavcev pa ni povezana. Zato sklepajo, da UI predstavlja komplement delu v visokoizobraženih in visoko plačanih poklicih (Felten in drugi, 2019). Podobno kot na ravni poklicev Felten in drugi (2019), Yang (2022) na ravni podjetij ugotavlja, da je UI pozitivno povezana z deležem zaposlenih z najvišjo izobrazbo (tj. s podiplomsko izobrazbo) ter negativno povezana z deležem zaposlenih z visokošolsko (tj. diplomsko) ali nižjo izobrazbo. Podatki (Green in Lamby, 2023) kažejo tudi, da delež delavcev z veščinami, povezanimi z UI, narašča, kljub temu pa zaenkrat ostaja majhen (povprečno 0,34 % v vzorcu 24 OECD držav), ti delavci pa so tipično visokoizobraženi in imajo nadpovprečno visoke plače. Razvoj UI bo torej verjetno še posebej koristil segmentu visokoizobraženih delavcev z ustreznimi veščinami.

Acemoglu in drugi (2022) analizirajo objave o prostih delovnih mestih v ZDA v letih 2007 ter 2010–2018 in ugotavljajo, da so poslovalnice podjetij, katerih delo vključuje večji delež nalog, ki jih je UI sposobna izvajati, iskale več delavcev za delo z UI. Predpostavljajo, da je to znak uvajanja UI in opažajo, da je trend še posebej pospešil po letu 2015. Dodatno ugotavljajo, da je uvajanje UI povezano s precejšnjo opustitvijo iskanja določenih 'starih' veščin in rastjo povpraševanja po 'novih' veščinah. Nazadnje pa ugotavljajo še, da je uvajanje UI na ravni poslovalnic povezano z upadom iskanja novih delavcev za delovna mesta, ki niso povezana z UI, in celotne ravni zaposlovanja. Hkrati pa poročajo, da ne najdejo dokazov, da bi uvajanje UI imelo negativen vpliv na zaposlovanje (ali plače) v panogah in poklicih, ki so bolj dovzetna za uvajanje UI (Acemoglu in drugi, 2022).

Brynjolfsson in drugi (2023) v raziskavi uporabe generativne UI v resničnem delovnem okolju preučujejo primer rabe velikih jezikovnih modelov v tehnični podpori strankam. Konec leta 2020 so zaposleni v tehnični podpori strankam v enem od Fortune 500 podjetij pričeli uporabljati sistem UI, ki je v resničnem času podal predloge odgovorov strankam in povezave do internih dokumentov, nanašajočih se na tehnične težave strank. Brynjolfsson in drugi (2023) ugotavljajo, da je raba UI izboljšala produktivnost delavcev, število uspešno rešenih pogovorov na uro se je dvignilo za 13,8 %. Uporaba UI je izboljšala predvsem produktivnost manj veščih in manj izkušenih delavcev, ki so ob uporabi UI tudi hitreje pridobivali izkušnje. Brynjolfsson in drugi (2023) sklepajo, da je razlog v tem, da UI uspe prepoznati in ubesediti tacitno znanje bolj veščih in bolj izkušenih delavcev ter ga posredovati manj izkušenim, manj veščim delavcem, ki ga inkorporirajo v svoje delo.

### 3.4 Prihodnost tehnološkega razvoja in avtomatizacije dela

Do sedaj obravnavane študije preučujejo pretekle trende, ostaja pa vprašanje tehnološkega razvoja in avtomatizacije dela v prihodnosti. Pandemija COVID-19 je pospešila nameščanje novih industrijskih robotov. Mednarodna zveza za robotiko (v nadaljevanju IFR) poroča, da so na globalni ravni leta 2021 instalacije novih industrijskih robotov dosegle rekordnih pol milijona enot, kar je 22 % več od prejšnjega rekorda iz leta 2018 (Müller, 2022). Leta 2021 je Evropa s 129 enotami na 10 tisoč delavcev v uporabi industrijskih robotov zaostajala za Azijo (156 enot na 10 tisoč delavcev) in nekoliko vodila pred Amerikami (117 enot na 10 tisoč delavcev) (Müller, 2022). Najnovejši podatki za EU kažejo, da je število novih industrijskih robotov (približno 72 tisoč) tudi v letu 2022 preseglo predpandemijsko raven in naraslo za 6 % v primerjavi z letom 2021 (IFR Press Room, 2023). Največ novih industrijskih robotov so instalirale Nemčija, Italija, Francija, Španija in Poljska, skupno kar 70 % vseh novih industrijskih robotov znotraj EU (IFR Press Room, 2023). Tem državam je skupno, da je instalacija industrijskih robotov skoncentrirana v avtomobilski industriji, kovinski industriji in industriji plastičnih ter kemičnih izdelkov (IFR Press Room, 2023). Globalna prodaja druge vrste robotov, to so storitveni roboti, je leta 2021 prav tako narasla. Prodaja profesionalnih storitvenih robotov je znašala več kot 121.000 enot in v primerjavi s predhodnim letom narasla za 37 % (Müller in drugi, 2022). Storitveni roboti so novejša, a hitro razvijajoča tehnologija, ki jo trenutno uporabljajo predvsem v transportu in logistiki, gostinstvu in turizmu, zdravstvu, profesionalnem čiščenju, kmetijstvu, inšpekciji in vzdrževanju, gradbeništvu, iskanju in reševanju ter varnosti (Müller in drugi, 2022).

Kljub temu da smo priča napredku na področju robotike, izzivi, ki omejujejo širjenje uporabe robotov v gospodarstvu ostajajo. Billard in Kragic (2019) na primer izpostavljata napredek in ovire v robotski manipulaciji z objekti. Danes so roboti sposobni manipulacije z objekti v obliki ponavljajočih se gibov z nekaj variacijami, v poznanih in strukturiranih okoljih, kot so tovarne. Izboljšave v zaznavanju omogočajo, da so sodobni roboti pri manipulaciji z objekti bolj fleksibilni, npr. poberejo lahko predmete, ki so razpršeni v nekem območju, ne nujno natančno položeni na fiksno točko (Billard in Kragic, 2019). Kljub temu pa razvoj robotov še ni dosegel človeške ravni ročne spretnosti (angl. dexterity), kar povzroča težave npr. pri rokovanju s fleksibilnimi materiali (npr. sadje, zelenjava in oblačila) (Billard in Kragic, 2019). Billard in Kragic (2019) naštejeta nekaj izzivov pri doseganju zadostne spretnosti robotov – zaznavanje okolice v realnem času ter delo ob in s človekom. Poleg tega Graetz in Michaels (2018) v svoji raziskavi ugotavljata, da ima uporaba industrijskih robotov padajočo mejno produktivnost, kar pomeni, da na neki točki implementacija dodatnih industrijskih robotov ne bi bila več smiselna, saj ti ne bi več pozitivno prispevali k produktivnosti. To nakazuje, da ima tudi robotizacija proizvodnje določeno zgornjo mejo.

Ko govorimo o prihodnosti, je posebej aktualno vprašanje širjenja UI. Nekateri raziskovalci (npr. Brynjolfsson in drugi, 2019; Crafts, 2021) menijo, da bi UI lahko predstavljala naslednjo tehnologijo za splošno uporabo. Tehnologije za splošno uporabo – npr. parni stroj, elektrika in IKT (Crafts, 2021) – so vsesplošno razširjene, predmet tehnoloških izboljšav in

predstavljajo temelj za nastanek številnih komplementarnih inovacij (Bresnahan in Trajtenber, 1995). UI kot tehnologija za splošno uporabo bi predstavljala ogromen potencial za dolgoročno gospodarsko rast. Kljub temu pa lahko traja desetletja, preden tehnologija za splošno uporabo povzroči občutno rast produktivnosti (Brynjolfsson in drugi, 2019; Crafts, 2021). Brynjolfsson in drugi (2019) pišejo, da odlog med prepoznanjem potenciala določene tehnologije za splošno uporabo in rastjo produktivnosti nastopi, ker je potrebna akumulacija dovoljšne zaloge nove tehnologije za splošno uporabo in razvoj ter implementacija komplementarnega otipljivega in neotipljivega kapitala (npr. reorganizacija poslovnih procesov, zaposlovanje in izobraževanje kadrov). Brynjolfsson in drugi (2019) izpostavljajo, da je produktivnost dela v prvem desetletju 21. stoletja v številnih državah upadla in si še ni opomogla, pri čemer ni moč kriviti izključno gospodarske krize iz leta 2008, temveč je upočasnitev vsaj deloma odvisna od šibkejšega tehnološkega razvoja. Menijo, da obstajajo spodbudni argumenti za domnevo, da je počasnejša rast produktivnosti znak, da smo v obdobju odloga, ki mu bo sledilo obdobje pospešene rasti produktivnosti zaradi realizacije potenciala UI kot tehnologije za splošno uporabo (Brynjolfsson in drugi, 2019). Vendar pa nekateri akademiki niso tako optimistični glede prihodnosti tehnološkega razvoja, saj naj bi se po njihovem mnenju slednji upočasnjeval (npr. Gordon, 2016; Bloom in drugi, 2020).

Kljub temu da raba različnih oblik tehnologije v podjetjih narašča (Chui in drugi, 2022; Müller, 2022), da smo priča tehnološkemu razvoju in da nagel razvoj UI nakazuje, da bi razvoj in implementacija tehnologije lahko v prihodnosti še pospešila (Brynjolfsson in drugi, 2019), je težko sklepati o vplivu avtomatizacije na trg dela v prihodnosti. Frey in Osborne (2017) v svoji odmevni študiji sklenita, da naj bi avtomatizacija močno ogrožala kar 47 % delovnih mest v ZDA, kar pomeni, da naj bi jih bilo moč avtomatizirati v naslednjem desetletju ali dveh. Arntz in drugi (2016) na podlagi nekoliko drugačne metodologije oblikujejo oceno za (med drugim) 15 držav EU, za katere se ocena deleža močno ogroženih delovnih mest giblje med 6 % (Estonija) in 12 % (Avstrija). Nedelkoska in Quintini (2018) pa (med drugim) za 19 držav EU na podlagi metodologij obeh prej omenjenih študij določata, da je verjetnost avtomatizacije povprečnega delovnega mesta v teh državah med 43 % (Finska) in 57 % (Slovaška).

Omenjene napovedi se na prvi pogled zdijo precej alarmantne, a jih je potrebno obravnavati z nekaj zadržki. Prvič, kot lahko razberemo iz omenjenih treh študij, se napovedi opazno razlikujejo glede na izbrano metodologijo, kar poraja vprašanje o veljavnosti rezultatov. Drugič, verjetnost avtomatizacije presojajo zgolj s stališča tehnoloških zmogljivosti (Arntz in drugi, 2016, str. 21; Frey in Osborne, 2017, str. 255; Nedelkoska in Quintini, 2018, str. 8) in odgovarjajo na vprašanje *»katere težave morajo inženirji rešiti, da bo specifičen poklic lahko avtomatiziran«* (Frey in Osborne, 2017, str. 255). Omenjene napovedi so torej najverjetneje pretirane, saj ne upoštevajo razkoraka med možnostjo avtomatizacije in njeno realizacijo. Hitrost in obseg avtomatizacije sta podvržena finančnim, pravnim, družbenim, etičnim in drugim vplivom, nekatere od katerih povzemajo Arntz in drugi (2016, str. 21–23). Za nekatere poklice, recimo skrb za starejše, obstaja izrazita družbena preferenca po

človeškem delu (Arntz in drugi, 2016, str. 22). Eurobarometrova javnomnenjska raziskava npr. kaže, da se 51 % vprašanih počuti neprijetno ob ideji, da bi jim roboti nudili storitve ali družbo, kadar bodo bolni ali ostareli; 51 % vprašanih se počuti neprijetno ob ideji, da jih operira robot, in 58 % vprašanih ob ideji o vožnji s samovozečim vozilom (Evropska komisija, 2017, str. 83). Tretjič, pa omenjene napovedi obravnavajo zgolj potencialno izgubo, ne pa tudi nastanek novih delovnih mest. Kot smo poskušali prikazati v poglavju 3.1 ne moremo vnaprej sklepati o tem, ali bo avtomatizacija vodila do izgube delovnih mest na agregatni ravni, saj tehnološki razvoj hkrati zmanjšuje in zvišuje povpraševanje po delu (Acemoglu in Restrepo, 2019; Gregory in drugi, 2022).

## **4 INTERAKCIJA MED STARANJEM PREBIVALSTVA IN AVTOMATIZACIJO DELA**

V predhodnih poglavjih sta bila staranje prebivalstva in avtomatizacija dela obravnavana kot ločena pojava, a predmet tega magistrskega dela je interakcija med njima. Ta je v zadnjih letih postala predmet zanimanja raziskovalcev, saj raziskave kažejo, da staranje prebivalstva ter avtomatizacija dela nista popolnoma neodvisna pojava in da to dejstvo vpliva na posamezne ekonomske izide. Hkrati ugotovitev, da gre za povezana pojava, poraja vprašanje, ali bi izzive staranja prebivalstva lahko naslavljali z avtomatizacijo dela.

### **4.1 Staranje prebivalstva kot dejavnik avtomatizacije dela**

Abeliansky in Prettner (2020) za vzorec 60 držav ugotavljata, da je bila v obdobju 1993–2013 za 1 % višja rast prebivalstva povezana z za 2 % nižjo rastjo v pogostosti robotov. Osnovna teoretična predpostavka njunega dela je, da imajo države z nižjo rastjo prebivalstva, kar pomeni hitrejše staranje prebivalstva, večje spodbude za investiranje v avtomatizacijo. V državah z visoko rastjo prebivalstva je število delavcev visoko, plača pa zato nizka, kar pomeni da je donosnost investicij v avtomatizacijo nizka (Abeliansky in Prettner, 2020). Abeliansky in Prettner (2020) kot primer navedeta afriške države z visoko rastjo prebivalstva. Nasprotno, v starajočih se državah npr. Evrope in vzhodne Azije, je rast prebivalstva nizka ali celo negativna, torej je število delavcev nizko in plača zato visoka, kar pomeni, da je donosnost investicij v avtomatizacijo visoka (Abeliansky in Prettner, 2020).

Acemoglu in Restrepo (2022) teoretično in empirično potrdita, da ima staranje prebivalstva precejšen pozitiven vpliv na avtomatiziranje dela v proizvodnji. Ugotavljata, da države, ki doživljajo hitrejše staranje prebivalstva, intenzivneje uporabljajo industrijske robote in druge tehnologije za avtomatizacijo proizvodnje<sup>8</sup>. Po njunih ugotovitvah razlike v staranju prebivalstva pojasnijo skoraj polovico razlik v uporabi industrijskih robotov med državami. Nadalje ugotavljata, da staranje prebivalstva nima podobnega vpliva na uporabo drugih tehnologij, npr. različnih strojev in računalnikov, ki niso namenjeni nadomeščanju dela,

---

<sup>8</sup> Acemoglu in Restrepo (2022) se osredotočata na predelovalne dejavnosti, ne pa tudi na storitvene dejavnosti.

temveč mu predstavljajo komplement. To potrjuje ključno teoretično predpostavko njune študije, da je avtomatizacija dela v proizvodnji odziv na krčenje relativnega deleža delavcev srednjih let v primerjavi z deležem starejših delavcev. Relativno pomanjkanje delavcev srednjih let je problematično, saj imajo ti delavci zaradi fizične pripravljenosti in ročnih spretnosti primerjalno prednost pri opravljanju manualnih proizvodnih nalog (Acemoglu in Restrepo, 2022, str. 6). Posledično relativno pomanjkanje delavcev srednjih let dvigne plače v proizvodnji in spodbudi nadomeščanje delavcev s tehnologijo (Acemoglu in Restrepo, 2022, str. 9). To je mogoče, navajata, ker so manualne proizvodne naloge hkrati tiste, ki jih opravljajo delavci srednjih let in ki jih je sploh mogoče avtomatizirati. Nadalje Acemoglu in Restrepo (2022) ugotavljata, da panoge, ki se bolj opirajo na delavce srednjih let, in panoge, kjer obstajajo večje možnosti za avtomatizacijo proizvodnih nalog, uporabljajo več industrijskih robotov. Potrdita tudi, da ima staranje prebivalstva precejšen pozitiven vpliv ne le na uporabo, temveč tudi na razvoj in izvažanje tehnologij za avtomatizacijo dela, ne pa tudi drugih tehnologij (Acemoglu in Restrepo, 2022).

Omenjeni študiji različno konceptualizirata staranje prebivalstva, osnovni mehanizem, ki povezuje staranje prebivalstva in avtomatizacijo dela, pa je v obeh primerih enak. Staranje prebivalstva vodi do krčenja aktivnega prebivalstva – v primeru Abeliánsky in Prettnér (2020) krčenje števila vseh delavcev, v primeru Acemoglu in Restrepo (2022) pa števila delavcev srednjih let –, kar dviguje plače delavcev in posledično spodbudi podjetja k implementaciji relativno cenejšega kapitala, torej k avtomatizaciji dela. Obravnavani študiji kažeta, da je staranje prebivalstva dejavnik avtomatizacije dela. A kljub temu, da staranje prebivalstva spodbuja avtomatizacijo dela, to še ne pomeni, da je slednja tudi mogoča. V nadaljevanju bo nekoliko podrobneje obravnavano vprašanje, kakšen je presek med nalogami, za katere bo staranje prebivalstva ustvarilo spodbude za avtomatizacijo, in nalogami, ki jih je v luči tehnološkega razvoja sploh mogoče avtomatizirati.

## **4.2 Avtomatizacija veščin oz. sposobnosti, ki se s starostjo spreminjajo**

Cai in Stoyanov (2016a) teoretično in empirično pokažeta, da imajo države po zaslugi demografskih razlik različne zaloge od starosti odvisnih veščin oz. sposobnosti, zato se specializirajo v gospodarskih panogah, ki intenzivno uporabljajo tiste veščine oz. sposobnosti, katerih ima država relativno večjo zalogo. Cai in Stoyanov (2016a, 2016b) na podlagi preučitve predhodne literature opredeljujeta tri vrste veščin oz. sposobnosti, ki se spreminjajo s starostjo posameznika: (1) kognitivne veščine, ki se s starostjo izboljšujejo, (2) kognitivne veščine, ki s starostjo slabijo, in (3) fizične sposobnosti, ki s starostjo slabijo. Poraja se vprašanje, katere od teh veščin oz. sposobnosti je mogoče avtomatizirati in kaj to pomeni za starajoče se družbe?

#### 4.2.1 Kognitivne veščine, ki se s starostjo izboljšujejo

Med kognitivne veščine, ki se s starostjo izboljšujejo, Cai in Stoyanov (2016a) prištevata *verbalne sposobnosti* in *komunikacijske veščine*. Pojasnjujeta, da imajo glede na rezultate predhodnih raziskav, starejše osebe pogosto obsežnejše besedišče, so bolj veščini sogovorniki in bolj opravljajo naloge, ki terjajo jezikovne ter pisne veščine (Cai in Stoyanov, 2016a, str. 2).

Autor in drugi (2003) ugotavljajo, da računalniška tehnologija ne nadomešča delavcev pri nalogah, ki vključujejo kompleksno komunikacijo, temveč jim predstavlja komplement. Po drugi strani pa, kot pišejo Brynjolfsson in drugi (2018, str. 43), je nedaven napredek v UI omogočil prepoznavanje govora, procesiranje naravnega jezika in prediktivno analitiko vsaj na ravni človeka. Omenili smo že npr. študijo Brynjolfssona in drugih (2023), ki preučuje rabo generativne UI za pomoč zaposlenim v tehnični podpori pri komunikaciji s strankami. Dwivedi in drugi (2023) izpostavljajo priložnosti in izzive rabe generativne pogovorne UI, ki je danes sposobna – z omejitvami – oblikovati npr. elektronska sporočila, odgovore na različna vprašanja, šolske in akademske eseje, pogodbe, prevode, marketinške kampanje in celo poezijo. Torej, zdi se, da UI omogoča avtomatizacijo nekaterih kognitivnih veščin, ki se s starostjo izboljšujejo, za katere je prej veljalo, da jih ni moč avtomatizirati.

#### 4.2.2 Kognitivne veščine, ki s starostjo slabijo

Med kognitivne veščine, ki s starostjo slabijo, Cai in Stoyanov (2016a) prištevata *spomin*, *deljeno pozornost* in *hitrost procesiranja informacij*. Pojasnjujeta, da imajo glede na rezultate predhodnih raziskav starejše osebe težave z nalogami, ki vključujejo manipulacijo delovnega spomina, ter z nalogami, ki terjajo procesiranje informacij z dveh ali več virov hkrati, ali preklapljanje med več nalogami (Cai in Stoyanov, 2016b, str. 2).

Autor in drugi (2003) ugotavljajo, da računalniška tehnologija omogoča nadomeščanje dela pri opravljanju rutinskih kognitivnih nalog. UI pa omogoča avtomatizacijo tudi posameznih nerutinskih kognitivnih nalog (Brynjolfsson in Mitchell, 2017; Chui in drugi 2023). Ne glede na obseg kognitivnih nalog, pri katerih tehnologija lahko nadomesti delo, je ena od prednosti tehnologije ta, da lahko v kvaliteti opravljanja nalog zagotovi konstantnost, medtem ko je kvaliteta človeškega dela pogojena s kognitivnimi sposobnostmi in veščinami, nekatere od teh pa s starostjo slabijo.

#### 4.2.3 Fizične sposobnosti

Kot zadnjo kategorijo Cai in Stoyanov (2016a) na podlagi rezultatov predhodnih raziskav določata fizične in psihomotorne sposobnosti, ki se s starostjo slabšajo v skoraj vseh vidikih.

Autor in drugi (2003) ugotavljajo, da računalniška tehnologija omogoča avtomatiziranje rutinskih manualnih nalog, npr. pobiranje, sortiranje in ponavljajoče sestavljanje (Autor in

drugi, 2003, str. 1286), ne pa tudi nerutinskih manualnih nalog. V nasprotju z njihovimi ugotovitvami se nabor nerutinskih manualnih nalog, ki jih je moč avtomatizirati, nenehno širi. Zgovorno je že dejstvo, da Autor in drugi (2003, str. 1283, 1286) kot primer nerutinske manualne naloge, ki je ni mogoče avtomatizirati, leta 2003 navajajo vožnjo avtomobila ali tovornjaka, kar danes ne drži več. Nadalje, kljub temu da roboti še niso sposobni ročne spretnosti na ravni človeka, so pretekla leta prinesla napredek na tem področju, v veliki meri zaradi napredka v strojnem učenju (Billard in Kragic, 2019).

#### 4.2.4 Povezava med veščinami oz. sposobnostmi, ki se s starostjo spreminjajo, in verjetnostjo avtomatizacije

Phiromswad in drugi (2022) v svoji študiji po vzoru Cai in Stoyanov (2016a) oblikujejo numerične spremenljivke, s katerimi opisujejo pomembnost uporabe kognitivnih veščin, ki se s starostjo izboljšujejo, kognitivnih veščin, ki s starostjo slabijo, in fizičnih sposobnosti, ki s starostjo slabijo, za opravljanje delovnih nalog znotraj posameznih poklicev. Phiromswad in drugi (2022) poročajo vrednost omenjenih spremenljivk za vsako poklicno skupino na drugi ravni SOC2010 klasifikacije, vsaki skupini pa pripišejo tudi verjetnost avtomatizacije, ki jo povzamejo po raziskavi Frey in Osborne (2017). Da bi dodatno preverili, kako so povezani možnost avtomatizacije poklicev in od starosti odvisne veščine oz. sposobnosti, smo na podlagi omenjenih podatkov (Phiromswad in drugi, 2022, str. 7–8), v programu RStudio (verzija 2023.09.0+463, Posit team, 2023) izračunali Pearsonov koeficient korelacije. Pearsonov koeficient korelacije med verjetnostjo avtomatizacije in indikatorjem kognitivnih veščin, ki se s starostjo izboljšujejo, znaša  $-0,78$ , kar pomeni, da bolj kot se poklicna skupina opira na kognitivne veščine, ki se s starostjo izboljšujejo, tem manjša je verjetnost njene avtomatizacije. Koeficient korelacije med verjetnostjo avtomatizacije in indikatorjem kognitivnih veščin, ki s starostjo slabijo, znaša  $-0,71$ , kar pomeni, da bolj kot se poklicna skupina opira na kognitivne veščine, ki s starostjo slabijo, tem manjša je verjetnost njene avtomatizacije. Nazadnje, koeficient korelacije med verjetnostjo avtomatizacije in indikatorjem fizičnih sposobnosti, ki s starostjo slabijo, znaša  $0,57$ , kar pomeni, da bolj kot se poklicna skupina opira na fizične sposobnosti, ki s starostjo slabijo, tem višja je verjetnost njene avtomatizacije. Vsi trije koeficienti so statistično značilni ( $p < 0,05$ ). Opisane povezave med podatki grafično prikazuje slika 17.

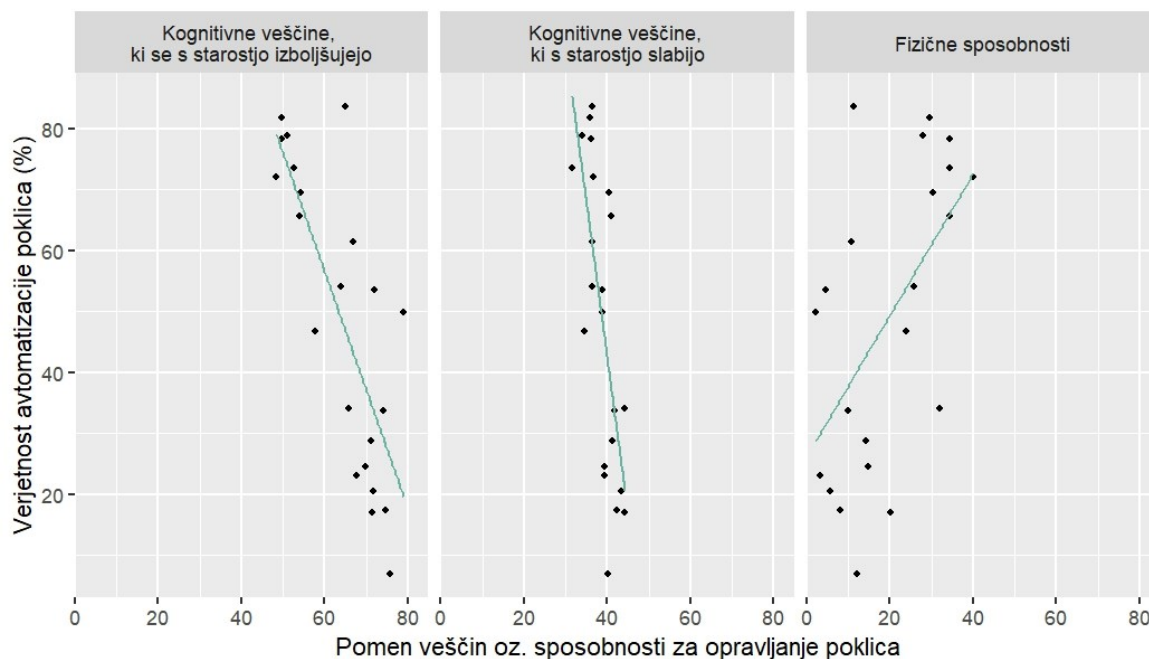
Če sklepamo, kot Cai in Stoyanov (2016), da staranje prebivalstva viša relativno zalogo kognitivnih veščin, ki se s starostjo izboljšujejo, ter nižja relativno zalogo kognitivnih veščin in fizičnih sposobnosti, ki s starostjo slabijo, nas to vodi do nekaj zaključkov:

- poklici, ki se bolj opirajo na kognitivne veščine, ki se s starostjo izboljšujejo, imajo nižjo verjetnost avtomatizacije, kar s stališča staranja prebivalstva ni problematično, saj imajo starajoče se družbe relativno večje zaloge teh veščin,

- poklici, ki se bolj opirajo na kognitivne veščine, ki s starostjo slabijo, imajo nižjo verjetnost avtomatizacije, kar je s stališča staranja prebivalstva problematično, saj imajo starajoče se družbe relativno nižjo zalogo teh veščin,
- poklici, ki se bolj opirajo na fizične sposobnosti, ki s starostjo slabijo, imajo višjo verjetnost avtomatizacije, kar je s stališča staranja prebivalstva ugodno, saj imajo starajoče se družbe relativno nižjo zalogo teh veščin.

Ugotavljamo torej, da se starajoče se družbe soočajo z nižjo relativno zalogo določenih veščin oz. sposobnosti, ki s starostjo slabijo. Ta primanjkljaj v nekaterih primerih (tj. v primeru fizičnih sposobnosti) lahko naslovijo z avtomatizacijo dela, v drugih primerih (tj. v primeru kognitivnih veščin, ki s starostjo slabijo) pa je to manj verjetno. Za gospodarske panoge z večjim deležem zaposlenih, ki se pri svojem delu izrazito opirajo na kognitivne veščine, ki s starostjo slabijo, bi staranje prebivalstva zato lahko predstavljalo večji izziv.

*Slika 17: Verjetnost avtomatizacije poklicne skupine (%) glede na pomen, ki jih za opravljanje poklicev predstavljajo od starosti odvisne veščine oz. sposobnosti*



*Vir: lastno delo na podlagi Phiromswad in drugi (2022, str. 7–8).*

### 4.3 Odnos med staranjem prebivalstva in avtomatizacijo dela vpliva na ekonomske izide

Doslej obravnavane študije (Abeliansky in Prettner, 2020; Acemoglu in Restrepo, 2022) so pokazale, da je staranje prebivalstva povezano z avtomatizacijo dela. V nadaljevanju bodo predstavljene nekatere študije, ki kažejo, da interakcija med tema dvema pojavoma vpliva na ekonomske izide.

V poglavju 2.4.2 tega magistrskega dela je kot ena od posledic staranja prebivalstva izpostavljena oslABLJENA gospodarska rast. Pa vendar, Acemoglu in Restrepo (2017) ugotavljata, da podatki za 35 OECD držav v obdobju 1990–2015 ne kažejo pričakovanega trenda vztrajne stagnacije gospodarske rasti, pričakovane v luči staranja prebivalstva. Ne le da ne dokumentirata negativne povezave med staranjem prebivalstva in gospodarsko rastjo, temveč celo ugotavljata, da je staranje prebivalstva v nekaterih specifikacijah njunega modela statistično značilno pozitivno povezano z rastjo BDP na prebivalca. Razlaga, ki jo ponujata, je, da pomanjkanje mladih delavcev in delavcev srednjih let spodbudi bolj intenzivno avtomatizacijo, ki pretehta negativen vpliv staranja prebivalstva na gospodarsko rast. Staranje prebivalstva ima zaradi krčenja aktivnega prebivalstva neposreden negativen vpliv na gospodarsko rast, vendar hkrati spodbudi avtomatizacijo ter tako tudi posredno pozitivno deluje na gospodarsko rast. Zato lahko staranje prebivalstva v primeru, da spodbudi dovolj intenzivno avtomatizacijo, celo pozitivno vpliva na gospodarsko rast (Acemoglu in Restrepo, 2017).

Tudi Daniele in drugi (2019) obravnavajo povezavo med staranjem prebivalstva, avtomatizacijo dela in gospodarsko rastjo. Staranje prebivalstva neposredno negativno vpliva na gospodarsko rast preko krčenja aktivnega prebivalstva, saj starejši prebivalci predstavljajo vedno večji delež prebivalstva, hkrati pa imajo nižjo stopnjo aktivnosti (Daniele in drugi, 2019, str. 23). Staranje prebivalstva zato upočasnjuje rast BDP na prebivalca ali celo povzroča njegov upad. Daniele in drugi (2019, str. 23) izpostavljajo, da je negativen vpliv staranja prebivalstva na BDP mogoče ublažiti z zvišanjem celotne stopnje aktivnosti ali povečanjem produktivnosti dela. Ker, kot izpostavljajo Daniele in drugi (2019), obstaja določena naravna zgornja meja stopnje aktivnosti, je za ublažitev negativnega vpliva staranja prebivalstva na rast BDP toliko bolj pomembna rast produktivnosti dela. Slednje otežuje dejstvo, da bi bila rast produktivnosti potrebna za preprečevanje negativnega vpliva staranja prebivalstva na rast BDP na prebivalca precej visoka v primerjavi z realizirano rastjo preteklih let – v povprečni OECD regiji je v obdobju 2006–2014 kumulativna rast produktivnosti znašala 2,3 %, povprečna kumulativna rast produktivnosti, potrebna za nevtralizacijo negativnih učinkov staranja prebivalstva, pa je v enakem obdobju znašala 1,5 % (Daniele in drugi, 2019). Hkrati pa staranje prebivalstva že samo po sebi negativno vpliva na rast produktivnosti. Pomembnost rasti produktivnosti za blažitev negativnega vpliva staranja prebivalstva na rast BDP ponazarja dejstvo, da je bil zgolj v 7,4 % regij dvig stopnje zaposlenosti v obdobju 2006–2014 dovolj visok, da je nevtraliziral negativen učinek staranja prebivalstva, medtem ko je bila rast produktivnosti dovolj visoka v 51 % OECD regij (Daniele in drugi, 2019). To pomeni, da je preostalih približno 41,7 % OECD regij doživelo padec BDP na prebivalca, ker rast produktivnosti in/ali zaposlovanja nista bili dovolj visoki, da bi nevtralizirali negativne učinke staranja prebivalstva (Daniele in drugi, 2019). Govorimo o ohranjanju ravni BDP na prebivalca, torej o primeru nične rasti, dodatna rast BDP na prebivalca pa bi vsekakor predstavljala še bolj ambiciozen izziv. Daniele in drugi (2019) avtomatizacijo dela vidijo kot eno od strategij za zagotavljanje dovoljšne rasti produktivnosti dela. Njihova raziskava vsekakor nakazuje, da

avtomatizacija že ima pomembno vlogo pri blaženju negativnih vplivov staranja prebivalstva na BDP, predvsem v ruralnih regijah. Ugotavljajo namreč, da je negativen vpliv staranja prebivalstva na rast BDP na prebivalca bolj poudarjen v urbanih regijah. Kot možno razlago navajajo razlike v sektorski sestavi med urbanih in ruralnimi regijami ter manjše možnosti za avtomatizacijo v gospodarskih sektorjih, ki se običajno nahajajo v mestih. Nasprotno so v ruralnih regijah bolj zgoščene dejavnosti, ki omogočajo obsežnejšo avtomatizacijo dela, npr. predelovalne dejavnosti, in ki tako uspejo bolje kompenzirati za negativen vpliv staranja prebivalstva na gospodarsko rast (Daniele in drugi, 2019).

Phiromswad in drugi (2022, str. 2) oblikujejo, po njihovih besedah, prvo študijo interakcijskega učinka med uvajanjem računalniške tehnologije in staranjem prebivalstva na trg dela v ZDA. Ugotavljajo, da je verjetnost avtomatizacije poklicev statistično značilno negativno povezana z rastjo zaposlovanja; kognitivne sposobnosti, ki se s starostjo izboljšujejo, in fizične sposobnosti, ki s starostjo slabijo, pa so statistično značilno pozitivno povezane z rastjo zaposlovanja. Hkrati pa sta tudi interakcijska člena med verjetnostjo avtomatizacije in obema omenjenima indikatorjema s starostjo spreminjajočih se sposobnosti statistično značilno pozitivno povezana z rastjo zaposlovanja. Namreč, pri poklicih, za opravljanje katerih so kognitivne sposobnosti, ki se s starostjo izboljšujejo, in fizične sposobnosti, ki s starostjo slabijo, pomembnejše, ima verjetnost avtomatizacije šibkejši negativen vpliv na rast zaposlovanja, kakor pri poklicih, za opravljanje katerih te sposobnosti niso toliko pomembne. Pravzaprav ugotavljajo, da ima lahko v primeru nekaterih poklicev, kjer sta interakcijska učinka dovolj pozitivna, da pretehtata neposreden negativen vpliv verjetnosti avtomatizacije, verjetnost avtomatizacije celo pozitiven vpliv na zaposlovanje (Phiromswad in drugi, 2022, str. 2). Nazadnje še izpostavijo, da dognan vpliv interakcijskih učinkov nakazuje, da bi avtomatizacija morda lahko predstavljala komplement ali substitut za določene sposobnosti, ki se s starostjo izboljšujejo ali slabijo (Phiromswad in drugi, 2022, str. 12).

## 5 EMPIRIČNA ANALIZA

### 5.1 Raziskovalni cilj in raziskovalna vprašanja

**Cilj** tega magistrskega dela je na podlagi relevantne literature in lastnega empiričnega dela preučiti interakcijo med staranjem in krčenjem aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva ter avtomatizacijo dela v EU. Da bi odgovorili na temeljno raziskovalno vprašanje **(R.0): »Bo avtomatizacija dela v prihodnosti ublažila negativen vpliv pomanjkanja mlajših starostnih skupin delavcev zaradi staranja prebivalstva?«**, ki smo si ga zastavili v uvodu, smo izvedli lastno ekonometrično analizo. Cilj ekonometrične analize je bil odgovoriti na naslednja raziskovalna (pod)vprašanja:

**R.4** Kakšen je odnos med tem, ali je tehnologija komplement ali substitut človeškemu delu, in starostjo delovne sile?

Predpostavljamo, da se bodo panoge, ki imajo višji povprečen delež mlajših zaposlenih ter dela ne morejo nadomeščati z različnimi oblikami kapitala, saj te ne predstavljajo substituta delu, težje soočale s krčenjem deleža mlajšega aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva. Hkrati se bodo po tej predpostavki panoge, ki imajo nižji povprečen delež mlajših zaposlenih, in panoge, ki lahko delo nadomeščajo z več vrstami kapitala, lažje soočile z relativnim pomanjkanjem mlajšega aktivnega prebivalstva. Predvidevanje, da bodo panoge v luči relativnega pomanjkanja mlajšega aktivnega prebivalstva avtomatizirale delo, potrjujeta npr. Acemoglu in Restrepo (2022), ki ugotavljata, da krčenje relativnega deleža mlajših delavcev spodbuja panoge k avtomatizaciji dela. Sklepamo namreč, da se mlajši in starejši delavci pomembno razlikujejo pri delu (npr. vrsti delovnih nalog, ki jih opravljajo, ali v svoji produktivnosti), zato ne moremo enostavno nadomestiti enih z drugimi, kadar se spremeni starostna sestava aktivnega prebivalstva, s tem pa relativna zaloga enih ali drugih delavcev. To predpostavko podpirata npr. raziskavi Feyrer (2007) ter Aiyar in Ebeke (2016), ki pokažeta, da starostna sestava prebivalstva vpliva na produktivnost gospodarstva. Hkrati pa jo potrjuje obstoj sposobnosti in veščin, ki se s starostjo spreminjajo (Cai in Stoyanov, 2016a), kar nakazuje, da se delavci različnih starosti razlikujejo pri opravljanju enakih nalog.

**R.5** Kakšen je odnos med tem, ali je tehnologija komplement ali substitut človeškemu delu, in delovno intenzivnostjo produkcije?

Predpostavljamo, da če bodo panoge v prihodnosti skušale ohraniti vsaj trenutno raven proizvodnje (tj. outputa), bodo morale ohraniti vsaj trenutno raven števila zaposlenih. Zato predvidevamo, da se bodo panoge, kjer povprečen delavec proizvede večjo vrednost proizvoda v milijonih evrov, oz. imajo nižjo delovno intenzivnost produkcije, ter dela ne morejo nadomeščati z različnimi oblikami tehnološkega kapitala, saj te ne predstavljajo substituta delu, težje soočale s krčenjem aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva. V teh panogah bi lahko umanjkanje manjšega deleža delavcev zaradi krčenja aktivnega prebivalstva namreč vodilo do večjega izpada vrednosti proizvoda. Hkrati predpostavljamo, da se bodo panoge, kjer povprečen delavec proizvede manjšo vrednost proizvoda v milijonih evrov, oz. imajo višjo delovno intenzivnost produkcije, in panoge, ki lahko delo nadomeščajo z več vrstami kapitala, lažje soočale s krčenjem aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva.

**R.6** Kakšen je odnos med tem, ali je tehnologija komplement ali substitut človeškemu delu, in viri rasti dodane vrednosti?

Predpostavljamo, da bodo v prihodnosti panoge hotele vsaj ohraniti raven rasti dodane vrednosti, za kar bo potrebno zagotavljanje zadostne ravni inputa dela ali uvajanje kapitala, ki lahko substituirajo za delo. Zato predvidevamo, da se bodo panoge, v katerih je doprinos dela k rasti dodane vrednosti višji, hkrati pa dela ne morejo nadomeščati z različnimi

oblikami kapitala, saj te ne predstavljajo substituta za delo, težje soočale s krčenjem aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva. Predpostavljamo tudi, da se bodo panoge, ki imajo nižji doprinos dela k rasti dodane vrednosti, in panoge, ki lahko delo nadomeščajo z več vrstami kapitala, lažje soočale s krčenjem aktivnega prebivalstva. Če se bodo vse panoge soočile s krčenjem aktivnega prebivalstva in bodo delo poskušale nadomestiti s posameznimi vrstami kapitala, predvidevamo, da bodo rast dodane vrednosti lažje ohranile tiste panoge, kjer imajo te vrste kapitala višji doprinos k rasti dodane vrednosti.

## **5.2 Podatki**

Izvedli smo ekonometrično analizo podatkov iz podatkovne zbirke EUKLEMS & INTANProd (Bontadini in drugi, 2023) (v nadaljevanju EU KLEMS). Uporabili smo izdajo podatkov iz leta 2023, ki je javnosti dosegljiva preko portala Luiss Lab of European Economics (Luiss Lab of European Economics, brez datuma). O podatkih, ki jih vsebuje izbrana podatkovna zbirka, govori že njeno ime – vsebuje podatke za države Evropske unije (EU) o inputih kapitala (K), dela (L), energije (E), materiala (M), storitev (S) in neotipljivega kapitala (INTAN) (Luiss Lab of European Economics, brez datuma; Bontadini in drugi, 2023). Projekt financira Generalni direktorat za ekonomske in finančne zadeve (DG ECFIN) Evropske komisije, z namenom analize produktivnosti (Bontadini in drugi, 2023). Podatkovna zbirka vsebuje podatke za vseh 27 držav članic EU, Združeno kraljestvo, ZDA in Japonsko ter zajema časovno obdobje med leti 1995 in 2020 (Bontadini in drugi, 2023).

Analiza je primarno potekala na ravni panog, nato pa na ravni parov panoga-država. EU KLEMS podatki so podani za 59 panog oz. skupin panog po NACE Rev. 2 klasifikaciji (Eurostat, 2008). V analizo je bilo vključenih 40 panog, ki so navedene v prilogi 1. Odločitev o vključitvi posameznih panog je bila dosežena na podlagi treh parametrov: (1) kjer EU KLEMS podatkovna zbirka vsebuje podatke za skupino panog (npr. D–E) in za vsako panogo v tej skupini posamezno, so bili uporabljeni podatki za posamične panoge (torej D in E ločeno), (2) kjer EU KLEMS podatkovna zbirka vsebuje podatke za določeno panogo in njene podenote (npr. za panogo G in podenote G45, G46 ter G47), so bile v analizo vključene panoge ter vse njene podenote in (3) uporabljeni so bili zgolj podatki za panoge z dovolj visokim številom opazovanj. Za vsako panogo je bilo opazovanih 27 presečnih enot, ki so predstavljale istovrstno panogo v 27-ih državah EU, podatki za Združeno kraljestvo, ZDA in Japonsko pa so bili izločeni. Uporabljeni so bili podatki za celotno obdobje 1995–2020.

## **5.3 Metodologija**

V prvem koraku ekonometrične analize smo ugotavljali, ali tehnološki kapital predstavlja substitut ali komplement človeškemu delu. Pri tem smo se zgledovali po raziskavi Peng in Zhang (2020), ki sta na podlagi EU KLEMS podatkov (izdaja iz leta 2008) preučevala

povezavo med IT in človeškim delom, z ozirom na izobrazbo zaposlenih. Njuna raziskava je vključevala 13 EU držav v obdobju 1970–2005.

### 5.3.1 Referenčno delo Peng in Zhang (2020)

Peng in Zhang (2020) sta odnos med IT in delom opredelila na podlagi proizvodne funkcije. Izhodišče njune raziskave je predstavljala razširjena oblika Cobb-Douglas proizvodne funkcije (Peng in Zhang, 2020, str. 732):

$$V_{ijt} = \alpha \gamma_i \delta_j \theta_t C_{ijt}^{\beta_1} K_{ijt}^{\beta_2} L_{ijt}^{\beta_3} \quad (1)$$

kjer je:

- $i$  – oznaka za državo,
- $j$  – oznaka za industrijo,
- $t$  – oznaka za leto,
- $V_{ijt}$  – dodana vrednost,
- $C_{ijt}$  – IT kapital,
- $K_{ijt}$  – ne-IT kapital,
- $L_{ijt}$  – delo,
- $\alpha$  – multifaktorska produktivnost,
- $\gamma_i$  – slepa (angl. dummy) spremenljivka za državo  $i$ ,
- $\delta_j$  – slepa spremenljivka za industrijo  $j$ ,
- $\theta_t$  – slepa spremenljivka za leto  $t$ ,
- $\beta$  – elastičnost proizvodnje za posamezne proizvodne faktorje.

Po log-linearizaciji funkcije je ta dobila obliko (Peng in Zhang, 2020, str. 732):

$$v_{ijt} = \alpha + \beta_1 c_{ijt} + \beta_2 k_{ijt} + \beta_3 l_{ijt} + \gamma_i + \delta_j + \theta_t + \varepsilon \quad (2)$$

kjer so:

- $v_{ijt}, c_{ijt}, k_{ijt}, l_{ijt}$  – logaritmirana oblika ustreznih spremenljivk, opisanih v enačbi (1),
- $\varepsilon$  – slučajna napaka.

V končni različici Cobb-Douglas proizvodne funkcije sta Peng in Zhang (2020) dodala še interakcijske člene med proizvodnimi faktorji po načelu vsak z vsakim (Peng in Zhang, 2020, str. 733):

$$v_{ijt} = \alpha + \beta_1 c_{ijt} + \beta_2 k_{ijt} + \beta_3 l_{ijt} + \beta_4 c_{ijt} k_{ijt} + \beta_5 c_{ijt} l_{ijt} + \beta_6 k_{ijt} l_{ijt} + \gamma_i + \delta_j + \theta_t + \varepsilon \quad (3)$$

Interakcijski členi so služili preverjanju elastičnosti substitucije (tj. preverjanju substitucije oz. komplementarnosti) med proizvodnimi faktorji. Elastičnost substitucije med proizvodnimi faktorji je bila razumljena kot križni mejni proizvod med pari proizvodnih faktorjev (Pen in Zhang, 2020, str. 733). Tako je recimo, ob konstantnem  $k_{ijt}$ , križni mejni proizvod za  $c_{ijt}$  in  $l_{ijt}$  enak (Pen in Zhang, 2020, str. 733):

$$\frac{\partial^2 v_{ijt}}{\partial c_{ijt} \partial l_{ijt}} = \beta_5 \quad (4)$$

Kadar je  $\beta_5 > 0$ , sta  $c$  in  $l$  komplementa, saj uvajanje dodatnih enot  $l$  v proizvodnjo zviša mejni proizvod faktorja  $c$ . Kadar je  $\beta_5 < 0$ , sta  $c$  in  $l$  substituta, saj uvajanje dodatnih enot  $l$  v proizvodnjo zniža mejni proizvod faktorja  $c$  (Peng in Zhang, 2020, str. 733).

### 5.3.2 Opis modelov

Izhodiščni model naše analize, ki je nastala po vzoru Peng in Zhang (2020), je bila Cobb-Douglas proizvodna funkcija:

$$Y_{ijt} = \alpha \gamma_i \delta_j \theta_t \prod_{n=1}^{13} K_{nijt}^{\beta_n} L_{ijt}^{\beta_{n+1}} \quad (5)$$

oz. v log-linearizirani obliki:

$$y_{ijt} = \alpha + \gamma_i + \delta_j + \theta_t + \sum_{n=1}^{13} \beta_n k_{nijt} + \beta_{n+1} l_{ijt} + \varepsilon \quad (6)$$

kjer je:

- $n$  – oznaka za vrsto kapitala,  $n \in 1, 2, \dots, 13$
- $i$  – oznaka za državo,  $i \in 1, 2, \dots, 27$
- $j$  – oznaka za industrijo,  $j \in 1, 2, \dots, 40$
- $t$  – oznaka za leto,  $t \in 1, 2, \dots, 26$
- $Y_{ijt}$  oz.  $y_{ijt}$  – vrednost proizvoda oz. outputa,
- $\alpha$  – multifaktorska produktivnost,
- $\gamma_i$  – slepa spremenljivka za državo  $i$ ,
- $\delta_j$  – slepa spremenljivka za industrijo  $j$ ,
- $\theta_t$  – slepa spremenljivka za leto  $t$ ,
- $K_{nijt}$  oz.  $k_{nijt}$  – kapital vrste  $n$ ,
- $L_{ijt}$  oz.  $l_{ijt}$  – delo,
- $\beta_n$  – elastičnost proizvodnje za posamezne proizvodne faktorje  $n$ .

Z namenom prepoznavanja odnosa komplement oz. substitut med kapitalom in delom so bili v log-linearizirano obliko dodatno vključeni interakcijski členi po načelu vsak proizvodni faktor z vsakim. To pomeni, da je bilo v proizvodno funkcijo z  $m$  proizvodnimi faktorji dodanih  $\frac{m(m-1)}{2}$  interakcijskih členov. V nasprotju s Peng in Zhang (2020), ki sta kot odvisno spremenljivko uporabila dodano vrednost, je bila v analizo kot odvisna spremenljivka uvedena vrednost proizvoda oz. outputa. Kljub temu da uporaba dodane vrednosti pri ocenjevanju proizvodne funkcije ni redkost, smo se odločili za uporabo vrednosti outputa. Prvič, saj EU KLEMS podatkovna zbirka vsebuje ustrezne podatke, in drugič, saj se Cobb-Douglas proizvodna funkcija izvorno osredotoča na output (Cobb in Douglas, 1928).

Multifaktorska produktivnost  $\alpha$  je sicer vključena v izhodiščni enačbi modela (5 in 6), a ni del modelov, ki smo jih ocenjevali, zaradi pomanjkanja ustreznih podatkov. Podatki o multifaktorski produktivnosti so razmeroma redki, poleg tega pa niso podani na ravni ustreznih panog ali za celotno obdobje, ki nas zanima. Ker bi vključevanje teh podatkov terjalo precejšnjo mero posploševanja, smo se odločili proti vključitvi  $\alpha$  v modele, ki smo jih ocenjevali. Zaradi aditivne narave izhodiščnega modela (enačba 6),  $\alpha$  pri ocenjevanju modelov tako postane del napake  $\varepsilon$ .

V nadaljevanju sta predstavljena dva specifična modela, ki smo ju ocenjevali z uporabo ekonometričnih metod. Pri prvem modelu, Model 1, smo vključili kapital, združen v tri skupine, kakor so jih oblikovali in uporabili v posameznih EU KLEMS izračunih (Bontadini in drugi, 2023, str. 17):

1. Otipljiv IKT kapital:

- računalniška strojna oprema,
- telekomunikacijska oprema.

2. Otipljiv ne-IKT kapital:

- stanovanjski objekti,
- ostale zgradbe in strukture,
- transportna oprema,
- ostala mehanizacija in oprema ter orožje,
- kultivirani biološki viri.

3. Neotipljiv kapital:

- raziskave in razvoj,
- računalniška programska oprema in podatkovne zbirke,
- zabavni (angl. entertainment) in umetniški izvirniki.

Po preureditvi izhodiščnega modela (enačbi 5 in 6) smo dobili Model 1:

$$Y_{ijt} = \alpha \gamma_i \delta_j \theta_t IKT_{ijt}^{\beta_1} NIKT_{ijt}^{\beta_2} NOTP_{ijt}^{\beta_3} L_{ijt}^{\beta_4} \quad (7)$$

in v log-linearizirani obliki:

$$\begin{aligned} y_{ijt} = & \alpha + \gamma_i + \delta_j + \theta_t + \beta_1 ikt_{ijt} + \beta_2 nikt_{ijt} + \beta_3 notp_{ijt} + \beta_4 l_{ijt} \\ & + \beta_5 ikt_{ijt} nikt_{ijt} + \beta_6 ikt_{ijt} notp_{ijt} + \beta_7 nikt_{ijt} notp_{ijt} \\ & + \beta_8 l_{ijt} ikt_{ijt} + \beta_9 l_{ijt} nikt_{ijt} + \beta_{10} l_{ijt} notp_{ijt} + \varepsilon \end{aligned} \quad (8)$$

kjer je:

- $IKT_{ijt}$  oz.  $ikt_{ijt}$  – otipljiv IKT kapital,
- $NIKT_{ijt}$  oz.  $nikt_{ijt}$  – otipljiv ne-IKT kapital,
- $NOTP_{ijt}$  oz.  $notp_{ijt}$  – neotipljiv kapital.

Preostale spremenljivke so ostale enake kot v enačbi 6. Tabela 4 predstavlja opise uporabljenih EU KLEMS spremenljivk in postopek transformacije EU KLEMS podatkov za potrebe ocenjevanje Modela 1.

Pri drugem modelu, Model 2, smo razdrli skupine kapitala iz Modela 1 in vključili vseh deset oblik kapitala posamično. Izhodiščni model smo ustrezno preuredili. Uporabili smo spremenljivke iz EU KLEMS podatkovne zbirke, ki so omenjene v tabeli 4: Kq\_IT, Kq\_CT, Kq\_Rstruc, Kq\_OCon, Kq\_TraEq, Kq\_OMach, Kq\_Cult, Kq\_RD, Kq\_Soft\_DB in Kq\_OIPP. Vrednost posamičnih vrst kapitala je bila podana v primeru konstantnih cen na ravni iz leta 2015. Podatke smo pretvorili v evre za države izven evroobmočja in jih transformirali z uporabo naravnega logaritma.

Tabela 4: Pregled EU KLEMS spremenljivk, uporabljenih pri ocenjevanju Modela 1, ter njihove transformacije

Naša spremenljivka	Opis uporabljenih EU KLEMS spremenljivk in njihove transformacije
Vrednost proizvoda oz. outputa ( $y_{ijt}$ )	Uporabljena je bila EU KLEMS spremenljivka GO_Q, ki v opazovanem letu opisuje vrednost bruto proizvoda, v kolikor bi cena proizvoda ostala na ravni iz leta 2015 (angl. chain-linked values). Tako je odstranjen vpliv spreminjanja cen proizvoda, spremembe v vrednosti bruto proizvoda med leti pa so posledica sprememb v količini in ne v ceni. EU KLEMS podatki so podani v milijonih nacionalne valute, zato so bili podatki za države EU, ki niso del evroobmočja, pretvorjeni v evre. Pri tem so bili uporabljeni povprečni letni menjalni tečaji, kot jih poroča Eurostat (2023d). Spremenljivka je bila transformirana z naravnim logaritmom.
Otipljiv IKT kapital ( $ikt_{ijt}$ )	Uporabljena je bila vsota EU KLEMS spremenljivk Kq_IT (računalniška strojna oprema) in Kq_CT (telekomunikacijska oprema), ki merita vrednost omenjenega kapitala v primeru konstantnih cen na ravni iz leta 2015. Podatki so bili, kjer je bilo to potrebno, pretvorjeni v evre in transformirani z naravnim logaritmom.
Otipljiv ne-IKT kapital ( $nikt_{ijt}$ )	Uporabljena je bila vsota EU KLEMS spremenljivk Kq_Rstruc (stanovanjski objekti), Kq_OCon (ostale zgradbe in strukture), Kq_TraEq (transportna oprema), Kq_OMach (ostala mehanizacija in oprema, orožje) in Kq_Cult (kultivirani biološki viri). Vrednost izbranih vrst kapitala je bila podana v primeru konstantnih cen na ravni iz leta 2015. Podatki so bili, kjer je bilo to potrebno, pretvorjeni v evre in transformirani z naravnim logaritmom.
Neotipljiv kapital ( $notp_{ijt}$ )	Uporabljena je bila vsota EU KLEMS spremenljivk Kq_RD (raziskave in razvoj), Kq_Soft_DB (računalniška programska oprema in podatkovne zbirke) in Kq_OIPP (zabavni in umetniški izvorniki). Vrednost izbranih vrst kapitala je bila podana v primeru konstantnih cen na ravni iz leta 2015. Podatki so bili, kjer je bilo to potrebno, pretvorjeni v evre in transformirani z naravnim logaritmom.
Delo ( $l_{ijt}$ )	Delo je edini uporabljen input, ki ga EU KLEMS podatkovna zbirka ne podaja v obliki vrednosti v primeru konstantnih cen na ravni iz leta 2015. Zato je bila EU KLEMS spremenljivka COMP, ki predstavlja skupno nadomestilo zaposlenih, spremenjena v primerljivo obliko. Na ravni vsake panoge-države je bila vrednost nadomestil zaposlenih (COMP) iz leta 2015 deljena s številom zaposlenih (EMPE) istega leta. Tako je bilo pridobljeno povprečno nadomestilo za posameznega zaposlenega leta 2015, z njim pa pomnoženo število delavcev (EMPE) v vseh preostalih letih, na ravni iste panoge-države. Podatki so bili, kjer je bilo to potrebno, pretvorjeni v evre in transformirani z naravnim logaritmom.

Vir: lastno delo.

### 5.3.3 Metoda ocenjevanja modelov

Analiza je bila izvedena na ravni panoge, kar pomeni, da je bila vsaka od 40 NACE Rev. 2 panog obravnavana kot ločen primer panelnih podatkov. Uporaba panelnih podatkov je omogočila oblikovanje linearnih statičnih modelov panelnih podatkov (Model 1 in Model 2), ki so bili ocenjeni z metodama stalnih učinkov (angl. fixed effects, v nadaljevanju FE) in slučajnih učinkov (angl. random effects, v nadaljevanju RE). Metodi FE in RE predpostavljata, da model, ki je ocenjevan, vsebuje neopazovane učinke, vendar se razhajata pri predpostavkah o značilnostih teh neopazovanih učinkov (Wooldridge, 2002, str. 251). FE metoda predpostavlja, da so v modelu prisotni neopazovani učinki, ki so konstantni skozi čas in so v korelaciji z opazovanimi neodvisnimi spremenljivkami v modelu (Wooldridge, 2002, str. 265–269). RE metoda pa sloni na predpostavki, da so neopazovani učinki neodvisni od oz. niso v korelaciji z opazovanimi neodvisnimi spremenljivkami v modelu (Wooldridge, 2002, str. 257–262). V primerjavi s FE metodo gre torej pri RE metodi za bolj restriktiven pristop (Wooldridge, 2002, str. 267). Glede na lastnosti modela, ki je bil ocenjevan, je bila prisotnost določenih neopazovanih učinkov, (vsaj) takih, ki ustrezajo predpostavkam FE metode, pričakovana. Kot že zapisano, za vsako panogo je bilo opazovanih 27 presečnih enot, ki so predstavljale istovrstno panogo v 27-tih državah EU. Posledično so bili pričakovani vplivi npr. nekaterih institucionalnih (tj. družbenih, kulturnih in ekonomskih) značilnosti držav, ki so konstantne skozi čas in vplivajo na raven proizvodnje v različnih panogah.

Vse ekonometrične analize so bile izvedene v programu RStudio (verzija 2023.09.0+463, Posit team, 2023) v programskem okolju R (verzija 4.3.1, R Core Team, 2023). Za izvedbo FE in RE metod v programu RStudio je bil uporabljen paket *plm* (verzija 2.6-2, Croissant in Millo, 2008). Model 1 je bil ocenjen s FE in RE metodo, medtem ko je bil Model 2 ocenjen zgolj s FE metodo, saj je vključeval preveč regresijskih členov za uporabo RE metode.

Učinkovitost FE (Wooldridge, 2002, str. 269–272) in RE (Wooldridge, 2002, str. 257–262) metod sloni na predpostavkah:

1. konstantne variance napak ( $u_{it}$ ) skozi čas (tj., homoskedastičnost):

$$E(u_{it}^2) = \sigma_u^2 \quad (9)$$

2. odsotnosti serijske korelacije napak:

$$E(u_{it}u_{is}) = 0, \quad \text{za vsak } t \neq s \quad (10)$$

Peng in Zhang (2020, str. 734) sta v nasprotju z omenjenima predpostavkama potrdila heteroskedastičnost in serijsko avtokorelacijo uporabljenih EU KLEMS podatkov ter zanj kontrolirala z uporabo FGLS metode. V sklopu naše analize sta bila na ravni vsake panoge izvedena Breusch-Pagan test heteroskedastičnosti (Breusch in Pagan, 1979), ki se v

programu RStudio nahaja v paketu *lmtest* (verzija 0.9-40, Zeileis in Hothorn, 2002), ter Wooldridge test za serijsko korelacijo tipa AR(1) (Wooldridge, 2002), ki se v programu RStudio nahaja v paketu *plm* (verzija 2.6-2, Croissant in Millo, 2008). Kot v Peng in Zhang (2020) je bila tudi v naši analizi potrjena prisotnost heteroskedastičnosti in serijske korelacije napak. V nasprotju s Peng in Zhang (2020) pa smo se odločili, da bomo zanj kontrolirali z uporabo robustnih napak. Dodatno je analiza na ravni panog v podatkih pokazala prisotnost presečne korelacije napak, kar je bilo ugotovljeno s Pesaran CD testom za presečno odvisnost (angl. cross-section dependence) (Pesaran, 2004, 2015), ki se v programu RStudio nahaja v paketu *plm* (verzija 2.6-2, Croissant in Millo, 2008). Pri panogah, kjer je Pesaran CD test pokazal prisotnost presečne korelacije napak, kar je bilo res za večino panog, so bile uporabljene robustne napake, pridobljene po Driscoll in Kraay (1998) metodi za ocenjevanje robustne matrike kovariance za panelne podatke. Pri panogah, kjer Pesaran CD test ni pokazal prisotnosti presečne korelacije napak, so bile uporabljene robustne napake, pridobljene po Newey in West (1987) metodi za ocenjevanje robustne matrike kovariance za panelne podatke. Razlog za to odločitev je, da Driscoll in Kraay metoda predstavlja manj restriktivno verzijo Newey in West metode (Driscoll in Kraay, 1998). Newey in West metoda kontrolira za heteroskedastičnost in serijsko korelacijo napak, vendar predpostavlja odsotnost presečne korelacije (Newey in West, 1987). Driscoll in Kraay metoda pa sprosti pogoj o odsotnosti presečne korelacije. Paket *plm* (verzija 2.6-2, Croissant in Millo, 2008) v programu RStudio omogoča izračun obeh vrst robustnih napak.

Potem ko je bil na ravni vsake panoge Model 1 ocenjen s FE in RE metodo ter so bili opravljeni testi za heteroskedastičnost, serijsko in presečno korelacijo napak, je bil opravljen še Hausmanov test (Hausman, 1978), s katerim je bilo določeno, katera od metod je primernejša. Hausmanov test testira, ali so neopazovani učinki povezani z opazovanimi neodvisnimi spremenljivkami v modelu. Kadar je korelacija prisotna, FE metoda daje konsistentno oceno modela, RE metoda pa inkonsistentno. Zato to, da med modeloma obstaja statistično značilna razlika, Hausmanov test razume kot dokaz proti prisotnosti slučajnih učinkov (neopazovanih učinkov tipa RE). Kadar sta prisotni serijska korelacija in heteroskedastičnost, je zanj potrebno kontrolirati (Wooldridge, 2002, str. 301–304). To je bilo storjeno z uporabo Driscoll in Kraay ali Newey in West robustnih napak, kot prej opisano. V programu RStudio paket *plm* (verzija 2.6-2, Croissant in Millo, 2008) vključuje Hausmanov test za panelne modele, ki omogoča uporabo robustne matrike kovariance. Rezultat Hausmanovega testa je pri Modelu 1 za večino panog pokazal, da je primernejša FE metoda. Kot že omenjeno, pri Modelu 2 je bila uporabljena samo FE metoda, zato Hausmanov test ni bil potreben.

V drugem koraku analize so bili najprej pregledani rezultati FE ali, kjer so to nakazovali rezultati Hausmanovega testa, RE ocenjevanja posameznih modelov. Kjer so rezultati pokazali, da so ocene regresijskih koeficientov ( $\beta$ ) za interakcijske člene med delom in kapitalom statistično značilne ( $p < 0,05$ ), so bili ti izpisani. Kadar je bil regresijski koeficient negativen, je bil odnos med delom in posamezno vrsto kapitala označen kot 'substitut', sicer

kot 'komplement'. Tako so bile panoge za vsako vrsto kapitala razdeljene med tiste, v katerih obravnavan kapital predstavlja substitut delu, in tiste, v katerih predstavlja komplement delu. Ker so bili upoštevani zgolj statistično značilni regresijski koeficienti, se je vzorec panog za posamezne vrste kapitala skrčil iz začetnih 40. Rezultati so podani v prilogi 1. Pri Modelu 2 smo se osredotočili samo na šest vrst kapitala, ki jih je mogoče razumeti kot tehnološki kapital: računalniška strojna oprema, telekomunikacijska oprema, transportna oprema, ostala mehanizacija in oprema ter orožje, raziskave in razvoj, računalniška programska oprema in podatkovne zbirke. Ostale vrste kapitala – stanovanjski objekti, ostale zgradbe in strukture, kultivirani biološki viri in umetniški izvorniki – niso bile podrobneje obravnavane.

Z uporabo dvostranskega t-testa za neodvisne vzorce smo nato preučili razlike med panogami, v katerih posamezna vrsta kapitala predstavlja substitut delu, in panogami, v katerih predstavlja komplement delu. Opazovane so bile razlike med pari skupin panog glede na tri lastnosti:

- (a) starost delovne sile,
- (b) delovna intenzivnost produkcije,
- (c) doprinos kapitala ter dela k rasti dodane vrednosti.

Pri izvedbi t-testov so bili vključeni zgolj podatki o lastnostih panog za zadnja tri dosegljiva leta (2018, 2019 in 2020). Razlog za to je, da je bil cilj na podlagi preteklih podatkov podati določena predvidevanja za prihodnost, za kar naj bo izhodiščna časovna točka čim bližje sedanjosti. Tri leta podatkov so bila vključena z namenom ublažitve vpliva pandemije COVID-19 na podatke za leto 2020. V tabeli 5 so pojasnjene spremenljivke, ki so bile uporabljene kot indikatorji zgoraj naštetih lastnosti (a, b in c). V programu RStudio se t-test funkcija, ki je bila uporabljena, nahaja v paketu *stats* (verzija 4.3.1, R Core Team, 2023).

*Tabela 5: Pregled EU KLEMS spremenljivk, uporabljenih pri preučevanju razlik med panogami, kjer kapital predstavlja substitut in kjer komplement delu, ter njihove transformacije*

Raziskovana lastnost panog	Opis uporabljenih EU KLEMS spremenljivk in njihove transformacije
Starost delovne sile (a)	EU KLEMS podatkovna zbirka vključuje podatke o deležu zaposlenih (Share_E) na preseku treh kategorij: spol, starostna skupina in izobrazba. Vpliv kapitala na delo glede na spol in izobrazbo je izven obsega naše raziskave, zato je bil s seštevanjem kategorij pridobljen skupni delež zaposlenih glede na starostno skupino. EU KLEMS podatki delavce združujejo v tri starostne skupine: 15–29 let, 30–49 let in nad 50 let. V analizi je bil uporabljen skupen delež zaposlenih, starih 15–49 let, saj, kot je bilo obravnavano v pregledu literature, se bo v prihodnosti zaradi staranja prebivalstva ta delež delovne sile skrčil.
Delovna intenzivnost produkcije (b)	Spremenljivka opisuje vrednost proizvoda oz. outputa v milijonih evrov, ki ga v povprečju proizvede posamezen delavec. Pridobljena je bila z deljenjem EU KLEMS spremenljivke GO_Q (vrednost bruto proizvoda v milijonih evrov ob konstantnih cenah na ravni iz leta 2015) s spremenljivko EMPE (število zaposlenih). Kadar je vrednost spremenljivke višja, to pomeni nižjo delovno intenzivnost produkcije, kadar je vrednost spremenljivke nižja, to pomeni višjo delovno intenzivnost produkcije.
Doprinos kapitala k rasti dodane vrednosti (c)	EU KLEMS podatkovna zbirka vključuje podatke o doprinosu treh skupin kapitala k rasti dodane vrednosti – otipljivega IKT kapitala (VAConTangICT), otipljivega ne-IKT kapitala (VAConTangNICT) in neotipljivega kapitala (VAConIntang). Podatki so podani v obliki rasti dodane vrednosti (%), ki izvira iz inputa kapitala.
Doprinos dela k rasti dodane vrednosti (c)	Uporabljena je bila EU KLEMS spremenljivka VAConH, ki opisuje prispevek delovnih ur k rasti dodane vrednosti. Podatki so podani v obliki rasti dodane vrednosti (%), ki izvira iz inputa dela.

*Vir: lastno delo.*

## 5.4 Rezultati

### 5.4.1 Odnos substitut oz. komplement med delom in kapitalom

V sklopu ekonometrične analize je bilo najprej določeno, v katerih panogah posamezne vrste tehnološkega kapitala predstavljajo substitut oz. komplement delu. Rezultati so podrobno predstavljeni v prilogi 1, tabela 6 pa podaja pregled števila panog, v katerih posamezne vrste kapitala predstavljajo komplement oz. substitut delu.

*Otipljiv IKT kapital* predstavlja komplement delu v večini (11 od 15) panog, kjer je analiza podala statistično značilno oceno odnosa med IKT kapitalom in delom. IKT kapital predstavlja komplement delu tudi v takih panogah, za katere bi v skladu s predhodnimi raziskavami lahko predvidevali, da bo IKT deloval kot substitut delu – npr. v finančnih in

zavarovalniških dejavnostih, poslovanju z nepremičninami, raznovrstnih poslovnih dejavnostih, dejavnostih javne uprave in obrambe ter dejavnostih obvezne socialne varnosti. Gre namreč za panoge, kjer pričakujemo nadpovprečno zastopanost uradniških in administrativnih delovnih mest z visoko intenzivnostjo rutinskih kognitivnih nalog, kar pomeni, da so dovzetna za avtomatizacijo s strani računalniško podprte tehnologije (Autor in drugi, 2003; Acemoglu in Autor, 2010, str. 23). Sicer pa IKT kapital predstavlja komplement delu tudi v rudarstvu, trgovini, gostinstvu in nekaterih predelovalnih dejavnostih. Panoge, kjer IKT kapital predstavlja substitut delu, so oskrba z vodo, ravnanje z odpadki in odpadki, saniranje okolja ter tri predelovalne dejavnosti.

*Tabela 6: Pregled števila panog, v katerih posamezne vrste kapitala predstavljajo komplement oz. substitut delu*

Model	Vrsta kapitala	Komplement	Substitut	Skupno
Model 1	otipljiv IKT	11	4	15
	otipljiv ne-IKT	5	10	15
	neotipljiv	9	11	20
Model 2	računalniška strojna oprema	10	6	16
	telekomunikacijska oprema	12	6	18
	transportna oprema	8	6	14
	ostala mehanizacija in oprema, orožje	6	9	15
	raziskave in razvoj	5	12	17
	računalniška programska oprema in podatkovne zbirke	7	12	19

*Vir: lastno delo.*

*Računalniška strojna oprema* in *telekomunikacijska oprema*, ki sestavljata kategorijo otipljivega IKT kapitala, prav tako v več panogah predstavljata komplement delu kot substitut delu, sicer pa omenjene tri oblike kapitala težko primerjamo. Omejitev naše analize namreč je, da smo uporabili zgolj statistično značilne regresijske koeficiente, pridobljene z ocenjevanjem Modela 1 in Modela 2. Posledično se vzorci panog, za katere smo lahko opredelili odnos do dela med različnimi vrstami kapitala, slabo prekrivajo, kot kaže priloga 1. Računalniška strojna oprema predstavlja komplement delu v nekaterih predelovalnih dejavnostih, sicer pa predvsem v dejavnostih, ki se navezujejo na trgovino in storitve (informacijske in komunikacijske dejavnosti, zdravstvo in socialno varstvo). Hkrati pa računalniška strojna oprema predstavlja substitut delu, na primer v panogah oskrbe z vodo, ravnanja z odpadki in odpadki, saniranja okolja, v prometu in skladiščenju, strokovnih, znanstvenih in tehničnih dejavnostih ter izobraževanju. Telekomunikacijska oprema predstavlja komplement delu v šestih predelovalnih dejavnostih, hkrati pa v mnogih storitvenih dejavnostih, na primer v trgovini, finančnih in zavarovalniških dejavnostih, strokovnih, znanstvenih in tehničnih dejavnostih, kulturnih, razvedrilnih in rekreacijskih dejavnostih ter socialnem varstvu. Medtem telekomunikacijska oprema predstavlja substitut

delu na primer v kmetijstvu in lov, gozdarstvu, ribištvo, gostinstvu, računalniškem programiranju in drugih informacijskih dejavnostih ter v zdravstvu.

*Otipljiv ne-IKT kapital* predstavlja substitut delu v večini panog (10 od 15) v vzorcu, npr. v gostinstvu, poslovanju z nepremičninami, dejavnostih javne uprave in obrambe, dejavnostih obvezne socialne varnosti in telekomunikacijskih dejavnostih. Več kot polovica panog, v katerih ne-IKT kapital predstavlja substitut delu, je predelovalnih dejavnosti. To je v skladu s pričakovanji. Kategorija otipljiv ne-IKT kapital namreč vsebuje tehnologije, kot so transportna oprema, ostala mehanizacija in oprema ter orožje, za katere lahko pričakujemo, da so v interakciji predvsem z manualnim delom, ki je zgoščeno v predelovalnih dejavnostih. Po drugi strani pa ne-IKT kapital predstavlja komplement delu v nadaljnjih treh predelovalnih dejavnostih ter v rudarstvu, kljub temu da gre za manualno intenzivne dejavnosti, kar spet poudarja, da odnos med posameznimi vrstami tehnologije in delom ni enoznačen.

Ponovno, rezultate za otipljiv ne-IKT kapital ter njegovi sestavni enoti, tj. *transportna oprema* ter *ostala mehanizacija in oprema, orožje*, ne moremo neposredno primerjati, saj se vzorci panog slabo prekrivajo. Transportna oprema v osmih panogah predstavlja komplement delu in v šestih substitut delu. Substitut delu predstavlja v različnih predelovalnih dejavnostih, gradbeništvu in v telekomunikacijskih dejavnostih. Komplement delu pa predstavlja v posameznih predelovalnih dejavnostih, kmetijstvu, lov, gozdarstvu in ribištvo, oskrbi z vodo, ravnanjem z odplakami in odpadki, saniranju okolja, finančnih in zavarovalniških dejavnostih, dejavnostih javne uprave in obrambe ter dejavnostih obvezne socialne varnosti. Ostala mehanizacija in oprema ter orožje predstavljajo substitut delu v več panogah kot komplement delu. Substitut delu predstavljajo predvsem v predelovalnih dejavnostih, poleg tega pa še v oskrbi z vodo, ravnanju z odplakami in odpadki, saniranju okolja, finančnih in zavarovalniških dejavnostih, izobraževanju, trgovini in popravilu motornih vozil. Ostala mehanizacija in oprema ter orožje predstavljajo komplement delu v gradbeništvu, gostinstvu, dejavnostih javne uprave in obrambe, v proizvodnji električnih naprav in telekomunikacijskih dejavnostih.

Panoge, kjer *neotipljiv kapital* predstavlja komplement delu, in panoge, kjer predstavlja substitut delu, so številčno precej enakomerno razdeljene (9 proti 11). Neotipljiv kapital predstavlja komplement delu v petih predelovalnih dejavnostih ter oskrbi z električno energijo, plinom in paro, finančnih in zavarovalniških dejavnostih, dejavnostih javne uprave in obrambe ter dejavnostih obvezne socialne varnosti. Po drugi strani pa neotipljiv kapital predstavlja substitut delu v štirih predelovalnih dejavnostih ter v rudarstvu, gostinstvu, raznovrstnih poslovnih dejavnostih, izobraževanju, računalniškem programiranju, drugih informacijskih dejavnostih ter zdravstvu in socialnem varstvu.

*Raziskave in razvoj* v večini panog (12 od 17) predstavljajo substitut delu. Med njimi gre za zelo raznovrstne panoge, od manualno intenzivnih dejavnosti (kmetijstvo, lov, gozdarstvo, ribištvo in rudarstvo ter nekaterih predelovalnih dejavnostih) do različnih storitev (npr.

finančne in zavarovalniške dejavnosti, zdravstvo in socialno varstvo, kulturne, razvedrilne in rekreacijske dejavnosti ter trgovina na drobno). Raziskave in razvoj predstavljajo komplement delu v treh predelovalnih dejavnostih, trgovini, vzdrževanju in popravilih motornih vozil ter socialnem varstvu.

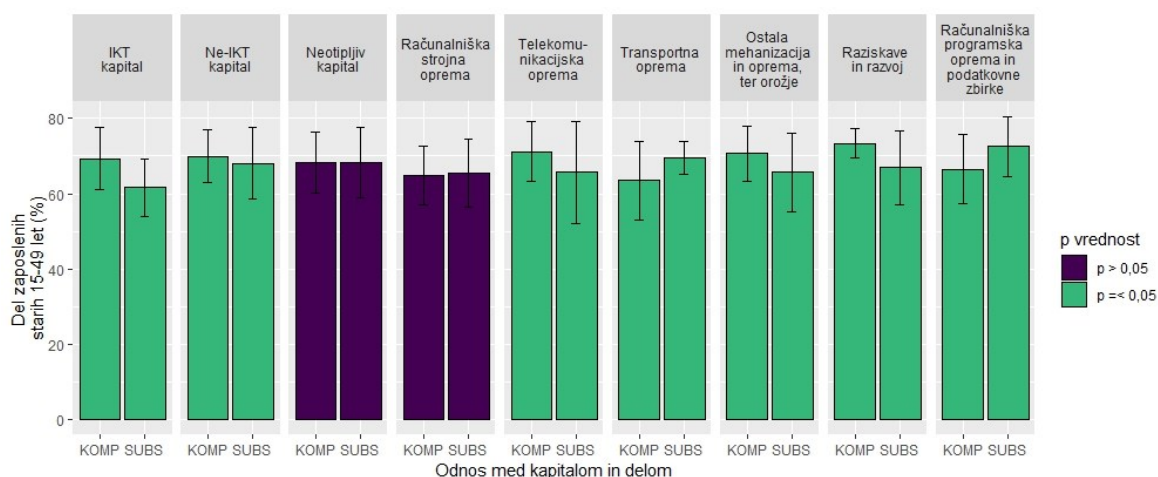
Tudi *računalniška programska oprema in podatkovne zbirke* predstavljajo substitut delu v večini panogah (12 od 19). Panoge so razpršene med predelovalnimi dejavnostmi, storitvenimi dejavnostmi, gradbeništvo in trgovino. Tudi panoge, kjer računalniška programska oprema in podatkovne zbirke predstavljajo komplement delu, so raznovrstne, npr. izobraževanje, strokovne, znanstvene in tehnične dejavnosti, različne predelovalne dejavnosti, poslovanje z nepremičninami in telekomunikacijske dejavnosti.

## 5.4.2 Odnos med tehnološkim kapitalom in delom ter starost delovne sile

### 5.4.2.1 Rezultati na ravni panoge

V drugem delu naše empirične analize smo najprej opravili analizo razlik med panogami, v katerih določena vrsta kapitala predstavlja komplement delu, in panogami, v katerih predstavlja substitut delu, glede na povprečen delež delavcev, starih 15–49 let. Rezultate grafično prikazuje slika 18. Omejitev analize je predstavljalo dejstvo, da EU KLEMS podatkovna zbirka vsebuje podatke o deležu zaposlenih zgolj za najvišjo raven panog (recimo C), ne pa tudi za podenote (npr. C10-C12, C13-C15 itd.), kar je zmanjšalo število panog v vzorcu.

Slika 18: Povprečen delež (%) delavcev, starih 15–49 let, glede na odnos med posameznimi vrstami kapitala in delom



Vir: lastno delo na podlagi lastnih rezultatov in Bontadini in drugi (2023).

Panoge, kjer *IKT kapital* predstavlja komplement delu, imajo v povprečju višji delež zaposlenih, starih 15–49 let (69,26 %), v primerjavi s panogami, kjer predstavlja substitut delu (61,68 %). Veljavnost teh rezultatov je omejena, saj je povprečje za skupino panog, kjer

IKT predstavlja substitut delu, izračunano zgolj na podlagi ene panoge (E; Oskrba z vodo; ravnanje z odplakami in odpadki; saniranje okolja). Za preostale tri panoge, kjer IKT predstavlja substitut delu, EU KLEMS ne poroča podatkov o deležu zaposlenih. Vseeno je povprečni delež zaposlenih, starih 15–49 let, višji od panoge E v šest od sedmih panogah, kjer IKT predstavlja komplement delu. Panoge, kjer IKT kapital predstavlja komplement delu, imajo v povprečju višji delež zaposlenih, starih 15–49 let, relativnega pomanjkanja mlajših delavcev zaradi staranja prebivalstva pa ne bodo mogle blažiti z nadomeščanjem delavcev z IKT kapitalom. Tukaj izstopajo predvsem panoge I (Gostinstvo), K (Finančne in zavarovalniške dejavnosti) in G (Trgovina; vzdrževanje in popravila motornih vozil), ki imajo s 77,34 %, 73,42 % in 73,28 % najvišje deleže zaposlenih, starih 15–49 let. Nasprotno ima panoga E (Oskrba z vodo; ravnanje z odplakami in odpadki; saniranje okolja) že v izhodišču nižji delež zaposlenih, starih 15–49 let (61,68 %), hkrati pa zanjo IKT kapital predstavlja substitut delu, zato bo v prihodnje relativno pomanjkanje mlajših delavcev lahko blažila vsaj z intenzivnejšim uvajanjem IKT kapitala.

Panogi, kjer *ne-IKT kapital* predstavlja komplement delu, imata v povprečju višji delež zaposlenih, starih 15–49 let (69,92 %), kot panoge, kjer ne-IKT kapital predstavlja substitut delu (68,06 %). To sta panogi B (Rudarstvo) in M (Strokovne, znanstvene in tehnične dejavnosti). Predvidevamo lahko, da se bosta ti panogi težje soočili s staranjem prebivalstva, saj relativnega pomanjkanja mlajših delavcev ne bosta mogli blažiti z uvajanjem ne-IKT kapitala. Medtem v skupini panog, kjer ne-IKT kapital predstavlja substitut delu, izstopa panoga I (Gostinstvo), ki ima nadpovprečno visok delež zaposlenih, starih 15–49 let (77,34 %). Ta panoga bo relativno pomanjkanje mlajših delavcev lahko blažila z uvajanjem ne-IKT kapitala. Panogi L (Poslovanje z nepremičninami) in O (Dejavnost javne uprave in obrambe; dejavnost obvezne socialne varnosti) pa bosta v dodatni prednosti, saj imata v primerjavi s preostalimi panogami v vzorcu najnižji delež zaposlenih, starih 15–49 let (61,60 % in 65,08 %), hkrati pa bosta vpliv relativnega pomanjkanja mlajših delavcev lahko blažili z uvajanjem ne-IKT kapitala.

Panoge, kjer *neotipljiv kapital* predstavlja komplement delu, in panoge, kjer predstavlja substitut delu, se statistično značilno ne razlikujejo glede na povprečen delež zaposlenih, starih 15–49 let. Enako velja za primer *računalniške strojne opreme*.

Panoge, kjer *telekomunikacijska oprema* predstavlja komplement delu, imajo v povprečju višji delež zaposlenih, starih 15–49 let (71,15 %). Te panoge relativnega pomanjkanja mlajših delavcev zaradi staranja prebivalstva ne bodo mogle blažiti z uvajanjem telekomunikacijske opreme. Med temi panogami imajo najvišji povprečni delež zaposlenih, starih 15–49 let, panoge K (Finančne in zavarovalniške dejavnosti) s 73,42 %, G (Trgovina; vzdrževanje in popravila motornih vozil) s 73,28 % in M (Strokovne, znanstvene in tehnične dejavnosti) z 72,94 %. V nasprotju imamo dve panogi, kjer telekomunikacijska oprema predstavlja substitut delu: A (Kmetijstvo in lov, gozdarstvo, ribištvo) in I (Gostinstvo). Panoga I izstopa z deležem zaposlenih, starih 15–49 let, pri 77,34 %, v primerjavi s panogo A, ki ima delež zaposlenih v tej starostni skupini enak 53,61 %. Panoga I bo svoje

nadpovprečno zanašanje na mlajše delavce lahko blažila z uvajanjem telekomunikacijske opreme, panoga A pa ima prednost pred ostalimi, ker se že v izhodišču manj zanaša na mlajše delavce, hkrati pa lahko uvaja telekomunikacijsko tehnologijo kot substitut za delo.

Panoge, kjer *transportna oprema* predstavlja substitut delu, imajo v povprečju višji delež zaposlenih, starih 15–49 let (69,56 %). To pomeni, da bodo relativno pomanjkanje mlajših delavcev v kontekstu staranja prebivalstva lahko blažile z uvajanjem transportne opreme. To sta panogi C (Predelovalne dejavnosti) in F (Gradbeništvo) z 69,38 % in 69,74 % zaposlenih, starih 15–49 let. V skupini panog, kjer transportna oprema predstavlja komplement delu, izstopa panoga K (Finančne in zavarovalniške dejavnosti) s precej višjim deležem (73,42 %) zaposlenih v tej starostni skupini v primerjavi z ostalimi panogami. Pri tem panoga K svojega nadpovprečnega zanašanja na mlajše delavce v kontekstu njihovega relativnega pomankanja ne bo mogla blažiti z uvajanjem transportne opreme, saj ta predstavlja komplement delu.

Panoge, kjer *ostala mehanizacija in oprema ter orožje* delujejo kot komplement delu, imajo v povprečju višji delež zaposlenih, starih 15–49 let (70,72 %). To so panoge O (Dejavnost javne uprave in obrambe; dejavnost obvezne socialne varnosti), F (Gradbeništvo) in I (Gostinstvo), ki svojega večjega zanašanja na mlajše delavce ne bodo mogle blažiti z uvajanjem omenjenega kapitala. V nasprotju se npr. panogi E (Oskrba z vodo; ravnanje z odplakami in odpadki; saniranje okolja) in P (Izobraževanje) manj zanašata na mlajše delavce ter hkrati delo lahko nadomeščata z uvajanjem ostale mehanizacije in opreme ter orožja. Izstopa panoga K (Finančne in zavarovalniške dejavnosti), ki ima sicer nadpovprečno visok delež zaposlenih, starih 15–49 let (73,42 %), ampak ostala mehanizacija in oprema ter orožje predstavljajo substitut delu v tej panogi.

Panoga G (Trgovina; vzdrževanje in popravila motornih vozil), kjer *raziskave in razvoj* predstavljajo komplement delu, ima v povprečju višji delež zaposlenih, starih 15–49 let (73,28 %). To pomeni, da svojega večjega zanašanja na mlajše delavce v kontekstu staranja prebivalstva ne bo mogla blažiti z vlaganjem v raziskave in razvoj. Pri panogah, kjer raziskave in razvoj predstavljajo substitut delu, je povprečen delež zaposlenih, starih 15–49 let, nižji (66,95 %) predvsem na račun panoge A, ki ima zelo nizek delež zaposlenih, starih 15–49 let (53,61 %). Po drugi strani pa imajo tri panoge v tej skupini delež zaposlenih, starih 15–49 let, čez 70 %. To so panoge K (Finančne in zavarovalniške dejavnosti), M (Strokovne, znanstvene in tehnične dejavnosti) in R (Kulturne, razvedrilne in rekreacijske dejavnosti), ki pa bodo v prihodnosti relativno pomanjkanje mlajših delavcev lahko blažile z investicijami v raziskave in razvoj.

Panoge, kjer *računalniška programska oprema in podatkovne zbirke* predstavljajo substitut delu, imajo v povprečju višji delež zaposlenih, starih 15–49 let (72,48 %). Tukaj izstopa predvsem panoga J (Informacijske in komunikacijske dejavnosti) z deležem 81,23 %. Te panoge bodo svoje intenzivnejše zanašanje na mlajše delavce v kontekstu njihovega relativnega pomankanja lahko blažile z uvajanjem računalniške programske opreme in podatkovnih zbirk.

#### 5.4.2.2 Rezultati na ravni para panoga-država

V tabeli 7 so podatki o petih panogah z najvišjim deležem in petih panogah z najnižjim deležem zaposlenih, starih 15–49 let, ter o vrstah kapitala, ki v teh panogah predstavljajo substitut delu. V tabeli 8 so podatki o 25 parih panoga-država, ki imajo najvišji delež zaposlenih, starih 15–49 let, ter 25 parih panoga-država, ki imajo najnižji delež zaposlenih, starih 15–49 let. Na podlagi teh podatkov lahko oblikujemo nekaj sklepov:

- Pričakujemo, da bo krčenje mlajšega aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva predstavljalo največji izziv za panogo J (Informacijske in komunikacijske dejavnosti), saj se ta najbolj zanaša na mlajše delavce, hkrati pa zgolj ena vrsta kapitala (računalniška programska oprema in podatkovne zbirke) predstavlja substitut delu v tej panogi. To potrjuje tudi dejstvo, da jih je med 25 pari panoga-država, ki imajo najvišji delež zaposlenih, starih 15–49 let, kar 13 iz panoge J. Pri tem izstopa, da gre predvsem za države vzhodne, južne in deloma centralne Evrope (npr. Poljska, Estonija, Romunija, Bolgarija in Litva).
- Za panoge I (Gostinstvo), K (Finančne in zavarovalniške dejavnosti) in M (Strokovne, znanstvene in tehnične dejavnosti) bo staranje prebivalstva zaradi nadpovprečnega zanašanja na mlajše delavce prav tako predstavljalo večji izziv v primerjavi z drugimi panogami, a bodo vpliv lahko blažile z uvajanjem več vrst kapitala, ki predstavljajo substitut delu v teh panogah. Staranje prebivalstva bo največji izziv predstavljajo za gostinstvo v severni in zahodni Evropi, tj. na Danskem, Irskem, Švedskem, Nizozemskem in v Luksemburgu, nato pa še v Romuniji in na Poljskem. Panoga K bo največji izziv predstavljala v Latviji, Romuniji, Litvi, na Poljskem, v Estonij, na Malti in Irskem. Panoga M pa na Malti in Cipru, v Luksemburgu, Romuniji in na Poljskem.
- Medtem se bodo panoge A (Kmetijstvo in lov, gozdarstvo, ribištvo), L (Poslovanje z nepremičninami), E (Oskrba z vodo; ravnanje z odplakami in odpadki; saniranje okolja), P (Izobraževanje) in Q (Zdravstvo in socialno varstvo) najlažje soočile z relativnim pomanjkanjem mlajših delavcev, saj se že v izhodišču manj opirajo nanje, hkrati pa za vsako od teh panog obstajajo vrste kapitala, ki predstavljajo substitut delu v njih. Med omenjenimi panogami najbolj izstopa panoga A, kar potrjuje dejstvo, da je 10 od 25 parov panoga-država z najnižjim deležem zaposlenih, starih 15–49 let, iz panoge A. Države so geografsko razpršene, najnižji delež zaposlenih, starih 15–49 let, v panogi A pa imajo Portugalska, Slovenija, Irska, Avstrija in Švedska.
- Države, ki se bodo soočale z največ izzivi, so Malta, Poljska in Romunija, saj so najbolj zastopane med 10 % parov panoga-država z najvišjim deležem zaposlenih, starih 15–49 let.

Tabela 7: Panoge z najvišjim in najnižjim deležem (%) zaposlenih, starih 15–49 let, ter vrste kapitala, ki v teh panogah predstavljajo substitut delu

	Delež zaposlenih, starih 15–49 let (%)	Panoga (NACE Rev. 2)	IKT kapital	Ne-IKT kapital	Neotipljiv kapital	Računalniška strojna oprema	Telekomunikacijska oprema	Transportna oprema	Ostala mehanizacija in oprema, orožje	Raziskave in razvoj	Računalniška programska oprema in podatkovne zbirke
Najvišji	81,23	J									x
	77,34	I		x	x		x				
	73,42	K							x	x	
	73,28	G									x
	72,94	M				x				x	
Najnižji	53,61	A					x			x	
	61,60	L		x							
	61,68	E	x			x			x		
	61,82	P			x	x			x		
	63,44	Q								x	

Vir: lastno delo na podlagi lastnih rezultatov in Bontadini in drugi (2023).

Tabela 8: Pari panoga-država z najvišjim in najnižjim deležem (%) zaposlenih, starih 15–49 let

Rank	Najvišji delež			Najnižji delež		
	Panoga (NACE Rev. 2)	Država	Delež zaposlenih, starih 15–49 let (%)	Panoga (NACE Rev. 2)	Država	Delež zaposlenih, starih 15–49 let (%)
1	D	Malta	91,09	A	Portugalska	28,53
2	J	Poljska	91,01	A	Slovenija	41,34
3	J	Estonija	88,13	A	Irska	42,30
4	J	Romunija	88,04	O	Italija	44,47
5	J	Bolgarija	87,38	E	Latvija	45,86
6	J	Litva	86,39	A	Avstrija	45,93
7	K	Latvija	86,03	A	Švedska	46,24
8	M	Malta	85,56	P	Litva	46,37
9	I	Danska	85,39	L	Estonija	47,11
10	J	Hrvaška	84,98	L	Latvija	47,11
11	J	Madžarska	84,93	A	Ciper	47,20
12	J	Irska	84,80	Q	Bolgarija	47,33
13	J	Portugalska	84,44	A	Grčija	47,40
14	J	Češka	84,40	P	Italija	47,99
15	I	Irska	84,27	A	Finska	48,26
16	J	Slovaška	84,26	E	Litva	49,16
17	R	Malta	83,93	B	Nemčija	49,17
18	K	Romunija	83,76	A	Nemčija	49,19
19	I	Švedska	82,89	P	Latvija	49,82
20	S	Malta	82,84	Q	Latvija	50,23
21	I	Nizozemska	82,72	P	Bolgarija	50,31
22	J	Latvija	82,67	L	Nemčija	50,53
23	K	Litva	82,57	Q	Litva	50,78
24	K	Poljska	82,47	R	Luksemburg	50,84
25	J	Španija	82,46	A	Hrvaška	51,24

Vir: lastno delo na podlagi Bontadini in drugi (2023).

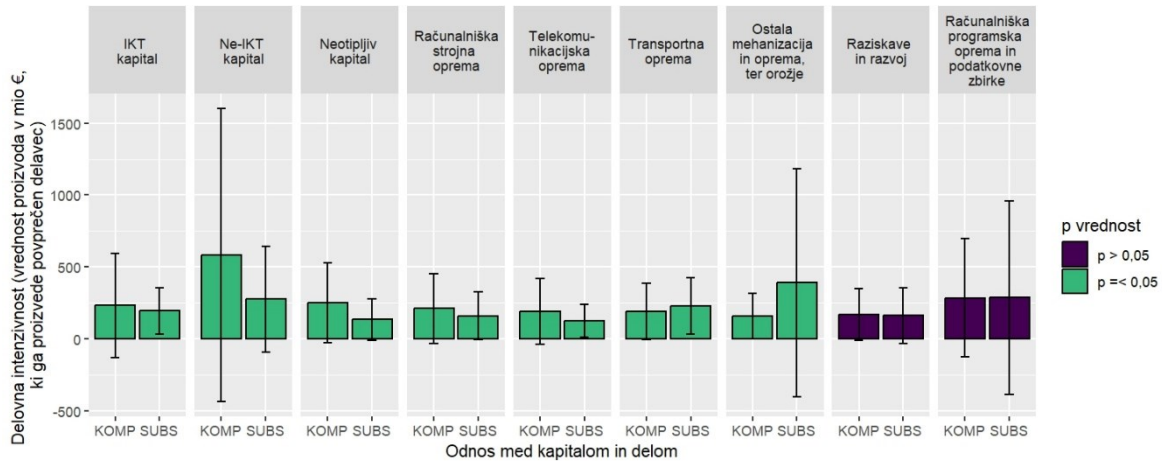
#### 5.4.3 Odnos med tehnološkim kapitalom in delom ter delovna intenzivnost proizvodnje

##### 5.4.3.1 Rezultati na ravni panoge

Analiza se je nato osredotočila na vprašanje, ali se skupine panog, v katerih določena vrsta kapitala predstavlja komplement delu, in skupine panog, v katerih ista vrsta kapitala predstavlja substitut delu, razlikujejo glede na delovno intenzivnost proizvodnje oz. vrednost proizvoda v milijonih evrov, ki ga proizvede povprečen delavec. Rezultate prikazuje slika 19. Opomnimo, kadar povprečen delavec proizvede večjo vrednost proizvoda v milijonih evrov, to pomeni nižjo delovno intenzivnost produkcije, kadar povprečen delavec proizvede

manjšo vrednost proizvoda v milijonih evrov, to pomeni višjo delovno intenzivnost produkcije.

*Slika 19: Povprečna delovna intenzivnost (vrednost proizvoda v mio €, ki ga proizvede povprečen delavec) glede na odnos med posameznimi vrstami kapitala in delom*



*Vir: lastno delo na podlagi lastnih rezultatov in Bontadini in drugi (2023).*

V primeru vseh treh skupin kapitala – *otipljiv IKT*, *otipljiv ne-IKT* in *neotipljiv* – imajo panoge, kjer predstavljajo komplement delu, nižjo povprečno delovno intenzivnost proizvodnje. To je še posebej poudarjeno v primeru ne-IKT kapitala in neotipljivega kapitala, saj je delovna intenzivnost v panogah, kjer ti dve skupini kapitala predstavljata komplement delu, približno dvakrat nižja kot v panogah, kjer predstavljata substitut delu. To pomeni, da v panogah, kjer IKT kapital, ne-IKT kapital in neotipljiv kapital predstavljajo komplement delu, povprečen delavec proizvede večjo vrednost proizvoda kakor v panogah, kjer predstavljajo substitut delu. Posledično predvidevamo, da bo zanje krčenje aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva predstavljalo večji izziv, še posebej, ker dela ne bodo mogle nadomeščati z uvajanjem IKT-kapitala, ne-IKT kapitala ali neotipljivega kapitala.

V primeru *IKT kapitala* razliko med skupinama panog povzroča predvsem panoga L (Poslovanje z nepremičninami), ki ima veliko nižjo delovno intenzivnost proizvodnje (1019,57) kot preostale panoge, kjer IKT kapital predstavlja komplement delu. Slednje imajo delovno intenzivnost maksimalno 297,94. V primeru *ne-IKT kapitala* med panogami, kjer ta predstavlja komplement delu, izstopa panoga C19 (Proizvodnja koksa in naftnih derivatov), ki ima z 2108,80 približno sedemkrat nižjo delovno intenzivnost proizvodnje kot naslednja panoga v tej skupini. Zato lahko predvidevamo, da bo za panogo C19 krčenje aktivnega prebivalstva predstavljalo še posebej velik izziv, ki ga ne bo mogla naslavljalati z uvajanjem ne-IKT kapitala kot substituta za delo. V primeru *neotipljivega kapitala* med panogami, kjer ta predstavlja komplement delu, najbolj izstopata panogi D (Oskrba z električno energijo, plinom in paro) in C20 (Proizvodnja kemikalij, kemičnih izdelkov), ki imata najnižjo delovno intenzivnost proizvodnje (569,71 in 381,40) ter bosta po naših predvidevanjih zato

najbolj občutili vpliv krčenja aktivnega prebivalstva, poleg tega pa dela ne bosta mogli nadomeščati z neotipljivim kapitalom.

Na ravni posameznih vrst tehnološkega kapitala ugotavljamo, da je v primeru računalniške strojne opreme in telekomunikacijske opreme (ki obe spadata v skupino IKT kapitala) delovna intenzivnost proizvodnje v povprečju nižja v panogah, kjer ti obliki kapitala predstavljata komplement delu. Med panogami, kjer *računalniška strojna oprema* predstavlja komplement delu, izstopajo predvsem panoge D (Oskrba z električno energijo, plinom in paro), C20 (Proizvodnja kemikalij, kemičnih izdelkov) in C29–C30 (Proizvodnja motornih vozil, prikolic in polprikolic, ter drugih vozil in plovil), ki imajo najnižjo delovno intenzivnost (569,70; 381,40 in 265,17). Med panogami, kjer *telekomunikacijska oprema* predstavlja komplement delu, pa izstopajo panoge D (Oskrba z električno energijo, plinom in paro), K (Finančne in zavarovalniške dejavnosti) in C29–C30 (Proizvodnja motornih vozil, prikolic in polprikolic ter drugih vozil in plovil) z najnižjo delovno intenzivnostjo (569,70; 297,94 in 265,17). Predvidevamo, da bo za te panoge krčenje aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva predstavljalo večji izziv v primerjavi z drugimi panogami, saj povprečen delavec proizvede večjo vrednost proizvoda, hkrati pa te panoge dela ne bodo mogle nadomeščati z računalniško strojno opremo oz. telekomunikacijsko opremo.

V primeru transportne opreme in ostale mehanizacije in opreme, orožja (oboje iz kategorije ne-IKT kapitala) je delovna intenzivnost proizvodnje v povprečju nižja v panogah, kjer ti vrsti kapitala predstavljata substitut delu. Med panogami, kjer *transportna oprema* predstavlja substitut delu, najbolj izstopata panogi C20 (Proizvodnja kemikalij, kemičnih izdelkov) in J61 (Telekomunikacijske dejavnosti), ki imata s 381,40 in 367,01, najnižjo delovno intenzivnost. Med panogami, kjer *ostala mehanizacija in oprema, orožje*, predstavljajo substitut delu, najbolj izstopa panoga C19 (Proizvodnja koksa in naftnih derivatov), ki ima z 2108,80 več kot petkrat nižjo delovno intenzivnost kot naslednja panoga v tej skupini. Za omenjene panoge bo krčenje aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva predstavljalo večji izziv, ki pa ga bodo lahko blažile z uvajanjem transportne opreme ali ostale mehanizacije in opreme, orožja kot substituta za delo.

V primeru *raziskav in razvoja ter računalniške programske opreme in podatkovnih zbirk* ni statistično značilnih razlik med delovno intenzivnostjo proizvodnje v panogah, kjer omenjene tehnologije predstavljajo komplement delu, in panogah, kjer predstavljajo substitut delu.

#### 5.4.3.2 Rezultati na ravni para panoga-država

V tabeli 9 so podatki o petih panogah z najvišjo in petih panogah z najnižjo delovno intenzivnostjo proizvodnje ter o vrstah kapitala, ki v teh panogah predstavljajo substitut delu. Tabela 10 vsebuje podatke o 25 parih panoga-država, ki imajo najvišjo delovno intenzivnost,

ter 25 parih panoga-država, ki imajo najnižjo delovno intenzivnost proizvodnje. Na podlagi podatkov v tabelah 9 in 10 lahko sklepamo:

- Panoge C19 (Proizvodnja koksa in naftnih derivatov), L (Poslovanje z nepremičninami) in D (Oskrba z električno energijo, plinom in paro), ne le da imajo veliko nižjo delovno intenzivnost proizvodnje kot ostale panoge, temveč lahko delo substituirajo tudi z manj vrstami kapitala kot številne druge panoge, npr. panogi C20 (Proizvodnja kemikalij, kemičnih izdelkov) in J61 (Telekomunikacijske dejavnosti), ki imata prav tako nizko delovno intenzivnost proizvodnje. Posledično sklepamo, da bo krčenje aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva predstavljalo večji izziv za panoge C19, L in D v primerjavi z ostalimi panogami. To potrjujejo tudi podatki iz tabele 10, ki kažejo, da jih je med 25 pari panoga-država z najnižjo delovno intenzivnostjo proizvodnje kar 14 iz panoge C19. Opazimo lahko, da gre za države severne, (deloma) centralne in zahodne Evrope. Tudi sicer podatki pokažejo, da se po delovni intenzivnosti proizvodnje v panogi C19 države (v grobem) delijo med države severne, zahodne in delno centralne Evrope, ki imajo nižjo delovno intenzivnost (tj. nad 1000 pa vse do približno 4600) in države vzhodne, jugovzhodne in delno centralne Evrope, ki imajo višjo delovno intenzivnost (tj. med približno 70 in 900). Podatki pokažejo, da imajo ostale najmanj delovno intenzivne panoge, tj. L, D, C20 in J61, podobno geografsko porazdelitev delovne intenzivnosti kot panoga C19. V smislu, da so znotraj panog po delovni intenzivnosti pri dnu države severne, zahodne in deloma centralne (Nemčija in Avstrija) Evrope, pri vrhu pa države vzhodne, jugovzhodne in deloma centralne (Češka, Madžarska, Poljska, Slovenija, Slovaška) Evrope. To nakazuje, da bi se lahko največje težave zaradi krčenja aktivnega prebivalstva v omenjenih panogah pojavile v državah severne in zahodne Evrope ter Nemčije in Avstrije.
- Panoge, ki imajo najvišjo delovno intenzivnost proizvodnje, so Q87–Q88 (Socialno varstvo z nastanitvijo in socialno varstvo brez nastanitve), Q (Zdravstvo in socialno varstvo), P (Izobraževanje), G47 (Trgovina na drobno, razen z motornimi vozili) in I (Gostinstvo). Hkrati ima vsaka od teh panog tudi vsaj eno vrsto kapitala, ki predstavlja substitut za delo v tej panogi, kar jim bo v kontekstu krčenja aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva dajalo dodatno prednost pred ostalimi panogami.
- Države, za katere predvidevamo, da se bodo soočale z največjimi izzivi zaradi krčenja aktivnega prebivalstva, so Nizozemska, Danska, Luksemburg, Belgija in Francija, ki imajo največ panog med 10 % parov panoga-država z najnižjo delovno intenzivnostjo.

Tabela 9: Panoge z najvišjo in najnižjo delovno intenzivnostjo proizvodnje (vrednost proizvoda v mio €, ki ga proizvede povprečen delavec), ter vrste kapitala, ki v teh panogah predstavljajo substitut delu

Delovna intenzivnost (vrednost proizvoda v mio €, ki ga proizvede povprečen delavec)		Panoga (NACE Rev. 2)	IKT kapital	Ne-IKT kapital	Neotipljiv kapital	Računalniška strojna oprema	Telekomunikacijska oprema	Transportna oprema	Ostala mehanizacija in oprema, orožje	Raziskave in razvoj	Računalniška programska oprema in podatkovne zbirke
Najvišja	34,06	Q87-Q88			x						x
	40,62	Q								x	
	50,17	P			x	x			x		
	57,12	G47					x			x	
	59,81	I		x	x		x				
Najnižja	2108,80	C19							x		x
	1019,57	L		x							
	569,70	D									
	381,40	C20		x				x	x		
	367,01	J61		x		x		x			

Vir: lastno delo na podlagi lastnih rezultatov in Bontadini in drugi (2023).

Tabela 10: Pari panoga-država z najvišjo in najnižjo delovno intenzivnostjo proizvodnje (vrednost proizvoda v mio €, ki ga proizvede povprečen delavec)

Rank	Najvišja delovna intenzivnost			Najnižja delovna intenzivnost		
	Panoga (NACE Rev. 2)	Država	Delovna intenzivnost (vrednost proizvoda v mio €, ki ga proizvede povprečen delavec)	Panoga (NACE Rev. 2)	Država	Delovna intenzivnost (vrednost proizvoda v mio €, ki ga proizvede povprečen delavec)
1	C31-C33	Irska	0,03	C19	Belgija	4594,09
2	C	Irska	2,17	C19	Nizozemska	4504,49
3	H	Irska	2,95	C19	Španija	3891,03
4	Q87-Q88	Romunija	6,78	C19	Avstrija	3725,21
5	Q	Litva	7,27	C19	Portugalska	3607,05
6	Q	Slovaška	11,37	C19	Grčija	3506,92
7	Q87-Q88	Madžarska	12,67	C19	Francija	3430,70
8	Q	Španija	14,23	L	Italija	3024,81
9	P	Litva	14,44	C19	Švedska	2869,65
10	Q87-Q88	Estonija	14,90	C19	Danska	2824,44
11	Q87-Q88	Hrvaška	15,71	C19	Finska	2808,75
12	Q87-Q88	Poljska	16,51	C19	Italija	2696,18
13	Q	Slovenija	16,57	C19	Nemčija	2428,75
14	Q87-Q88	Latvija	16,75	L	Belgija	2144,08
15	C13-C15	Romunija	17,63	L	Luksemburg	1931,37
16	G	Slovaška	18,02	D	Španija	1905,96
17	C	Litva	18,69	K	Luksemburg	1826,31
18	P	Romunija	19,17	L	Grčija	1714,05
19	Q87-Q88	Litva	19,30	D	Portugalska	1691,22
20	P	Hrvaška	19,63	L	Finska	1491,91
21	P	Latvija	19,66	L	Nizozemska	1391,35
22	P	Madžarska	19,68	C19	Slovaška	1374,03
23	P	Poljska	20,56	B	Nizozemska	1316,70
24	O	Romunija	20,56	D	Avstrija	1268,78
25	P	Estonija	20,78	D	Italija	1090,80

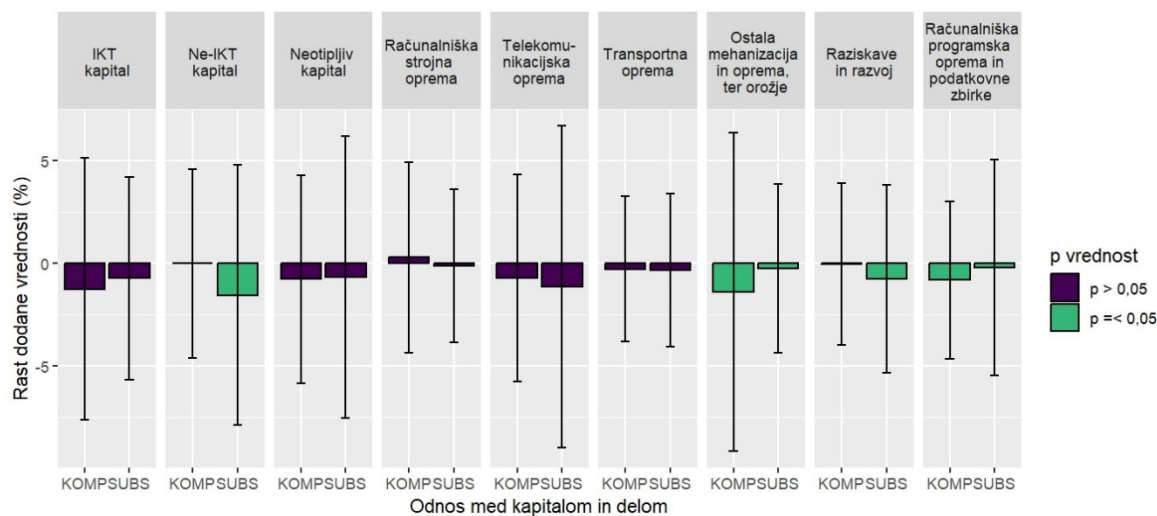
Vir: lastno delo na podlagi Bontadini in drugi (2023).

#### 5.4.4 Odnos med tehnološkim kapitalom in delom ter doprinos dela k rasti dodane vrednosti

##### 5.4.4.1 Rezultati na ravni panoge

Analiza se je nato osredotočila na vprašanje, ali se skupine panog, v katerih določena vrsta tehnološkega kapitala predstavlja komplement delu, in skupine panog, v katerih ista vrsta kapitala predstavlja substitut delu, razlikujejo glede na doprinos dela k rasti dodane vrednosti. Rezultati so prikazani na sliki 20.

Slika 20: Povprečna rast dodane vrednosti (%), ki izvira iz inputa dela, glede na odnos med posameznimi vrstami kapitala in delom



Vir: lastno delo na podlagi lastnih rezultatov in Bontadini in drugi (2023).

V panogah, kjer *ne-IKT kapital* predstavlja komplement delu, delo v povprečju povzroča višjo oz. manj negativno rast dodane vrednosti ( $-0,0031$  %) kot v panogah, kjer *ne-IKT kapital* predstavlja substitut delu ( $-1,54$  %). To so panoge C21 (Proizvodnja farmacevtskih surovin in preparatov), M (Strokovne, znanstvene in tehnične dejavnosti), C19 (Proizvodnja koksa in naftnih derivatov), C27 (Proizvodnja električnih naprav) in B (Rudarstvo). Če podatke pogledamo pobližje, je razlika izrazita, saj med panogami, kjer *ne-IKT kapital* predstavlja komplement delu, delo zgolj v 2 od 5 panogah povzroča negativno rast dodane vrednosti, pri čemer najnižja rast znaša  $-1,26$  %. Medtem delo povzroča negativno rast dodane vrednosti v kar 8 od 10 panogah, kjer *ne-IKT kapital* predstavlja substitut delu, pri čemer najnižja rast znaša kar  $-7,16$  % (v gostinstvu). Predvidevamo, da se bodo panoge C21, M, C19, C27 in B v povprečju težje soočile s krčenjem aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva, saj je delo odgovorno za višjo rast dodane vrednosti v teh panogah, hkrati pa dela ne morejo nadomeščati z *ne-IKT kapitalom*.

Tudi v primeru *raziskav in razvoja* delo v povprečju povzroča višjo oz. manj negativno rast dodane vrednosti med panogami, kjer ta vrsta kapitala predstavlja komplement delu, kot v panogah, kjer predstavlja substitut delu ( $-0,04$  % proti  $-0,74$  %). Med panogami, kjer *raziskave in razvoj* predstavljajo komplement delu, so panoge Q87–Q88 (Socialno varstvo z nastanitvijo in socialno varstvo brez nastanitve), C20 (Proizvodnja kemikalij, kemičnih izdelkov), C10–C12 (Proizvodnja živil, pijač in tobačnih izdelkov), C27 (Proizvodnja električnih naprav) in G (Trgovina; vzdrževanje in popravila motornih vozil). V panogah Q87–Q88 delo povzroča najvišjo rast dodane vrednosti ( $1,82$  %) od vseh panog v vzorcu, zato predvidevamo, da bo zanjo krčenje prebivalstva predstavljalo največji izziv.

V primeru *ostale mehanizacije in opreme, orožja* delo povzroča višjo oz. manj negativno rast dodane vrednosti v panogah, kjer ta vrsta kapitala predstavlja substitut delu (-0,23 %), kot v panogah, kjer predstavlja komplement delu (-1,39 %). Med temi panogami izstopajo panoge E (Oskrba z vodo; ravnanje z odplakami in odpadki; saniranje okolja), C19 (Proizvodnja koksa in naftnih derivatov), C20 (Proizvodnja kemikalij, kemičnih izdelkov) in P (Izobraževanje), kjer je rast dodane vrednosti zaradi dela najvišja (tj. pozitivna). Ker v teh panogah ostala mehanizacija in oprema ter orožje predstavljajo substitut delu, bodo krčenje aktivnega prebivalstva lahko naslavljalje z nadomeščanjem dela s to vrsto kapitala.

Panoge, kjer *računalniška programska oprema in podatkovne zbirke* predstavljajo substitut delu, imajo v povprečju višjo oz. manj negativno rast dodane vrednosti zaradi dela, kot panoge, kjer predstavljajo komplement delu (-0,19 % proti -0,81 %). Med njimi izstopajo panoge J (Informacijske in komunikacijske dejavnosti), Q87–Q88 (Socialno varstvo z nastanitvijo in socialno varstvo brez nastanitve), C21 (Proizvodnja farmacevtskih surovin in preparatov), F (Gradbeništvo) in C19 (Proizvodnja koksa in naftnih derivatov), ki imajo najvišjo (tj. pozitivno) rast dodane vrednosti zaradi dela. Vendar pa rezultati kažejo, da bodo te panoge krčenje aktivnega prebivalstva lahko blažile vsaj z nadomeščanjem dela z računalniško programsko opremo in podatkovnimi zbirkami.

V primeru ostalih vrst kapitala razlike v rasti dodane vrednosti, ki jo povzroča delo, med panogami, kjer posamezna vrsta kapitala predstavlja komplement delu, in panogami, kjer predstavlja substitut delu, niso statistično značilne.

#### 5.4.4.2 Rezultati na ravni para panoga-država

Tabela 11 vsebuje podatke o petih panogah z najvišjo rastjo dodane vrednosti, ki jo povzroča input dela, in petih panogah z najnižjo rastjo dodane vrednosti, ki jo povzroča input dela, Tabela 12 pa podatke o 25 parih panoga-država z najvišjo in 25 parih z najnižjo rastjo dodane vrednosti, ki jo povzroča input dela. Na podlagi omenjenih podatkov lahko oblikujemo naslednje sklepe:

- Med panogami, kjer delo povzroča najvišjo rast dodane vrednosti, izstopa panoga J62–J63 (Računalniško programiranje, svetovanje in druge s tem povezane dejavnosti ter druge informacijske dejavnosti), kjer je rast dodane vrednosti zaradi dela več kot dvakrat višja kot v naslednji panogi v vzorcu. To potrjuje tudi dejstvo, da jih je med 25 pari panoga-država z najvišjo rastjo dodane vrednosti zaradi dela največ (6) iz panoge J62–J63, in sicer v Litvi in Bolgariji, na Portugalskem, Poljskem, Madžarskem in na Cipru. Hkrati pa izstopata tudi panogi J (Informacijske in komunikacijske dejavnosti) in Q (Zdravstvo in socialno varstvo), ki imata vsaka zgolj eno vrsto kapitala, s katero lahko nadomeščata delo v panogi. To pomeni, da je v teh dveh panogah v primerjavi z ostalimi panogami delo pomembnejši vir rasti dodane vrednosti, hkrati pa lahko v primeru pomanjkanja dela tega nadomestita z manj oblikami kapitala kot ostale panoge.

Geografski trend za rast dodane vrednosti, ki izvira iz inputa dela, se pri omenjenih panogah ne pojavlja.

- Med panogami, kjer delo povzroča najnižjo rast dodane vrednosti, izstopa panoga I (Gostinstvo), ki ima najnižjo rast dodane vrednosti zaradi dela ( $-7,17\%$ , naslednja panoga v vzorcu pa šele  $-3,86\%$ ), hkrati pa delo lahko nadomešča z več (tremi) oblikami kapitala kot druge panoge. Zato predvidevamo, da bo krčenje aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva imelo manjši vpliv na rast dodane vrednosti v gostinstvu kot v drugih panogah. Da panoga I izstopa, potrjuje tudi dejstvo, da jih je med 25 pari panoga-država z najnižjo rastjo dodane vrednosti zaradi dela kar 14 iz panoge I. Tudi tukaj se jasen geografski trend ne pojavlja. Ostale panoge z najnižjo rastjo dodane vrednosti zaradi dela so C13–C15 (Proizvodnja tekstilij, oblačil, usnja, usnjenih in sorodnih izdelkov), R (Kulturne, razvedrilne in rekreacijske dejavnosti), A (Kmetijstvo in lov, gozdarstvo, ribištvo) in C16–C18 (Obdelava in predelava lesa, izdelkov iz lesa, plute, slame in protja, razen pohištva; papirja in izdelkov iz papirja; tiskarstvo in razmnoževanje posnetih nosilcev zapisa).
- Državi, ki sta zdaleč najbolj zastopani med 10 % parov panoga-država z najvišjo rastjo dodane vrednosti zaradi dela, sta Malta in Ciper. Posledično predvidevamo, da bo ohranjanje trenutne ravni rasti dodane vrednosti v kontekstu krčenja aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva predstavljalo največji izziv za ti dve državi.

Tabela 11: Panoge z najvišjo in najnižjo rastjo dodane vrednosti (%), ki izvira iz inputa dela, ter vrste kapitala, ki v teh panogah predstavljajo substitut delu

	Rast dodane vrednosti (%)	Panoga (NACE Rev. 2)	IKT kapital	Ne-IKT kapital	Neotipljiv kapital	Računalniška strojna oprema	Telekomunikacijska oprema	Transportna oprema	Ostala mehanizacija in oprema, orožje	Raziskave in razvoj	Računalniška programska oprema in podatkovne zbirke
Najvišja rast	4,16	J62–J63			x		x				
	1,84	J									x
	1,82	Q87–Q88			x						x
	1,11	C21	x								x
	0,86	Q								x	
Najnižja rast	-7,17	I		x	x		x				
	-3,86	C13-C15	x	x							
	-2,81	R								x	x
	-1,76	A					x			x	
	-1,73	C16-C18		x						x	

Vir: lastno delo na podlagi lastnih rezultatov in Bontadini in drugi (2023).

Tabela 12: *Pari panoga-država z najvišjo in najnižjo rastjo dodane vrednosti (%), ki izvira iz inputa dela*

Rank	Najvišja rast			Najnižja rast		
	Panoga (NACE Rev. 2)	Država	Rast dodane vrednosti (%)	Panoga (NACE Rev. 2)	Država	Rast dodane vrednosti (%)
1	J62–J63	Litva	12,28	I	Irska	–15,42
2	C19	Slovenija	11,96	C28	Irska	–14,75
3	S	Poljska	10,36	I	Francija	–13,12
4	Q87–Q88	Malta	10,33	I	Slovenija	–11,88
5	C29–C30	Litva	9,47	I	Belgija	–11,87
6	J62–J63	Bolgarija	9,03	I	Italija	–11,43
7	J62–J63	Portugalska	8,54	S	Latvija	–11,41
8	S	Malta	7,73	I	Španija	–10,41
9	E	Hrvaška	7,67	C19	Češka	–9,91
10	J	Litva	7,60	I	Bolgarija	–9,76
11	F	Malta	7,58	C16-C18	Irska	–9,58
12	R	Malta	7,35	I	Češka	–9,56
13	Q	Malta	7,25	I	Ciper	–9,41
14	Q87–Q88	Bolgarija	7,08	I	Luksemburg	–9,27
15	Q87–Q88	Litva	6,63	C13-C15	Irska	–9,24
16	C16–C18	Malta	6,57	I	Slovaška	–8,71
17	M	Malta	6,36	C13-C15	Madžarska	–8,53
18	C26	Ciper	6,29	S	Irska	–8,49
19	J62–J63	Poljska	6,29	R	Irska	–8,47
20	J62–J63	Madžarska	6,13	I	Latvija	–8,41
21	J62–J63	Ciper	6,05	R	Italija	–8,29
22	C31–C33	Irska	5,91	I	Nemčija	–7,52
23	J58–J60	Litva	5,74	I	Avstrija	–7,50
24	Q86	Malta	5,55	B	Nemčija	–7,30
25	Q86	Ciper	5,51	G45	Irska	–7,08

*Vir: lastno delo na podlagi Bontadini in drugi (2023).*

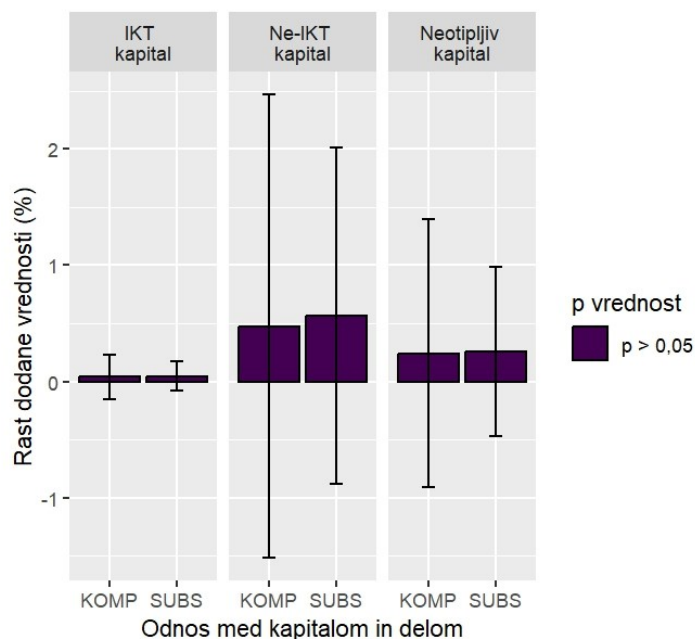
#### 5.4.5 Odnos med tehnološkim kapitalom in delom ter doprinos tehnološkega kapitala k rasti dodane vrednosti

##### 5.4.5.1 Rezultati na ravni panoge

Nazadnje se je analiza osredotočila na vprašanje, ali se skupine panog, v katerih določena skupina kapitala predstavlja komplement delu, in skupine panog, v katerih ista skupina kapitala predstavlja substitut delu, razlikujejo glede na doprinos istovrstne skupine kapitala

k rasti dodane vrednosti. Rezultati so prikazani na sliki 21. EU KLEMS podatkovna zbirka vključuje podatke o doprinosu treh obravnavanih skupin kapitala k rasti dodane vrednosti (IKT kapital, ne-IKT kapital in neotipljiv kapital), ne pa tudi podatkov o doprinosu posameznih vrst kapitala, kar je omejilo analizo.

*Slika 21: Povprečna rast dodane vrednosti (%), ki izvira iz inputa tehnološkega kapitala, glede na odnos med to vrsto kapitala in delom*



*Vir: lastno delo na podlagi lastnih rezultatov in Bontadini in drugi (2023).*

Analiza je pokazala, da med skupinami panog, kjer *IKT kapital*, *ne-IKT kapital* in *neotipljiv kapital* predstavljajo komplement delu, in panogami, kjer predstavljajo substitut delu, ne obstajajo statistično značilne razlike v rasti dodane vrednosti, ki jo povzročajo obravnavane skupine kapitala.

#### 5.4.5.2 Rezultati na ravni para panoga-država

Tabela 13 vsebuje podatke o petih panogah z najvišjo in petih panogah z najnižjo rastjo dodane vrednosti, ki izvira iz inputa IKT kapitala, ne-IKT kapitala in neotipljivega kapitala, ter o odnosu med delom in obravnavano vrsto kapitala v tej panogi. Na podlagi teh podatkov lahko dodatno sklepamo:

- Predvidevamo, da panoge v prihodnje želijo ohraniti rast dodane vrednosti. Nadalje predvidevamo, da bodo to lažje dosegle panoge, ki v kontekstu krčenja aktivnega prebivalstva delo substituirajo s skupinami kapitala, ki imajo relativno visok prispevek k rasti dodane vrednosti. Podatki v tabeli 13 kot takšne pokažejo panogo E (Oskrba z vodo; ravnanje z odpadki in odpadki; saniranje okolja) v primeru IKT kapitala, panogo L (Poslovanje z nepremičninami) v primeru ne-IKT kapitala in panogo J62–J63

(Računalniško programiranje, svetovanje in druge s tem povezane dejavnosti ter druge informacijske dejavnosti) v primeru neotipljivega kapitala.

- Posebej izstopa panoga J62–J63, kjer input dela povzroča zdaleč najvišjo rast dodane vrednosti med panogami (tabela 11), tj. 4,16 %. Predvidevamo, da bi zmanjšanje inputa dela v kontekstu krčenja aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva negativno vplivalo na rast dodane vrednosti v tej panogi. V panogi J62–J63 neotipljiv kapital predstavlja substitut delu. Zato je dobrodošlo, da gre med vsemi panogami za panogo z najvišjo rastjo dodane vrednosti zaradi neotipljivega kapitala. Vseeno pa je rast dodane vrednosti zaradi neotipljivega kapitala (1,63 %) nizka v primerjavi z rastjo dodane vrednosti zaradi dela (4,16 %) v tej panogi, zato je dvomljivo, ali bi nadomeščanje dela z neotipljivim kapitalom lahko ohranilo rast dodane vrednosti na trenutni ravni. Podobno velja za panogo E, kjer rast dodane vrednosti zaradi dela znaša 0,81 %, medtem ko rast dodane vrednosti zaradi IKT kapitala, ki predstavlja substitut za delo v tej panogi, znaša zgolj 0,08 %. Po drugi strani pa v panogi L delo povzroča negativno rast dodane vrednosti (–0,057 %), medtem ko ne-IKT kapital, ki v tej panogi predstavlja substitut delu, povzroča pozitivno rast dodane vrednosti (1,63 %). Zato predvidevamo, da je bolj verjetno, da bi lahko v panogi L substituiranje dela z ne-IKT kapitalom ohranilo rast dodane vrednosti.

Tabela 13: Panoge z najvišjo in najnižjo rastjo dodane vrednosti (%), ki izvira iz inputa tehnološkega kapitala, ter odnos med delom in obravnavano skupino kapitala v teh panogah

	IKT kapital			Ne-IKT kapital			Neotipljiv kapital		
	Panoga (NACE Rev. 2)	Rast dodane vrednosti (%)	Substitut	Panoga (NACE Rev. 2)	Rast dodane vrednosti (%)	Substitut	Panoga (NACE Rev. 2)	Rast dodane vrednosti (%)	Substitut
Najvišja rast	D	0,21		C21	1,68		J62-J63	1,63	x
	K	0,16		L	1,63	x	J	0,88	
	J62-J63	0,14		N	1,48		M	0,83	
	E	0,08	x	D	1,19		K	0,73	
	C20	0,08		F	0,86		J58-J60	0,72	
Najnižja rast	J61	-0,27		J58-J60	-0,16		C20	-0,36	
	J58-J60	-0,10		B	0,01		S	0,01	
	J	-0,04		J61	0,03	x	L	0,01	
	Q87-Q88	0,01		Q87-Q88	0,08		I	0,02	x
	C13-C15	0,01	x	P	0,10		A	0,02	

Vir: lastno delo na podlagi lastnih rezultatov in Bontadini in drugi (2023).

## 6 DISKUSIJA

### 6.1 Diskusija teoretičnih izsledkov

V tem poglavju bodo najprej podani odgovori na prva tri raziskovalna vprašanja v obliki povzetkov najbolj relevantne obravnavane literature.

#### **R.1 Kakšni so demografski trendi v državah članicah Evropske unije? Kako se bo spreminjala demografska struktura in kakšne bodo gospodarske posledice starajočega se prebivalstva?**

Države EU se soočajo s staranjem prebivalstva (Evropska komisija, 2021), ki je sklepna faza daljšega demografskega prehoda (Lee, 2003; Lesthaeghe, 2014). Po podatkih Združenih narodov (UN DESA, 2022a) so države EU v obdobju med leti 1950 in 2021 ohranile nizko umrljivost, rodnost je izrazito upadla, tako da je od leta 1995 v vseh državah pod obnovitveno ravnijo, povprečno pričakovano trajanje življenja ob rojstvu pa je naraslo skoraj za četrtno. Zgodil se je premik od mlajših k starejšim starostnim skupinam, povprečna starost pa je na ravni EU narasla iz 28,3 let na 42,1 let (UN DESA, 2022a). Eurostat (v Evropska komisija, 2021) napoveduje nadaljevanje omenjenih demografskih trendov v prihodnost, kar posledično pomeni nadaljevanje staranja prebivalstva.

Gospodarske posledice staranja prebivalstva, ki jih ob nadaljevanju staranja prebivalstva lahko pričakujemo tudi v prihodnosti, so številčne in v literaturi obsežno obravnavane. Za pričujoče magistrsko delo je najbolj relevantna posledica staranja prebivalstva krčenje aktivnega prebivalstva. Krčenje aktivnega prebivalstva predstavlja izziv, saj je delo eden od glavnih proizvodnih faktorjev, kar pomeni da krčenje zaloge dela negativno vpliva na gospodarsko rast (Daniele in drugi, 2019; Evropska komisija, 2021). Staranje prebivalstva dodatno upočasnjuje gospodarsko rast še preko negativnega vpliva na rast produktivnosti dela (Aiyar in drugi, 2016; Daniele in drugi, 2019; Poplawski-Ribeiro, 2020; Maestas in drugi, 2023). Vpliv dela na gospodarsko rast v EU naj bi bil v prihodnje negativen (Evropska komisija, 2021), a, kot izpostavljajo Bloom in drugi (2010), omejen. Obstajajo še številne druge posledice staranja prebivalstva, npr. pritisk na dolgoročno vzdržnost javnih financ (Evropska komisija, 2021; Bodnár in Nerlich, 2022), nižanje ravni investicij in inovacij ter porast inflacije (Aksoy in drugi, 2019), nižanje naravne obrestne mere (Bodnár in Nerlich, 2022) in spremembe v sektorski sestavi gospodarstev (Börsch-Supan, 2003; Siliverstovs in drugi, 2011; Cravino in drugi, 2022).

## **R.2 Katere so ključne tehnologije, ki se že uporabljajo, in kako vplivajo na potrebo po delu? Katere tehnologije so v razvoju in kako bodo vplivale na delo ter razvoj družbe nasploh?**

Uvajanje tehnologije v delovni proces zbuja zanimanje ekonomistov in širše družbe že vsaj dve stoletji ter občasno poraja pesimistične napovedi o koncu človeškega dela (Autor, 2015; Mokyr in drugi, 2015). Napovedi obsežne tehnološke brezposelnosti se zdijo pretirane, saj tehnološki razvoj po eni strani izpodriva nekatere delavce, po drugi strani pa ustvarja delovna mesta za druge (Acemoglu in Restrepo, 2018a, 2018b, 2019). Tudi empirične raziskave kažejo, da avtomatizacija dela dviguje povpraševanje po delu, tako da v veliki meri (Acemoglu in Restrepo, 2019) ali povsem (Gregory in drugi, 2022) nevtralizira upad povpraševanja po delu, ki ga povzroča. Avtomatizacija dela torej načeloma ne vpliva na skupno raven povpraševanja po delu, a v literaturi obstaja konsenz, da vpliva na njegovo strukturo. Številne raziskave recimo ugotavljajo, da je v zadnjih treh desetletjih 20. stoletja tehnološki razvoj povzročil rast povpraševanja po višje izobraženih delavcih in tako dvignil donosnost visokošolske izobrazbe (Bound in Johnson, 1992; Autor in drugi, 1998; Berman in drugi, 1998; Machin in Van Reenen, 1998; Esposito in Stehrer, 2007; Autor in drugi, 2008; Acemoglu in Autor, 2010).

Literatura identificira vsaj tri ključne oblike tehnologije, ki so že v uporabi v gospodarstvu, in obravnava njihov vpliv na povpraševanje po delu. Kronološko prva pomembna tehnologija je IKT, ki je povzročila polarizacijo zaposlovanja in plač, tj. povzročila je rast zaposlovanja oz. plač v poklicih, ki jih opravljajo delavci z nizko ali visoko ravniyo veččin, ter padec zaposlovanja oz. plač v poklicih, ki jih opravljajo delavci s srednjo ravniyo veččin. (Autor in drugi, 2008; Acemoglu in Autor, 2010; Autor in Dorn, 2013; Goos in drugi, 2014; Michaels in drugi, 2014). Razlog je, da IKT tehnologija predstavlja komplement delu pri opravljanju nerutinskih delovnih nalog in substitut delu pri opravljanju rutinskih delovnih nalog, pri čemer prve opravljajo predvsem delavci na obeh polih distribucije veččin, druge pa predvsem delavci na sredini distribucije veččin (Autor in drugi, 2003; Acemoglu in Autor, 2010). Druga pomembna oblika tehnologije so industrijski roboti, ki po ocenah na skupno raven zaposlovanja ne vplivajo (Graetz in Michaels, 2018) ali nanjo vplivajo negativno (Acemoglu in Restrepo, 2020). Industrijski roboti sodeč po raziskavah ne vodijo do polarizacije zaposlovanja, temveč znižujejo povpraševanje po nizko izobraženih delavcih (Graetz in Michaels, 2018; Acemoglu in Restrepo, 2020). Tretja pomembna oblika tehnologije je UI, ki je v zadnjih letih doživela nagel razvoj. Kljub temu da obstajajo nekatere raziskave o trenutni rabi UI v delovnem procesu (Acemoglu in drugi, 2022; Brynjolfsson in drugi, 2023), se večina literature o tej temi obrača v prihodnost, saj potencial UI šele čaka na realizacijo (Brynjolfsson in drugi, 2019; Crafts, 2021). Tako kot ostale dosedanje tehnologije UI naj ne bi vodila do popolne avtomatizacije delovnih mest, temveč k avtomatizaciji določenih nalog (Brynjolfsson in drugi, 2018). Raziskave kažejo, da UI ne vpliva na raven zaposlovanja (Felten in drugi, 2019; Georgieff in Hye, 2021) ali nanjo vpliva celo pozitivno (Yang 2022). UI pa najverjetneje dviga povpraševanje po

visokoizobraženih delavcih (Felten in drugi, 2019; Yang, 2022). Kljub nekaterim zaskrbljujočim napovedim (Frey in Osborne, 2017) se torej zdi, da popolna avtomatizacija dela še ni na obzorju.

### **R.3 Kaj literatura ugotavlja o interakciji med staranjem prebivalstva in avtomatizacijo dela?**

Staranje prebivalstva in avtomatizacija dela nista neodvisna pojava. Raziskave nakazujejo, da države s hitreje starajočim se prebivalstvom obsežneje avtomatizirajo delo (Abeliansky in Prettner, 2020; Acemoglu in Restrepo, 2022). Staranje prebivalstva namreč vodi do krčenja števila aktivnega prebivalstva, posledično so stroški dela višji in podjetja se preusmerijo k investicijam v relativno cenejši kapital (Abeliansky in Prettner, 2020; Acemoglu in Restrepo, 2022). Nekatere raziskave (npr. Acemoglu in Restrepo, 2017; Daniele in drugi, 2019) celo ugotavljajo, da lahko države oz. regije s hitreje starajočim se prebivalstvom z avtomatizacijo dela nevtralizirajo negativen vpliv krčenja aktivnega prebivalstva na gospodarsko rast.

Staranje aktivnega prebivalstva predstavlja izziv, saj delo od delavcev terja uporabo veččin oz. sposobnosti, ki pa so v določenem obsegu odvisne od starosti posameznika. Cai in Stoyanov (2016a) opredeljujeta (1) kognitivne veščine, ki se s starostjo izboljšujejo, (2) kognitivne veščine, ki s starostjo slabijo, in (3) fizične sposobnosti, ki s starostjo slabijo. Test korelacije med indikatorji omenjenih sposobnosti (Phiromswad in drugi, 2022) in verjetnostjo avtomatizacije (Frey in Osborne, 2017) poklicnih skupin pokaže, da med opiranjem poklicev na kognitivne veščine, ki s starostjo slabijo, in verjetnostjo avtomatizacije obstaja negativna korelacija. Med opiranjem poklicev na fizične sposobnosti, ki s starostjo slabijo, in verjetnostjo avtomatizacije pa obstaja pozitivna korelacija. Prvo bi lahko otežilo, drugo pa olajšalo prilagajanje gospodarstev na staranje prebivalstva preko avtomatizacije dela.

## **6.2 Diskusija rezultatov ekonometrične analize**

Z ekonometrično analizo je bil najprej opredeljen odnos med delom in tehnološkim kapitalom na ravni gospodarskih panog, rezultati so podani v prilogi 1. Pri interpretaciji rezultatov se soočamo s težavo, da se zdijo gospodarske panoge precej arbitrarno razporejene med tiste, v katerih posamezna tehnologija predstavlja komplement, in tiste, v katerih predstavlja substitut delu. Kljub temu prepoznavamo nekaj vzorcev.

Prvič, rezultati potrjujejo, da so posamezne oblike tehnološkega kapitala v drugačnem odnosu do dela v različnih panogah, tj. substitut za delo v nekaterih panogah in komplement delu v drugih. Hkrati so različne oblike kapitala v drugačnem odnosu do dela v neki panogi, tako je recimo lahko IKT kapital komplement delu v določeni panogi, ne-IKT kapital pa v isti panogi predstavlja substitut za delo. Glede na predhodno literaturo je bil takšen rezultat pričakovan. Delovna mesta in posledično gospodarske panoge se razlikujejo po zastopanosti

različnih delovnih nalog, raziskave pa so pokazale, da je interakcija med tehnologijo in delom pogojena recimo z rutinskostjo delovnih nalog (Autor in drugi, 2003), ravnijo izobrazbe, ki jo terjajo od delavcev (npr. Autor in drugi, 1998; Autor in drugi, 2008; Michaels in drugi, 2014), ter s tehnološkimi zmogljivostmi različnih oblik tehnologije za opravljanje različnih vrst delovnih nalog (Autor in drugi, 2003; Brynjolfsson in Mitchell, 2017; Brynjolfsson in drugi, 2018; Billard in Kragic, 2019).

Drugič, *ne-IKT kapital* in njegova komponenta, *ostala mehanizacija in oprema, orožje ter računalniška programska oprema in podatkovne zbirke* predstavljajo substitut delu v več predelovalnih panogah kot ostale vrste kapitala in vsaj v dvakrat toliko predelovalnih panogah kot v tistih, v katerih predstavljajo komplement delu. V primeru ne-IKT kapitala ter njegove komponente, ostale mehanizacije in opreme ter orožja vzorec sovпада z ugotovitvami literature. Poklici v predelovalnih dejavnostih so specializirani v rutinskih manualnih nalogah (Acemoglu in Autor, 2010, str. 23, Tabela 5a), v katerih je delo moč nadomestiti z računalniško podprtim kapitalom (Autor in drugi, 2003). Autor in drugi (2003, str. 1284) izpostavljajo, da je advent računalniško nadzorovane mehanizacije zgolj razširil možnosti avtomatizacije ponavljajočih se manualnih nalog, ki sicer predstavlja dolgotrajen zgodovinski proces. Goldin in Katz (1998) npr. opisujeta, kako je mehanizacija v 19. stoletju s prehodom od obrtništva k tovarnam nadomestila delo nekaterih izurjenih obrtnikov, kasneje, v začetku 20. stoletja, s prehodom od tovarn (oz. tekočega traku) k metodama zveznega in šaržnega procesa ter uporabi električnega motorja pa delo nekaterih nizko-kvalificiranih manualnih delavcev. Da sta ne-IKT kapital ter njegova komponenta substitut delu v več predelovalnih panogah kot ostalih panogah in v več predelovalnih panogah kot ostale vrste kapitala, je smiselno tudi, če predvidevamo, da v to kategorijo spadajo industrijski roboti, ki lahko nadomestijo človeško delo pri opravljanju manualnih delovnih nalog, kot so sestavljanje, rokovanje z, procesiranje, varjenje itd., ki prevladujejo v predelovalnih dejavnostih (Graetz in Michaels, 2018). De Vries in drugi (2020) dokumentirajo negativno povezavo med uporabo industrijskih robotov in deležem zaposlenih v poklicih z visokim deležem rutinskih manualnih nalog ter negativno povezavo med uporabo industrijskih robotov in deležem zaposlenih v predelovalnih dejavnostih. Tudi Acemoglu in Restrepo (2020), ki ugotavljata, da ima raba industrijskih robotov negativen vpliv na zaposlovanje, ugotavljata, da je ta učinek še posebej poudarjen v predelovalnih dejavnostih, v poklicih, intenzivnih v rutinskih manualnih nalogah, fizičnih poklicih (angl. blue-collar), pri delavcih, ki delajo za tekočim trakom, itd. (Acemoglu in Restrepo, 2020, str. 2192), kar sovпада z našimi rezultati.

Tretjič, obe komponenti IKT kapitala – *računalniška strojna oprema* in *telekomunikacijska oprema* – predstavljata komplement delu v precej več predelovalnih panogah kot tistih, v katerih predstavljata substitut delu; v primeru računalniške strojne opreme je razmerje med številom panog 3:1, v primeru telekomunikacijske opreme pa 6:1. Naši rezultati so v nasprotju z obstoječo literaturo. Kot obravnavano v predhodni točki, so poklici v predelovalnih dejavnostih specializirani v rutinskih manualnih nalogah, v katerih je,

ugotavljajo Autor in drugi (2003), računalniški kapital substitut za delo. Tudi Spitz-Oener (2006) ugotavlja, da je obsežnejša uporaba računalniške tehnologije (kamor vključuje računalnike, terminale in elektronske stroje za procesiranje podatkov) povezana z večjim upadom opravljanja rutinskih manualnih nalog znotraj poklicev, kar nakazuje, da je računalniška tehnologija substitut za delo v teh nalogah. Michaels in drugi (2014) pa pokažejo, da obstaja negativna povezava med IKT kapitalom in deležem srednje izobraženih delavcev znotraj poklicev, ter da so ti poklici intenzivni v rutinskih nalogah. Kljub temu da naši rezultati nasprotujejo dognanjem omenjenih raziskav, pa menimo, da niso nujno v nasprotju z osnovno teorijo Autorja in drugih (2003). Najprej, naj izpostavimo, da v primerjavi z našo analizo omenjene raziskave obravnavajo drugačen vzorec držav – Autor in drugi (2003) obravnavajo ZDA, Spitz-Oener (2006) Nemčijo, Michaels in drugi (2014) pa 11 držav, od tega 9 članic EU –, zajemajo drugačen časovni okvir, ki sega največ do leta 2004 (kar pomeni, da naši podatki zajemajo naprednejšo tehnologijo), ter izberejo drugačno metodologijo. Vse omenjeno bi lahko vodilo do razlik med njihovimi in našimi rezultati. Najpomembnejši razlog razhajanj ter razlog, zaradi katerega menimo, da naši rezultati niso nujno v nasprotju z osnovno teorijo Autorja in drugih (2003), pa je vključevanje različnih vrst tehnološkega kapitala. Autor in drugi (2003) ter Spitz-Oener (2006) v svoj model vključijo zgolj rabo računalnikov oz. računalniške tehnologije. Michaels in drugi (2014), ki, kot mi, uporabljajo EU KLEMS podatke, vendar zgodnejšo verzijo, pa v svoj model vključijo IKT kapital in ne-IKT kapital (v eni od specifikacij pa še investicije v raziskave in razvoj). V nasprotju mi (vsaj v Modelu 2) vključimo številne ožje definirane kategorije kapitala, kar pomeni, da (1) naše kategorije morda ujamejo vpliv drugačnih vrst tehnologije kot omenjene raziskave in/ali (2) da uspemo bolje izolirati vpliv posameznih vrst tehnologije, s tem da hkrati kontroliramo za številne druge vrste. V povezavi s kategorijami kapitala, uporabljenih v sklopu EU KLEMS podatkovne zbirke, nismo našli specifičnih primerov tehnologij, ki spadajo v vsako kategorijo, zato lahko o tem zgolj sklepamo.

Pravzaprav se naši rezultati skladajo s teorijo Autorja in drugih (2003), če predvidevamo, da kategoriji računalniške strojne opreme in telekomunikacijske opreme ne zajemata vsega, kar Autor in drugi (2003) imenujejo računalniški kapital. Računalniški kapital, kot smo že omenili v drugi točki, po eni strani omogoča nadzorovanje in vodenje industrijskih robotov in ostale mehanizacije, ki nadomešča delavce pri opravljanju rutinskih manualnih nalog. Po drugi strani pa računalniški kapital omogoča tudi nadomeščanje dela pri opravljanju rutinskih kognitivnih nalog, kot so preračunavanje, ponavljajoče naloge v knjigovodstvu in delu s strankami itd. (Autor in drugi, str. 1286), ki so zgoščene v uradniških, administrativnih in prodajnih poklicih (Acemoglu in Autor, 2010, str. 23, Tabela 5a). Če sklepamo, da je računalniški kapital, ki nadomešča delo v rutinskih manualnih in rutinskih kognitivnih nalogah različen, lahko kategoriji računalniška strojna oprema in telekomunikacijska oprema ujamejo računalniški kapital, ki nadomešča delo v rutinskih *kognitivnih* nalogah, medtem ko komponente ne-IKT kapitala ujamejo računalniško podprto tehnologijo, ki nadomešča delo v rutinskih *manualnih* nalogah. V skladu s tem razmišljanjem so rezultati, da računalniška strojna oprema in telekomunikacijska oprema predstavljata komplement

delu v predelovalnih panogah in ne substituta, smiselni in skladni s teorijo Autorja in drugih (2003). Hkrati pa tako razmišljanje dodatno potrди tudi interpretacijo rezultatov v drugi točki.

Naše razmišljanje potencialno potrjujeja Autor in Dorn (2013, str. 1581), ki ugotavljata, da je ob naraščanju rabe osebnih računalnikov v podjetjih, rast zaposlenosti v storitvenih poklicih počasnejša na lokalnih trgih z večjim deležem zaposlenih v predelovalnih panogah. Če vzamemo premik k nerutinskim storitvenim poklicem kot indikator izpodrivanja delavcev v rutinskih poklicih s strani osebnih računalnikov – Autor in Dorn (2013) podata argumente za takšen sklep –, bi njune rezultate lahko interpretirali sledeče: na lokalnih trgih s primerljivim deležem visoko rutinskih poklicev bo premik k nerutinskim storitvenim poklicem manjši tam, kjer večji delež visoko rutinskih poklicev predstavljajo poklici v predelovalnih panogah, saj osebni računalniki niso substitut rutinskim manualnim nalogam, ki so zgoščene v predelovalnih dejavnostih, temveč rutinskim kognitivnim nalogam.

Četrtrič, če opazujemo zgolj panoge, ki niso predelovalne dejavnosti, so *IKT kapital* in njegovi komponenti, *računalniška strojna oprema* in *telekomunikacijska oprema* komplement delu v več dejavnostih kot druge kategorije kapitala ter v več dejavnostih, kot v katerih so substitut delu. Oboje je še posebej izraženo v primeru skupne kategorije IKT kapitala. Panoge, v katerih omenjene tri vrste kapitala predstavljajo komplement delu, so raznolike. V literaturi najdemo vsaj dve možni razlagi teh rezultatov. Autor in drugi (2003) ugotavljajo, da računalniški kapital – Michaels in drugi (2014), pa to teorijo potrđijo za IKT tehnologijo – predstavlja komplement delu pri opravljanju nerutinskih kognitivnih nalog, pri opravljanju katerih imajo višje izobraženi delavci primerjalno prednost. Potrđujoč teorijo Autorja in drugih (2003), Spitz-Oener (2006) rabo računalniške tehnologije poveže s premikom k nerutinskim kognitivnim nalogam, Michaels in drugi (2014) pa IKT tehnologijo povežejo s premikom od manj k bolj izobraženim delavcem. Vsekakor se na prvi pogled zdi, da nekatere panoge, v katerih IKT kapital (npr. finančne in zavarovalniške dejavnosti, poslovanje z nepremičninami, raznovrstne poslovne dejavnosti, dejavnosti javne uprave, obrambe in obvezne socialne varnosti), računalniška strojna oprema (npr. računalniško programiranje, svetovanje in druge s tem povezane dejavnosti ter druge informacijske dejavnosti, zdravstvo in socialno varstvo) in telekomunikacijska oprema (npr. finančne, zavarovalniške, strokovne, znanstvene in tehnične dejavnosti ter socialno varstvo) predstavljajo komplement delu, spadajo med panoge, v katerih bi pričakovali višji delež visokoizobraženih delavcev. Ali se panoge, kjer obravnavane tehnologije predstavljajo komplement delu in kjer substitut delu, res razlikujejo glede na delež zaposlenih z visoko izobrazbo (uporabljeni so bili podatki iz EU KLEMS podatkovne zbirke), smo preverili z uporabo dvostranskega t-testa za neodvisne vzorce, po enakem postopku kot v drugem delu naše empirične analize, le da smo izključili predelovalne dejavnosti (NACE Rev. 2 designacije C, C10–C12, ..., C31–C33); tabela 14 prikazuje rezultate. Očitno je, da imajo panoge, kjer IKT kapital in telekomunikacijska oprema predstavljata komplement delu,

veliko višji delež visokoizobraženih delavcev kot panoge, kjer predstavljata substitut delu. Ti rezultati so skladni z obravnavano literaturo.

*Tabela 14: Povprečen delež visokoizobraženih delavcev (%) v panogah, kjer posamezne oblike kapitala predstavljajo komplement in kjer substitut delu*

Model	Vrsta kapitala	Povprečen delež visokoizobraženih delavcev (%) in standardni odklon		p-vrednost (t-test)
		Komplement	Substitut	
Model 1	IKT kapital	36,0 (18,8)	22,0 (6,1)	0,00
Model 2	računalniška strojna oprema	43,7 (11,9)	46,6 (26,7)	0,14
	telekomunikacijska oprema	49,5 (19,4)	15,6 (6,7)	0,00

*Vir: lastno delo na podlagi lastnih rezultatov in Bontadini in drugi (2023).*

Poleg tega, Autor in drugi (2003) predvidevajo, da računalniški kapital ne predstavlja ne komplementa in ne substituta delu v nerutinskih manualnih nalogah. Autor in Dorn (2014) pa ugotavljata, da raba računalnikov izpodriva nizko izobražene delavce iz visoko rutinskih poklicev v storitvene poklice, ki jih je težko avtomatizirati, saj se zanašajo na »ročne spretnosti, fleksibilno medosebno komunikacijo in neposredno fizično bližino« (Autor in Dorn, 2013, str. 1590). Ponovno, na prvi pogled se zdi, da so predvsem v primeru IKT kapitala (npr. rudarstvo, trgovina, vzdrževanje in popravila motornih vozil, gostinstvo), delno pa tudi v primeru računalniške strojne opreme (npr. posredništvo, ter trgovina na debelo in na drobno, razen z motornimi vozili) in telekomunikacijske opreme (npr. trgovina, vzdrževanje in popravila motornih vozil, kulturne, razvedrilne in rekreacijske dejavnosti), nekatere panoge kjer predstavljajo komplement delu intenzivne ravno v nerutinskih manualnih nalogah in nalogah, ki terjajo osebno komunikacijo in fizično prisotnost, kar je skladno z literaturo.

Petič, komponenti neotipljivega kapitala, *raziskave in razvoj*, ter *računalniška programska oprema in podatkovne zbirke*, predstavljata substitut delu v več panogah kakor preostale vrste kapitala, ter v izrazito več panogah kakor v katerih predstavljajo komplement delu. Raziskave in razvoj, ter računalniška programska oprema in podatkovne zbirke, predstavljajo substitut delu v raznolikih panogah. Raziskave in razvoj predstavljajo substitut delu predvsem v panogah, ki ne sodijo med predelovalne dejavnosti (v razmerju 9:2). Panoge v katerih raziskave in razvoj predstavljajo substitut delu so zelo raznolike, od kmetijstva, lova, gozdarstva, ribištva in rudarstva, do strokovnih, znanstvenih, tehničnih in raznolikih poslovnih dejavnosti, ter zdravstva in socialnega varstva.

Michaels in drugi (2014, str. 73) v enem od svojih ekonometričnih modelov (ki mu je naša metodologija podobna) ugotavljajo, da so spremembe investicij v raziskave in razvoj

pozitivno povezane z deležem plačne mase visokoizobraženih delavcev in negativno povezane z deležem plačne mase srednje izobraženih delavcev. Njihove ugotovitve torej nakazujejo, da investicije v raziskave in razvoj predstavljajo substitut srednje izobraženim delavcem in komplement visokoizobraženim delavcem. V nasprotju z rezultati Michaela in drugih (2014), je naša analiza, katere rezultati so prikazani v tabeli 15, pokazala, da imajo panoge, kjer raziskave in razvoj predstavljajo komplement delu v povprečju izrazito nižji delež visokoizobraženih zaposlenih, kar ni smiselno, če predstavljajo komplement visokoizobraženim delavcem. Da naši rezultati ne sovpadajo z obstoječo literaturo nadalje nakazuje literatura o vplivu inovativnosti na raven zaposlovanja. Calvino in Virgillito (2017) podajata informativen pregled literature na tem področju v zadnjih dveh desetletjih in ugotavljata, da je povezava med inovativnostjo, ki je v raziskavah najpogosteje instrumentalizirana ravno kot intenzivnost raziskav in razvoja, in ravnijo zaposlovanja sicer pretežno pozitivna a ne enoznačna. Raziskave na ravni podjetij namreč kažejo na pozitivno povezavo med inovacijami izdelkov in zaposlovanjem, medtem ko je povezava med inovacijami procesa in zaposlovanjem manj jasna, saj imajo inovacije procesa neposreden negativen vpliv, ter posreden (navadno večji) pozitiven vpliv na zaposlovanje. Tudi raziskave na ravni panog kažejo na pozitivno povezavo med inovativnostjo in zaposlovanjem, ki pa je pomembo podvržena vplivom značilnosti posamezne panoge (Calvino in Virgillito, 2017). Dejstvo torej je, da naši rezultati, ki kažejo, da so raziskave in razvoj substitut delu v večini panog niso v skladu s prevladujočo literaturo. Vsekakor pa tak rezultat ni nemogoč, saj je, kot povzemata Calvino in Virgillito (2017), odnos med raziskavami in razvojem ter ravnijo zaposlovanja podvržen karakteristikam panog, torej bi naši rezultati lahko bili posledica lastnosti panog v našem omejenem vzorcu.

*Tabela 15: Povprečen delež visokoizobraženih delavcev (%) v panogah, kjer posamezne oblike kapitala predstavljajo komplement in kjer substitut delu*

Model	Vrsta kapitala	Povprečen delež visokoizobraženih delavcev (%) in standardni odklon		p-vrednost (t-test)
		Komplement	Substitut	
Model 1	neotipljiv kapital	47,2 (17,3)	35,3 (23,4)	0,00
Model 2	raziskave in razvoj	24,7 (8,0)	42,3 (21,7)	0,00
	računalniška programska oprema in podatkovne zbirke	52,8 (22,4)	35,4 (19,7)	0,00

*Vir: lastno delo na podlagi lastnih rezultatov in Bontadini in drugi (2023).*

Za računalniško programsko opremo in podatkovne zbirke sklepamo, da sodijo med UI. Kot že obravnavano, študiji Chui in drugi (2023) ter Felten in drugi (2019) nakazujeta, da UI predstavlja komplement delu v poklicih visokoizobraženih in visoko plačanih poklicev.

Gospodarske panoge, kjer računalniška programska oprema in podatkovne zbirke po naših rezultatih predstavljajo substitut oz. komplement delu, se zdijo na prvi pogled zelo raznolike. Glede na omenjeni študiji nas zanima, ali je vzorec moč pojasniti z deležem visokoizobraženih delavcev znotraj panog. Tabela 15 prikazuje rezultate analize in potrjuje, da imajo panoge, v katerih programska oprema in podatkovne zbirke predstavljajo komplement delu, izrazito višji delež visokoizobraženih delavcev.

Opozarjamo, da kljub temu da so opaženi trendi pretežno v skladu s preučeno literaturo, so posledica induktivnega sklepanja na majhnem vzorcu in videz naključnosti rezultatov ostaja. Slednje dodatno podkrepi dejstvo, da posamezne oblike tehnološkega kapitala pogosto predstavljajo komplement oz. substitut delu v zelo različnih, v mnogih aspektih celo nasprotujočih si, panogah. Na primer, telekomunikacijska oprema je hkrati substitut delu v panogah A (Kmetijstvo in lov, gozdarstvo, ribištvo) in Q86 (Zdravstvo), računalniška programska oprema in podatkovne zbirke pa so hkrati komplement delu v panogah P (Izobraževanje) in v C (Predelovalne dejavnosti).

V drugem delu lastne ekonometrične analize smo odgovarjali na raziskovalna vprašanja R.4, R.5 in R.6. V nadaljevanju bodo obravnavani rezultati te analize v obliki odgovorov na omenjena raziskovalna vprašanja.

#### **R.4 Kakšen je odnos med tem, ali je tehnologija komplement ali substitut človeškemu delu, in starostjo delovne sile?**

Na podlagi ekonometrične analize ugotavljamo, da v primeru sedmih od devetih obravnavanih vrst tehnološkega kapitala med skupinama panog, kjer kapital predstavlja komplement delu in kjer substitut delu, obstajajo statistično značilne razlike med povprečnim deležem zaposlenih, starih 15–49 let. Poročilo Evropske komisije (2021) napoveduje, da se bo staranje prebivalstva v EU v prihodnosti nadaljevalo in da bo to vodilo do krčenja mlajših skupin prebivalstva ter posledično krčenja deleža mlajših oseb med aktivnim prebivalstvom (Evropska komisija, 2021, str. 204, 228). To predstavlja izziv, saj se mlajši in starejši delavci razlikujejo, npr. v svoji produktivnosti (Feyrer, 2007; Aiyar in Ebeke, 2016) in svojih sposobnostih oz. veščinah (Cai in Stoyanov, 2016a), kar pomeni, da mlajših delavcev ne moremo enostavno nadomestiti s starejšimi, kadar se spremeni starostna sestava aktivnega prebivalstva, s tem pa relativna zaloga enih ali drugih delavcev.

V primerih *IKT kapitala, ne-IKT kapitala, telekomunikacijske opreme, ostale mehanizacije in opreme, orožja* ter *raziskav in razvoja* je povprečen delež zaposlenih, starih 15–49 let, višji v skupini panog, kjer omenjene vrste kapitala predstavljajo komplement delu. To pomeni, da bo za te panoge staranje prebivalstva predstavljalo večji izziv, saj se že v izhodišču bolj opirajo na mlajše delavce, hkrati pa relativnega pomanjkanja mlajšega aktivnega prebivalstva ne bodo mogle nasloviti z obsežnejšo uporabo naštetih oblik tehnološkega kapitala, saj te ne predstavljajo substituta za delo v panogi. Možna interpretacija teh rezultatov je, da je povprečen delež zaposlenih, starih 15–49 let, nižji v

panogah, kjer našete vrste kapitala predstavljajo substitut delu ravno zato, ker je v teh panogah že potekala substitucija dela s kapitalom kot odgovor na staranje prebivalstva preteklih let. Takšna interpretacija bi se skladala z raziskavami (Abeliansky in Prettner, 2020; Acemoglu in Restrepo, 2022), ki ugotavljajo, da staranje prebivalstva spodbuja avtomatizacijo dela, in nadalje okrepi naše predvidevanje, da bodo gospodarske panoge posledice staranja prebivalstva blažile z avtomatizacijo dela tudi v prihodnje.

Po drugi strani pa je v primeru *transportne opreme* ter *računalniške programske opreme in podatkovnih zbirk* povprečen delež zaposlenih, starih 15–49 let, višji v skupini panog, kjer omenjeni vrsti kapitala predstavljata substitut delu. To pomeni, da bo staranje prebivalstva za ti dve skupini panog sicer predstavljalo izziv, saj se v izhodišču bolj opirata na mlajše delavce, vendar pa bosta relativno pomanjkanje mlajšega aktivnega prebivalstva lahko ublažili z obsežnejšim uvajanjem transportne opreme ter računalniške programske opreme in podatkovnih zbirk, saj ti tehnologiji predstavljata substitut delu v panogah.

Opažamo, da pri tem, koliko se posamezne panoge zanašajo na mlajše delavce, obstajajo določeni geografski vzorci, ki pa se od panoge do panoge razlikujejo. Posledično sklepamo, da delež zaposlenih, starih 15–49 let, vsaj delno odraža potrebe panoge in ne zgolj demografskih značilnosti držav, sicer bi države z najvišjim deležem prebivalstva, starega 15–49 let, imele najvišji delež zaposlenih, starih 15–49 let, v vseh panogah. Naši rezultati pa pokažejo, da je delež mlajših zaposlenih, npr. v panogi J (Informacijske in komunikacijske dejavnosti), najvišji v državah vzhodne, južne in deloma centralne Evrope, nasprotno pa je v panogi I (Gostinstvo) delež najvišji v državah severne in zahodne Evrope. Če so potrebe panog tiste, ki določajo velikost deleža mlajših zaposlenih, to nadalje utrjuje naše predvidevanje, da bo staranje prebivalstva z relativnim pomanjkanjem mlajšega aktivnega prebivalstva predstavljalo izziv za gospodarske panoge.

Panoge, za katere bo relativno pomanjkanje mlajšega aktivnega prebivalstva predstavljalo največji izziv, saj se nanj najbolj zanašajo, so panoge J (Informacijske in komunikacijske dejavnosti), I (Gostinstvo), K (Finančne in zavarovalniške dejavnosti), G (Trgovina; vzdrževanje in popravila motornih vozil) in M (Strokovne, znanstvene in tehnične dejavnosti). Pri tem najbolj izstopa panoga J, ki ne le da ima najvišji izhodiščen delež zaposlenih, starih 15–49 let, temveč substitut delu v tej panogi predstavlja zgolj ena vrsta tehnološkega kapitala. V primerjavi imajo panoge I, K in M kljub visokemu deležu zaposlenih, starih 15–49 let, po tri oz. dve vrsti kapitala, ki predstavljajo substitut delu.

Za panoge A (Kmetijstvo in lov, gozdarstvo, ribištvo), L (Poslovanje z nepremičninami), E (Oskrba z vodo; ravnanje z odplakami in odpadki; saniranje okolja), P (Izobraževanje) in Q (Zdravstvo in socialno varstvo) bo relativno pomanjkanje mlajšega aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva predstavljalo manjši izziv, saj se že v izhodišču najmanj opirajo nanj, hkrati pa za vsako panogo obstajajo vrste kapitala, ki predstavljajo substitut delu.

Države, za katere bo relativno pomanjkanje mlajšega aktivnega prebivalstva predstavljalo največji izziv, saj se med vsemi državami najbolj zanašajo nanj, so Malta, Poljska in Romunija. Gre za države, ki bodo v prihajajočih desetletjih doživele nekatere od največjih upadov mlajših starostnih skupin v prebivalstvu. Uporabili smo Eurostatove (2023č, 2024b) podatke o številu prebivalcev glede na starost za leto 2020 in napovedi za leto 2045 in ugotovili, da se bo po napovedih delež prebivalstva, starega 15–49 let, na Malti znižal za 6,9 %, na Poljskem za 9,3 % in v Romuniji za 7,1 % celotnega prebivalstva. To pomeni, da se bodo gospodarstva Malte, Poljske in Romunije, ki se danes intenzivneje zanašajo na mlajše delavce, morala prilagoditi na občutno demografsko spremembo.

## **R.5 Kakšen je odnos med tem, ali je tehnologija komplement ali substitut človeškemu delu, in delovno intenzivnostjo produkcije?**

Raziskovalno vprašanje R.4 je obravnavalo problematiko relativnega pomanjkanja mlajšega aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva s stališča potreb različnih panog po mlajših delavcih. Raziskovalno vprašanje R.5 pa obravnava drugo problematiko, ki jo predstavlja staranje prebivalstva, to je krčenje aktivnega prebivalstva na skupni ravni, brez ločevanja po starosti delavcev, s stališča potreb različnih panog po delu. Po napovedih Evropske komisije (2021, str. 35) naj bi se število aktivnega prebivalstva na ravni EU do leta 2070 zmanjšalo za približno 16 % v primerjavi z letom 2019, kar predstavlja 32,1 milijonov ljudi. Upad naj bi bil še posebej poudarjen v obdobju do leta 2045 (Evropska komisija, 2021, str. 35). Krčenje aktivnega prebivalstva negativno vpliva na gospodarsko rast, saj delo predstavlja enega od ključnih proizvodnih faktorjev (Daniele in drugi, 2019; Evropska komisija, 2021). Ekonometrična analiza je pokazala, da v primeru sedmih od devetih vrst tehnološkega kapitala obstajajo statistično značilne razlike v povprečni delovni intenzivnosti (vrednost proizvoda v mio €, ki ga proizvede povprečen delavec) panog, v katerih kapital predstavlja komplement delu, in panog, v katerih predstavlja substitut delu.

V primeru *IKT kapitala, ne-IKT kapitala, neotipljivega kapitala, računalniške strojne opreme in telekomunikacijske opreme* je delovna intenzivnost v povprečju nižja v panogah, kjer kapital predstavlja komplement delu. Sklepamo, da bo za te panoge staranje prebivalstva predstavljalo večji izziv, saj povprečen delavec proizvede večjo vrednost proizvoda, zato bi izpad manjšega deleža inputa dela zaradi krčenja aktivnega prebivalstva lahko vodil do večje izgube vrednosti proizvoda oz. outputa. Hkrati dela ne morejo nadomestiti z obsežnejšo uporabo naštetih oblik tehnološkega kapitala, saj te ne predstavljajo substituta za delo. To seveda ne pomeni, da v teh panogah druge oblike tehnološkega kapitala ne predstavljajo substituta delu.

V primeru *transportne opreme ter ostale mehanizacije in opreme, orožja* pa je delovna intenzivnost v povprečju nižja v panogah, kjer kapital predstavlja substitut delu. To pomeni, da bo za te panoge staranje prebivalstva sicer predstavljalo izziv, saj povprečen delavec proizvede večjo vrednost proizvoda, vendar bodo krčenje aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva lahko blažile z obsežnejšim uvajanjem omenjenih vrst kapitala, saj ti

predstavljata substitut delu v panogah. Analogno kot v odgovoru na raziskovalno vprašanje R.4 obstaja možnost, da je v primeru naštetih oblik kapitala delovna intenzivnost v povprečju nižja v panogah, kjer predstavljajo substitut delu, zato ker so te panoge v odgovor na preteklo staranje prebivalstva že naredile premik od dela h kapitalu.

Panoge, kjer povprečen delavec proizvede največjo vrednost proizvoda in bo krčenje aktivnega prebivalstva zato zanje predstavljalo največji izziv, so panoge C19 (Proizvodnja koksa in naftnih derivatov), L (Poslovanje z nepremičninami), D (Oskrba z električno energijo, plinom in paro), C20 (Proizvodnja kemikalij, kemičnih izdelkov) in J61 (Telekomunikacijske dejavnosti). Med njimi izstopata panogi D, v kateri nobena vrsta tehnološkega kapitala ne predstavlja substituta delu, in panoga L, v kateri substitut delu predstavlja zgolj ena vrsta kapitala. V nasprotju imajo panoge C19, C20 in J61 po dva oz. tri substitute za delo, kar pomeni, da bodo lahko uspešneje naslavljalje krčenje aktivnega prebivalstva z avtomatizacijo dela. V vseh petih omenjenih panogah je geografska porazdelitev delovne intenzivnosti podobna in nakazuje, da bi lahko krčenje aktivnega prebivalstva v omenjenih panogah predstavljalo največji izziv v državah severne in zahodne Evrope ter Nemčije in Avstrije, kjer je delovna intenzivnost v teh panogah najnižja oz. povprečen delavec proizvede največjo vrednost proizvoda.

Panoge, ki imajo najvišjo delovno intenzivnost proizvodnje oz. kjer povprečen delavec proizvede najnižjo vrednost proizvoda, so Q87–Q88 (Socialno varstvo z nastanitvijo in socialno varstvo brez nastanitve), Q (Zdravstvo in socialno varstvo), P (Izobraževanje), G47 (Trgovina na drobno, razen z motornimi vozili) in I (Gostinstvo), zato bo krčenje aktivnega prebivalstva zanje predstavljalo manjši izziv pri ohranjanju skupne vrednosti proizvoda. Dodatno prednost jim daje, da ima vsaka od teh panog tudi vsaj eno vrsto kapitala, ki predstavlja substitut delu v panogi.

Države, ki imajo največje število nizko delovno intenzivnih panog, so Nizozemska, Danska, Luksemburg, Belgija in Francija. Posledično bi krčenje aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva v teh državah lahko predstavljalo velik izziv. Vendar pa to možnost omejuje dejstvo, da gre za države, ki naj bi po podatkih Evropske komisije (2021, str. 34) med leti 2019 in 2070 doživele manjši upad aktivnega prebivalstva od EU povprečja.

## **R.6 Kakšen je odnos med tem, ali je tehnologija komplement ali substitut človeškemu delu, in viri rasti dodane vrednosti?**

V poglavju 2.4.2 smo pokazali, da je staranje prebivalstva negativno povezano z gospodarsko rastjo (Daniele in drugi, 2019; Evropska komisija, 2021; Maestas in drugi, 2023). V poglavju 4.3 pa, da lahko staranje prebivalstva spodbudi avtomatizacijo dela, ki je pozitivno povezana z gospodarsko rastjo in lahko tako popolnoma izniči negativen učinek staranja prebivalstva na gospodarsko rast (Acemoglu in Restrepo, 2017; Daniele in drugi, 2019). Ker je gospodarska rast odvisna od rasti dodane vrednosti v gospodarstvu, raziskovalno vprašanje R.6 obravnava spreminjanje kombinacije proizvodnih faktorjev

zaradi staranja prebivalstva in spremljajoče avtomatizacije dela ter vpliv, ki bi ga to lahko imelo na rast dodane vrednosti znotraj panog. Po EU KLEMS podatkih delo v 27 obravnavanih panogah povzroča negativno rast dodane vrednosti in pozitivno rast v preostalih 13. V primeru štirih od devetih vrst tehnološkega kapitala, ki smo jih obravnavali, obstaja statistično značilna razlika med doprinosom dela k rasti dodane vrednosti med panogami, kjer kapital predstavlja komplement, in panogami, kjer predstavlja substitut delu.

Panoge, kjer *ne-IKT kapital* ter *raziskave in razvoj* predstavlja komplement delu, imajo višji (natančneje, manj negativen) povprečen doprinos dela k rasti dodane vrednosti. Predvidevamo, da se bodo te panoge v povprečju težje soočile s pomanjkanjem aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva, saj je v teh panogah delo odgovorno za višjo rast dodane vrednosti, hkrati pa dela ne morejo nadomeščati z omenjenima vrstama kapitala. Slednje tudi pomeni, da enega vira rasti dodane vrednosti ne morejo nadomestiti z drugim virom.

Po drugi strani pa ima delo višji (natančneje, manj negativen) povprečen doprinos k rasti dodane vrednosti v panogah, kjer *ostala mehanizacija in oprema*, *orožje* ter *računalniška programska oprema in podatkovne zbirke* predstavlja substitut delu, kot v panogah, kjer predstavlja komplement delu. Kot v zgornjem primeru predvidevamo, da bi pomanjkanje aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva za te panoge predstavljalo večji izziv, ker je delo odgovorno za višjo rast dodane vrednosti. Razlika je v tem, da te panoge delo lahko nadomestijo z ostalo mehanizacijo in opremo, orožjem ter računalniško programsko opremo in podatkovnimi zbirkami.

Substitucija dela s tehnološkim kapitalom sama po sebi še ne pomeni, da bo panoga uspela obdržati primerljivo raven rasti dodane vrednosti. Proizvodni faktorji namreč različno pripomorejo k rasti dodane vrednosti, kar pomeni, da lahko spremembe v kombinaciji proizvodnih faktorjev vodijo do sprememb v rasti dodane vrednosti. V panogah, kjer IKT kapital predstavlja substitut delu, delo v povprečju povzroča  $-0,71\%$  rast dodane vrednosti, IKT kapital, s katerim lahko te panoge nadomestijo delo, pa  $+0,048\%$  rast dodane vrednosti. V panogah, kjer ne-IKT kapital predstavlja substitut delu, delo v povprečju povzroča  $-1,54\%$  rast dodane vrednosti, ne-IKT kapital, s katerim lahko te panoge nadomestijo delo, pa  $+0,56\%$  rast dodane vrednosti. V panogah, kjer neotipljiv kapital predstavlja substitut delu, delo v povprečju povzroča  $-0,65\%$  rast dodane vrednosti, neotipljiv kapital, s katerim lahko nadomestijo delo, pa  $+0,25\%$  rast dodane vrednosti. To pomeni, da v kolikor pomanjkanje aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva v teh panogah spodbudi nadomeščanje dela z obravnavanimi vrstami kapitala, bi to lahko celo dodatno spodbudilo rast dodane vrednosti. EU KLEMS podatkovna zbirka ne vsebuje podatkov o doprinosu posameznih vrst kapitala k rasti dodane vrednosti, zato podobne analize na tej ravni ne moremo izvesti.

Panoge, v katerih delo največ prispeva k rasti dodane vrednosti, so J62–J63 (Računalniško programiranje, svetovanje in druge s tem povezane dejavnosti ter druge informacijske dejavnosti), J (Informacijske in komunikacijske dejavnosti), Q87–Q88 (Socialno varstvo z

nastanitvijo in socialno varstvo brez nastanitve), C21 (Proizvodnja farmacevtskih surovin in preparatov) in Q (Zdravstvo in socialno varstvo). V vseh omenjenih panogah delo povzroča pozitivno rast dodane vrednosti. Predvidevamo, da bo krčenje aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva predstavljalo pomemben izziv za te panoge in za vzdrževanje rasti dodane vrednosti. Izstopata panogi J in Q, saj zgolj po ena oblika kapitala predstavlja substitut za delo v teh dveh panogah.

Panoge, v katerih delo najbolj negativno prispeva k rasti dodane vrednosti, so I (Gostinstvo), C13–C15 (Proizvodnja tekstilij, oblačil, usnja, usnjenih in sorodnih izdelkov), R (Kulturne, razvedrilne in rekreacijske dejavnosti), A (Kmetijstvo in lov, gozdarstvo, ribištvo) in C16–C18 (Obdelava in predelava lesa, izdelkov iz lesa, plute, slame in protja, razen pohištva; papirja in izdelkov iz papirja; tiskarstvo in razmnoževanje posnetih nosilcev zapisa). Te panoge bi v primeru substitucije dela s kapitalom lahko morda celo spodbudile rast dodane vrednosti, saj lahko, kot smo že omenili, kapital več prispeva k rasti dodane vrednosti kot delo.

Državi, ki se najbolj opirata na doprinos dela k rasti dodane vrednosti, sta Malta in Ciper. Zato predvidevamo, da bo ohranjanje rasti dodane vrednosti v kontekstu krčenja aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva predstavljalo največji izziv za ti državi. Vendar pa je to manj verjetno, saj gre za državi, ki naj bi po podatkih Evropske komisije (2021, str. 213) med leti 2019 in 2070 v nasprotju z večino EU držav doživeli rast števila aktivnega prebivalstva.

### **6.3 Omejitve raziskave in izzivi za prihodnje raziskave**

Kljub temu da je bila naša ekonometrična analiza premišljeno zastavljena, so se tekom raziskave razkrile določene pomanjkljivosti. Prvič, pri obdelavi in interpretaciji rezultatov analize je postalo jasno, da smo si že v izhodišču zastavili preobsežno raziskavo. Že v prvem koraku naše analize, ko smo določali odnos komplement oz. substitut med tehnologijo in delom, je analiza potekala na prerezu 9 kategorij tehnološkega kapitala in 40 panog, kar pomeni, da nas je zanimalo 360 izidov. Po opravljenih regresijah se je vzorec, ker smo upoštevali zgolj statistično značilne rezultate, sicer znižal na 149 opazovanj. V drugem koraku empirične analize smo nato izvedli 30 dvostranskih t-testov z namenom preučevanja razlik med panogami, v katerih posamezna vrsta kapitala predstavlja substitut delu, in panogami, v katerih predstavlja komplement delu. Te rezultate smo nato za vsako vrsto tehnološkega kapitala obravnavali na ravni panog, za katere so obstajali statistično značilni rezultati prvega koraka analize, in na ravni parov panoga-država. Posledično so bili rezultati močno razdrobljeni, težko obvladljivi, med seboj prekrivajoči in celo nasprotujoči si. V rezultatih tudi ni bilo moč prepoznati vzorcev, ki bi jih bilo mogoče predstaviti kot jasne zaključke analize, temveč rezultati naše analize služijo bolj kot svoje vrste priročnik, ki, v kolikor nas zanima posamezna panoga ali vrsta tehnologije, vsebuje podatke o odnosu med delom in tehnologijo, ter posameznih značilnostih panog, povezanih s staranjem

prebivalstva. Retrospektivno ugotavljamo, da bi bilo bolje, če bi našo raziskavo omejili na šest posameznih vrst tehnologije (Model 2) ali treh združenih kategorij kapitala (Model 1), ter se tako izognili vsaj prekrivanju med rezultati. Dodatno bi bilo bolje, če bi analizo opravili zgolj na ravni panog in opustili analizo na ravni parov panoga-država.

Drugič, porajajo se dvomi o veljavnosti rezultatov iz drugega koraka empirične analize, saj nimamo popolnih vzorcev gospodarskih panog. To pomeni, da za nobeno od vrst tehnološkega kapitala nimamo podatkov, ali predstavlja komplement ali substitut delu v vseh gospodarskih panogah. Najprej smo bili že na podlagi EU KLEMS podatkov zaradi premajhnega števila opazovanj prisiljeni izključiti nekatere panoge, poleg tega pa smo se odločili upoštevati zgolj statistično značilne koeficiente regresijskih analiz. Slednje predstavlja večji problem, saj poraja vprašanje, kako interpretirati statistično neznačilnost koeficientov regresijskih analiz. Sta v panogah, kjer so koeficienti regresijskih analiz statistično neznačilni, tehnologija in delo nepovezana? Sta v odnosu, ki ga ni moč enoznačno opredeliti kot komplementarnost ali substitucija? Gre za napako v metodološkem pristopu? Če gre za napako v metodološkem pristopu, to ogroža veljavnost drugega koraka naše empirične analize, saj pomeni, da vzorci panog, ki jih primerjamo s t-testi, ne vključujejo vseh panog, v katerih obstaja odnos komplement oz. substitut med posameznim tehnološkim kapitalom in delom, temveč zgolj panoge, v katerih je metodologija ta odnos uspela ujeti. Za takšne vzorce pa ne moremo vedeti, ali so reprezentativni.

Tretjič, kot pogosto v ekonomskih raziskavah, se pojavlja vprašanje endogenosti, ki se nanaša na vzročnost. Recimo, imajo panoge, kjer določena vrsta tehnološkega kapitala predstavlja substitut delu, v povprečju nižjo raven delovne intenzivnosti zato, ker so delo že substituirale s tehnologijo? Ali imajo panoge, kjer določena vrsta tehnološkega kapitala predstavlja substitut delu, v povprečju višjo raven delovne intenzivnosti, ker je visoka delovna intenzivnost proizvodnje spodbudila k investiranju v razvoj tehnologij, ki bi predstavljale substitut delu? Metodologija naše empirične raziskave ni bila zastavljena tako, da bi preučevala vzročnost med na eni strani odnosom komplement oz. substitut med tehnologijo in delom ter na drugi strani deležem mlajših zaposlenih, delovno intenzivnostjo ali pomembnostjo virov rasti dodane vrednosti. Raziskava v sklopu tega magistrskega dela je bila usmerjena v prihodnost, saj nas je zanimalo, katere panoge staranje prebivalstva ogroža manj oz. bolj, kar pomeni, da smer vzročnosti med raziskovanimi značilnostmi gospodarskih panog ni bila ključnega pomena. Te značilnosti smo obravnavali kot izhodiščne pogoje, ki nam bodo povedali nekaj o nadaljnjem razvoju panog v sklopu starajočih se družb. Vsekakor pa je vprašanje vzročnosti upravičeno. Menimo, da vzročnost najverjetneje poteka v obe smeri. Prvič, menimo, da odnos komplement oz. substitut med tehnologijo in delom vpliva na delež mlajših zaposlenih, delovno intenzivnost in pomembnost virov rasti dodane vrednosti v panogi, saj onemogoča ali omogoča premik od dela k tehnologiji. Pravzaprav je to osnovna predpostavka naše empirične analize. Namreč, da bodo panoge, kjer določena vrsta tehnologije predstavlja substitut delu, zmanjšale delež mlajših zaposlenih, delovno intenzivnost in zanašanje na delo za rast dodane vrednosti, ko

bodo slednje v okvirju pomanjkanja aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva postale problematične. Drugič, pa je vsekakor verjetno, da panoge, z visokim deležem mlajših zaposlenih, nizko intenzivnostjo dela in velikim pomenom dela za rast dodane vrednosti investirajo v razvoj tehnologij, ki bi lahko predstavljale substitut delu v panogi, še posebej v okvirju pomanjkanja aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva. Vendar pa menimo, da je učinek takšnih investicij v veliki meri podvržen tehnološkimi zmogljivostim ter s tem povezanim vprašanjem, koliko lahko neka panoga vpliva na hitrost in smer širšega tehnološkega razvoja.

## 7 SKLEP

Prebivalstva držav EU se starajo, kar s seboj prinaša številne posledice za njihova gospodarstva. Literatura, ki obravnava ekonomske posledice staranja prebivalstva, je obsežna in identificira številne izzive, vendar ni deterministična. Nasprotno, raziskovalci menijo, da obstaja prostor za ukrepanje, in pozivajo odločevalce, da ga izkoristijo. Menijo, da je negativen vpliv staranja prebivalstva na gospodarsko rast moč omejiti, npr. s spodbujanjem stopnje aktivnosti žensk in starejših, višjimi investicijami v človeški kapital, zvišanjem starostnih pogojev za upokojitev, investicijami v zdravje starejših, spodbujanjem migracij, spodbujanjem rasti pričakovane življenjske dobe, spodbujanjem rasti TFP-ja itd. (Bloom in drugi, 2010; Evropska komisija, 2021). Negativen vpliv staranja prebivalstva na vzdržnost javnih financ pa z omejevanjem javnih izdatkov ali višanjem davkov (Crowe in drugi, 2022). A pomembno je, da države ukrepajo čim prej, saj se s stopnjevanjem staranja prebivalstva oži razpoložljiv prostor za makroekonomske in fiskalne politike (Bodnár in Nerlich, 2022).

V pričujočem magistrskem delu smo poskušali nasloviti eno od ključnih posledic staranja prebivalstva za gospodarstvo – krčenje aktivnega prebivalstva, ki negativno vpliva na ekonomske izide, kot sta gospodarska rast in rast produktivnosti dela. Obstoječe raziskave so pokazale, da je negativne učinke krčenja aktivnega prebivalstva na gospodarsko rast moč blažiti ali v celoti nevtralizirati z avtomatizacijo dela, zato smo se vprašali: **»Bo avtomatizacija dela v prihodnosti ublažila negativen vpliv pomanjkanja mlajših starostnih skupin delavcev zaradi staranja prebivalstva?«** Tako pregled obstoječe literature kot lastna empirična analiza sta pokazali, da odnos med delom in tehnologijo ni enoznačen, temveč se razlikuje med panogami in vrstami tehnologije. V sklopu naše analize smo podrobno opredelili, v katerih gospodarskih panogah posamezne vrste tehnološkega kapitala predstavljajo substitut in v katerih komplement delu. Ugotovili smo, da za večino gospodarskih panog avtomatizacija dela predstavlja kredibilno strategijo za spopadanje s krčenjem aktivnega prebivalstva oz. relativnim pomanjkanjem mlajših delavcev, saj za 37 od 40 panog v vzorcu vsaj ena obravnavana vrsta tehnologije predstavlja substitut delu. Slabost naše analize je, da na podlagi rezultatov ni mogoče oceniti, ali bo avtomatizacija, za katero smo ugotovili, da je mogoča, tudi dovolj obsežna, da bo nevtralizirala negativen vpliv krčenja aktivnega prebivalstva in relativnega pomanjkanja mlajših delavcev zaradi staranja

prebivalstva. O tem poraja dvome že dejstvo, da je v primeru po petih obravnavnih vrst kapitala povprečen delež zaposlenih, starih 15–49 let, višji in povprečna delovna intenzivnost nižja v panogah, kjer kapital ne predstavlja substituta delu. Obstaja možnost, da so panoge, v katerih več vrst tehnologije predstavlja substitut delu, v preteklih letih že avtomatizirale delo in tako dosegle nižji povprečen delež zaposlenih, starih 15–49 let, in nižjo povprečno delovno intenzivnost. Za to vsekakor obstaja motivacija, saj je v večini (27 od 40) gospodarskih panog med leti 2018 in 2020 delo povzročilo negativno rast dodane vrednosti. Medtem v panogah, kjer IKT kapital, ne-IKT kapital in neotipljiv kapital predstavljajo substitut delu, delo v povprečju povzroča negativno rast dodane vrednosti, omenjene tehnologije pa v povprečju povzročajo pozitivno rast dodane vrednosti. Ohranjanje rasti dodane vrednosti z avtomatizacijo je torej mogoče, vendar ne moremo oceniti, ali je možno do te mere, da bo nevtraliziralo negativne učinke staranja prebivalstva na gospodarsko rast.

Tudi če bo avtomatizacija dela v prihodnosti popolnoma ublažila negativen vpliv krčenja aktivnega prebivalstva zaradi staranja prebivalstva, je potrebno opozoriti, da avtomatizacija dela prinaša svojstvene izzive. Avtomatizacija dela bi lahko dodatno zaostрила že obstoječe ekonomske neenakosti, saj negativno vpliva na zaposlovanje in plače srednje izobraženih in srednje plačanih delavcev ter delavcev v ruralnih območjih, in pozitivno vpliva na zaposlovanje boljše izobraženih in boljše plačanih delavcev ter delavcev v urbanih območjih (Autor in drugi, 2003; Autor in Acemoglu, 2010; Daniele in drugi, 2019). Avtomatizacija povzroča izgubo določenih delovnih mest, hkrati pa nastajanje novih (Acemoglu in Restrepo, 2018b), kar pomeni, da bodo skupine delavcev primorane narediti premik od obstoječih, a izginjajočih, k novonastalim delovnim mestom. Socialni sistemi morajo biti pripravljeni na (četudi kratka) obdobja brezposelnosti za delavce v času tega premika. Hkrati se z ustvarjanjem novih delovnih nalog pojavljajo potrebe po novih znanjih, kar ustvarja pritisk na delavce, da se nenehno usposabljujejo, in na šolske sisteme, da zagotovijo prenos večščin, ki jih potrebujejo delavci za zagotovitev delovnih mest in podjetja za izkoriščanje potenciala tehnološkega razvoja. Namreč, v kolikor želijo odkleniti polni potencial tehnološkega napredka, morajo tudi gospodarske panoge biti pripravljene na spremembe, recimo reorganizacijo poslovnih procesov in delovnih mest, kot je ločevanje nalog, ki jih je moč avtomatizirati, in tistih, ki jih ni, ter preusmerjanje dela od enih k drugim (Brynjolfsson in drugi, 2018). Kot v primeru posledic staranja prebivalstva, obstaja prostor za zagotavljanje ukrepov, ki bodo naslovili omenjene izzive avtomatizacije, s strani odločevalcev in gospodarstvenikov. Glede na to, da sta staranje prebivalstva in avtomatizacija v polnem teku, je čas za ukrepanje sedaj.

## LITERATURA IN VIRI

1. Abeliasky, A. L. in Prettner, K. (2020). *Automation and Demographic Change* (GLO Discussion Paper No. 518). Global Labor Organization. <http://hdl.handle.net/10419/215800>

2. Acemoglu, D. in Autor, D. (2010). *Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings* (NBER Working Paper No. 16082). National Bureau of Economic Research. <http://www.nber.org/papers/w16082>
3. Acemoglu, D. in Restrepo, P. (2017). Secular Stagnation? The Effect of Aging on Economic Growth in the Age of Automation. *American Economic Review*, 107(5), 174–179. <https://doi.org/10.1257/aer.p20171101>
4. Acemoglu, D. in Restrepo, P. (2018a). *Artificial Intelligence, Automation and Work* (MIT Department of Economics Working Paper No. 18-01). <https://doi.org/10.2139/ssrn.3098384>
5. Acemoglu, D. in Restrepo, P. (2018b). The Race between Man and Machine: Implications of Technology for Growth, Factor Shares, and Employment. *American Economic Review*, 108(6), 1488–1542. <https://doi.org/10.1257/aer.20160696>
6. Acemoglu, D. in Restrepo, P. (2019). Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor. *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), 3–30. <https://doi.org/10.1257/jep.33.2.3>
7. Acemoglu, D. in Restrepo, P. (2020). Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets. *Journal of Political Economy*, 128(6), 2188–2244. <https://doi.org/10.1086/705716>
8. Acemoglu, D. in Restrepo, P. (2022). Demographics and Automation. *The Review of Economic Studies*, 89(1), 1–44. <https://doi.org/10.1093/restud/rdab031>
9. Acemoglu, D., Autor, D., Hazell, J. in Restrepo, P. (2022). Artificial Intelligence and Jobs: Evidence from Online Vacancies. *Journal of Labor Economics*, 40(S1), S293–S340. <https://doi.org/10.1086/718327>
10. Aiyar, S. in Ebeke, C. H. (2016). The Impact of Workforce Aging on European Productivity. *IMF Working Papers*, 2016(238). <https://doi.org/10.5089/9781475559729.001>
11. Aksoy, Y., Basso, H. S., Smith, R. P. in Grasl, T. (2019). Demographic Structure and Macroeconomic Trends. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 11(1), 193–222. <https://doi.org/10.1257/mac.20170114>
12. Arntz, M., Gregory, T. in Zierahn, U. (2016). *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis* (OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 189). Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj (OECD). <https://doi.org/10.1787/5j1z9h56dvq7-en>
13. Autor, D. H. (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3–30. <https://doi.org/10.1257/jep.29.3.3>
14. Autor, D. H. in Dorn, D. (2013). The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market. *American Economic Review*, 103(5), 1553–1597. <https://doi.org/10.1257/aer.103.5.1553>
15. Autor, D. H., Katz, L. F. in Kearney, M. S. (2008). Trends in U.S. Wage Inequality: Revising the Revisionists. *The Review of Economics and Statistics*, 90(2), 300–323. <https://doi.org/10.1162/rest.90.2.300>

16. Autor, D. H., Katz, L. F. in Krueger, A. B. (1998). Computing Inequality: Have Computers Changed the Labor Market? *The Quarterly Journal of Economics*, 113(4), 1169–1213. <https://doi.org/10.1162/003355398555874>
17. Autor, D. H., Levy, F. in Murnane, R. J. (2003). The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279–1333. <https://doi.org/10.1162/003355303322552801>
18. Berman, E., Bound, J. in Machin, S. (1998). Implications of Skill-Biased Technological Change: International Evidence. *The Quarterly Journal of Economics*, 113(4), 1245–1279. <https://doi.org/10.1162/003355398555892>
19. Billard, A. in Kragic, D. (2019). Trends and challenges in robot manipulation. *Science*, 364(6446). <https://doi.org/10.1126/science.aat8414>
20. Bloom, D. E., Canning, D. in Fink, G. (2010). Implications of population ageing for economic growth. *Oxford Review of Economic Policy*, 26(4), 583–612. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grq038>
21. Bloom, D. E., Chatterji, S., Kowal, P., Lloyd-Sherlock, P., McKee, M., Rechel, B., Rosenberg, L. in Smith, J. P. (2015). Macroeconomic implications of population ageing and selected policy responses. *The Lancet*, 385(9968), 649–657. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61464-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61464-1)
22. Bloom, N., Jones, C. I., Van Reenen, J. in Webb, M. (2020). Are Ideas Getting Harder to Find? *American Economic Review*, 110(4), 1104–1144. <https://doi.org/10.1257/aer.20180338>
23. Bodnár, K. in Nerlich, C. (2022). *The macroeconomic and fiscal impact of population ageing* (ECB Occasional Paper Series No. 296). Evropska centralna banka. <https://doi.org/10.2866/363535>
24. Bontadini, F., Corrado, C., Haskel, J., Iommi, M. in Jona-Lasinio, C. (2023). *EUKLEMS & INTAN Prod: industry productivity accounts with intangibles*. [https://euklems-intanprod-llee.luiss.it/wp-content/uploads/2023/02/EUKLEMS\\_INTANProd\\_D2.3.1.pdf](https://euklems-intanprod-llee.luiss.it/wp-content/uploads/2023/02/EUKLEMS_INTANProd_D2.3.1.pdf)
25. Börsch-Supan, A. (2003). Labor Market Effects of Population Aging. *Labour*, 17(s1), 5–44. <https://doi.org/10.1111/1467-9914.17.specialissue.2>
26. Bound, J. in Johnson, G. (1992). Changes in the Structure of Wages in the 1980's: An Evaluation of Alternative Explanations. *The American Economic Review*, 82(3), 371–392. <http://www.jstor.org/stable/2117311>
27. Bresnahan, T. F. in Trajtenberg, M. (1995). General purpose technologies 'Engines of growth'? *Journal of Econometrics*, 65(1), 83–108. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01598-t](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01598-t)
28. Breusch, T. S. in Pagan A. R. (1979). A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation. *Econometrica*, 47(5), 1287–1294. <https://doi.org/10.2307/1911963>
29. Brynjolfsson, E. in Mitchell, T. (2017). What can machine learning do? Workforce implications. *Science*, 358(6370), 1530–1534. <https://doi.org/10.1126/science.aap8062>

30. Brynjolfsson, E., Li, D. in Raymond, L. R. (2023). *Generative AI at Work* (NBER Working Paper No. 31161). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w31161>
31. Brynjolfsson, E., Mitchell, T. in Rock, D. (2018). What Can Machines Learn, and What Does It Mean for Occupations and the Economy? *AEA Papers and Proceedings*, 108, 43–47. <https://doi.org/10.1257/pandp.20181019>
32. Brynjolfsson, E., Rock, D. in Syverson, C. (2019). Artificial Intelligence and the Modern Productivity Paradox: A Clash of Expectations and Statistics. V A. Agrawal, J. Gans in A. Goldfarb (ur.), *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda* (str. 23–57). University of Chicago Press. <http://www.nber.org/chapters/c14007>
33. Cai, J. in Stoyanov, A. (2016a). Population aging and comparative advantage. *Journal of International Economics*, 102, 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2016.04.006>
34. Cai, J. in Stoyanov, A. (2016b). Population aging and comparative advantage: Appendix A. Age-dependent skills. *Journal of International Economics*, 102, 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2016.04.006>
35. Caldwell, J. C. (1976). Toward A Restatement of Demographic Transition Theory. *Population and Development Review*, 2(3/4), 321–366. <https://doi.org/10.2307/1971615>
36. Calvino, F., in Virgillito, M. E. (2017). THE INNOVATION-EMPLOYMENT NEXUS: A CRITICAL SURVEY OF THEORY AND EMPIRICS. *Journal of Economic Surveys*, 32(1), 83–117. <https://doi.org/10.1111/joes.12190>
37. Chui, M., Hall, B., Mayhew, H., Singla, A. in Sukharevsky, A. (2022, 6. december). *The state of AI in 2022 — and a half decade in review*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-in-2022-and-a-half-decade-in-review#research>
38. Chui, M., Roberts, R., Yee, L., Hazan, E., Singla, A., Smaje, K., Sukharevsky, A. in Zimmel, R. (2023, 14. junij). *The economic potential of generative AI: The next productivity frontier*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier#introduction>
39. Cleland, J. in Wilson, C. (1987). Demand Theories of the Fertility Transition: An Iconoclastic View. *Population Studies*, 41(1), 5–30. <https://doi.org/10.1080/0032472031000142516>
40. Cobb, C. W. in Douglas, P. H. (1928). A Theory of Production. *The American Economic Review*, 18(1), 139–165. <http://www.jstor.org/stable/1811556>
41. Crafts, N. (2021). Artificial intelligence as a general-purpose technology: an historical perspective. *Oxford Review of Economic Policy*, 37(3), 521–536. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grab012>
42. Cravino, J., Levchenko, A. in Rojas, M. (2022). Population Aging and Structural Transformation. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 14(4), 479–498. <https://doi.org/10.1257/mac.20200371>

43. Croissant, Y. in Millo, G. (2008). Panel Data Econometrics in R: The plm Package. *Journal of Statistical Software*, 27(2), 1–43. <https://doi.org/10.18637/jss.v027.i02>
44. Crowe, D., Haas, J., Millot, V., Rawdanowicz, Ł. in Turban, S. (2022). *Population ageing and government revenue: Expected trends and policy considerations to boost revenue* (OECD Economics Department Working Papers No. 1737). Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj (OECD). <https://doi.org/10.1787/9ce9e8e3-en>
45. Cutler, D., Deaton, A. in Lleras-Muney, A. (2006). The Determinants of Mortality. *Journal of Economic Perspectives*, 20(3), 97–120. <https://doi.org/10.1257/jep.20.3.97>
46. Daniele, F., Honiden, T. in Lembecke, A. C. (2019). *Ageing and productivity growth in OECD regions: Combatting the economic impact of ageing through productivity growth?* (OECD Regional Development Working Papers 2019/08). Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj (OECD). <https://doi.org/10.1787/9dcb3116-en>
47. De Vries, G. J., Gentile, E., Miroudot, S. in Wacker, K. M. (2020). The rise of robots and the fall of routine jobs. *Labour Economics*, 66, 101885. <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2020.101885>
48. Driscoll, J. C. in Kraay, A. C. (1998). Consistent Covariance Matrix Estimation with Spatially Dependent Panel Data. *The Review of Economics and Statistics*, 80(4), 549–560. <https://doi.org/10.1162/003465398557825>
49. Dustmann, C., Ludsteck, J. in Schönberg, U. (2009). Revisiting the German Wage Structure. *The Quarterly Journal of Economics*, 124(2), 843–881. <https://doi.org/10.1162/qjec.2009.124.2.843>
50. Dwivedi, Y. K., Kshetri, N., Hughes, L., Slade, E. L., Jeyaraj, A., Kar, A. K., Baabdullah, A. M., Koohang, A., Raghavan, V., Ahuja, M., Albanna, H., Albashrawi, M. A., Al-Busaidi, A. S., Balakrishnan, J., Barlette, Y., Basu, S., Bose, I., Brooks, L., Buhalis, D., . . . Wright, R. (2023). Opinion Paper: “So what if ChatGPT wrote it?” Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 71, 102642. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642>
51. Erlandsen, S. in Nymoen, R. (2008). Consumption and population age structure. *Journal of Population Economics*, 21, 505–520. <https://doi.org/10.1007/s00148-006-0088-5>
52. Esposito, P. in Stehrer, R. (2007). *The Sector Bias of Skill-biased Technical Change and the Rising Skill Premium in Transition Economies* (wiiw Working Papers No. 43). Wiener Institut für Internationale Wirtschaftsvergleiche. <https://wiiw.ac.at/the-sector-bias-of-skill-biased-technical-change-and-the-rising-skill-premium-in-transition-economies-dlp-543.pdf>
53. Eurostat. (2008). *NACE Rev. 2 – Statistical classification of economic activities in the European Community*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/-/ks-ra-07-015>
54. Eurostat. (2023a, 24. maj). *Assumptions for fertility rates by age and type of projection*. [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/proj\\_23naasfr/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/proj_23naasfr/default/table?lang=en)

55. Eurostat. (2023b, 24. maj). *Projected life expectancy by age (in completed years), sex and type of projection*. [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/proj\\_23nalexp/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/proj_23nalexp/default/table?lang=en)
56. Eurostat. (2023c, 24. maj). *Demographic balances and indicators by type of projection*. [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/proj\\_23ndbi/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/proj_23ndbi/default/table?lang=en)
57. Eurostat. (2023č, 28. junij). *Population on 1st January by age, sex and type of projection*. [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/proj\\_23np/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/proj_23np/default/table?lang=en)
58. Eurostat. (2023d, 6. junij). *Euro/ECU exchange rates - annual data*. [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ert\\_bil\\_eur\\_a/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ert_bil_eur_a/default/table?lang=en)
59. Eurostat. (2024a, 6. februar). *Glossary: Labour force*. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Labour\\_force](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Labour_force)
60. Eurostat. (2024b, 15. februar). *Population on 1 January by age and sex*. [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/demo\\_pjan/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/demo_pjan/default/table?lang=en)
61. Evropska komisija, Generalni direktorat za ekonomske in finančne zadeve. (2021). *The 2021 Ageing Report: Economic & Budgetary Projections for the EU Member States (2019-2070)* (European Economy Institutional Paper 148). <https://doi.org/10.2765/84455>
62. Evropska komisija, Generalni direktorat za komunikacijska omrežja, vsebine in tehnologijo. (2017). *Attitudes towards the impact of digitisation and automation on daily life: Report*. <https://data.europa.eu/doi/10.2759/835661>
63. Evropska komisija. (2023). *The Impact of Demographic Change in a changing environment*. [https://commission.europa.eu/system/files/2023-01/Demography\\_report\\_2022\\_0.pdf](https://commission.europa.eu/system/files/2023-01/Demography_report_2022_0.pdf)
64. Felten, E. W., Raj, M. in Seamans, R. (2018). A Method to Link Advances in Artificial Intelligence to Occupational Abilities. *AEA Papers and Proceedings*, 108, 54–57. <https://doi.org/10.1257/pandp.20181021>
65. Felten, E. W., Raj, M. in Seamans, R. (2019). *The Occupational Impact of Artificial Intelligence: Labor, Skills, and Polarization*. NYU Stern School of Business. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3368605>
66. Feyrer, J. (2007). Demographics and Productivity. *The Review of Economics and Statistics*, 89(1), 100–109. <https://doi.org/10.1162/rest.89.1.100>
67. Frank, M. R., Autor, D., Bessen, J. E., Brynjolfsson, E., Cebrian, M., Deming, D. J., Feldman, M., Groh, M., Lobo, J., Moro, E., Wang, D., Youn, H. in Rahwan, I. (2019). Toward understanding the impact of artificial intelligence on labor. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(14), 6531–6539. <https://doi.org/10.1073/pnas.1900949116>
68. Frey, C. B. in Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254–280. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>

69. Galor, O. (2012). The demographic transition: causes and consequences. *Cliometrica*, 6, 1–28. <https://doi.org/10.1007/s11698-011-0062-7>
70. Galor, O. in Weil, D. N. (2000). Population, Technology, and Growth: From Malthusian Stagnation to the Demographic Transition and Beyond. *American Economic Review*, 90(4), 806–828. <https://doi.org/10.1257/aer.90.4.806>
71. Georgieff, A. in Hye, R. (2021). *Artificial intelligence and employment: New cross-country evidence* (OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 265). Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj (OECD). <https://doi.org/10.1787/c2c1d276-en>
72. Goldin, C. in Katz, L. F. (1998). The Origins of Technology-Skill Complementarity. *The Quarterly Journal of Economics*, 113(3), 693–732. <https://doi.org/10.1162/003355398555720>
73. Goldstein, J. R., Sobotka, T. in Jasilioniene, A. (2009). The End of “Lowest-Low” Fertility? *Population and Development Review*, 35(4), 663–699. <https://doi.org/10.1111/j.1728-4457.2009.00304.x>
74. Goos, M., Manning, A. in Salomons, A. (2014). Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring. *American Economic Review*, 104(8), 2509–2526. <https://doi.org/10.1257/aer.104.8.2509>
75. Gordon, R. J. (2016). *The rise and fall of American growth: the U.S. standard of living since the Civil War*. Princeton University Press.
76. Graetz, G. in Michaels, G. (2018). Robots at Work. *The Review of Economics and Statistics*, 100(5), 753–768. [https://doi.org/10.1162/rest\\_a\\_00754](https://doi.org/10.1162/rest_a_00754)
77. Green, A. in Lamby, L. (2023). *The supply, demand and characteristics of the AI workforce across OECD countries* (OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 287). Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj (OECD). <https://doi.org/10.1787/bb17314a-en>
78. Gregory, T., Salomons, A. in Zierahn, U. (2022). Racing With or Against the Machine? Evidence on the Role of Trade in Europe. *Journal of the European Economic Association*, 20(2), 869–906. <https://doi.org/10.1093/jeea/jvab040>
79. Hausman, J. A. (1978). Specification Tests in Econometrics. *Econometrica*, 46(6), 1251–1271. <https://doi.org/10.2307/1913827>
80. IFR Press Room. (2023, 28. junij). *European Union: Industries Invest Heavily in Robotics*. <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/eu-industries-invest-heavily-in-robotics#downloads>
81. Kelly, P. (2023, 12. maj). ‘Why would we employ people?’ Experts on five ways AI will change work. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/global-development/2023/may/12/why-would-we-employ-people-experts-on-five-ways-ai-will-change-work>
82. Kirk, D. (1996). Demographic Transition Theory. *Population Studies*, 50(3), 361–387. <https://doi.org/10.1080/0032472031000149536>

83. Kohler, H.-P., Billari, F. C. in Ortega, J. A. (2002). The Emergence of Lowest-Low Fertility in Europe During the 1990s. *Population and Development Review*, 28(4), 641–680. <https://doi.org/10.1111/j.1728-4457.2002.00641.x>
84. Lee, R. (2003). The Demographic Transition: Three Centuries of Fundamental Change. *Journal of Economic Perspectives*, 17(4), 167–190. <https://doi.org/10.1257/089533003772034943>
85. Leontief, W. (1983). Technological Advance, Economic Growth, and the Distribution of Income. *Population and Development Review*, 9(3), 403–410. <https://doi.org/10.2307/1973315>
86. Lesthaeghe, R. (1983). A Century of Demographic and Cultural Change in Western Europe: An Exploration of Underlying Dimensions. *Population and Development Review*, 9(3), 411–435. <https://doi.org/10.2307/1973316>
87. Lesthaeghe, R. (2014). The second demographic transition: A concise overview of its development. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(51), 18112–18115. <https://doi.org/10.1073/pnas.1420441111>
88. Lesthaeghe, R. in van de Kaa, D. J. (1986). Two Demographic Transitions? *Mens en maatschappij*, 61, 9–24.
89. Luiss Lab of European Economics. (brez datuma). *EUKLEMS & INTANPROD*. <https://euklems-intanprod-ilee.luiss.it/>
90. Machin, S. in Van Reenen, J. (1998). Technology and Changes in Skill Structure: Evidence from Seven OECD Countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 113(4), 1215–1244. <https://doi.org/10.1162/003355398555883>
91. Mackenbach, J. P. (2013). Convergence and divergence of life expectancy in Europe: a centennial view. *European Journal of Epidemiology*, 28, 229–240. <https://doi.org/10.1007/s10654-012-9747-x>
92. Maestas, N., Mullen, K. J. in Powell, D. (2023). The Effect of Population Aging on Economic Growth, the Labor Force, and Productivity. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 15(2), 306–332. <https://doi.org/10.1257/mac.20190196>
93. Mao, R. in Xu, J. (2014). Population aging, consumption budget allocation and sectoral growth. *China Economic Review*, 30, 44–65. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2014.05.004>
94. Martinaitis, Ž., Christenko, A. in Antanavičius, J. (2021). Upskilling, Deskilling or Polarisation? Evidence on Change in Skills in Europe. *Work, Employment and Society*, 35(3), 451–469. <https://doi.org/10.1177/0950017020937934>
95. Mednarodna organizacija za standardizacijo. (2012). *ISO 8373:2012, Robots and robotic devices — Vocabulary*. [https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8373:ed-2:v1:en:en\).3%20Using%20data%20from%20the%20IFR%20\(2006\),%20we%20estimate%20that%20from](https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8373:ed-2:v1:en:en).3%20Using%20data%20from%20the%20IFR%20(2006),%20we%20estimate%20that%20from)
96. Michaels, G., Natraj, A. in Van Reenen, J. (2014). Has ICT Polarized Skill Demand? Evidence from Eleven Countries over Twenty-Five Years. *The Review of Economics and Statistics*, 96(1), 60–77. [https://doi.org/10.1162/rest\\_a\\_00366](https://doi.org/10.1162/rest_a_00366)

97. Mokyr, J., Vickers, C. in Ziebarth, N. L. (2015). The History of Technological Anxiety and the Future of Economic Growth: Is This Time Different? *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 31–50. <https://doi.org/10.1257/jep.29.3.31>
98. Montgomery, M. R. in Casterline, J. B. (1996). Social Learning, Social Influence, and New Models of Fertility. *Population and Development Review*, 22, 151–175. <https://doi.org/10.2307/2808010>
99. Müller, C. (2022). *World Robotics 2022 – Industrial Robots 2022*. IFR Statistical Department. [https://ifr.org/img/worldrobotics/Executive\\_Summary\\_WR\\_Industrial\\_Robots\\_2022.pdf](https://ifr.org/img/worldrobotics/Executive_Summary_WR_Industrial_Robots_2022.pdf)
100. Müller, C., Graf, B. in Pfeiffer, K. (ur.). (2022). *World Robotics 2022 – Service Robots 2022*. IFR Statistical Department. [https://ifr.org/img/worldrobotics/Executive\\_Summary\\_WR\\_Service\\_Robots\\_2022.pdf](https://ifr.org/img/worldrobotics/Executive_Summary_WR_Service_Robots_2022.pdf)
101. Nedelkoska, L. in Quintini, G. (2018). *Automation, skills use and training* (OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 202). Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj (OECD). <https://doi.org/10.1787/2e2f4eea-en>
102. Newey, W. K. in West, K. D. (1987). A Simple, Positive Semi-Definite, Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent Covariance Matrix. *Econometrica*, 55(3), 703–708. <https://doi.org/10.2307/1913610>
103. O'Brien, M. (2023, 30. maj). Artificial intelligence raises risk of extinction, experts say in new warning. *AP News*. <https://apnews.com/article/artificial-intelligence-risk-of-extinction-ai-54ea8aadc60d1503e5a65878219aad43>
104. Oddelek za ekonomske in socialne zadeve Združenih narodov, Enota za prebivalstvo. (2022a). *World Population Prospects 2022*, Online Edition. <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/MostUsed/>
105. Oddelek za ekonomske in socialne zadeve Združenih narodov, Enota za prebivalstvo. (2022b). *World Population Prospects 2022: Methodology of the United Nations population estimates and projections*. [https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2022\\_Methodology.pdf](https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2022_Methodology.pdf)
106. Oddelek za ekonomske in socialne zadeve Združenih narodov, Enota za prebivalstvo. (2022c). *World Population Prospects 2022: Summary of Results*. <https://www.un.org/development/desa/pd/content/World-Population-Prospects-2022>
107. Oddelek za ekonomske in socialne zadeve Združenih narodov, Enota za prebivalstvo. (brez datuma). *World Population Prospects 2022: Glossary of Demographic Terms*. <https://population.un.org/wpp/GlossaryOfDemographicTerms/>
108. OECD. (2023). *OECD Employment Outlook 2023: Artificial Intelligence and the Labour Market*. <https://doi.org/10.1787/08785bba-en>
109. Peng, G. in Zhang, D. (2020). Does Information Technology Substitute for or Complement Human Labor? A Dynamic Stratified Analysis on European Countries. *Decision Sciences*, 51(3), 720–754. <https://doi.org/10.1111/dec.12357>
110. Pesaran, M. H. (2004). *General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels* (IZA Discussion Paper No. 1240). IZA Institute of Labor Economics. <https://docs.iza.org/dp1240.pdf>

111. Pesaran, M. H. (2015). Testing Weak Cross-Sectional Dependence in Large Panels. *Econometric Reviews*, 34(6–10), 1089–1117. <https://doi.org/10.1080/07474938.2014.956623>
112. Phiromswad, P., Srivannaboon, S. in Sarajoti, P. (2022). The interaction effects of automation and population aging on labor market. *PLoS ONE*, 17(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263704>
113. Poplawski-Ribeiro, M. (2020). Labour force ageing and productivity growth. *Applied Economics Letters*, 27(6), 498–502. <https://doi.org/10.1080/13504851.2019.1637509>
114. Posit team. (2023). *RStudio: Integrated Development Environment for R* [Programska oprema]. Posit Software, PBC, Boston, MA. <http://www.posit.co/>
115. R Core Team (2023). *R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing* [Programska oprema]. Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
116. Siliverstovs, B., Kholodilin, K. A. in Thiessen, U. (2011). Does aging influence structural change? *Evidence from panel data. Economic Systems*, 35(2), 244–260. <https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2010.05.004>
117. Spitz-Oener, A. (2006). Technical Change, Job Tasks, and Rising Educational Demands: Looking outside the Wage Structure. *Journal of Labor Economics*, 24(2), 235–270. <https://doi.org/10.1086/499972>
118. Stuckler, D., King, L. in McKee, M. (2009). Mass privatisation and the post-communist mortality crisis: a cross-national analysis. *The Lancet*, 373(9661), 399–407. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60005-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60005-2)
119. Trias-Llimós, S., Kunst, A. E., Jasilionis, D. in Janssen, F. (2018). The contribution of alcohol to the East-West life expectancy gap in Europe from 1990 onward. *International Journal of Epidemiology*, 47(3), 731–739. <https://doi.org/10.1093/ije/dyx244>
120. UNICEF Innocenti Research Centre. (2001). *A Decade of Transition* (Regional Monitoring Report No. 8 – 2001). <https://www.unicef-irc.org/publications/313-a-decade-of-transition.html>
121. Van de Kaa, D. J. (1987). Europe’s Second Demographic Transition. *Population Bulletin*, 42(1), 0–64.
122. Zeileis, A. in Hothorn, T. (2002). Diagnostic Checking in Regression Relationships. *R News*, 2(3), 7–10. <https://CRAN.R-project.org/doc/Rnews/>
123. Wang, H., Paulson, K. R., Pease, S. A., Watson, S., Comfort, H., Zheng, P., Aravkin, A. Y., Bisignano, C., Barber, R. M., Alam, T., Fuller, J. E., May, E. A., Jones, D. P., Frisch, M. E., Abbafati, C., Adolph, C., Allorant, A., Amlag, J. O., Bang-Jensen, B., . . . Murray, C. J. L. (2022). Estimating excess mortality due to the COVID-19 pandemic: a systematic analysis of COVID-19-related mortality, 2020–21. *The Lancet*, 399(10334), 1513–1536. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(21\)02796-3](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(21)02796-3)
124. Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York. <https://ggplot2.tidyverse.org>

125. Wooldridge, J. M. (2002). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data* (1. izd.). Cambridge, MA: MIT Press.
126. Yang, C.-H. (2022). How Artificial Intelligence Technology Affects Productivity and Employment: Firm-level Evidence from Taiwan. *Research Policy*, 51(6), 104536. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104536>



## **PRILOGE**



**Priloga 1: Odnos med posameznimi vrstami tehnološkega kapitala in delom v panogah – rezultati ekonometrične analize**

*Tabela 1: Odnos med posameznimi vrstami tehnološkega kapitala in delom v panogah – rezultati ekonometrične analize*

Naziv panoge (NACE Rev. 2)	IKT kapital	Ne-IKT kapital	Neotipljiv kapital	Računalniška strojna oprema	Telekomunikacijska oprema	Transportna oprema	Ostala mehanizacija in oprema, orožje	Raziskave in razvoj	Računalniška programska oprema in podatkovne zbirke
A – Kmetijstvo in lov, gozdarstvo, ribištvo					<b>SUBS</b>	KOMP		<b>SUBS</b>	
B – Rudarstvo	KOMP	KOMP	<b>SUBS</b>					<b>SUBS</b>	
C – Predelovalne dejavnosti						<b>SUBS</b>			KOMP
D – Oskrba z električno energijo, plinom in paro			KOMP	KOMP	KOMP				
E – Oskrba z vodo; ravnanje z odplakami in odpadki; saniranje okolja	<b>SUBS</b>			<b>SUBS</b>		KOMP	<b>SUBS</b>		
F – Gradbeništvo						<b>SUBS</b>	KOMP		<b>SUBS</b>
G – Trgovina; vzdrževanje in popravila motornih vozil	KOMP				KOMP			KOMP	<b>SUBS</b>
H – Promet in skladiščenje				<b>SUBS</b>					
I – Gostinstvo	KOMP	<b>SUBS</b>	<b>SUBS</b>		<b>SUBS</b>		KOMP		
J – Informacijske in komunikacijske dejavnosti									<b>SUBS</b>
K – Finančne in zavarovalniške dejavnosti	KOMP		KOMP		KOMP	KOMP	<b>SUBS</b>	<b>SUBS</b>	
L – Poslovanje z nepremičninami	KOMP	<b>SUBS</b>							KOMP

se nadaljuje

Tabela 1: Odnos med posameznimi vrstami tehnološkega kapitala in delom v panogah – rezultati ekonometrične analize (nad.)

Naziv panoge (NACE Rev. 2)	IKT kapital	Ne-IKT kapital	Neotipljiv kapital	Računalniška strojna oprema	Telekomunikacijska oprema	Transportna oprema	Ostala mehanizacija in oprema, orožje	Raziskave in razvoj	Računalniška programska oprema in podatkovne zbirke
M – Strokovne, znanstvene in tehnične dejavnosti		KOMP		SUBS	KOMP			SUBS	KOMP
N – Druge raznovrstne poslovne dejavnosti	KOMP		SUBS					SUBS	SUBS
O – Dejavnost javne uprave in obrambe; dejavnost obvezne socialne varnosti	KOMP	SUBS	KOMP			KOMP	KOMP		
P – Izobraževanje			SUBS	SUBS			SUBS		KOMP
Q – Zdravstvo in socialno varstvo								SUBS	
R – Kulturne, razvedrilne in rekreacijske dejavnosti					KOMP			SUBS	SUBS
S – Druge dejavnosti			KOMP						
C10-C12 – Proizvodnja živil, pijač in tobačnih izdelkov	KOMP	SUBS	SUBS		SUBS	KOMP	SUBS	KOMP	SUBS
C13-C15 – Proizvodnja tekstilij, oblačil, usnja, usnjenih in sorodnih izdelkov	SUBS	SUBS	KOMP						KOMP

se nadaljuje

Tabela 1: Odnos med posameznimi vrstami tehnološkega kapitala in delom v panogah – rezultati ekonometrične analize (nad.)

Naziv panoge (NACE Rev. 2)	IKT kapital	Ne-IKT kapital	Neotipljiv kapital	Računalniška strojna oprema	Telekomunikacijska oprema	Transportna oprema	Ostala mehanizacija in oprema, orožje	Raziskave in razvoj	Računalniška programska oprema in podatkovne zbirke
C16-C18 – Obdelava in predelava lesa, izdelkov iz lesa, plute, slame in protja, razen pohištva; papirja in izdelkov iz papirja; tiskarstvo in razmnoževanje posnetih nosilcev zapisa		<b>SUBS</b>			<b>KOMP</b>			<b>SUBS</b>	<b>KOMP</b>
C19 – Proizvodnja koksa in naftnih derivatov		<b>KOMP</b>					<b>SUBS</b>		<b>SUBS</b>
C20 – Proizvodnja kemikalij, kemičnih izdelkov		<b>SUBS</b>	<b>KOMP</b>	<b>KOMP</b>		<b>SUBS</b>	<b>SUBS</b>	<b>KOMP</b>	
C21 – Proizvodnja farmacevtskih surovin in preparatov	<b>SUBS</b>	<b>KOMP</b>				<b>KOMP</b>			<b>SUBS</b>
C22-C23 – Proizvodnja izdelkov iz gume in plastičnih mas, ter drugih nekovinskih mineralnih izdelkov	<b>KOMP</b>	<b>SUBS</b>	<b>SUBS</b>		<b>KOMP</b>	<b>SUBS</b>	<b>SUBS</b>		
C24-C25 – Proizvodnja kovin, kovinskih izdelkov, razen strojev in naprav		<b>SUBS</b>	<b>SUBS</b>		<b>KOMP</b>	<b>KOMP</b>	<b>SUBS</b>		
C26 – Proizvodnja računalnikov, elektronskih in optičnih izdelkov			<b>KOMP</b>					<b>SUBS</b>	

se nadaljuje

Tabela 1: Odnos med posameznimi vrstami tehnološkega kapitala in delom v panogah – rezultati ekonometrične analize (nad.)

Naziv panoge (NACE Rev. 2)	IKT kapital	Ne-IKT kapital	Neotipljiv kapital	Računalniška strojna oprema	Telekomunikacijska oprema	Transportna oprema	Ostala mehanizacija in oprema, orožje	Raziskave in razvoj	Računalniška programska oprema in podatkovne zbirke
C27 – Proizvodnja električnih naprav	<b>SUBS</b>	KOMP	KOMP	KOMP		<b>SUBS</b>	KOMP	KOMP	<b>SUBS</b>
C28 – Proizvodnja drugih strojev in naprav	KOMP		<b>SUBS</b>		KOMP				<b>SUBS</b>
C29-C30 – Proizvodnja motornih vozil, prikolic in polprikolic, ter drugih vozil in plovil			KOMP	KOMP	KOMP			<b>SUBS</b>	
C31-C33 – Proizvodnja pohištva, druge raznovrstne predelovalne dejavnosti, ter popravila in montaža strojev in naprav				<b>SUBS</b>	KOMP	KOMP	KOMP		
G45 – Trgovina z motornimi vozili in popravila motornih vozil							<b>SUBS</b>		
G46 – Posredništvo in trgovina na debelo, razen z motornimi vozili				KOMP					
G47 – Trgovina na drobno, razen z motornimi vozili				KOMP	<b>SUBS</b>			<b>SUBS</b>	
J58-J60 – Založništvo, dejavnosti v zvezi s filmi, video- in zvočnimi zapisi, ter radijska in televizijska dejavnost	KOMP			KOMP					<b>SUBS</b>

se nadaljuje

Tabela 1: Odnos med posameznimi vrstami tehnološkega kapitala in delom v panogah – rezultati ekonometrične analize (nad.)

Naziv panoge (NACE Rev. 2)	IKT kapital	Ne-IKT kapital	Neotipljiv kapital	Računalniška strojna oprema	Telekomunikacijska oprema	Transportna oprema	Ostala mehanizacija in oprema, orožje	Raziskave in razvoj	Računalniška programska oprema in podatkovne zbirke
J61 – Telekomunikacijske dejavnosti		<b>SUBS</b>		<b>SUBS</b>		<b>SUBS</b>	KOMP		KOMP
J62-J63 – Računalniško programiranje, svetovanje in druge s tem povezane dejavnosti, ter druge informacijske dejavnosti			<b>SUBS</b>	KOMP	<b>SUBS</b>				
Q86 – Zdravstvo			<b>SUBS</b>	KOMP	<b>SUBS</b>			<b>SUBS</b>	
Q87-Q88 – Socialno varstvo z nastanitvijo in socialno varstvo brez nastanitve			<b>SUBS</b>	KOMP	KOMP			KOMP	<b>SUBS</b>
Komplement	11	5	9	10	12	8	6	5	7
Substitut	4	10	11	6	6	6	9	12	12
Skupno	15	15	20	16	18	14	15	17	19

\*KOMP – komplement, **SUBS** – substitut

Vir: lastno delo.