

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO

TJAŠA INTIHAR

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO

**VPLIVI ČETRTE INDUSTRIJSKE REVOLUCIJE IN
AVTOMATIZACIJE NA TRG DELA**

Ljubljana, oktober 2019

TJAŠA INTIHAR

IZJAVA O AVTORSTVU

Spodaj podpisana Tjaša Intihar, študentka Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, avtorica predloženega magistrskega dela z naslovom Vplivi četrte industrijske revolucije in avtomatizacije na trg dela, pripravljenega v sodelovanju s svetovalko red. prof. dr. Polono Domadenik.

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 plagiatstvo – 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 plagiatstvo 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.

V Berlinu, dne _____

Podpis študentke: _____

KAZALO

UVOD	1
1 VLOGA TEHNOLOGIJE V EKONOMSKI TEORIJI	2
1.1 Pogledi klasičnih ekonomistov	2
1.2 Schumpetrov prispevek	4
1.3 Teorija dolgih valov	5
1.4 Neoklasični pristop	7
1.5 Nove teorije rasti	9
1.6 Evolucijska teorija	10
2 ČETRTRA INDUSTRIJSKA REVOLUCIJA	11
2.1 Ključne tehnologije četrte industrijske revolucije	15
2.1.1 Fizična skupina	15
2.1.2 Digitalna skupina	17
2.1.3 Biološka skupina	20
2.2 Vplivi četrte industrijske revolucije	21
2.2.1 Vpliv na ekonomske modele	22
2.2.2 Vpliv na poslovne modele	29
2.2.3 Vpliv na politične modele	30
2.2.4 Vpliv na socialne modele	31
3 TREND AVTOMATIZACIJE	33
3.1 Vrsta delovnih nalog, poklici in gospodarske dejavnosti, ki so avtomatizaciji najbolj izpostavljene	38
3.1.1 Vrste delovnih nalog	39
3.1.2 Poklici	42
3.1.3 Gospodarske dejavnosti	44
3.2 Predelovalna industrija in storitveni sektor	47
3.3 Nizko, srednje in visoko kvalificirane delovne skupine	49
3.4 Ovire avtomatizaciji	51
4 EMPIRIČNA ANALIZA	51
4.1 Podatki	52
4.2 Omejitve analize	59

SKLEP	59
LITERATURA IN VIRI	61

KAZALO TABEL

Tabela 1: Ključne tehnologije četrte industrijske revolucije	15
Tabela 2: Raziskave na temo vpliva avtomatizacije na prihodnjo zaposlenost	35
Tabela 3: Mediana deleža zaposlenih v posameznih gospodarskih dejavnostih v 27 državah članicah OECD, Rusiji in Singapurju	45
Tabela 4: Kako se je spremenila stopnja zaposlenosti (v odstotnih točkah) po dejavnostih predelovalne industrije v izbranih evropskih državah v letu 2018 glede na leto 2008.....	53
Tabela 5: Kako se je spremenila stopnja zaposlenosti (v odstotnih točkah) v storitvenih dejavnostih v izbranih evropskih državah v letu 2018 glede na leto 2008	53

KAZALO SLIK

Slika 1: Model eksogene rasti in tehnološke spremembe.....	8
Slika 2: Industrijske revolucije in ključni tehnološki preboji	12
Slika 3: Bruto domači proizvod na prebivalca (po pariteti kupne moči) v Veliki Britaniji in Združenih državah v obdobju 1701–2010	23
Slika 4: Gibanje produktivnosti dela v Združenih državah in Veliki Britaniji v obdobju 1821–2016.....	24
Slika 5: Povprečna cena robotov in stroški dela v proizvodnem sektorju v Združenih državah Amerike (indeks s stalno osnovo, 1990 = 100 %).....	26
Slika 6: Indeks polarizacije znotraj 26 držav članic EU v obdobju 2002–2016	28
Slika 7: Delež nadomestila delavcev v bruto domačem proizvodu v EU-28, 2006–201532	
Slika 8: McKinseyjeva raziskava; ocenjeni tehnični potencial za avtomatizacijo delovnih nalog glede na tehnologije, ki so trenutno na voljo na trgu	37
Slika 9: Delež posamezne vrste delovnih nalog znotraj poklicev, ki izkazujejo večji potencial za avtomatizacijo (levo), in znotraj poklicev, ki izkazujejo manjši potencial za avtomatizacijo (desno).....	40

Slika 10: Delež posamezne vrste delovnih nalog znotraj prve (upravjalci strojev in montažni delavci) in druge (strokovnjaki) poklicne skupine v primerjavi s povprečjem.....	40
Slika 11: Delež služb v posameznih gospodarskih dejavnostih, ki so izpostavljene velikemu tveganju avtomatizacije do leta 2030.....	44
Slika 12: Dvajset gospodarskih dejavnosti z najvišjo in dvajset gospodarskih dejavnosti z najnižjo ocenjeno povprečno stopnjo avtomatizacije	46
Slika 13: Sprememba stopnje zaposlenosti po posameznih gospodarskih dejavnostih v izbranih državah članicah OECD (v %) med letoma 1995 in 2015.....	47
Slika 14: Relativni vpliv velikosti proizvodnega sektorja na delež služb, ki so izpostavljene velikemu tveganju avtomatizacije, v posameznih državah.....	48
Slika 15: Stopnja zaposlenosti v dejavnostih predelovalne industrije v izbranih evropskih državah (v %), primerjava let 2008 in 2018.....	52
Slika 16: Primerjava stopnje zaposlenosti (leto 2008 in 2018) po posameznih gospodarskih dejavnostih v izbranih evropskih državah (v %)......	54
Slika 17: Sprememba stopnje zaposlenosti v glavnih skupinah poklicev v EU-27,	56
v obdobjih 1998–2008 in 2008–2018	56
Slika 18: Sprememba deleža zaposlenih (nižja raven izobrazbe) v glavnih skupinah poklicev v EU-28, v letu 2008 glede na leto 2018.....	57
Slika 19: Sprememba deleža zaposlenih (srednja raven izobrazbe) v glavnih skupinah poklicev v EU-28, v letu 2008 glede na leto 2018.....	57
Slika 20: Sprememba deleža zaposlenih (višja raven izobrazbe) v glavnih skupinah poklicev v EU-28, v letu 2008 glede na leto 2018.....	58
Slika 21: Delež oseb (starih od 15 do 64 let) z nižjo, srednjo ali višjo stopnjo izobrazbe med letoma 2008 in 2018 v EU-28	58

KAZALO PRILOG

Priloga 1: Različne raziskovalne študije in njihove ocene deleža služb, ki so izpostavljene velikemu tveganju avtomatizacije	1
Priloga 2: Razvrstitev poklicev glede na intenzivnost ročnih in rutinskih delovnih nalog. 2	
Priloga 3: Razčlenitev poklicev na delovne aktivnosti, ki zahtevajo določene sposobnosti	3

Priloga 4: Kategorije delovnih nalog, ki imajo manjši in večji tehnični potencial za avtomatizacijo, in porabljeni čas ter plače v njih v ameriškem gospodarstvu....	4
Priloga 5: Neto učinek avtomatizacije (v odstotkih) na trgu dela v sedmih državah med letoma 2016 in 2030 po posameznih poklicnih skupinah.....	5
Priloga 6: Neto učinek avtomatizacije (v odstotkih) na trgu dela v sedmih državah med letoma 2016 in 2030 po posameznih poklicnih skupinah (nadaljevanje).....	6
Priloga 7: Ocena povprečne stopnje avtomatizacije posameznega poklica	7
Priloga 8: Ocenjeni delež služb, ki so izpostavljene velikemu tveganju prihodnje avtomatizacije v posamezni poklicni skupini	8
Priloga 9: Povezava med deležem novih tehnologij in upadanjem/rastjo zaposlenosti v predelovalni industriji/storitvenem sektorju, obdobje 1995–2007	8
Priloga 10: Sprememba deleža zaposlenih v različno kvalificiranih delovnih skupinah (v odstotnih točkah) v izbranih državah OECD med letoma 1995 in 2015	9
Priloga 11: Grobe, enoznačne povezave med posameznimi področji SKD 2002 in 2008..	10

SEZNAM KRATIC

angl. – angleško , okr. – okrajšava

EU – Evropska unija

IT – informacijska tehnologija

IoT – internet stvari (angl. internet of things)

AI – umetna inteligenca (angl. artificial intelligence)

ML – strojno učenje (angl. machine learning)

IDC – ameriška družba International Data Corporation

BDA – napredna analitika (angl. big data analysis)

CAGR – sestavljena letna stopnja rasti (angl. compound annual growth rate)

VR – navidezna resničnost (angl. virtual reality)

AR – obogatena resničnost (angl. augmented reality)

GDP per capita PPP – bruto domači proizvod na prebivalca v standardih kupne moči (angl. GDP per capita based on purchasing power parity)

SKM – standard kupne moči

JPI – indeks polarizacije služb (angl. job polarisation index)

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

ZEW – Center za evropske ekonomske raziskave (nemško Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung)

IAB – Nemški inštitut za raziskave trga dela (nemško Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung)

UVOD

Problematika magistrskega dela se nanaša na vplive četrte industrijske revolucije na trgu dela. Tehnološki napredek vodi k preoblikovanju trenutnih procesov oziroma širše gledano k strukturnim spremembam, kar potrjujejo prva, druga in tretja industrijska revolucija. Transformacija gospodarskih in družbenih temeljev odpira nove priložnosti in obenem prinaša različna tveganja, kar je poglobitni razlog za vse glasnejše razprave o tokratni industrijski revoluciji. Vse več organizacij in posameznikov skuša predvideti vplive novih tehnologij, ki se jim pripisujejo transformativni učinki. Med trenutnimi trendi na trgu dela, ki se povezujejo s takšnimi tehnologijami oziroma megatrendi, znanstvena dokumentacija navaja pojav avtomatizacije, deindustrializacije, polarizacije delovnih mest in spreminjajoče se izobrazbene strukture delovne sile.

Namen magistrskega dela je opredeliti predvidene vplive četrte industrijske revolucije in natančneje preučiti trend avtomatizacije na trgu dela, pri čemer nas zanima, katera vrsta del, kateri poklici in navsezadnje katere gospodarske dejavnosti so temu najbolj izpostavljene. Obenem želimo z zbranimi podatki priti do zaključnih ugotovitev v zvezi s trendom deindustrializacije, polarizacije delovnih mest in spreminjajoče se izobrazbene strukture.

Pri obravnavi izbranih trendov nas zanima širša slika, zato se bomo raziskovanja lotili na osnovi sekundarnih virov. Temeljna raziskovalna metoda je analiza znanstvene dokumentacije, pri kateri iščemo zvezo med podatki in zastavljenimi raziskovalnimi vprašanji. Natančneje rečeno smo pri pregledu ekonomskih teorij, ki obravnavajo vpliv tehnologije, uporabili deskriptivno oziroma opisno metodo. Ta je v kombinaciji z metodo kompilacije uporabljena tudi v drugem poglavju magistrskega dela. Pri opredelitvi vplivov četrte industrijske revolucije in trendov na trgu dela je uporabljena komparativna metoda, s katero smo na podlagi primerjave ugotovitev različnih raziskav in metode sinteze prišli do ugotovitev v okviru zastavljenih raziskovalnih vprašanj.

Raziskovalna vprašanja, znotraj katerih smo razčlenili raziskovalni problem, so:

- Katera vrsta del, panog in poklici so najbolj izpostavljeni avtomatizaciji?
- Ali so potenciali na področju predelovalnih dejavnosti večji in se s tem lahko poveže pomikanje v smer storitvenega gospodarstva? Kateri so vzroki za deindustrializacijo?
- Katera delovna mesta so z vidika avtomatizacije najbolj ogrožena in kako to vpliva na polarizacijo delovnih mest?

Magistrsko delo je sestavljeno iz uvoda, štirih vsebinsko zaokroženih sklopov in sklepa. V prvem poglavju predstavljamo vlogo tehnologije in tehnološkega napredka z vidika ekonomske teorije. Drugo poglavje obravnava četrto industrijsko revolucijo z vidika tehnologij, ki jo poganjajo, in njenih predvidenih vplivov na ekonomske, poslovne, politične modele in socialno blaginjo. Tretje poglavje se osredotoča na trend avtomatizacije na trgu

dela. Četrto poglavje vključuje empirično analizo podatkov, kjer skušamo s pomočjo grafičnih prikazov osvetliti premike na evropskem trgu dela, ki so povezani z obravnavanimi trendi deindustrializacije, polarizacije in pomikanja k vse bolj izobraženi delovni sili.

1 VLOGA TEHNOLOGIJE V EKONOMSKI TEORIJI

Praden preidemo na trende in premike, povezane s tokratno industrijsko revolucijo, bomo v tem poglavju pogledali, kakšen pomen tehnologiji pripisuje ekonomska znanost. Tehnološke spremembe so bile hitro prepoznane kot pomemben dejavnik ekonomskih in družbenih sprememb, zaradi česar se je okrog tega razvilo kar nekaj ekonomskih teorij (Prašnikar, Redek & Koman, 2017). Odgovor na to, kakšna je vloga tehnologije z vidika ekonomistov, iščemo pri klasikih, Josephu Schumpetru, neoklasikih in predstavnikih teorije dolgih valov in evolucijske ekonomske teorije. Praden pa se lotimo pregleda naštetih ekonomskih prispevkov, predstavljamo pomen določenih terminov, ki se pri teh teorijah najpogosteje uporabljajo.

Znanost, v širšem pomenu, je na dejstvih temelječe iskanje novih znanj. To pomeni, da začnemo s postavitvijo znanih pogojev, na podlagi katerih pridemo do neznanih rezultatov. **Tehnologija** je prenos tega novega znanja, ki ga prinaša znanost, v prakso. Ena od opredelitev tehnologije je tudi, da jo je mogoče razumeti kot vedo o predelavi surovin v končne izdelke; tehnologija se skozi čas spreminja, zato se enaki proizvodi v različnih obdobjih drugače pridobivajo. Tehnologija je sestavljena iz različnih **tehnik**, vsaka tehnika pa je povezana z vrsto značilnosti (specifike proizvoda, obseg proizvodnje in uporaba materialov). **Tehnološka sprememba** je stopnja, do katere je to novo znanje v resnici razpršeno in uporabljeno pri reševanju praktičnih problemov. **Tehnološki napredek** je mogoče opredeliti kot rezultat novega in hkrati boljšega načina izvedbe postopkov. Zajema večjo in kakovostnejšo proizvodnjo blaga/storitev, ki je posledica tehnično-tehnoloških, upravljaljskih in organizacijskih inovacij. **Inovacije** pa so novi proizvodi, novi procesi in nove organizacijske metode, ki prinašajo dodano vrednost. Gre za razvoj proizvodnega produkta, procesa ali metode do stopnje, kjer je ta novost ekonomsko upravičena in tržno sprejeta (Audretsch in drugi, 2002; Bučar, 2001).

1.1 Pogledi klasičnih ekonomistov

V tem podpoglavju predstavljamo, kako so k tehnologiji in tehnološkim spremembam pristopili klasični ekonomisti. Ti so tehnološke spremembe v analizo vključili kot eksplicitno spremenljivko, ki je v visoki korelaciji z drugimi spremembami znotraj strukture in delovanja ekonomskega sistema. Tehnološki napredek v tem času je zlasti posledica uvedbe mehanskega načina produkcije, kar je tudi razlog, da je njihova obravnava tehnoloških sprememb in inovacij tesno vezana na proizvodni proces. V klasični ekonomski teoriji je narava tehnoloških sprememb opredeljena z zmanjšanjem obsega dela in povečanjem

kapitalske intenzivnosti proizvodnje. Poleg tega s stališča klasikov brez naložb v osnovna sredstva izvedba inovacij ni mogoča (Bučar, 2001).

V nadaljevanju na kratko predstavljamo, kje in kako so se vprašanja tehnologije in napredka pri svojem delu dotaknili posamezni predstavniki klasične ekonomske teorije.

Adam Smith je vprašanje tehnologije in tehnoloških sprememb umestil z obravnavo koncepta delitve dela in gospodarske rasti. Smith povezuje tehnološke spremembe z gospodarsko rastjo. Ta je posledica dviga produktivnosti dela, ki ga omogoča delitev dela. Delitev dela omogoča večji obseg proizvodnje z enakim številom zaposlenih, kar je Smith pripisal tudi pojavu strojev, zaradi katerih lahko en zaposleni po novem opravi delo, za katerega je bilo pred tem potrebno večje število ljudi (Smith, 1776). Iz tega je jasno, da delitev dela ne le vodi k vse večji produktivnosti, temveč hkrati spodbuja nadaljnje tehnološke inovacije in napredek (Newcomb, brez datuma).

David Ricardo se je dotaknil vprašanja pomena tehnološkega napredka in tehnologije v poglavju »On Machinery«, kjer pravi, da bo kapitalist, ki uvede novo tehnologijo, preden ta postane razpršena, na ta račun lahko ustvaril dodaten dobiček. Koristi potrošnikov niso časovno omejene in izhajajo iz nižjih cen blaga, zato si lahko privoščijo več z nespremenjenim prihodkom, na račun česar pridobijo tako kapitalisti kot delavci. Ricardo se je zlasti ukvarjal z vprašanjem, kako bo takšna mehanizacija vplivala na zaposlenost delovne sile. Izrazil je skrb, da bi to lahko škodilo delavskemu razredu, saj se povpraševanje po delu (ob večanju prebivalstva) ne bo povečevalo sorazmerno s povečevanjem kapitala. To trditev je sicer omilil s pristavkom, da tovrstno razmišljanje sloni na tem, da so vsi stroji uvedeni v danem trenutku, pri čemer so v resnici takšne nadgradnje oziroma izumi postopni, zaradi česar to vpliva bolj na način rabe privarčevanega kapitala, ne pa toliko na njegovo preusmeritev. Ricardo obenem opozarja na pomen tehnološkega napredka z vidika ohranjanja konkurenčnosti gospodarstva v mednarodni trgovini. Država, ki bo v mednarodni trgovini konkurirala le s cenejšo delovno silo, bo sčasoma na slabšem (Bučar, 2001; Economist's View, 2012).

Charles Babbage je manj znan avtor, ki je v svojih delih dopolnil Smithovo obravnavo delitve dela in dodal, da inovacijska dejavnost ni le posledica delitve dela, temveč tudi njen predpogoj. Babbage prav tako izpostavlja pomen sposobnosti podjetja, da ustrezno razporeja prihranke, saj uvedba tehnoloških inovacij pogosto prinese dobiček šele čez določen čas (ko se odrazi učinek učenja). Ker je njihova uvedba tvegana, morajo biti pričakovani dobički pri tovrstnih naložbah veliko večji. Prav tako Babbage v nasprotju z nekaterimi njegovimi sodobniki ne vidi smisla v prepovedi izvažanja najnovejših strojev, saj meni, da bo gospodarstvo, ki poseduje več znanja in inovacij, v vsakem primeru hitreje dostopalo do najnaprednejših tehnologij in bo v prednosti, tudi če dopušča njihov prenos izven svojih meja. Takšno razmišljanje popolnoma utemeljuje tudi sodobni problem prepada med

tehnološko bolj in manj razvitimi okolji, kjer prva ves čas ohranjajo ali pa celo povečujejo svojo prednost (Bučar, 2001).

Karl Marx se v svoji analizi kapitalističnega sistema nasploh veliko ukvarja s tehnološkimi spremembami, saj jih povezuje z akumulacijo kapitala. Marx dojema proces akumulacije kapitala kot posledico nenehnega uvajanja novih proizvodnih tehnik oziroma tehnologij. Dinamiko tehnoloških sprememb je razlagal na naslednji način: takoj ko postane nova tehnologija oziroma tehnika uveljavljena v tolikšni meri, da postane jasno, da je blago mogoče proizvesti ceneje, in vrednost tega blaga pade, proizvajalci, ki uporabljajo starejše metode, ne bodo več mogli ustvarjati dobička. Iz tega položaja se bodo skušali rešiti z uvajanjem novih (delovno varčnih) tehnologij (Biernat, 2017; Bučar, 2001). Marx v svojih delih navaja Ricarda in razume mehanizacijo kot grožnjo delavskemu razredu. Opreka kompenzacijski teoriji, ki trdi, da uvedba stroja prinese kapital, ki ustvari novo delovno mesto, kjer se zaposli delavec, ki je bil zaradi mehanizacije izpodrinen (Vivarelli & Piva, 2017). Marx razume tehnološki razvoj kot osnovo kapitalističnega sistema, hkrati pa pravi, da bo to zahtevalo prihodnje redefiniranje strukturnih, institucionalnih in družbenih temeljev. Takšno razmišljanje je precej »živo« tudi v današnjih razpravah o tokratni industrijski revoluciji, kjer se govori o tem, da bodo nove tehnologije za svojo optimalno rabo narekivale spremembo načina življenja ljudi (Bučar, 2001; Schwab, 2016b).

1.2 Schumpetrov prispevek

Pri obravnavi pomena tehnologije znotraj ekonomskih teorij je **Joseph Schumpeter** prav gotovo med omembe vrednimi imeni. Schumpeter namesto izraza »tehnološki napredek« uporablja izraz »inovacija« in kot pomembno posameznikovo značilnost izpostavlja to, da je podjeten. Schumpeter je dodobra razdelal pojem inovacije, ki predstavlja izboljšavo ali vpeljavo novega oziroma spremenjenega proizvodnega dejavnika, postopka ali organiziranja. Razlikuje med proizvodnimi inovacijami, ki vodijo k nastanku novih panog, in procesnimi, ki le izboljšujejo že poznane procese v obstoječih panogah (Bučar, 2001; Hospers, 2005). Proces tehnoloških sprememb je razvrstil v tri stopnje. Prva je faza invencije oziroma izuma, kjer gre za generiranje novih idej. Druga faza je tako imenovani inovacijski proces, kjer se nove ideje proizvodov in procesov prenašajo v prakso. Tretja pa je stopnja difuzije¹, kjer se inovacija širi med potencialnimi gospodarskimi dejavnostmi (Amaya Muñoz, Barón Ortégón & Páramo Herrera, 2016).

Svoj pogled na to, od kod izvirajo izumi, je skozi svoja dela spremenil. Sprva izume in znanstvenoraziskovalno delo jemlje kot povsem eksogeni dejavnik in pravi, da prihajajo od zunaj in se podjetja (ki jih motivira dodaten monopolni dobiček) zgolj odločajo o njihovi uvedbi. Pozneje pa poudarja pomembnost tega, da se razvijanje idej institucionalizira in se

¹ Difuzija je proces, pri katerem ostala podjetja razpoznajo dobičkonosnost inovacije in začnejo posnemati prvo podjetje, ki je inovacijo vpeljalo na trg (Bučar, 2001).

nove rešitve iščejo v raziskovalno-razvojnih laboratorijih monopolnih podjetij. Na tej točki je Schumpeter že razumel monopolni položaj podjetja kot predpogoj inovacijske dejavnosti, saj zagotavlja sredstva, ki jih podjetje pri uvajanju izuma nujno potrebuje. V kolikšni meri se podjetniki v splošnem odločajo za uvajanje invencij, je pri Schumpetru pogojeno z družbenim in političnim okoljem oziroma po njegovem poimenovanju »družbeno klimo«, ki lahko stimulatивно ali destimulatивно deluje na podjetništvo (Bučar, 2001). Tretja stopnja procesa tehnoloških sprememb pri Schumpetru je difuzija. Ta je ključna pri **ideji cikličnega vzorca** rasti naložb in povpraševanja, čemur sledi upadanje obojega. Pojav novih tehnoloških možnosti in poslovnih pričakovanj v zvezi z njimi spodbudi podjetnika, da se odloči za naložbo in uvedbo izuma, saj ga vodi želja po nadpovprečnem dobičku. Ko ostala podjetja ugotovijo, da ustvarja dodaten dobiček, ga začnejo posnemati in tako se sproži proces difuzije, ki traja, dokler trg inovacij ni ponovno v ravnotežju, kjer nihče ne dosega nadpovprečnega dobička. V času povečanega povpraševanja, ki je posledica inovacij in njihovega prelivanja v druge gospodarske dejavnosti, gospodarstvo raste. Ko je proces difuzije zaključen, ni dodatnih dobičkov, tj. motiva za uvajanje inovacij in naložbe, in nastopi obdobje deflacije (Bučar, 2001).

Idejo cikličnega gibanja je pred Schumpetrom obravnaval že **Kondratjev**. Znatne tehnološke spremembe so ključna sila, ki poganja tako imenovane »Kondratjeve valove«. Schumpetrova ideja, da se inovacije pojavljajo v zaokroženih grozdih, je okrepila Kondratjev fenomen dolgih ciklov. Schumpeter povzema, da je prvi takšen val, v večji meri pojasnjen z inovacijo parnega stroja, drugi z difuzijo lokomotive, tretjega pa je moč pojasniti z iznajdbo elektrike. Četrty val, ki sledi s koncem druge svetovne vojne, je posledica naftnega sistema in iznajdbe avtomobila. Peti Kondratjev val pa nastopi z vpeljavo informacijskih tehnologij (Narkus, 2012; Prašnikar, Redek & Koman, 2017).

1.3 Teorija dolgih valov

Ideje Kondratjeva in Schumpetra so dobile svoje mesto znotraj teorije dolgih valov. Schumpetrovi pogledi na razmerje med izumom in inovacijo in ciklična gibanja so v času njegovega delovanja s strani neoklasikov slabše sprejeti in dobijo več podpore pri tako imenovanih neoschumpeterijancih, ki so predstavniki teorije dolgih valov. V zvezi z nadaljevanjem Schumpetrovih idej sta se pojavila dva pristopa, ki so jih razvili **Mensch** in na drugi strani skupina **Freedman, Clark** in **Soete** (Bučar, 2001; Narkus, 2012).

Mensch je na podlagi empirične analize (cluster analize) prikazal, da se največ inovacij pojavlja, ko smo na dnu cikla, torej v najgloblji depresiji. S tem je povezal inovacije in ciklično gibanje, o čemer govori Schumpeter. Obenem je s pomočjo inovacij skušal razložiti nastanek gospodarske krize. Podjetniki na vrhu cikla uvajajo tako imenovane psevdoinovacije, da bi tudi nadalje obdržali svoj privilegirani položaj, s tem pa se onemogočajo dejanske inovacije, potrebne za nadaljnji razvoj, kar dodatno poslabša položaj

do točke, kjer je pritisk na podjetnike na koncu tako velik, da je uvedba radikalne² inovacije edini način preživetja na trgu (Bučar, 2001).

Poznejša empirična analiza, ki jo je izvedla raziskovalna enota na Univerzi v Sussexu – SPRU⁵ (tu sta sodelovala tudi Soete in Freeman), ni potrdila vezanosti večjega števila radikalnih inovacij na obdobje depresije in je celo pokazala, da se v času recesij naložbe v raziskovalno-razvojno dejavnost s strani podjetij zmanjšujejo. Freeman, Clark in Soete sicer ne oporekajo temu, da recesija sama po sebi spodbudi določene inovacije, so pa dodali, da empirični rezultati nikakor ne potrjujejo tega, da je teh dovolj, da bi to samostojno obrnilo val navzgor. Kar gre še pripisati delu te skupine, je poudarjanje tega, da je pri obravnavi ekonomskega vpliva inovacij bistveno, kdaj se začne proces difuzije, in nas podatek, kdaj je inovacija nastala, manj zanima (Bučar, 2001; Mansfield, 1983).

Teorija dolgih valov opredeli tehnološko revolucijo kot spremembo v tehnološkem sistemu, ki je tako daljnosežna, da vpliva na celotni gospodarski sistem. Tehnološke inovacije na koncu vplivajo tudi na panoge, ki se z njimi neposredno ne soočajo. Govorimo o premikih družbenih, političnih in sociokulturnih temeljev. Tehnološka revolucija poteka v obdobju desetih let ali še dlje, se odvija v valovih in vpliva na številne panoge. Ciklično gibanje in pomen difuzije sta izražena na naslednji način: ko se izkaže, da je radikalna inovacija tržno upravičena in prinaša nadpovprečen dobiček, temu sledijo posnemovalci in to vodi k povečanju naložb, zaradi česar se ustvarja dodatno povpraševanje. To novo povpraševanje spodbudi trg drobnih inovacij, ki skupaj z radikalnimi povzročijo, da gospodarstvo začne rasti. Rast novih trgov vključuje številne procesne inovacije, kar vodi k dvigu produktivnosti in izkoriščanju ekonomij obsega. V tem obdobju rastemo in povpraševanje po delu se povečuje. Stroški dela se povečajo, kar zmanjšuje stopnjo dobička. Posledica tega je povečevanje varčevanja, zmanjševanje naložb in minimiziranje stroškov, kar pomeni manj dela. Povečuje se nezaposlenost, val pa se obrne navzdol (Bučar 2001).

Avtorji teorije dolgih valov ob razumevanju tehnološke revolucije vključujejo nujnost strukturnih premikov, ki se morajo zgoditi v času revolucije. Recesija, ki se pojavi, je v takšnem primeru prav odraz neujemanja trenutnih družbeno-ekonomskih pravil in nove tehnološke sfere in odraža potrebo po spremembi družbeno-institucionalnega okvira, ki se mora prilagoditi novim razmeram (Bučar, 2001).

Kljub zelo slikovitemu prikazu tega, kako je tehnologija skozi zgodovino vplivala na gospodarstvo, so Kondratjeve in Schumpetrove ideje na udaru kritik. Očitki padajo na pomanjkanje razlage izvora in dinamike teh ciklov, prav tako se različni avtorji niso uspeli

² Teorija dolgih valov loči med drobnimi (inkrementalnimi) in radikalnimi inovacijami. Prve so običajno posledica učenja na napakah v procesih, ki že tečejo. Druge so v večji meri posledica usmerjenega znanstvenoraziskovalnega dela (Bučar, 2001).

popolnoma zediniti v časovni opredelitvi trajanja posameznih valov, kar ponovno meče slabo luč na teorijo dolgih valov (Prašnikar, Redek & Koman, 2017).

1.4 Neoklasični pristop

Do začetka 20. stoletja se je neoklasična ekonomska teorija že dodobra razširila. Vzroki so v spremenjenih ekonomskih razmerah, ki jih klasična teorija ni več bila sposobna pokrivati. Klasiki delujejo v času pomanjkanja kapitala in se osredotočajo na pomen neprekinjene akumulacije kapitala, ki pa v drugi polovici 19. stoletja ni več osrednji problem, saj ga je dovolj. Neoklasiki ne poudarjajo več proizvodnje, temveč jih bolj zanimata menjava in optimalna razporeditev danih virov. Prav tako pri njih v nasprotju s klasiki tehnološka sprememba ni več nujno vezana na manj dela in več kapitala in naložbe v fiksni kapital niso več nujni predpogoj za nastanek inovacije (Bučar, 2001; Sušjan, 2006).

Ključno analitično orodje, ki ga uporabljajo v svojih modelih, je produkcijska funkcija oziroma izokvanta³, ki odraža tudi določeno raven tehnologije. S premikanjem vzdolž produkcijske funkcije dosegamo enak obseg proizvodnje z drugačnimi kombinacijami produkcijskih tvorcev, ki predstavljajo različne tehnike. Podjetje lahko v danem trenutku izbira med več razpoložljivimi tehnikami (izbere tisto, ki mu omogoči minimizacijo stroškov njegove proizvodnje). Prehajanje med različnimi tehnikami pa ne pomeni tehnološke spremembe, saj vse kombinacije pripadajo isti ravni tehnologije, s katero imamo opraviti v tistem času. O tehnološki spremembi govorimo šele tedaj, ko se celotna produkcijska funkcija pomakne navzgor (Bučar, 2001).

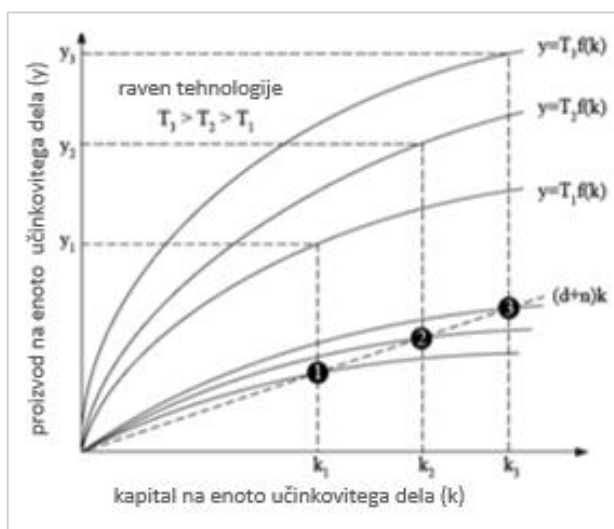
Pri razumevanja pomena tehnologije v neoklasični ekonomski teoriji je pomembno delo znanega ameriškega ekonomista Roberta Solowa. Izhodiščna točka modela eksogene rasti je omenjena produkcijska funkcija v obliki $y=f[K, L, A]$, kjer je proizvod odvisen od dela, kapitala in ravni tehnologije (Knez, 2005). Model odpravlja predpostavko fiksnih razmerij med delom in kapitalom in razume količino razpoložljive delovne sile kot eksogeno spremenljivko (določeno s stopnjo rasti prebivalstva), proizvod pa je kombinacija dela in kapitala. Model eksogene rasti vključuje novo spremenljivko, ki jo imenujejo tehnična opremljenost dela in ki kaže razmerje med delom in kapitalom ($r = K/L$) (Bučar, 2001). Ko količina dela narašča (s stopnjo prebivalstva) s čimer pada mejni produkt dela, moramo vzajemno povečevati kapital po enaki stopnji, zato da ohranimo enako raven tehnične opremljenosti dela. Vse dokler so dejanske naložbe večje od teh potrebnih naložb, se tehnična opremljenost in produktivnost dela povečuje. Na točki, kjer se naložbe izenačijo, sta trg dela in kapitala v ravnovesju in dosegamo optimalno proizvodnjo na zaposlenega.

³ Produkcijska funkcija oziroma izokvanta prikazuje tehnično zvezo med obsegom proizvodnje in porabljenimi proizvodnimi dejavniki.

Model nakazuje, da je rast mogoče spodbuditi tudi z višjo stopnjo varčevanja (Bučar, 2001; Sredojević, Cvetanović & Bošković, 2016).

Za nas je pomembno, da je Solow na tem mestu dodal, da je rast mogoče doseči tudi neodvisno od varčevanja in naložb, in sicer s tehnološkimi spremembami. Dvig ravni tehnologije torej premakne celotno produkcijsko funkcijo navzgor, kar vodi k vzpostavitvi novega ravnotežja, kot je razvidno iz slike 1. Pri višji ravni tehnologije pridemo v ravnovesje, kjer sta kapital in proizvod na zaposlenega večja (Sredojević, Cvetanović & Bošković, 2016).

Slika 1: Model eksogene rasti in tehnološke spremembe



Vir: Sredojević, Cvetanović & Bošković (2016).

Neoklasični model išče stopnjo rasti gospodarstva v navezavi na stopnje rasti produkcijskih dejavnikov, tj. dela in kapitala. Tisti del rasti, ki ga niso mogli pripisati enemu od dejavnikov, so povezali z vplivi tehnoloških sprememb. Čeprav neoklasiki opredeljujejo tehnološke spremembe kot bistvene za rast, so njihove formulacije še vedno v marsičem problematične. Poudarili so, da so tehnološke spremembe in napredek pomembni, ne dajo pa nam ničesar, da bi lahko bolje razumeli determinante tehnoloških sprememb in s tem usmeritev, kako te doseči. Tehnologija ima v njihovi analizi pomembno težo, vendar je kljub temu ostala zunaj njihovega modela (Bučar, 2001; Sredojević, Cvetanović & Bošković, 2016).

Model eksogene rasti je bil na udaru kritik tudi z vidika nerealističnih predpostavk, ki jih uporabljajo neoklasiki. Model namreč temelji na popolnokonkurenčnih trgih in le dveh proizvodnih dejavnikih, razpoložljivosti neomejenega števila tehnik in popolni zamenljivosti dela in kapitala (ta je v resnici lahko omejena z nedeljivostjo posameznih enot). Poleg tega produkcijska funkcija omogoča samo sledenje izboljšavam v ceni, ne pa tudi dvigu kakovosti. Ker njihova analiza obenem namiguje na to, da naj bi države s podobnim tehnološkim razvojem dosegale podobne stopnje rasti, imajo neoklasiki težave

tudi z empiričnim dokazovanjem tega. To so deloma uspeli rešiti s poznejšimi dopolnitvami modela, kjer je bil fizičnemu kapitalu dodan koncept človeškega kapitala (naložba v izobraževanje) (Bučar, 2001).

1.5 Nove teorije rasti

Neoklasični ekonomisti se ne ukvarjajo z vprašanjem, kako je do tehnološke spremembe prišlo, in predpostavijo eksogen vpliv. Želja po »endogeniziranju« tehnoloških sprememb je pripeljala k tako imenovanim novim oziroma endogenim teorijam rasti. Nove teorije se odmikajo od ideje, da so rast in tehnološke spremembe posledica zunanjih vplivov in da prek državne politike in tržnih spodbud nimamo nikakršnega vpliva na inovacijsko dejavnost in tehnološki napredek. Novost pri teh teorijah je tudi to, da se ugotavlja, da tehnološke izboljšave vodijo k višjemu življenjskemu standardu (Bučar, 2001). Pomembna razlika od eksogenih modelov je, da novi modeli predvidevajo obstoj pozitivnih tehnoloških eksternalij⁴, zaradi česar imamo naraščajoče donose, in ne več padajočih. Posledica tega je, da nismo več omejeni na približevanje končni ravni dohodka, kjer se rast ustavi. Endogeni modeli so prav tako uspeli pojasniti vprašanje, zakaj se manj razvite države niso uspele približati stopnji razvitih držav, kot se je predvidevalo glede na neoklasično teorijo. Odgovor je v razlikah med državami glede njihove sposobnosti širjenja tehnološkega znanja, to pa je povezano zlasti z načinom razmišljanja in sprejemanja odločitev tako javnega kot zasebnega sektorja (Sredojević, Cvetanović & Bošković, 2016).

Nove teorije rasti zajemajo vrsto različnih modelov. Prva skupina modelov v ospredje postavlja eksternalije in prelivanje tehnološkega znanja, druga pa poudarja pomen raziskovalno-razvojne dejavnosti (Sredojević, Cvetanović & Bošković, 2016).

Romer je imel opraviti z empiričnimi podatki, ki so nakazovali rast tudi, ko bi se ta v skladu z neoklasičnimi predvidevanji morala zaustaviti. To je skušal pojasniti skozi idejo, da več ko se učimo, hitreje se učimo. Pri ideji, ki jo zagovarjajo nove teorije rasti, je nujno razumevanje znanja kot kumulativnega in dinamičnega. Romer v modelu ovrže neoklasično predpostavko, da podjetje pobere celotni dobiček, ki ga prinaša naložba v inovacijo. Naložba v fizični kapital vodi h kopičenju znanja, ki pa se kot pozitivna eksternalija prenaša tudi izven podjetja. Romer je torej uspel tehnološke spremembe vključiti v model, vendar ta kljub temu slabo odraža dejansko stanje. Predvideva namreč situacijo, kjer podjetje vложи v fizični kapital v prvi vrsti zaradi doseganja pozitivnih tehnoloških eksternalij in šele v drugi vrsti zaradi želje po povečanju dobička. V tem modelu sta najbolj problematični predpostavka o popolnokonkurenčnem trgu in o prosti in široki difuziji novega znanja (Bučar, 2001; Sredojević, Cvetanović & Bošković, 2016).

⁴ Eksternalije predstavljajo neplačilo za korist ali škodo, ki jo ekonomski subjekt povzroči s svojim delovanjem.

Druga vrsta endogenih modelov rasti, ki se osredotočajo na pomen raziskovalno-razvojnih dejavnosti (in ki deloma izhajajo iz Schumpetrovih idej), sloni na predpostavkah obstoja monopolnih struktur in ločenih raziskovalnih sektorjev, ki skrbijo za ponudbo tehnologije na trgu. V teh modelih je rast odvisna od obsega sredstev, ki se namenijo razvojno-raziskovalnim dejavnostim, od tega, v kolikšni meri je novo tehnologijo mogoče držati zase (stopnja monopolne moči), in od časovne periode teh naložb. Rast je pravzaprav odvisna od tehnološkega napredka, ki je rezultat vlaganja podjetij v raziskovalne aktivnosti, to pa je posledica želje po povečanju dobička (Sredojević, Cvetanović & Bošković, 2016).

Tehnološke spremembe zahtevajo človeški in organizacijski vložek in okolje, ki bo omogočalo njegov polni izkoristek. Predpogoj je institucionalni okvir, ki spodbuja inovacijsko dejavnost, saj trg ni zadosten motivator. Vsaka država razvija lastno tehnološko bazo. Pomembna je aktivna vloga države, ki z neposrednimi in posrednimi naložbami v človeški kapital in informacijsko-komunikacijski sektor ter podporo tujim vlagateljem proaktivno spodbuja gospodarsko rast (Sredojević, Cvetanović & Bošković, 2016).

Novim teorijam rasti se očita predvsem to, da se bolj kot na preverjanje lastnih izhodišč osredotočajo na preverjanje ustreznosti drugih teorij, zlasti neoklasične (Bučar, 2001).

1.6 Evolucijska teorija

Tako kot nove teorije rasti skuša tudi evolucijska odgovoriti na vprašanja, ki so omajala merodajnost nastavkov neoklasične teorije. Nelson, Winter in Dosi, ki so predstavniki te teorije, se v svojih izhodiščih v veliki meri opirajo tudi na Schumpetrove ideje. Tudi tu avtorji v prvi vrsti izpostavijo nerealnost neoklasičnih predpostavk (splošno ravnotežje, popolna racionalnost podjetij pri zasledovanju maksimalnega dobička), zaradi česar se odmikamo od dejanskega stanja (Bučar, 2001; Sredojević, Cvetanović & Bošković, 2016).

Ime je teorija dobila po istoimenski teoriji iz biologije, saj osnovne koncepte zgradi na Darwinovi ideji poteka naravne selekcije. Samo določena podjetja uspejo preživeti in se dalje razvijati na trgu. Pri analiziranju podjetja razlikuje med rutinskimi in nerutinskimi/inovativnimi nalogami. Rutinske naloge so njegove stalne značilnosti in jih lahko primerjamo z geni v evolucijski teoriji iz biologije. Te značilnosti omogočajo predvideti prihodnje vedenje organizma (vendar ne popolnoma, saj nanj vpliva tudi okolje). Primer rutinskih funkcij podjetja so ustaljeni procesi, kot so proizvodni postopki, pridobivanje delovne sile, obnavljanje zalog, vlaganje v raziskave in razvoj in oglaševanje. Naslednji pomemben koncept te teorije se imenuje »iskanje« in vključuje dejavnosti, ki preverjajo in ocenjujejo trenutne rutine podjetja in jih po potrebi bolj ali manj prilagajajo. Gre za nerutinske funkcije podjetja, kamor se uvršča uvajanje inovacij. Gre za novo in nepredvidljivo stanje, ki nam onemogoči popolnoma predvideti vedenje podjetja v prihodnje. Inovacija je v svojih značilnostih enaka genski mutaciji v biologiji in vodi k evoluciji. Tretji koncept evolucijske teorije pa je tako imenovano »okolje selekcije«, kjer se

podjetje prilagodi in razvije, ohrani ali pa ne preživi (Bučar, 2001; Sredojević, Cvetanović & Bošković, 2016).

Na podlagi evolucijske teorije in njenih izhodišč je poslovno okolje povsem drugačno od tistega, predpostavljenege v neoklasični teoriji. Podjetja, ki skušajo v stalno spreminjajočem se okolju preživeti, skušajo izpolnjevati svoje funkcije (kot je povečanje dobička). Podjetje deluje rutinsko, dokler dosega želene rezultate, v nasprotnem primeru pa se začne zgoraj omenjeno iskanje. To lahko vodi k uvedbi poznanih rutin, ki jih izvajajo druga podjetja v panogi, ali pa se udejanji širše in ustvari osnovne inovacije. Podjetja, ki so tehnološko bolj dovršena, spreminjajo značilnosti okolja in ustvarjajo pritisk na manj napredna, da tudi ta sprožijo proces iskanja in preidejo na stroškovno učinkovitejše tehnike. Poslovno okolje je nepredvidljivo in ob uvedbi nove tehnologije imamo lahko zgolj predstavo, kam nas bo to pripeljalo, ničesar pa ni mogoče zares predvideti (Bučar, 2001; Sredojević, Cvetanović & Bošković, 2016).

Evolucijska teorija je dobra podlaga za idejo nacionalnega inovacijskega sistema, tj. mrežo javnih in zasebnih institucij, ki skozi prepletene dejavnosti vplivajo na nastajanje, uvajanje in difuzijo novih tehnologij. Poudarja se namreč to, da nove inovacije ne nastajajo v izolaciji, temveč z interakcijo organizacij na regionalni, sektorski in nacionalni ravni (Sredojević, Cvetanović & Bošković, 2016).

Evolucijska teorija uporablja realnejše predpostavke kot neoklasična in se bolj približa dejanskemu stanju. Obenem vzpostavlja povezave med mikro in makro ravno, kar je pomembno pri analizi tehnoloških sprememb. Kljub temu pa ta teorija ni našla pomembnejšega mesta v uporabni gospodarski politiki, in sicer prav zaradi njene izjemne kompleksnosti pri preverjanju empiričnih podatkov (Bučar, 2001).

2 ČETRТА INDUSTRIJSKA REVOLUCIJA

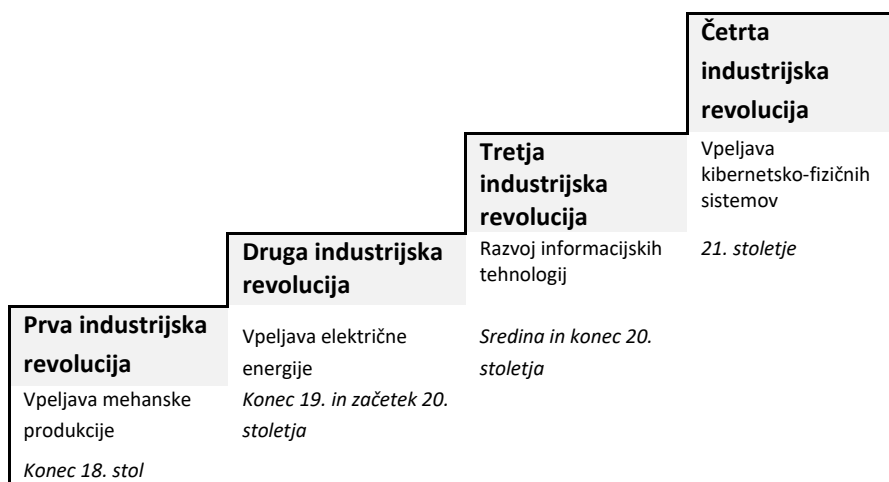
V prvem poglavju predstavljamo opredelitev tehnološke revolucije z vidika ekonomske teorije. O tehnološki revoluciji govorimo, ko je sprememba tehnološke sfere tako močna, da ima daljnosežne učinke na celotni gospodarski sistem. Tehnološka odkritja na določenih področjih se na koncu odražajo tudi v nepovezanih panogah in povzročijo spremenjene razmere v proizvodnji, distribuciji in potrošnji celotnega gospodarstva. Tehnološka revolucija traja desetletje ali več in povzroči preobrat na področju dela in vsakdanjega življenja ljudi.

Trenutno potekajo razprave o četrti industrijski revoluciji, ki je poznana tudi pod imenom *Industry 4.0*. Transformativne tehnologije, ki jih bomo predstavili v nadaljevanju, že nakazujejo korenite premike in vodijo k uveljavljanju novih poslovnih modelov in temeljnih sprememb vzdolž velikega števila panog. Spremembe se ne kažejo zgolj na različnih trgih,

temveč tudi v vsakdanjem življenju, in sicer v načinu komuniciranja, obveščanja, izražanja in preživljanja prostega časa (Schwab, 2016a).

Preden se osredotočimo na četrto industrijsko revolucijo in tehnologije, ki jo poganjajo, naredimo kratek pregled prvih treh revolucij in ključnih odkritij, ki so sprožila prehod k novim ekonomskim sistemom in družbenim strukturam.

Slika 2: Industrijske revolucije in ključni tehnološki preboji



Vir: Wolter in drugi (2015).

Prva industrijska revolucija se je začela v drugi polovici 18. stoletja in je slonela na iznajdbi parnega stroja. Obenem se je v tem času postavila infrastruktura vodnih poti za prevažanje premoga. Mehanska proizvodnja je začela nadomeščati ročno in moderne tovarne so postopoma začele izrivati manj učinkovite tekstilne manufakture. Učinkovitejše proizvodne metode so imele velik vpliv na tekstilno industrijo, ki je v tem času postala vodilna panoga. Sprožil se je proces industrializacije, pojavil se je pojem masovne proizvodnje in začele so se migracije iz ruralnih v urbane predele. Prva industrijska revolucija se je začela v Veliki Britaniji, ki je v tem času imela položaj vodilnega svetovnega gospodarstva. Nekdaj večinoma agrarna in ruralna družba se je prelevila v industrijsko in urbano (Narkus, 2012; Prašnikar, Redek & Koman, 2017).

Druga industrijska revolucija je trajala od konca 19. do začetka 20. stoletja. Tehnološki preboji, ki so poganjali to industrijsko revolucijo, so iznajdba lokomotive, izgradnja železniške infrastrukture in začetek široke rabe elektrike. Pojav železnice je bil pomemben mejnik za rudarstvo, težko industrijo in transport. Gradnja železniške infrastrukture je posredno in neposredno ustvarila nova delovna mesta v jeklarski in drugih kovinsko-predelovalnih panogah. Zmanjšali so se prevozní stroški, spodbudila se je izmenjava dobrin in odpravila zaprtost regionalnih trgov. Z migracijami se je pospešil proces difuzije tehnoloških znanj, ki so se širila tudi izven Velike Britanije. Naslednji tehnološki preboj v

tem času je bil električni motor. Ta je povzročil korenito spremembo proizvodnih procesov po vsem svetu in hitro rast produktivnosti dela. Amerika je postala vodilno svetovno gospodarstvo in okrepljen se je pomen kemične industrije. Inovacije tega časa so omogočile masovno proizvodnjo in delitev dela je postala pomembna v vseh vodilnih panogah (Narkus, 2012; Prašnikar, Redek & Koman, 2017).

Tretja industrijska revolucija se je odvijala v 20. stoletju in je poznana tudi kot digitalna revolucija. Napredki na področju elektronike, informacijske tehnologije in komunikacijskih tehnologij so sprožili prehod iz industrijske v informacijsko družbo. To obdobje je bilo zaznamovano z razvojem polprevodnikov, prvih velikih računalnikov in pozneje osebnih računalnikov in pojavom interneta (Narkus, 2012; Schwab, 2016a). Svet se je preobrazil v t. i. globalno vas in panoga IT je (skupaj s sorodnimi panogami) prispevala več kot 70 % rasti ameriškega gospodarstva v 90. letih. Nasploh je bila gospodarska rast v tem obdobju močno povezana z razvojem IT (Prašnikar, Redek & Koman, 2017).

Ob pregledu prvih treh industrijskih revolucij ugotavljamo, da se v literaturi pojavljajo neskladja pri njihovi časovni umestitvi. To pojasnijo težave, s katerimi se sooča ekonomska stroka pri iskanju ustreznega modela, ki bi omogočil merjenje učinkov tehnološke revolucije. Tehnološka revolucija je zapleten pojem, ki ga je treba poenostaviti, s čimer se hitro izkrivi dejansko stanje. Posledica tega so različne opredelitve in modeli, kar na koncu vodi k neujemanju empiričnih rezultatov.

Četrta industrijska revolucija se močno opira na tretjo industrijsko revolucijo in vzpon informacijsko-komunikacijske tehnologije. Prva revolucija nas je osvobodila ročnega dela, druga je prinesla masovno proizvodnjo in tretja digitalizacijo, četrta pa prinaša **povezanost digitalnega, biološkega in fizičnega sveta** (Prašnikar, Redek & Koman, 2017). Osnova šestega vala (po teoriji dolgih valov), ki sovpada s četrto revolucijo, so digitalne tehnologije, ki niso nove, postajajo pa tako dovršene, da bo njihov vpliv imel tolikšne razsežnosti, da govorimo o naslednjem revolucionarnem obdobju, ki bo preobrazil družbo in gospodarstva na globalni ravni (Schwab, 2016a).

Primer tega je pojav računalnika, ki sodi v dobo tretje industrijske revolucije, vendar ima osrednjo vlogo tudi v tokratni revoluciji, le da se tokrat računalniki medsebojno povezujejo, komunicirajo in so sposobni sprejemanja odločitev brez človekovega posega (Marr, 2018). Tretja revolucija se osredotoča bolj na področje strojne opreme, medtem ko je pri četrti večji poudarek na razvoju programske opreme (Li, Hou & Wu, 2017).

Četrta industrijska revolucija bo korenito spremenila organiziranost globalne vrednostne verige. Soočamo se s »**pametnimi tovarnami**«, kjer se skozi povezovanje virtualnih in fizičnih sistemov omogoča hitro usklajevanje proizvodnih procesov na globalni ravni, kar vodi k novim poslovnim modelom. Omrežje strojev, ki so digitalno povezani in ustvarjajo

ter prenašajo informacije, je pravzaprav osrednja moč tokratne revolucije (Marr, 2018; Schwab, 2016a).

Poleg razvoja pametnih strojev/sistemov in povezanosti fizičnih in virtualnih svetov se soočamo z nenehnimi tehnološkimi preboji na področjih genetike, nanotehnologije, obnovljivih virov in kvantnega računalništva. Kot lahko vidimo zgoraj, se začetki predhodnih revolucij vedno vežejo na določeno panogo. Na podlagi trenutnega fokusa znanstvenih raziskav, širine tega trga in velikega povpraševanja se kot vodilni makro sektor četrte industrijske revolucije prepoznava področje medicine in zdravstvenih storitev. Prihodnje inovacije je težko natančno predvideti, lahko pa rečemo, da se v splošnem pričakuje porast novih priložnosti, vezanih na korekcije in prilagajanje človeškega organizma, spreminjanje človeškega telesa in do določene mere njegovega genoma, alternative trenutnim kirurškim posegom, uporabo sredstev za gojenje ločenih bioloških materialov ali delov telesa za potrebno regeneracijo organizma in uporabo umetnih bioloških snovi. Tehnološke inovacije naj bi šle v smeri podaljševanja človeškega življenja in izboljšanja njegove kakovosti. V skladu s tem se je uveljavil izraz tako imenovanih **MBNRIC-tehnologij** oziroma medicinskih, bioloških, nano, robotskih, informacijskih in kognitivnih tehnologij (angl. med-bio-nano-robo-info-cognitive technologies) (Grinin & Grinin, 2014; Schwab, 2016a).

Kot nakazujejo izsledki raziskav na temo četrte industrijske revolucije, se temeljni premiki tokrat odvijajo hitreje, v večjih razsežnostih in z več prepletanja novih tehnologij. Podjetja, katerih inovacije imajo daljnosežne učinke na način dela in življenja (na primer Airbnb in Uber), so razmeroma mlada. Prvi pametni telefon (prva generacija iPhonea) se je pojavil leta 2007, konec leta 2015 pa smo beležili že dve milijardi uporabnikov pametnih telefonov. Prav tako je Google pred samo desetimi leti začel s projektom samovozečega vozila (projekt *Waymo*). Poleg hitrosti, s katero se premikamo v tokratni industrijski revoluciji, so omembe vredne tudi velikosti sprememb z vidika vrednosti. Tri največja podjetja v Detroitu so leta 1990 dosegala tržno vrednost v višini 36 milijard ameriških dolarjev, ustvarjala prihodek v višini 250 milijard ameriških dolarjev in zaposlovala 1,2 milijona ljudi. V letu 2014 pa so tri največja podjetja iz Silicijeve doline imela tržno vrednost v višini 1,09 trilijona ameriških dolarjev, ustvarjala prihodek na približno enaki ravni in hkrati zaposlovala desetkrat manj ljudi (137.000) (Schwab, 2016a). Podjetja so danes sposobna ustvariti enako količino bogastva z veliko manj zaposlenimi kot pred desetimi leti. IT-podjetja (npr. Instagram in Whatsapp) na račun digitalnih tehnologij in zelo majhnih marginalnih stroškov, ki so blizu nič, ne potrebujejo več veliko začetnega kapitala, kar ponovno vodi k drugačnim modelom in spremenjenim pravilom na trgu (Schwab, 2016a).

Četrta industrijska revolucija prinaša nove priložnosti in hkrati tveganja. Boljše razumevanje nam omogoča boljše spopadanje in čim hitrejšo prilagoditev na novosti, ki prihajajo. K temu pripomore posebna obravnava ključnih tehnologij tokratne industrijske revolucije, ki jih posebej predstavljamo v naslednjem podpoglavju.

2.1 Ključne tehnologije četrte industrijske revolucije

Na temo iskanja in opredelitve ključnih tehnologij, ki poganjajo trenutno industrijsko revolucijo, lahko najdemo veliko raziskovalnih poročil in najrazličnejših člankov. Nove tehnologije, ki imajo transformativno moč in jih imenujemo tudi megatrendi, razvrščamo v tri skupine: fizično, digitalno in biološko. Ob napredku tehnologij ene skupine imajo zelo pogosto koristi tudi tehnologije drugih dveh skupin, kar nakazuje medsebojno dopolnjevanje in prepletanje teh tehnologij (Schwab, 2016a).

Tabela 1: Ključne tehnologije četrte industrijske revolucije

Transformativne tehnologije	Področje
Fizična skupina	Samovozeča vozila
	3D tiskanje
	Napredna robotika
	Novi materiali
Digitalna skupina	Internet stvari
	Umetna inteligenca, robotika in strojno učenje
	Množični podatki in računalništvo v oblaku
	Digitalne platforme
Biološka skupina	Genetika
	Nevroznanost

Vir: Li, Hou & Wu (2017).

Tehnologije, ki se pojavljajo v fizični obliki (npr. samovozeča vozila in 3D-tiskanje), tvorijo skupino tako imenovanih fizičnih tehnologij. Posebej uvrščamo digitalne tehnologije, ki povezujejo stvari iz fizičnega sveta z virtualnimi omrežji (npr. internet stvari, masovni podatki in digitalne platforme). Smiselna pa je tudi ločena obravnava tehnologij, ki se nanašajo na razvoj in novosti zlasti na področju biotehnologije – te se uvrščajo v biološko skupino tehnologij trenutne industrijske revolucije (Schwab, 2016a).

2.1.1 Fizična skupina

Tehnologije iz te skupine imajo najbolj neposreden vpliv na življenje ljudi. Tu so dosežki najbolj vidni navzven, kar je najbrž razlog, da so te tehnologije običajno splošni javnosti najboljše poznane (Li, Hou & Wu, 2017).

V fizično skupino tehnologij četrte industrijske revolucije se uvrščajo **samovozeča vozila, 3D-tiskanje, napredna robotika in novi materiali.**

Samovozeča vozila (uporablja se tudi izraz avtonomna ali robotska vozila) so v medijih med bolj zastopanimi tehnologijami četrte industrijske revolucije. Samovozečemu avtomobilu

se pridružujejo tudi druge vrste avtonomnih vozil: tovornjaki, droni, letala in ladje. Klasičnim proizvodnim tehnikam avtomobilske industrije se dodajajo napredni senzori, prilagodljivi tempomati, aktivno krmiljenje, zaviranje po žici, satelitska navigacija, laserji in radarji. Samovozeči avtomobil ima potencial zmanjšanja prometnih nesreč, zagotavljanja mobilnosti starejših in invalidnih oseb, povečanja kapacitete cest, zmanjšanja prometnih zamaškov in manjše porabe goriv in ustvarjanja emisij. Prav tako bi lahko droni v prihodnje oskrbovali vojna območja z medicinskimi pripomočki in skrbeli za učinkovitejšo in bolj sorazmerno oskrbo z gnojili na področju agrarne dejavnosti (Li, Hou & Wu, 2017; Schwab, 2016a).

Področje samovozečih vozil se hitro premika in predvideva se, da bo v prihodnosti eksponentno raslo. Google (projekt Waymo) je nedavno, leta 2014, razkril prototip prvega popolnoma avtonomnega vozila (brez upravljanja krmila, pritiska na stopalko za plin in zavorno stopalko). Tu je treba omeniti, da so vozila z delno avtomatiziranimi asistenčnimi sistemi že na trgu, medtem ko so avtomobili visoke ali popolne stopnje avtomatizacije trenutno v testni fazi. Takšna vozila naj bi prispela na evropske ceste do konca prihodnjega leta. Prihodnja avtonomna vozila bodo med seboj povezana in sposobna medsebojne komunikacije. Evropska avtomobilska industrija naj bi na račun avtonomnih vozil do leta 2025 ustvarila okrog 620 milijard evrov dobička (Dormehl & Edelstein, 2019; Evropski parlament, 2019).

3D-tiskanje, poznano tudi pod imenom aditivna proizvodnja, je proces, pri katerem izdelujemo fizične tridimenzionalne predmete iz digitalne 3D-risbe (tako imenovanega digitalnega modela), tako da dodajamo zaporedne plasti materiala. Takšen proizvodni proces je nasproten prej poznanim proizvodnim tehnikam, pri katerih ustvarimo določeno obliko s postopnim odstranjevanjem materiala – npr. z rezanjem in vrtnjem. Proces 3D-tiskanja se uporablja za različno velike proizvode, od vetrnih turbin do medicinskih vsadkov. Trenutno je malo primerov, kjer bi bil celoten proizvod izdelan na ta način, in se predvsem 3D-tiskajo posamezni deli končnih proizvodov. Ta tehnologija se zaenkrat uporablja predvsem v avtomobilski in letalski industriji in medicini. Se pa širi tudi na druga področja, kot so umetnost, kiparstvo, oblikovanje in arhitektura. Poznamo pa tudi že tako imenovano 4D-tiskanje, pri katerem lahko predmet po tiskanju spreminja obliko. Ti proizvodi se samodejno odzivajo na spremembe v okolju, kot sta vročina in vlažnost. Ta nova tehnologija bi se lahko uporabljala v tekstilni in medicinski industriji, npr. za prilagodljiva oblačila in obutev in medicinske vsadke, ki se prilagajajo človeškemu telesu. Eksperimentira pa se tudi s 3D-tiskanjem živil, npr. čokolade in sladkorja (Li, Hou & Wu, 2017; Schwab, 2016a; Računalniške novice, 2017).

Ta tehnologija je v porastu, kar potrjuje podvojeno število prodanih 3D-tiskalnikov med letoma 2005 in 2011 (Organizacija za ekonomsko sodelovanje in razvoj, 2017b). Industrija 3D-tiskanja je med letoma 1990 in 2017 rasla s 26,2-odstotno povprečno letno stopnjo, po predvidevanjih pa bo tudi v naslednjih letih naraščala eksponentno. Preskok na tem področju

potrjuje tudi podatek, da je trg 3D-tiskanja potreboval 20 let, da je dosegel prvo milijardo, medtem ko je drugo milijardo dosegel v le petih letih. Podjetje Wohlers Associates⁵ v poročilu navaja, da je trg v letu 2015 dosegal vrednost 5,2 milijarde ameriških dolarjev, in obenem ocenjuje, da bi lahko v letu 2020 dosegel vrednost v višini 21 milijard ameriških dolarjev (Evropska komisija, 2017).

Ustanovitelj in predsednik Svetovnega gospodarskega foruma (angl. World Economic Forum) v fizično skupino tehnologij četrte industrijske revolucije uvršča tudi **napredno robotiko** in **področje novih materialov**. Spekter področij, kjer se uporabljajo roboti, se hitro širi. Do nedavnega so bili vezani na specifične industrije, kot je na primer avtomobilska industrija. Danes se hitro širi nabor nalog, ki jih opravljajo, najdemo pa jih v vse več panogah, npr. v preciznem kmetijstvu⁶ in zdravstveni negi. To je mogoče zaradi napredka na področju senzorjev in boljšega odzivanja robotov na okolico. Pomemben napredek je tudi to, da je robote v preteklosti bilo treba programirati s pomočjo samostojne enote, danes pa lahko dostopajo do informacij v oblaku in se obenem povezujejo z drugimi roboti. Izjemno pomembni so tudi napredki na področju novih materialov. Gre za odkritja materialov, ki so lažji, močnejši, obnovljivi in prilagodljivi. Poznamo pametne materiale, ki se samodejno čistijo in popravijo, in kovine z oblikovnim spominom. Novi materiali, kot je grafen, ki je dvestokrat močnejši od jekla, milijonkrat tanjši od človeškega lasu in dober prevodnik toplote in elektrike, lahko povzročijo pomembne zasuke v določenih panogah (Schwab, 2016a).

2.1.2 Digitalna skupina

Predstavniki skupine digitalnih tehnologij so **internet stvari** (angl. internet of things, okr. IoT), **umetna inteligenca**, **robotika in strojno učenje**, **množični podatki** (angl. big data), **računalništvo v oblaku** (angl. cloud computing) in **digitalne platforme** (Prašnikar, Redek & Koman, 2017).

Internet stvari oziroma IoT v osnovi zasleduje idejo, da se vzpostavi omrežje fizičnih naprav, ki so medsebojno povezane in na osnovi senzorjev in podobnih alternativ komunicirajo, zbirajo in izmenjujejo podatke. Z brezžičnimi senzorji in aktuatorji lahko spremljamo zdravstveno stanje, lokacijo in početje ljudi in živali in trenutna stanja proizvodnih procesov. Možnost prepoznave, lociranja in nadzora fizičnih naprav in prejemanja podatkov v realnem času lahko vodi k izjemni optimizaciji proizvodnih procesov (Organizacija za ekonomsko sodelovanje in razvoj, 2018; Prašnikar, Redek & Koman, 2017).

⁵ Wohlers Associates je 32 let staro neodvisno svetovalno podjetje s sedežem v Koloradu, ki išče tehnične in strateške rešitve na trgu aditivne proizvodnje.

⁶ Precizno kmetijstvo je primer sodobnega poljedelstva, kjer se ob podpori novih tehnologij, kot so brezpilotni letalniki, omogoči bolj racionalno namakanje ali dognojevanje.

Število povezanih naprav znotraj držav članic OECD bi se lahko po napovedih z ene milijarde v letu 2016 do leta 2022 povzpelo na 14 milijard. Pričakuje se, da bo IoT imel pomembno vlogo zlasti na področjih zdravstvene in računalniške industrije, telekomunikacij, proizvodnje in javne uprave. Tehnologija IoT že beleži pomemben doprinos v proizvodni panogi po zaslugi boljšega usklajevanja tovarniških procesov in obvladovanja tveganja vzdolž oskrbovalnih verig (Organizacija za ekonomsko sodelovanje in razvoj, 2018).

Za zadnje napredke na področju **umetne inteligence**⁷ (angl. artificial intelligence – AI) in **robotike** se gre zahvaliti razvoju na področju hrambe podatkov (tj. obvladovanju velikih količin podatkov) in omrežnih tehnologij⁸ ter vse večji zmogljivosti računalnikov. Znotraj umetne inteligence gre omeniti zlasti **strojno učenje** (angl. machine learning – ML), ki pomeni sposobnost računalnika, da samostojno sprejema ustrezne odločitve. Računalnik uporablja vnaprej programirane algoritme in dostopa do zbirke obstoječih podatkov, kar mu omogoča, da se sam uči in se zna primerno odzvati na nove podatke, ki jim je izpostavljen (Li, Hou & Wu, 2017).

Robotika se omenja med tako fizičnimi kot digitalnimi tehnologijami četrte industrijske revolucije. Roboti so sposobni izvajanja vnaprej opredeljenih rutinskih delovnih nalog, medtem ko umetna inteligenca lahko opravi delovna opravila, ki sicer zahtevajo človeško inteligenco (Saravia, Slen & Pendse, 2018). Se pa ti dve tehnologiji medsebojno prekrivata, predstavniki česar so roboti oziroma stroji z umetno inteligenco, ki lahko opravljajo tudi nerutinske oziroma zahtevnejše kognitivne delovne naloge. Roboti z umetno inteligenco se bodo lahko prilagodili na nove delovne zahteve, ne da bi jih bilo treba reprogramirati. Ta tehnologija naj bi transformirala procese v proizvodnem in storitvenem sektorju. Vpliv je predviden na širšem območju, med drugim na področjih kmetijstva, kemikalij, nafte in premoga, gume in plastike, obutve in tekstila, transporta, gradbeništva, obrambe, nadzora in varnosti, zdravstvenih storitev, trženja, financ in industrije zabave (Organizacija za ekonomsko sodelovanje in razvoj, 2018).

Področje se hitro širi. Od leta 1996 se je število raziskovalnih člankov, ki omenjajo umetno inteligenco, povečalo za devetkrat. Tako kot umetna inteligenca tudi trg robotike beleži hitro rast od leta 2000 dalje. Potrošnja na trgu globalne robotike naj bi se od leta 2005 do leta 2015 povečala za 2,5-krat. Do konca leta 2025 naj bi svetovna potrošnja na trgu robotike dosegla 67 milijard ameriških dolarjev. Prav tako podjetje McKinsey & Company v analizi prikazuje porast stroškov dela in padec cene robotov v zadnjih letih, kar vpliva na povpraševanje na trgu robotike⁹ (Saravia, Slen & Pendse, 2018).

⁷ Umetna inteligenca je tehnologija, ki simulira človekov miselni proces (učenje, razmišljanje, načrtovanje) (Li, Hou & Wu, 2017).

⁸ Omrežna tehnologija ja katerakoli tehnologija, ki omogoča računalnikom, da se prek nje medsebojno povezujejo in komunicirajo.

⁹ Več o tem v podpoglavju 2.2.1, kjer govorimo o trendih na trgu dela.

Povpraševanje po delavcih, ki so sposobni razvijati umetno inteligenco in dopolnjevati delovne naloge, ki jih opravlja umetna inteligenca, bo naraščalo (Organizacija za ekonomsko sodelovanje in razvoj, 2018). Vprašanjsoma, katere delovne naloge bodo prešle v roke robotike in kaj je bolj ali manj izpostavljeno trendu avtomatizacije, posvečamo več pozornosti v nadaljevanju.

Množični podatki (angl. big data) in **računalništvo v oblaku** (angl. cloud computing) sta naslednji transformativni digitalni tehnologiji. Skupaj z vse bolj izpopolnjenimi senzorji, večjimi kapacitetami za hrambo in strojnim učenjem se je obseg podatkov hitro povečeval in se še vedno povečuje. S terminom množični podatki se označuje velika količina uporabnih podatkov. Bolj natančna opredelitev tega je, da te podatke pridobimo iz različnih virov, gre za veliko količino podatkov, ki se nahajajo v različnih oblikah, ti podatki pa se hitro pretakajo, zahtevajo sprotno obdelovanje in so prečiščeni in verodostojni (Li, Hou & Wu, 2017). Računalništvo v oblaku pomeni dostopanje do različnih storitev prek interneta. Do podatkov in programov lahko dostopamo v oblaku oziroma virtualnem prostoru, kar pomeni, da tudi za podatkovno obdelavo ne potrebujemo več ogromno prostora na trdem disku, saj lahko podatke skladiščimo v oblaku (Frankenfield, 2019).

Po podatkih družbe International Data Corporation (IDC) naj bi se tok digitalnih podatkov na svetovni ravni s 33 zetabajtov v letu 2018 do leta 2025 povečal na 175 zetabajtov. En zetabajt je enak milijardi gigabajtov, in če bi želeli shraniti 175 zetabajtov na DVD-je, bi za to potrebovali kup DVD-jev, ki bi 222-krat obkrožil Zemljo. Odmikamo se stran od tradicionalnih podatkovnih centrov in podatki se prestavljajo v oblak. Do leta 2025 naj bi bilo 49 % podatkov na svetovni ravni shranjenih v javnem oblaku (Reinsel, Gantz & Rydning, 2018). Prav tako naj bi do leta 2021 področje računalništva v oblaku rastlo z 22-odstotno povprečno letno stopnjo (Polh, 2018). Množični podatki in napredna analitika (angl. big data analysis – BDA) naj bi v letu 2022 na globalni ravni ustvarili za 260 milijard ameriških dolarjev prihodka, medtem ko je prevedena letna stopnja rasti (angl. compound annual growth rate – CAGR) za to področje v obdobju 2017–2022 11,9 % (Deans, 2018).

Pomembno mesto med tehnologijami te skupine imajo tudi **digitalne platforme**. Platforme delujejo kot nekakšni posredniki in omogočajo, da ponudbena in potrošna stran prideta v stik in celo izmenjata povratne informacije. Internetne platforme povečujejo ponudbo določenih dobrin in storitev in omogočajo nekatere trgovalne posle, do katerih brez njih ne bi prišlo (Organizacija za ekonomsko sodelovanje in razvoj, 2018; (Prašnikar, Redek & Koman, 2017).

Platforme s tem, ko so posameznikom dosegljive prek pametnih telefonov, na preprost način dosegajo kupca in zbirajo podatke ter spreminjajo način potrošnje blaga in storitev. Na tej tehnologiji osnovan poslovni model (primer je podjetje Uber) postaja realnost podjetij, ki ponujajo najrazličnejše storitve, kot so pranje perila, nakupovanje in ponujanje prevozov na

daljših relacijah. Platforme so pravzaprav osnova za delitveno gospodarstvo (angl. sharing economy). Digitalne platforme znatno zmanjšujejo transakcijske in frikcijske stroške¹⁰. Prav tako se z uporabo platform mejni stroški vsake dodatne enote približujejo ničli (Schwab, 2016a). Internetna platforma je inovacija, po zaslugi katere največji ponudnik prevoznih storitev, Uber, nima v lasti niti enega vozila, najbolj priljubljen socialni medij, Facebook, ne ustvarja nobene vsebine in trenutno največji ponudnik nastanitev, Airbnb, ni lastnik ene same nepremičnine (Schwab, 2016a).

Na področju digitalnih tehnologij gre omeniti še navidezno resničnost (angl. virtual reality – VR) in obogateno resničnost (angl. augmented reality – AR). Navidezna resničnost ustvarja realistične slike in zvoke v virtualnem okolju. Posebne naprave (HTC Vive, Google Cardboard) ponesejo posameznika v domišljijiski prostor. Obogatena resničnost pa dodaja digitalne elemente v uporabnikov resnični prostor. Primer tega so Snapchatovi filtri in mobilna igra Pokémon Go (The Franklin Institute, brez datuma). Vse pomembnejše pa postaja tudi področje kibernetске varnosti (angl. cybersecurity), ki varuje računalniška omrežja, programe in podatke pred uničenjem, napadi in nepooblaščenim dostopom (Suhadolc, 2016).

2.1.3 Biološka skupina

Zgoraj omenjamo, da se kot vodilni makro sektor tokratne industrijske revolucije navaja področje medicine in zdravstvenih storitev. Fokus znanstvenih raziskav in pomembni dosežki se uvrščajo znotraj biotehnologije, zlasti na področji genetike in nevroznanosti (Prašnikar, Redek & Koman, 2017).

Pomembna so odkritja v zvezi z določanjem zaporedja genov in njihovega aktiviranja in urejanja. Danes je mogoče določiti zaporedje genov v le nekaj urah in za manj kot tisoč ameriških dolarjev. Kar nekaj bolezni, ki predstavljajo izziv za zdravstveno stroko, ima gensko komponento (npr. srčne bolezni in rakava obolenja). Ob poznavanju točne genske sestave bo mogoče zagotoviti zdravljenje, ki je prilagojeno bolniku. Podjetje IBM je razvilo superračunalnik Watson, ki lahko ob pregledu podatkovne zbirke (na podlagi preteklih bolezni in zdravljenju in genski sestavi) poda predlog zdravljenja, ki je posebej prilagojen posameznemu rakavemu bolniku. Program ni dosegel uspehov, predvidenih v oglaševalski kampanji podjetja, in je zaenkrat predmet pomislekov stroke, pa tudi širše javnosti (Flam, 2018; Schwab, 2016a).

Sintetična biologija omogoča prilagajanje organizmov s pisanjem njihovega genskega zapisa. Umetno ustvarjeni virusi in bakterije že obstajajo. To pomeni, da sintetična biologija

¹⁰ Transakcijski stroški v finančnem smislu pomenijo razliko v ceni, ki jo je plačal trgovec, in ceno, ki jo je plačal končni kupec. Frikcijski stroški pa so celotni stroški, povezani z izvedbo finančne transakcije.

lahko ustvarja nove biološke vrste. Če zanemarimo etične pomisleke, ki bi uspeli vplivati na napredovanje teh tehnologij, se lahko predvidijo znatni premiki v medicini, pa tudi agrarni dejavnosti in proizvodnji biogoriv (Schwab, 2016a).

Prav tako je izjemno napredoval genski inženiring, kjer so omejitve bolj kot tehnične predvsem etične in regulatorne narave. Možnosti genskega prilagajanja organizmov so zelo široke – samo nekaj takšnih primerov so vzrejanje živali na dietni prehrani, kar je stroškovno učinkoviteje, poljščine, ki niso občutljive na sušo, prašiči z genom, ki omogoča rast organov, ki jih je mogoče uporabiti za presaditev pri človeku (to v praksi še ni bilo udejanjeno zlasti zaradi tveganj zavrnitve organa s strani človeškega organizma in možnosti prenosa bolezni), in zelje z genom škorpijona, ki je zaščiteno pred škodljivci in ga ni treba škropiti (Human Paragon, 2017).

Na začetku poglavja smo zapisali, da napredki tehnologij ene skupine pogosto prinesejo korist tudi tehnologijam, ki sicer spadajo v drugo skupino. Prav tako se tehnologije medsebojno združujejo in vodijo k nastanku novih prebojev. Primer tega je biotiskanje, kjer se združujejo prednosti 3D-tiskanja in napredkov na področju genskega urejanja. Ta tehnologija je že bila uporabljena za tiskanje kože, krvnih žil in kosti. Z biotiskanjem se lahko reši težava iskanja ustreznih darovalcev organov. Trenutno se preučuje »tiskanje« srca, jeter in ledvic (Dhannu, 2018; Schwab, 2016a).

Znotraj te skupine transformativnih tehnologij se pričakujejo največji izzivi, ki bodo nastali v zvezi s potrebnimi spremembami družbenih norm in trenutnih regulativ.

2.2 Vplivi četrte industrijske revolucije

Hiter tehnološki razvoj prinaša strukturne spremembe. Kot omenjamo na začetku tega poglavja, tehnološka revolucija vpliva na celotni gospodarski sistem in povzroči preobrat na trgu dela in na področju vsakdanjega življenja ljudi. Kje vse se bodo odrazili vplivi zgoraj predstavljenih transformativnih tehnologij in nadaljnjih prebojev, ki še nastajajo ob njihovem prepletanju in izpopolnjevanju, je izjemno težko predvideti. Predvidevanja so velikokrat netočna in velikost sprememb nas pogosto preseneti. Kot primer tega omenimo napovedi, ki so se pojavile ob prihodu pametnih telefonov. Posamezniki so predvideli znaten upad ali celo propad trgov posameznih proizvodov, ki jih je mogoče nadomestiti z uporabo mobilnih aplikacij: od prenosnih računalnikov in dlančnikov do glasbenih metronomov in ročnih povečevalnih lup. To nakazuje, da lahko predvidimo potencialne vplive, veliko težje pa napovemo njihovo jakost (Organizacija za ekonomsko sodelovanje in razvoj, 2017b).

Na tem mestu bomo pogledali, kje se predvidevajo vplivi četrte industrijske revolucije. Nekoliko bolj se bomo osredotočili na izbrane **trende na trgu dela**, ki jih bomo podrobneje obravnavali v nadaljevanju, in sicer trende avtomatizacije, deindustrializacije, polarizacije delovnih mest in spreminjajoče se izobrazbene strukture.

Pričakujemo poseganje v obstoječe **ekonomske, poslovne, politične in socialne modele**.

2.2.1 Vpliv na ekonomske modele

- gospodarska rast in produktivnost

Znotraj ekonomskih vplivov ugotavljamo, kaj lahko pričakujemo na področju **gospodarske rasti** in produktivnosti. Sektor informacijskih tehnologij vse od leta 1995 predstavlja kar 20 odstotkov rasti bruto domačega proizvoda Združenih držav. Prav tako je dodana vrednost¹¹ storitev IT znotraj držav OECD med letoma 1996 in 2008 narasla za 115 %. Na svetovni ravni je sektor informacijskih tehnologij v letu 2010 prispeval kar 7,1 % bruto domačega proizvoda. Sistemi IoT zmanjšujejo strošek iskanja in odpravljanja asimetrije informacij. Napredne digitalne tehnologije pogosto prispevajo k manjši porabi naravnih virov. Inteligentni proizvodni sistemi prihranijo pri potrebni količini dela, kar prav tako vodi do prihrankov. Vse to dviguje proizvodno učinkovitost in posledično prispeva h gospodarski rasti (Li, Hou & Wu, 2017).

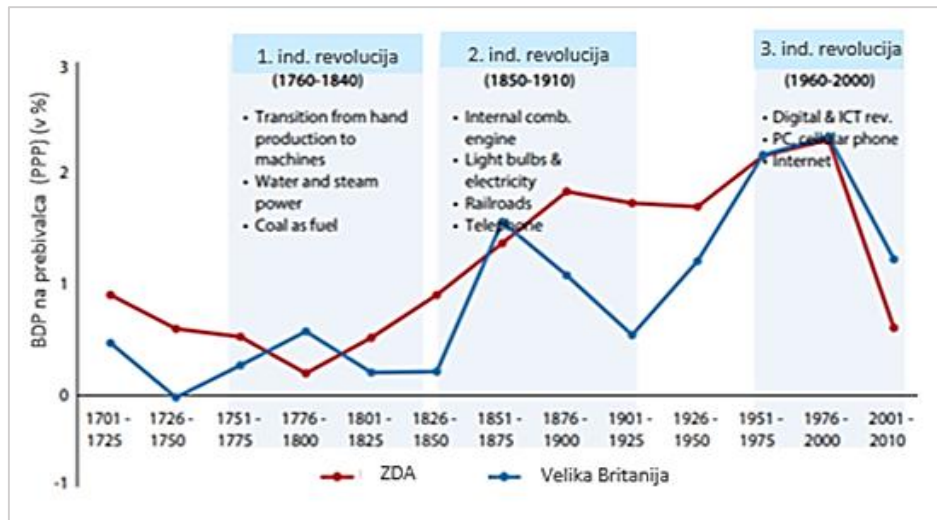
Pri vprašanju vpliva trenutne industrijske revolucije na gospodarsko rast in življenjski standard se ekonomska stroka kot vselej poprej tudi tokrat deli na dva dela.¹² Tehnološki pesimisti zagovarjajo idejo, da so pozitivni učinki tokratne industrijske revolucije že izzveneli in produktivnost ne bo več naraščala. Nasprotna skupina pa pravi, da ni dokazov o tem, da bi bile priložnosti za nastajanje nadaljnjih uporabnih inovacij že izčrpane (Dachs, 2018; Schwab, 2016a).

Na voljo so podatki gibanja gospodarske rasti in produktivnosti po koncu prve, druge in tretje industrijske revolucije. Na sliki 3 lahko vidimo gibanje bruto domačega proizvoda na prebivalca, prilagojenega na kupno moč prebivalcev (angl. GDP per capita based on purchasing power parity – GDP per capita PPP), v Veliki Britaniji in Združenih državah v obdobju med 1701 in 2010. Ob koncu prve in druge industrijske revolucije je BDP na prebivalca v standardih kupne moči večji, kot je bil na začetku, oziroma še narašča. Oster padec tega kazalnika ob koncu tretje industrijske revolucije je povezan s finančno-gospodarsko krizo 2008. Tu se ponovno vračamo k zapletenosti merjenja vplivov tehnološke revolucije, kar izpostavljamo že v prvem poglavju. Kje sta začetek in konec vpliva industrijske revolucije, je težko določiti, saj to ni povezano le s pojavom transformativnih tehnologij, temveč tudi s stopnjo difuzije (Bruckner, LaFleur & Pitterle, 2017).

¹¹ Dodana vrednost je razlika med ceno storitve in stroški, ki nastanejo ob njenem izvajanju.

¹² Že pri obravnavi prve industrijske revolucije so se ekonomisti delili med tehnološke pesimiste, ki so trdili, da tehnološki napredek poslabša kakovost življenja za delavski razred, in tehnološke optimiste, ki so menili, da tehnološka revolucija izboljša kakovost življenja vseh ljudi (Nardinelli, brez datuma).

Slika 3: Bruto domači proizvod na prebivalca (po pariteti kupne moči) v Veliki Britaniji in Združenih državah v obdobju 1701–2010

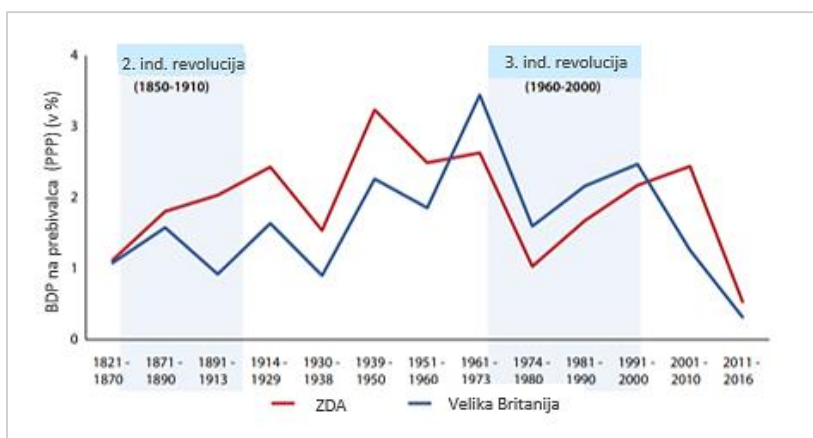


Vir: Bruckner, LaFleur & Pitterle (2017).

Kako se je gibala produktivnost dela v času druge in tretje industrijske revolucije, lahko vidimo na sliki 4. Če pogledamo obdobje druge industrijske revolucije, se je produktivnost povečevala celo hitreje, ko je bilo revolucije že konec. To lahko pojasnimo s tem, da je potrebnega nekaj časa, da se novosti razširijo in obenem da se jih zaposleni naučijo kar najučinkoviteje uporabljati. Poleg tega se ponekod omenja, da je med drugo industrijsko revolucijo celo mogoče zaznati odpor tovarn do prevzemanja novih, na elektriki temelječih proizvodnih metod, saj se je s tem odpravila potreba po poznavanju določenih znanj in preteklih metod dela (Atkeson & Kehoe, 2001). Podobno se navaja dokaj počasna rast v produktivnosti dela v času prve industrijske revolucije v Veliki Britaniji. Možen razlog je v tem, da so tu tehnološki preboji bili skoncentrirani le na nekaj sektorjev, zaradi česar učinek na celotni proizvodni sektor ne zadostuje, da bi se to odrazilo na celotnem gospodarstvu. Padec v produktivnosti v času tretje industrijske revolucije pa je spet mogoče pojasniti z vplivi finančne krize 2008 (Bruckner, LaFleur & Pitterle, 2017).

Predvidevali smo, da se bomo po koncu finančne krize vrnili na raven globalne gospodarske rasti, ki smo jo dosegali pred letom 2008 (tj. 5-odstotna stopnja rasti). To se ni zgodilo in obstali smo pri 3–3,5 % rasti svetovnega gospodarstva. Počasnejša gospodarska rast na svetovni ravni se povezuje s številnimi možnimi vzroki, med njimi tudi nekaterimi, ki so povezani s trenutnim tehnološkim napredkom, in sicer vplivi novih tehnologij na trend staranja populacije in povečevanjem produktivnosti (Schwab, 2016a).

Slika 4: Gibanje produktivnosti dela v Združenih državah in Veliki Britaniji v obdobju 1821–2016



Vir: Bruckner, LaFleur & Pitterle (2017).

Nove tehnologije iščejo načine, kako izboljšati kakovost človekovega življenja in ga podaljšati. Trend starajočega se prebivalstva povzroča upočasnjevanje rasti gospodarstva. Hkrati pa na drugi strani tehnološke inovacije na dolgi rok povečujejo produktivnost dela, kar ima na gospodarsko rast nasproten vpliv. Rast produktivnosti pomeni izboljšanje razmerja med produkcijskimi dejavniki in celotnim outputom podjetja – produktivnejše podjetje proizvede več z enako količino inputov (Dachs, 2018). Podatki o rasti produktivnosti zaenkrat ne odražajo rezultata, ki bi ga ob tako hitrem tehnološkem razvoju pričakovali. Če pogledamo številke ameriškega gospodarstva, je produktivnost dela med letoma 1947 in 1983 v povprečju zrasla za 2,8 % na leto, v obdobju med letoma 2000 in 2007 za 2,7 %, v zadnjem času, med letoma 2007 in 2014, pa se je povečevala zgolj za 1,3 % letno (Bureau of Labor Statistics, brez datuma; Schwab, 2016a). Kljub temu nekateri avtorji – Frey in Osborne ter Brynjolfsson in McAfee – napovedujejo znatna povečanja produktivnosti na račun prihodnje avtomatizacije v proizvodnem in storitvenem sektorju (Dachs, 2018).

Četudi ni mogoče postavljati vzporednic med posameznimi industrijskimi revolucijami, pa se kot eden od argumentov za trenutno nižje ocene rasti produktivnosti dela navaja prav določen čas, ki je potreben, da se vplivi tehnoloških novosti odrazijo na produktivnosti. Eno od pojasnil se nanaša tudi na težave pri merjenju produkcijskih inputov in končnih rezultatov in posledično razpoznavanje produktivnosti same. Značilnosti novih proizvodov in storitev, kot so ničelni mejni stroški ali njihova neposredna ponudba prek digitalnih platform, kar vodi k nižjim cenam blaga, lahko pomenijo, da klasični načini merjenja dodane vrednosti ne ustrezajo več in realno povečanje ni povsem zajeto. Najrazličnejše storitve (npr. pranje perila, nakupovanje in ponujanje prevozov na daljših relacijah), ki so na voljo prek mobilnih aplikacij na pametnih telefonih in nam omogočajo, da smo učinkovitejši in posledično

produktivnejši na delovnem mestu in v zasebnem življenju. To ustvarja dodane vrednosti, ki nikjer niso vključene (Schwab, 2016a).

Glede na to, da četrta industrijska revolucija še traja in si obenem niti stroka v napovedih ni enotna, za potrebe tega magistrskega dela veliko globlje na temo vpliva na produktivnost in gospodarsko rast niti ne bomo šli in se premikamo na trg dela, kjer predstavljamo trende, ki se povezujejo z novimi tehnologijami.

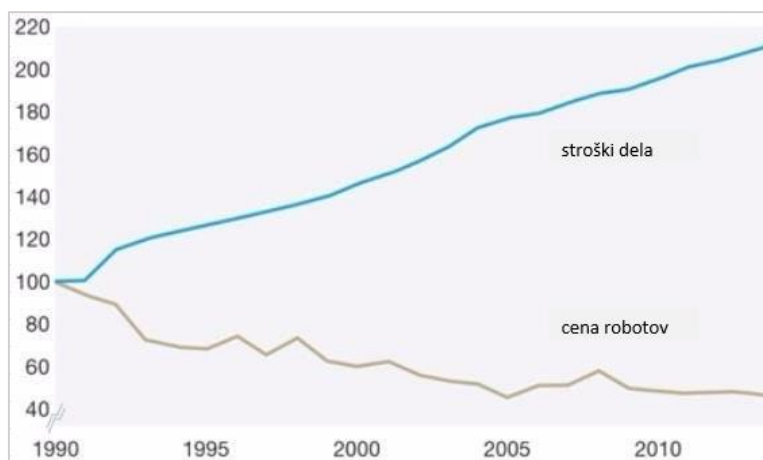
– Trendi na trgu dela

Prvi omenjeni trend na trgu dela, ki ga podrobneje proučujemo v naslednjem poglavju, je **trend avtomatizacije**. Nove tehnologije omogočajo, da se posamezna delovna opravila lahko opravijo brez človeške delovne sile. Podatki zadnjih treh desetletij kažejo upadanje deleža rutinskih delovnih opravil, ki so v rokah nizko in srednje kvalificiranih delavcev. S pomočjo informacijsko-komunikacijskih tehnologij se ta dela opravljajo učinkoviteje, obenem pa je narasla razlika v ceni med delom in kapitalom, kar vodi k zamenjavi dela za kapital. Trend je zaznaven v proizvodnem (na primer med letoma 2008 in 2016 se je število upravljalcev strojev in montažnih delavcev zmanjšalo za 13 odstotnih točk) in storitvenem sektorju (na primer med letoma 2008 in 2016 se je število zaposlenih v podpornih pisarniških službah zmanjšalo za 10 odstotnih točk) (Evropska komisija, 2018).

Ob tehnološkem napredku, predvsem izpopolnjevanju digitalnih senzorjev in algoritemske programske opreme, se napoveduje vse večji nabor delovnih opravil, ki jih bo mogoče opravljati s pomočjo strojev. Določene rutinske, pa tudi nerutinske delovne naloge lahko torej sčasoma izginejo, kar bo vplivalo na prihodnjo zaposlenost. Z novimi procesnimi tehnologijami lahko posamezne delovne naloge postanejo nepotrebne, hkrati pa se povečata uporabnost in vrednost nekaterih drugih nalog (primer tega so naloge, ki vključujejo sposobnost reševanja problemov, intuicije, kreativnosti, situacijskega prilagajanja, pogajanja in medosebne interakcije). To pomeni, da lahko nove tehnologije nastopijo kot zamenjava za človeško delovno silo ali pa jo dopolnjujejo (Dachs, 2018).

Kot omenjeno že zgoraj, roboti postajajo v primerjavi s človeško delovno silo vse cenejši. Kot lahko vidimo na sliki 5, se je realna cena robotov znotraj ameriškega gospodarstva po letu 1990 skoraj prepolovila, medtem ko se je cena dela, ravno obratno, skoraj podvojila (Evropska komisija, 2018).

Slika 5: Povprečna cena robotov in stroški dela v proizvodnem sektorju v Združenih državah Amerike (indeks s stalno osnovo, 1990 = 100 %)



Vir: Evropska komisija (2018).

Trend avtomatizacije bo močnejše zaznamoval proizvodni sektor, ki uporablja več kot 80 odstotkov vseh industrijskih robotov. V zadnjih letih je bilo opravljenih veliko raziskav glede vplivov avtomatizacije na prihodnjo zaposlenost. Rezultati različnih avtorjev se razlikujejo v odvisnosti od uporabljenih podatkov in metodološkega pristopa.¹³

Spremembe, ki se odvijajo na trgu dela, gredo v prid storitvenim panogam in naslednji trend, ki ga omenjamo med trenutnimi trendi na trgu dela, je **trend deindustrializacije** (Evropska komisija, 2018). Na prehodu tega tisočletja je storitveni sektor v Evropski uniji prehitel proizvodnjo in začel rasti hitreje. Makroekonomski podatki evropskih držav kažejo hitrejšo rast povprečne stopnje zaposlovanja na področju storitev (Dachs, 2018). K temu znatno prispeva rast informacijsko-komunikacijskega sektorja, področja finančnih storitev, strokovnih, znanstvenih in tehničnih dejavnosti ter zdravstva in socialnega dela. Ob že zgoraj omenjenem trendu staranja populacije, kjer naj bi se populacija starejših od 65 let do leta 2060 povečala za kar 50 odstotkov, se tudi nasploh kažejo izjemni potenciali za nadaljnjo rast zdravstvenih storitev in področja socialnega dela (Evropska komisija, 2018). Razkorak v stopnji zaposlovanja znotraj proizvodnega in storitvenega sektorja je pojasnjen z večjo dohodkovno elastičnostjo storitev v primerjavi s proizvodnimi izdelki in lažjim trženjem proizvodnih izdelkov, kar proizvodnji daje več možnosti za premik v države s cenejšo delovno silo. Drug razlog pa je večja rast produktivnosti znotraj proizvodnega kot storitvenega sektorja, kjer je manj priložnosti za procesne inovacije in prihodnjo avtomatizacijo (Dachs, 2018).

¹³ O tej problematiki bo več govora v 3. poglavju.

Tehnologije spreminjajo trg dela tudi s pojavom nestandardnih oblik dela, od platformnega dela do samozaposlitve (angl. freelancing). Pomikamo se stran od tradicionalnih zaposlitev s polnim delovnim časom v smeri vse bolj prilagodljivih oblik dela. Zaposlitev za nedoločen čas s polnim delovnim časom je med vsemi oblikami delovnih razmerij v zadnjih letih vse manj zastopana. Samozaposlitev, pogodbe o začasnem delu in pogodbe za krajši delovni čas postajajo vse pogostejše. Pomemben vpliv na spreminjanje pravil na trgu dela imajo digitalne platforme. Platformno oziroma množično delo (angl. platform work oziroma crowd work) vključuje storitve, ki jih lahko nudimo od doma (primer takšne platforme je Upwork), prek mobilnih aplikacij (primer je Uber) ali na domu nekoga drugega (primera sta Helpling in Taskrabbit). Tako imenovani platformni delavci naj bi bili bolj izobraženi, kar je potrdila tudi raziskava COLLEEM¹⁴, ki jo je leta 2017 izvedla Evropska komisija. To naj bi bilo povezano s tem, da višje izobraženi posamezniki v večji meri uporabljajo informacijsko-komunikacijska orodja. Delo na globalnih platformah poleg tega običajno zahteva poznavanje tujih jezikov, kar je prav tako povezano z višjo izobrazbo kadrov. Obenem je raziskava pokazala, da platformno delo za večino platformnih delavcev pomeni zgolj dodaten vir zaslužka, in ne glavnega vira dohodka. Kljub temu platformno delo narašča, kar potrjuje rast transakcij na digitalnih platformah. Prednost digitalnih platform je v globalnem dosegu in boljšem izkoriščanju predhodno slabo izkoriščenih sredstev. Velika konkurenčnost po vodi k slabše urejenim delovnim razmerjem in manjši plači platformnih delavcev (Evropska komisija, 2018).

V splošnem zaposlenost na ravni Evropske unije narašča. Leta 2017 je bilo znotraj EU zaposlenih 236 milijonov oseb, pri čemer se je ta številka glede na leto 2002 dvignila za kar 19,5 milijona ljudi. To se pripisuje večji zaposlenosti žensk, rasti prebivalstva in daljšanju delovne dobe zaposlenih. Hkrati se pojavlja **trend pomikanja k vse bolj izobraženi delovni sili**. Znotraj EU je več kot tretjina zaposlenih oseb, starih med 25 in 64 let, višje izobraženih. Med letoma 2003 in 2015 se je delež zaposlenih s terciarno stopnjo izobrazbe dvignil za 10 odstotnih točk (tj. s 40 na 59 milijonov ljudi). Obenem se zaposlitvene možnosti ljudi s primarno in nižjo sekundarno izobrazbo (ali manj) zmanjšujejo. Delež te skupine se je zmanjšal s 23 odstotkov leta 2003 (tj. 40 milijonov ljudi) na 16 odstotkov leta 2015 (tj. 16 milijonov ljudi). Nove tehnologije s seboj prinašajo potrebo po ustrezno usposobljenih kadrih. Nabor znanj in veščin, ki se iščejo na trgu dela, se spreminja (Evropska komisija, 2018; Dachs, 2018).

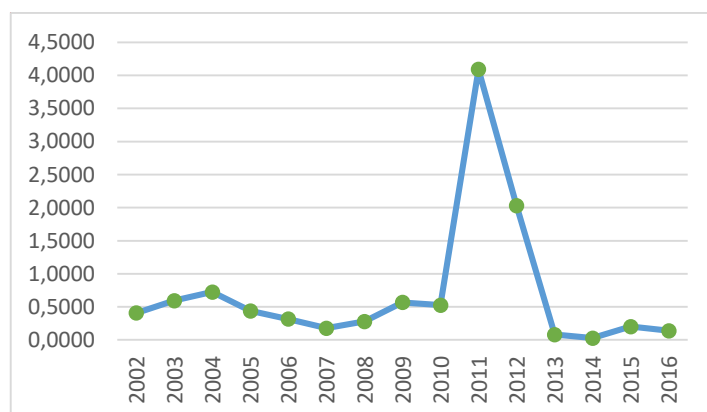
Zadnji trend na trgu dela, ki ga bomo izpostavili, je **trend polarizacije**. Gre za to, da so nizko in visoko plačana dela v porastu, medtem ko srednje plačani poklici izginjajo. To je povezano s tem, da upada povpraševanje po rutinskih delovnih mestih in opravilih (to velja za kognitivna in ročna dela) (Dachs, 2018). Polarizacija naj bi zajela vse države Evropske unije, nekatere bolj, druge manj. Plačni razred ne odraža nivoja kvalificiranosti zaposlenih, kar nasploh velja za platformne delavce, ki so pogosto višje izobraženi. Ob pregledu

¹⁴COLLEEM (angl. COLLaborative Economy and EMployment) – sodelovalno gospodarstvo in zaposlovanje

izobrazbene strukture znotraj treh plačnih razredov je bilo ugotovljeno, da se trend pomikanja k višji stopnji izobrazbe kaže znotraj vseh treh skupin. Povpraševanje po višje izobraženih se povečuje tudi znotraj segmenta nižje plačanih služb. Delež zaposlenih z nizko izobrazbo pa se redči znotraj vseh treh razredov (Evropska komisija, 2018).

Polarizacija delovnih mest je na trgu prisotna že nekaj časa. Pri merjenju tega se uporablja tako imenovani indeks polarizacije (angl. job polarisation index – *JPI*), ki zaznava spremembe deleža služb znotraj srednjega plačnega razreda. Indeks je pozitiven, ko je delež delovnih mest srednjega plačnega razreda manjši od povprečnega deleža preteklih let. Indeks polarizacije je bil znotraj 26 držav članic EU med letoma 2002 in 2016 vseskozi pozitiven in je dosegel vrh leta 2011. Govorimo o pravi polarizaciji, saj se ob krčenju deleža srednjega plačnega razreda hkrati povečuje delež služb nižjega in višjega plačnega razreda (Evropska komisija, 2018).

Slika 6: Indeks polarizacije znotraj 26 držav članic EU v obdobju 2002–2016



Vir: Evropska komisija (2018).

Če pogledamo številke, se je stopnja zaposlenosti v srednjem plačnem razredu med letoma 2008 in 2012 zmanjšala za 4,6 odstotne točke, med letoma 1995 in 2015 pa za 9 odstotnih točk. Stopnja zaposlenosti v višjem in nižjem plačnem razredu se je med letoma 2008 in 2012 povečala za 1,3 oziroma 3,1 odstotne točke, med letoma 1995 in 2015 pa za 9,5 oziroma 5,8 odstotne točke. Zaznavamo pa tudi določene izjeme, kot so menedžerji, ki spadajo v višji plačni razred in pri katerih se je delež zaposlenih zmanjšal¹⁵ (Dachs, 2018; Peters, 2016).

Trend polarizacije se povezuje z avtomatizacijo in globalizacijo. Informacijsko-komunikacijske tehnologije pogosto nadomeščajo rutinske delovne naloge srednje kvalificiranega delovnega razreda in dopolnjujejo manj rutinske in kognitivne delovne naloge visoko kvalificiranih delavcev in rutinske naloge nizko kvalificiranih delavcev.

¹⁵ Peters je razvrstil osem poklicnih skupin v višji, srednji in nižji plačni razred glede na povprečno plačo posamezne poklicne skupine na ravni EU (Peters, 2016).

Trend se lahko pojasni tudi z globalizacijo, saj je rutinska delovna opravila lažje prestaviti v drugo državo kot nerutinska (trend delokalizacije, angl. offshoring) (Dachs, 2018).

Po koncu finančne krize, leta 2013, je indeks padel blizu nič, kar kaže, da se je trend vsaj zaenkrat nekoliko zaustavil (Evropska komisija, 2018).

2.2.2 Vpliv na poslovne modele

- digitalizacija proizvodnih procesov, oskrbovalne verige, potrošnikova pričakovanja

Podjetja se bodo morala s poslovnimi modeli pravočasno odzvati na zahteve trga, saj bodo v nasprotnem primeru postala nekonkurenčna. Poslovni svet se spreminja v smislu načina **vodenja** in **organiziranosti** podjetij, spreminjajo pa se tudi njihove **oskrbovalne verige**. Trgi postajajo z novimi, digitalnimi tehnologijami bolj dinamični, kar potrjuje podatek, da se je povprečna življenjska doba podjetja, ki kotira na S&P 500,¹⁶ znižala s 60 na 18 let. Podjetja se lahko uveljavijo v izjemno kratkem času. Za uvrstitev med milijarderje je Facebook potreboval šest let, Googlu pa je to uspelo celo v petih letih (Li, Hou & Wu, 2017; Schwab, 2016a).

Ker se spremembe na trgu odvijajo hitreje in v vse večjih razsežnostih, hkrati pa se ustvarjajo in obdelujejo vse večje količine informacij, je vse težje predvideti, kaj se bo dogajalo na področju inovacij in kako bo potekala difuzija. Podjetja bodo morala biti vse agilnejša in bolj pripravljena na nenehne spremembe, kar v prvi vrsti vodi k prilagoditvam klasičnih načinov vodenja (Schwab, 2016a).

Poleg vodenja se poslovni modeli prilagajajo tudi glede načina organizacije proizvodnih procesov in oskrbovalnih verig. Govorimo o digitalizaciji proizvodnih procesov, kjer s povezovanjem naprav in sistemov lahko izvajamo kontrolo v realnem času in omogočimo hitro, decentralizirano sprejemanje odločitev (Prašnikar, Redek & Koman, 2017). Ob iskanju načinov optimizacije proizvodnih procesov se vse bolj izkoriščajo tudi prednosti tehnologij navidezne in obogatene resničnosti oziroma simulacij, pri čemer je cilj vnaprej preprečiti morebitna ozka grla in doseči časovne prihranke. Krajše proizvodne linije naj bi se dosegale tudi s pomočjo aditivne proizvodnje (Barbier, 2017). Obenem digitalne tehnologije ponujajo drugačne načine za zadovoljevanje in pokrivanje potreb trga, kar preobraža trenutne oskrbovalne verige. Tu imajo vpliv tudi novi koncepti tako imenovane pametne in trajnostne proizvodnje, kjer se iščejo lokalni dobavitelji ob zagotavljanju globalne ponudbe in se poudarja pomen rabe obnovljivih virov (Prašnikar, Redek & Koman, 2017).

Prav tako se spreminjajo pravila konkuriranja, saj lahko novi igralci na trgu z dostopom do globalnih digitalnih platform hitreje kot kadarkoli prej prehitijo obstoječa podjetja. Narašča

¹⁶ S&P 500 (angl. Standard&Poor's 500 Index) je indeks 500 največjih ameriških podjetij in predstavlja približno 80 % celotne vrednosti ameriške borze, zaradi česar je dober kazalnik sprememb na ameriškem trgu.

transparentnost in spreminja se potrošnikovo obnašanje in povečuje njegova vpletenost pri nastajanju novih proizvodov in storitev. Opazen je trend, kjer se od množične proizvodnje pomikamo v smeri proizvodov po meri, kar spodbuja tovarne k uvajanju digitalnih tehnologij (množični podatki in umetna inteligenca) in prilagoditvi svojih načinov oglaševanja, dobave in samega oskrbovanja strank. To naj bi omogočilo, da kupci vplivajo na značilnosti proizvoda ne le pred naročilom, temveč tudi v času načrtovanja, izdelave ali preizkušanja proizvoda (Li, Hou & Wu, 2017; Prašnikar, Redek & Koman, 2017; Schwab, 2016a).

2.2.3 Vpliv na politične modele

- nova paradigma moči, prerazporejanje svetovne moči, globalne vrednostne verige, mednarodna varnost

V svetu, kjer se družbena komunikacija in osebni podatki selijo na digitalne platforme, bo morala vlada v sodelovanju s podjetji in državljani na novo opredeliti svojo vlogo. Predvideno je prilagajanje političnih modelov v smislu iskanja novih načinov sodelovanja oblasti z državljani in zasebnim sektorjem in medvladnega oziroma meddržavnega povezovanja (Schwab, 2016a).

Digitalne tehnologije prinašajo ogromen potencial na področju prestrukturiranja obstoječih struktur in dviga učinkovitosti delovanja javnih uprav. V zvezi s tem lahko omenimo e-upravljanje, doseganje in zagotavljanje transparentnosti in več sodelovanja med državo in državljani, ki postajajo ob digitalni komunikaciji in družbenih medijih bolj organizirani in se lažje vključujejo v proces oblikovanja družbene ureditve. Javnost je bolj obveščena, njena pričakovanja pa so vse zahtevnejša. V skladu s tem se pojavlja **nova paradigma moči**. Vlada je pri sprejemanju odločitev omejena z različnimi centri moči na regionalni, lokalni ali celo individualni ravni. Z novimi tehnologijami se krepi decentralizacija moči, zaradi česar morajo vlade prilagajati svoj način delovanja (Prašnikar, Redek & Koman, 2017; Schwab, 2016a).

Izumi preteklih revolucij so bili sprva omejeni na posamezne države, medtem ko uporaba trenutnih digitalnih tehnologij sega preko meja posamezne države, regije ali mesta, zato je težko predvideti, kakšna bo vloga posameznih držav in regij v četrti industrijski revoluciji. Pričakujemo, da bo tokratna industrijska revolucija vplivala na **prerazporeditev svetovne moči**. Trenutno vodilni Severni Ameriki in Evropski uniji, kjer se nahajajo najbolj inovativna gospodarstva, se hitro približujejo tudi zunanji igralci. Kitajska je leta 2015 dvignila raven inovacijske dejavnosti na 49 odstotkov ravni EU, v primerjavi z letom 2006, ko je dosegala le 35 odstotkov ravni, ki jo je dosegala EU. To so dosegli s spremenjenim gospodarskim modelom, ki se osredotoča na inovacije in storitve, kar nam pokaže, kako pomembne so politične odločitve (Prašnikar, Redek & Koman, 2017; Schwab, 2016a).

Pri prerazporejanju svetovne moči igra pomembno vlogo tudi to, da se ob deindustrializaciji razvitih gospodarstev in vse hitrejši difuziji znanj iz razvitih delov na periferna območja slednja približujejo razvitemu svetu. Obenem pa velja, da sta trenda »outsourcinga« in »offshoringa«, kjer neposredne tuje naložbe dajejo priložnosti za rast nerazvitih držav, v zadnjem času ovirana zaradi politik nekaterih razvitih držav, ki poudarjajo pomen selitve proizvodnje nazaj v domače gospodarstvo. Inovativna proizvodnja (kar vključuje trend avtomatizacije) daje državam, ki so opremljene z visoko tehnologijo tokratne industrijske revolucije, pomembne gospodarske prednosti. To vpliva na zmanjševanje povpraševanja po nizko kvalificirani delovni sili razvijajočih se držav in spreminja **globalne oskrbovalne verige** (Li, Hou & Wu, 2017; Prašnikar, Redek & Koman, 2017; Schwab, 2016a).

Četrta industrijska revolucija naj bi prav tako vplivala na naravo odnosov med državami in na **mednarodno varnost**. Hiperpovezanost s seboj prinaša potencial večjega razumevanja razlik in več strpnosti, obenem pa lahko vodi k še večji razdrobljenosti družbe. Meja med vojno in mirom postaja vse bolj zabrisana. Z novačenjem prek družbenih medijev in preprostim dostopom do smrtonosnih tehnologij ima posameznik moč škodovati večjim skupinam ljudi. Obenem kibernetična vojna predstavlja eno hujših groženj tega časa. Nacionalni obrambni in drugi varnostni sistemi so se v preteklosti lahko osredotočili na posamezne sovražne države, danes pa morajo upoštevati potencialne hekerje, teroriste in aktiviste z vsega sveta. Poglede spreminja tudi vprašanje avtonomnega orožja, ki lahko zasleduje in uniči tarčno skupino brez potrebe po človeškem posredovanju (Schwab, 2016a).

2.2.4 Vpliv na socialne modele

- Strukturna/tehnološka brezposelnost, nova delovna mesta, družbena neenakost

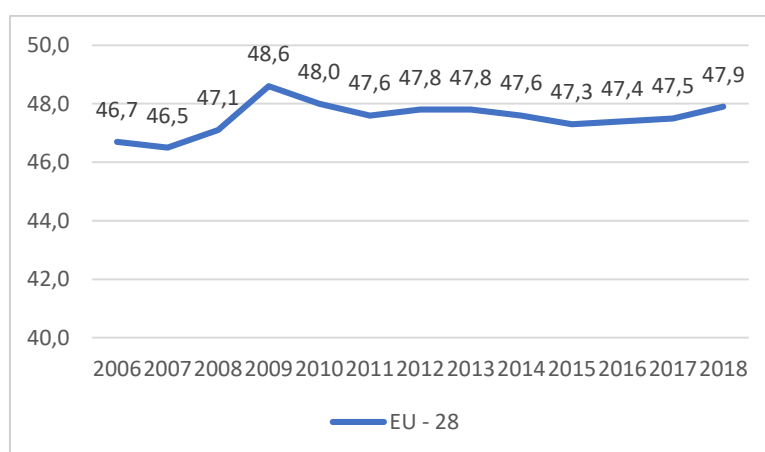
Z avtomatizacijo se krčijo ali izginjajo posamezna dela. S povečevanjem zmogljivosti računalnika se bo ta trend še naprej krepil. Določeni poklici ali delovna opravila bodo v prihodnosti ogroženi. Hkrati ob tehnoloških iznajdbah nastaja povpraševanje po novih proizvodih in storitvah, kar vodi k nastajanju novih delovnih mest, poklicev in panog. Če vzamemo primer trga mobilnih aplikacij, ki pred letom 2008 ni obstajal, v letu 2015 pa je dosegel tržno vrednost 1,89 bilijona ameriških dolarjev in med letoma 2014 in 2016 v povprečju zrasel za 114 odstotkov, je lažje razumeti, kaj mislimo s tem, ko pravimo, da tokratna industrijska revolucija ustvarja **nova delovna mesta** (Li, Hou & Wu, 2017).

Obenem trenutne ocene kažejo, da se v tokratni industrijski revoluciji ustvarja manj novih delovnih mest, kot to velja za njene predhodnice. Raziskovalci programa za tehnologijo in zaposlenost na šoli Oxford Martin School ugotavljajo, da novonastale panoge, ki na začetku tega tisočletja niso obstajale, zaposlujejo zgolj 0,5 odstotka delovne sile Združenih držav Amerike. Kar je malo, če to primerjamo z oceno, kjer so delovna mesta znotraj novih panog, ki so nastala v osemdesetih letih prejšnjega stoletja, predstavljala 8 odstotkov vseh delovnih mest. Kljub temu velja dodati, da se je tudi v preteklosti pri napovedih pogosto podcenjeval

potencial nastanka novih delovnih mest, saj si tedaj ne znamo predstavljati novih vrst služb, ki lahko nastanejo znotraj nove tehnološke paradigme (Dachs, 2018; Li, Hou & Wu, 2017).

Med vplivi četrte industrijske revolucije se precej pozornosti posveča vprašanju njenega vpliva na **družbeno neenakost**. V zadnjih desetih letih znotraj Evropske unije ni mogoče zaznati vsesplošnega povečevanja dohodkovne neenakosti, čeprav je v posameznih državah dohodek danes bolj neenakomerno porazdeljen, kot je bil pred desetimi leti. Vprašanje neenakosti se prav tako povezuje s trendom avtomatizacije, kjer se ekonomske koristi ob nadomeščanju delavcev s stroji prenašajo iz rok delavcev v roke lastnikov kapitala. Če pogledamo porazdelitev dohodka med delavci in lastniki kapitala v smislu, kako se spreminja delež nadomestila delavcev (plača in prispevki za socialno varnost) v bruto domačem proizvodu, podatki ne odražajo večje neenakosti med delavci in lastniki kapitala. Upad deleža bi namreč lahko pomenil, da večji delež poberejo lastniki kapitala, kar bi lahko bila posledica večje avtomatizacije in nadomeščanja delavcev s stroji. Na sliki 7 lahko vidimo, da je delež nadomestila delavcev v bruto domačem proizvodu znotraj EU-28 med 2006 in 2015 ostal dokaj nespremenjen. Obenem velja, da se je delež nadomestila delavcev v bruto domačem proizvodu v posameznih državah hkrati zmanjšal in povečal, zato ni mogoče povzeti, da so delavci v zadnjih devetih letih kaj izgubili. Vendar pa je bilo na podlagi empiričnih podatkov dokazano povečanje razlike v plači višje in nižje kvalificiranih zaposlenih, kar je povezano s tem, da so posamezne skupine delavcev izpostavljene večjemu tveganju prihodnje avtomatizacije in izgubi delovnih mest (nizko kvalificirani delavci in srednje kvalificirani delavci s pretežno rutinskimi delovnimi nalogami). Tehnološke spremembe naj bi šle v prid določenim skupinam in zmanjševale zaposljivost posameznih skupin (Dachs, 2018).

Slika 7: Delež nadomestila delavcev v bruto domačem proizvodu v EU-28, 2006–2015



Vir: Prirejeno po Dachs (2018).

3 TREND AVTOMATIZACIJE

V tem poglavju predstavljamo pregled trenutnih razprav glede vpliva novih tehnologij in potencialov za avtomatizacijo na prihodnjo zaposlenost. Stroji v zvezi s trendom avtomatizacije nastopajo kot komplement ali substitut človeški delovni sili. Zanima nas, katera vrsta delovnih nalog, kateri poklici in katere panoge so najbolj izpostavljene tveganju prihodnje avtomatizacije, kako se potenciali za avtomatizacijo razlikujejo med predelovalno industrijo in storitvenim sektorjem in kakšne so razlike med nizko, srednje in visoko kvalificiranimi delovnimi skupinami. Na koncu si bomo pogledali tudi morebitne omejitve, ki se postavljajo na pot prihodnji avtomatizaciji in lahko vplivajo na današnje ocene, kako se bo vse to odrazilo na trgu dela.

Preden pogledamo, kaj o prihodnji avtomatizaciji pravijo raziskave različnih avtorjev, pa predstavljamo nekaj primerov, kako lahko nove tehnologijo nadomestijo človeško delovno silo in vplivajo na to, da določena delovna opravila ali delovna mesta postanejo nepotrebna:

- Univerza v Oxfordu je ob podpori Googlovega DeepMinda razvila zelo dovršen računalniški sistem za branje z ustnic. Pri preizkusu je računalniški sistem imel 6,6-odstotno stopnjo napak, človeški bralci z ustnic pa kar 47,7-odstotno (Računalniške novice, 2016).
- Raziskovalci Univerze Stanford so razvili računalniški sistem, ki se je pri diagnosticiranju pljučnice iz rentgenskih slik izkazal za učinkovitejšega od človeškega radiologa (McKinsey Global Institute, 2017a).
- Georgijski inštitut za tehnologijo je razvil robotsko »kožo«, ki je prekrita s tisočermi mehanskimi dlačicami, ki zaznavajo teksture in najdejo predmete z dotikom (McKinsey Global Institute, 2017a).
- Podjetja že uporabljajo napredno obrazno analitiko, ki s prepoznavanjem čustvenih odzivov s pomočjo kamere daje povratno informacijo na njihov vsebinski marketing. Računalniški sistem veliko hitreje in celoviteje kot človek prepozna pozitivne in negativne odzive (Steinhart, 2014).
- Samovozeča vozila, ki podpirajo ali ob popolni avtomatizaciji nadomestijo človeškega voznika, lahko v prihodnosti odpravijo potrebo po poklicnih voznikih (Dachs, 2018).
- Avtomatizirano in algoritmsko sprejemanje odločitev omogoča, da se na podlagi določenega algoritma in masovnih podatkov sprejemajo odločitve brez človeškega posredovanja. Človeška delovna sila tako postane nepotrebna pri velikem številu rutinskih pisarniških delovnih nalog, kot so odobravanje kreditov, načrtovanje procesov in priprava povzetkov dokumentov (Dachs, 2018).
- Industrijski in storitveni roboti bodo predvidoma prevzeli številna fizično zahtevna in rutinska delovna opravila v predelovalni industriji in storitvenem sektorju (Dachs, 2018).

Pomembni faktorji, ki nakazujejo nadaljnjo krepitev trenda avtomatizacije na trgu dela, so naslednji:

- Hitro napredovanje algoritmov strojnega učenja, zlasti algoritmov globokega učenja¹⁷ (angl. deep learning), kjer globoke nevronske mreže lahko celo presežejo zmogljivosti človeških možganov (McKinsey Global Institute, 2017a).
- Računalniške zmogljivosti se povečujejo eksponentno in vse hitreje obdelujejo vse večje, kompleksnejše podatke. Grafični procesorji, sprva namenjeni boljši grafiki v videoigrah, so se začeli uporabljati za obdelavo podatkov in algoritmov na področju strojnega učenja, s čimer dosegamo veliko večje hitrosti kot z navadnimi procesorji (McKinsey Global Institute, 2017a; Monitor, 2017).
- Dnevno se ustvarjajo ogromne količine podatkov (slike, glasovna in video sporočila, lokacije, ki se pridobivajo prek senzorjev IoT), ki jih lahko uporabimo za učenje modelov strojnega učenja (McKinsey Global Institute, 2017a).

Hitro napredovanje tehnologij vodi k vse večjemu naboru delovnih nalog, ki jih bodo stroji in sistemi v prihodnosti zmožni opraviti. Stroji so zaenkrat še vedno omejeni in zaostajajo pri umeščanju znanja v kontekst, improvizaciji in posedovanju tega, čemur pravimo »zdrav razum« (McKinsey Global Institute, 2017a).

Z vprašanjem, kako bo avtomatizacija v prihodnje vplivala na zaposlenost, so se ukvarjali številni avtorji. Nekaj takšnih raziskav navajamo v tabeli 2. Omenjene študije skušajo oceniti, kolikšen je delež vseh služb, ki bodo v določenem časovnem obdobju postale avtomatizirane. Pri ocenjevanju tega se uporabljata dva različna metodološka pristopa. Prvi skuša oceniti, kakšen je potencial avtomatizacije celotnega poklica, in mu pravimo pristop na osnovi poklica, drugi, tako imenovani pristop na osnovi delovnih nalog, pa razdeli poklice na posamezne delovne naloge in ocenjuje prihodnjo avtomatizacijo na podlagi možnosti za avtomatizacijo teh delovnih nalog (Bruckner, LaFleur & Pitterle, 2017).

¹⁷ Globoko učenje je vrsta strojnega učenja, ki sloni na tako imenovanih umetnih nevronske mrežah.

Tabela 2: Raziskave na temo vpliva avtomatizacije na prihodnjo zaposlenost

Vir (metodološki pristop)	Področje raziskave	Obdobje ocenjevanja	Ocena (%)
Frey & Osborne (2013) (na osnovi poklica)	ZDA, vsi sektorji	10–20 let	47 %
Bowles (2014) (na osnovi poklica)	Članice EU	10–20 let	47 %–60 %
Bonin (2015) (na osnovi delovnih nalog)	Nemčija, vsi sektorji	10–20 let	12 %
Wolter (2015)	Nemčija, proizvodni in agrarni sektor	25 let	Manj kot 1 %
Arntz, Gregory & Zierahn (2016) (na osnovi delovnih nalog)	Članice OECD	10–20 let	6 %–12 %
Arntz, Gregory & Zierahn (2016) (na osnovi delovnih nalog)	ZDA, vsi sektorji	10–20 let	9 %
McKinsey (2017b)	ZDA, razširitev analize tudi na zunanja gospodarstva	do leta 2035 (zgodnji scenarij) do leta 2070 (pozni scenarij)	50 % vseh plačanih delovnih aktivnosti na globalni ravni
PwC (2017) (na osnovi delovnih nalog)	Članice OECD, Rusija, Singapur	do leta 2030	22 %–44 %

Vir: lastno delo.

Med boljše poznanimi raziskovalnimi študijami tega področja je delo avtorjev Carla Benedikta **Freya** in Michaela **Osborna**. Gre pravzaprav za prvo raziskavo, ki meri tveganje prihodnje avtomatizacije na osnovi poklica (angl. occupation-based). Avtorja skušata ugotoviti, kateri poklici imajo največji delež rutinskih delovnih nalog, in ocenjujeta, koliko delovnih mest bo v prihodnosti mogoče avtomatizirati. Ugotovila sta, da naj bi kar 47 odstotkov vseh delovnih mest na ameriškem trgu dela bilo izpostavljenih velikemu tveganju avtomatizacije v prihodnjih dvajsetih letih (Bruckner, LaFleur & Pitterle, 2017; Dachs, 2018).

Bowles je ponovil raziskavo avtorjev Frey in Osborne za področje Evropske unije. Glede na izsledke te raziskave se delež celotne zaposlenosti, ki je izpostavljen velikemu tveganju avtomatizacije, giblje med 47 (Švedska) in 60 odstotki (Romunija) (Dachs, 2018).

Bonin skupaj s Terryjem Gregoryjem in Ulrichom Zierahnom (raziskava je bila izvedena pod okriljem Centra za evropske ekonomske raziskave – ZEW) ocenjuje delež celotne

zaposlenosti v nemškem gospodarstvu, ki je izpostavljen velikemu tveganju avtomatizacije. Avtorji ugotavljajo, da je v Nemčiji 12 odstotkov vseh delovnih mest izpostavljenih velikemu tveganju avtomatizacije v naslednjih desetih do dvajsetih letih. Ocena je precej nižja kot pri prvih dveh raziskavah, kar je mogoče pojasniti s tem, da so avtorji uporabili drug metodološki pristop (angl. task-based), pri katerem so ocenjevali tveganje prihodnje avtomatizacije na podlagi možnosti avtomatizacije posameznih delovnih nalog (Dachs, 2018).

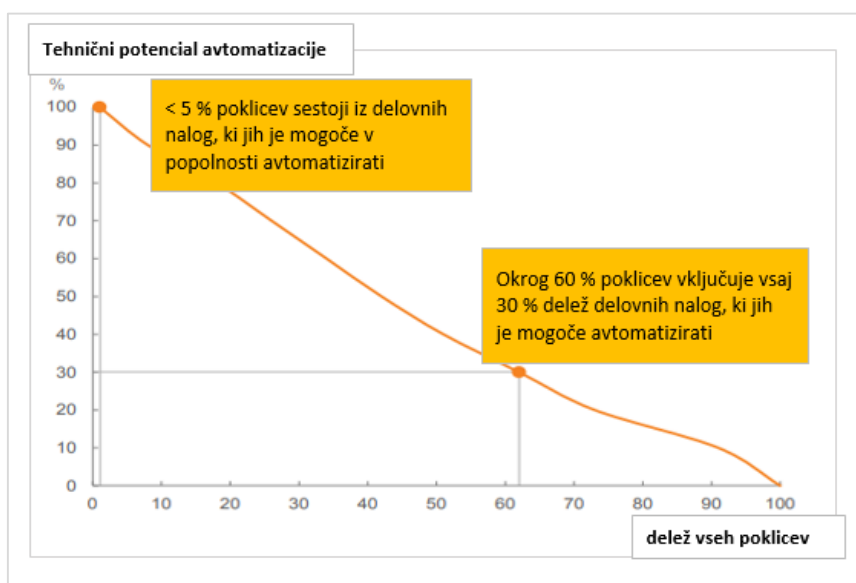
Wolter je skupaj z ostalimi raziskovalci v okviru nemškega inštituta za raziskave trga dela (IAB) uporabil večsektorski input–output model, s katerim je na podlagi različnih scenarijev ocenjeval kumulativne učinke četrte industrijske revolucije na proizvodni in agrarni sektor. Raziskava se ne omejuje le na tehnični potencial za avtomatizacijo ob trenutni poklicni sestavi in skuša vključiti tudi vplive višine naložb v informacijsko-komunikacijsko infrastrukturo in vplive spremenjenega povpraševanja po različnih poklicih na trgu dela. Delež zaposlenih v proizvodnem in agrarnem sektorju vztrajno upada, obenem pa narašča delež zaposlenih v storitvenem sektorju, kar pomeni, da so neto učinki četrte industrijske revolucije na zaposlenost v resnici manjši. Model je uporabljen znotraj nemškega gospodarstva in kaže, da naj bi se do leta 2030 zaradi vplivov četrte industrijske revolucije število vseh zaposlenih zmanjšalo zgolj za 60.000 oseb. Razmeroma nizki neto učinek (tj. – 60.000 delovnih mest) je posledica izgube 420.000 delovnih mest, zlasti v proizvodnem sektorju, in hkratnega nastanka 360.000 novih delovnih mest (Dachs, 2018; Wolter in drugi, 2015).

Raziskava avtorjev Melanie **Arntz**, Terryja Gregoryja in Ulricha Zierahna proučuje tveganje prihodnje avtomatizacije služb v državah članicah OECD. Tudi tu je uporabljen metodološki pristop na podlagi delovnih nalog, pri čemer je ocenjeni delež služb, ki so izpostavljene velikemu tveganju avtomatizacije v državah članicah OECD, le 9 odstotkov. Največji delež (12 odstotkov) se kaže v Nemčiji in Avstriji, najmanjši (6 do 7 odstotkov) pa v Estoniji in Belgiji ter na Finskem. Znotraj iste raziskave so avtorji ponovili tudi Freyevo in Osbornovo analizo za ZDA, kjer uporabijo metodološki pristop na podlagi delovnih nalog, kar vodi od 47-odstotnega do le 9-odstotnega deleža služb na ameriškem trgu, ki so izpostavljene velikemu tveganju avtomatizacije v prihodnjih 10 do 20 letih. Razlog je v tem, da tudi poklici, ki so v Freyevi in Osbornovi analizi uvrščeni med avtomatizaciji visoko izpostavljene poklice, vključujejo delovne naloge, ki jih je sicer težko avtomatizirati (primer so naloge, ki vključujejo osebno interakcijo) (Arntz, Gregory & Zierahn, 2016; Bruckner, LaFleur & Pitterle, 2017; Dachs, 2018).

Podjetje **McKinsey** se je pri ocenjevanju potencialne avtomatizacije prav tako osredotočilo na posamezne delovne naloge. Raziskava navaja, da če bi prihodnji potencial avtomatizacije ocenili na podlagi poklica, je danes mogoče popolnoma avtomatizirati manj kot 5 odstotkov poklicev. Obenem pa ocenjujejo, da ima približno polovica vseh plačanih delovnih

aktivnosti, ki jih opravlja svetovna delovna sila, potencial prihodnje avtomatizacije. Analizirali so tehnični potencial avtomatizacije več kot 2000 delovnih nalog znotraj 800 poklicev na ameriškem trgu dela in nato zbrane ugotovitve razširili na svetovno gospodarstvo (tj. 45 dodatnih držav, ki skupaj predstavljajo 80 odstotkov svetovne delovne sile). Pri tem so ugotovili, da ima 60 odstotkov poklicev (v letu 2016) vsaj 30-odstotni delež delovnih nalog, ki jih je tehnično mogoče avtomatizirati. Glede časovne napovedi, kdaj naj bi se to zgodilo, navajajo različne scenarije, kjer se to predvideva do leta 2055 ali celo do 20 let hitreje ali pozneje (McKinsey Global Institute, 2017b).

Slika 8: McKinseyjeva raziskava; ocenjeni tehnični potencial za avtomatizacijo delovnih nalog glede na tehnologije, ki so trenutno na voljo na trgu



Vir: McKinsey Global Institute (2017b).

Analiza podjetja PricewaterhouseCoopers – **PwC** – prav tako ocenjuje delež služb, ki so izpostavljene velikemu tveganju avtomatizacije do leta 2030. Avtorji omenjajo visoko oceno raziskave Freya in Osbornea in to primerjajo z veliko nižjo oceno ponovljene analize Arntza, Gregoryja in Zierahna ter obenem izpostavijo metodološki pristop na osnovi delovnih nalog kot ustrežnejši. Pri ocenjevanju so uporabili podatke raziskave PIAAC¹⁸ za 29 držav (27 držav članic OECD, Rusijo in Singapur). Ocenjeni delež služb, ki je izpostavljen velikemu tveganju avtomatizacije do leta 2030, se giblje med 22 (Finska in Južna Koreja) in 44 odstotki (Slovaška) (Hawksworth, Berriman & Goel, 2018).

Poleg v tabeli navedenih raziskav s tega področja izpostavljamo še dve. Prva je raziskava, ki jo je izvedlo Skupno raziskovalno središče Evropske komisije (Pantea, Biagi & Sabadash,

¹⁸ PIAAC (angl. Programme for the International Assessment of Adult Competencies) – program za mednarodno ocenjevanje kompetenc odraslih.

2014) in v kateri so avtorji v nasprotju z avtorji prej omenjenih raziskav namesto podatkov na ravni države uporabili podatke na ravni podjetij. Raziskava ni potrdila negativne povezave med rabo informacijsko-komunikacijskih tehnologij in stopnjo zaposlovanja v podjetjih. Raziskava »Robots at Work« (Graetz & Michaels, 2015) pa je proučila potencialne gospodarske vplive rabe industrijskih robotov med letoma 1993 in 2007 v 17 državah. Avtorja sta potrdila pozitiven učinek rabe industrijskih robotov na produktivnost dela in dodano vrednost ter posredno na gospodarsko rast in na raven plač ter skupno faktorsko produktivnost. Analiza ni pokazala negativne povezave med rabo industrijskih robotov in celotnim številom delovnih ur, je pa zaznaven upad števila delovnih ur srednje in nizko kvalificiranih delavcev¹⁹.

Ob pregledu vseh teh raziskav postane zelo očitno, da si stroka v napovedih ni enotna. Ocene se precej razlikujejo glede na metodološki pristop in vključene predpostavke. Kot lahko vidimo v prilogi 1, je prvi pristop ocenjevanja, tj. na osnovi poklica, vodil k višje ocenjenim deležem. Delavci znotraj posameznega poklica opravljajo kombinacijo različnih delovnih nalog, pri čemer se tu to poenostavi in se oceni le možnost avtomatizacije poklica kot celote, kar lahko vodi k precenjevanju in višjim ocenam potenciala za avtomatizacijo (Bruckner, LaFleur & Pitterle, 2017).

Skupna slabost vseh študij je v tem, da se ocene prihodnje avtomatizacije služb podajajo glede na trenutno sektorsko in poklicno strukturo in se pri tem ne upošteva nastajanje novih služb (izjema je Wolter in drugi, 2015). Raziskave merijo le tehnični potencial za nadomestitev delavcev z novimi tehnologijami in ne dajejo poudarka na ugotavljanje vpliva regulatornih, pravnih ali etičnih ovir, s katerimi se soočajo podjetja pri sprejemanju takšnih odločitev o popolni nadomestitvi delavca, kar lahko vodi k temu, da do tega ne bo prišlo niti takrat, ko bo to tehnično popolnoma izvedljivo (Arntz, Gregory & Zierahn, 2016).

Kljub precejšnjim razlikam pri merjenju potenciala avtomatizacije znotraj posameznih gospodarstev pa se nekoliko večji konsenz dosega pri iskanju in določitvi vrst delovnih nalog in gospodarskih dejavnosti, ki so temu trendu trenutno najbolj izpostavljene (Bruckner, LaFleur & Pitterle, 2017).

3.1 Vrsta delovnih nalog, poklici in gospodarske dejavnosti, ki so avtomatizaciji najbolj izpostavljene

V tem podpoglavju predstavljamo vrste delovnih nalog, poklice in gospodarske dejavnosti, ki so glede na izsledke nekaterih zgoraj omenjenih raziskav najbolj izpostavljene trendu avtomatizacije.

¹⁹ O tej problematiki bo več govora v podpoglavju 3.3.

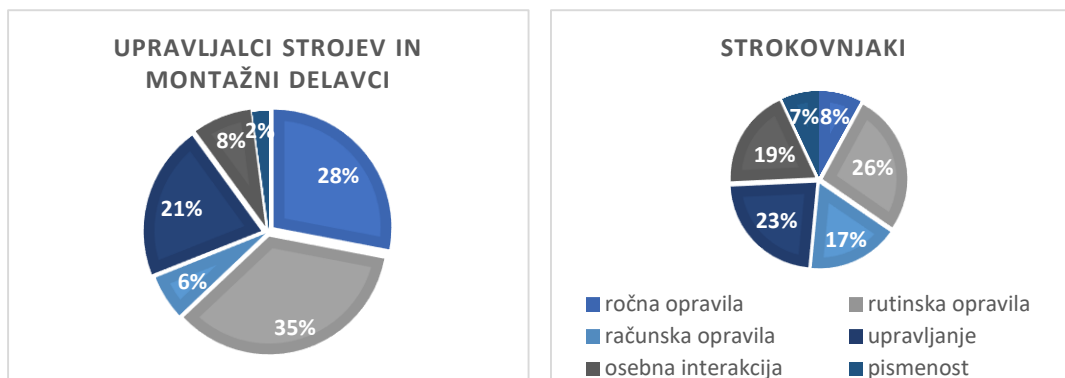
3.1.1 Vrste delovnih nalog

Pri vprašanju, katera vrsta delovnih nalog je avtomatizaciji najbolj izpostavljena, se v raziskavah pogosto uporabi delitev delovnih nalog na **rutinske** in **nerutinske** ter **ročne** in **kognitivne** delovne naloge. Za rutinske delovne naloge velja, da so načini njihovega reševanja vnaprej določeni in poznani, kar pomeni, da jih je mogoče preprosto sprogramirati in opravljati s pomočjo strojev ali računalniških sistemov. Rutinska delovna opravila so lahko glede na to, ali zahtevajo fizično ali intelektualno delo, ročna ali kognitivna rutinska delovna opravila. Trendu avtomatizacije so bile doslej izpostavljene predvsem rutinske delovne naloge, in sicer tako ročne kot kognitivne. Na drugi strani so nerutinske kognitivne in nerutinske ročne delovne naloge, pri katerih način reševanja ni ponavljajoč in vnaprej določen in ki so zaenkrat izkazovale manjši potencial za avtomatizacijo. Gre za nerutinske kognitivne delovne naloge, ki vključujejo potrebo po določeni presoji, reševanju problemov, intuiciji, prepričevanju in kreativnosti, ter nerutinske ročne delovne naloge, ki zahtevajo sprotno prilagajanje trenutni situaciji ali določen človeški poseg. Tehnološki napredek vse to spreminja in prinaša vse več možnosti avtomatizacije tudi na področju nerutinskih delovnih nalog (Bruckner, LaFleur & Pitterle, 2017; Frey & Osborne, 2013).

Katera vrsta delovnih nalog prevladuje pri posameznem poklicu oziroma gospodarski dejavnosti, je nasploh zelo pomemben dejavnik, ki vpliva na oceno njihovega potenciala za avtomatizacijo. Panoge, znotraj katerih poklici izkazujejo večji delež ročnih, preprostih administrativnih in rutinskih delovnih nalog, imajo večji potencial kot pa panoge, kjer je večji poudarek na delovnih nalogah, ki zahtevajo socialne veščine, kreativnost in empatijo (Hawksworth, Berriman & Goel, 2018).

Kot lahko vidimo na sliki 9, na primeru upravljalcev strojev in montažnih delavcev, ki so med poklici, ki so izpostavljeni večjemu tveganju avtomatizacije, tu ročna in rutinska delovna opravila predstavljajo skoraj dve tretjini vseh delovnih nalog. Na drugi strani strokovnjaki, kjer je ocenjena manjša izpostavljenost prihodnji avtomatizaciji, opravljajo večji del delovnih nalog, ki zahtevajo osebno interakcijo, različne vrste pismenosti in naprednejše računske sposobnosti (Hawksworth, Berriman & Goel, 2018).

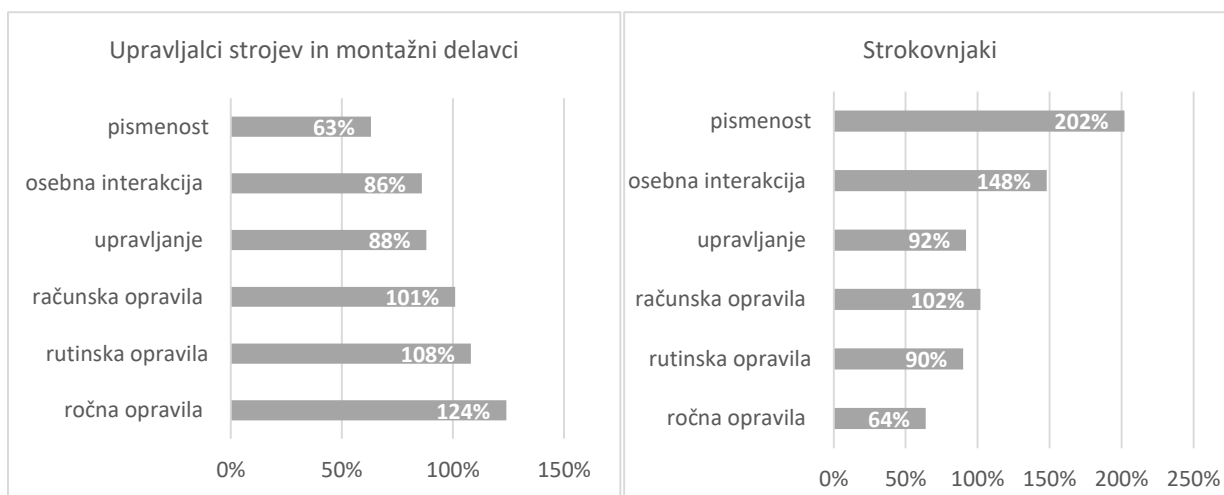
Slika 9: Delež posamezne vrste delovnih nalog znotraj poklicev, ki izkazujejo večji potencial za avtomatizacijo (levo), in znotraj poklicev, ki izkazujejo manjši potencial za avtomatizacijo (desno)



Vir: Prirejeno po Hawksworth, Berriman & Goel (2018).

Na sliki 10 predstavljamo, katere vrste delovnih nalog in sposobnosti prevladujejo pri enih in drugih glede na celotno povprečje. Predstavniki poklicne skupine, kjer je izpostavljenost avtomatizaciji velika, opravljajo nadpovprečen delež ročnih in rutinskih delovnih nalog in podpovprečen delež nalog, ki zahtevajo osebno interakcijo in različne vrste pismenosti. Predstavniki poklicne skupine, ki je avtomatizaciji najmanj izpostavljena, pa ravno obratno opravljajo nadpovprečen delež nalog, ki zahtevajo veščine pismenosti in osebno interakcijo, medtem ko je rutinskih in ročnih delovnih opravil pri njih manj (Hawksworth, Berriman & Goel, 2018).

Slika 10: Delež posamezne vrste delovnih nalog znotraj prve (upravljalci strojev in montažni delavci) in druge (strokovnjaki) poklicne skupine v primerjavi s povprečjem



Vir: Prirejeno po Hawksworth, Berriman & Goel (2018).

Podjetje McKinsey je pri ocenjevanju tehničnega potenciala avtomatizacije poklice, vključene v analizo, razčlenilo na posamezne delovne naloge, za izvedbo katerih so potrebne določene sposobnosti. Zahtevanih sposobnosti za opravljanje posameznih delovnih opravil

je osemnajst in so razvrščene v pet skupin: čutno zaznavanje, kognitivne sposobnosti, procesiranje naravnega jezika, socialne in čustvene sposobnosti in fizične sposobnosti (priloga 3).

Delovne naloge z velikim tehničnim potencialom za avtomatizacijo so zbiranje in obdelava podatkov, fizične delovne naloge in upravljanje strojev v predvidljivem okolju. Delovne naloge, ki izkazujejo veliko manjši tehnični potencial za prihodnjo avtomatizacijo, pa vključujejo socialne in čustvene zaznave, reševanje kompleksnejših problemov, usklajevanje skupinskih dejavnosti, razvijanje novih idej in upravljanje in razvoj ljudi (priloga 4) (McKinsey Global Institute, 2017b).

Naloge, ki jim McKinsey pripisuje manjši potencial, so pravzaprav nerutinske delovne naloge. Kot že omenjeno, se pričakuje, da se bo v prihodnosti to spremenilo. Zasluge za vse več možnosti avtomatizacije nerutinskih kognitivnih delovnih nalog gre do algoritmom globokega učenja in masovnim podatkom. S pomočjo tega postaja računalnik tudi pri nerutinskih kognitivnih nalogah (primer tega so obsežni izračuni) učinkovitejši kot človek, saj je velikokrat boljši pri iskanju določenih vzorcev znotraj obsežnih podatkovnih zbirk. Dodatna prednost računalnika je njegova nedovzetnost za zunanje dražljaje. Raziskava, izvedena pri izraelskih sodnikih, je na primer pokazala, da naj bi ti v splošnem bili bolj solidarni pri rabsodbah po času kosila. Delovne naloge, ki vključujejo sprejemanje odločitev, bi zato lahko bolje opravljali nepristranski algoritmi (Frey & Osborne, 2013). V prid zaznanemu povečevanju potencialov za avtomatizacijo nerutinskih kognitivnih delovnih nalog govorijo diagnosticiranje s pomočjo umetne inteligence, sistemi, ki lahko dnevno preverijo na tisoče pravnih osnutkov in precedensov ter jih uporabljajo pravna podjetja, in samodejno krmiljenje avtomobilov skozi urbana središča (Bruckner, LaFleur & Pitterle, 2017). Enak trend je zaznaven na področju nerutinskih ročnih delovnih nalog. Industrijski roboti so v zadnjih letih že prevzeli večino rutinskih ročnih opravil proizvodnega sektorja. Ob napredkih robotike in senzorjev pa stroji prevzemajo tudi vse več nerutinskih ročnih delovnih zadolžitev. To npr. potrjujejo pojav kirurških robotov, avtonomna vožnja v nepredvidenih okoliščinah (tik potem ko zapade sneg), roboti, ki po bolnišnicah dostavljajo hrano in zdravila, robot Baxter²⁰ itd. (Frey & Osborne, 2013).

Če torej povzamemo, so avtomatizaciji še vedno najbolj izpostavljene rutinske ročne delovne naloge, ki jim sledijo rutinske kognitivne delovne naloge. Vse več možnosti pa se odpira tudi na področju nerutinskih delovnih opravil, in sicer tako kognitivnih kot ročnih.

²⁰ Baxter je industrijski robot, ki se uporablja za preprosta dela, kot so nakladanje, razkladanje in razvrščanje različnih materialov.

3.1.2 Poklici

Kot že omenjeno, so razlike v potencialu za avtomatizacijo povezane z deležem posamezne vrste delovnih nalog pri posameznih poklicih. Potencial za avtomatizacijo se med posameznimi poklici razlikuje bolj kot med posameznimi panogami. Razlog za to je, da je pri poklicih skoncentriranost posamezne vrste delovnih nalog večja kot znotraj celotne gospodarske panoge (Hawksworth, Berriman & Goel, 2018).

Ocenjeni potencial za avtomatizacijo posameznih poklicev se med posameznimi državami lahko razlikuje. To je povezano z različno razporejenimi delovnimi nalogami pri istih poklicih in splošnimi razlikami v organizaciji dela (poudarek na osebnih interakcijah je v posameznih državah večji) (Arntz, Gregory & Zierahn, 2016). Pri vprašanju, kateri poklici so najbolj in kateri najmanj izpostavljeni prihodnji avtomatizaciji, smo primerjali ugotovitve naslednjih raziskav – Frey in Osborne, 2013; McKinsey, 2017; Nedelkoska & Quantini, 2018; Hawksworth, Berriman & Goel, 2018.

– Frey in Osborne, 2013

Avtorja sta ocenjevala prihodnje tveganje avtomatizacije pri 702 poklicih na ameriškem trgu dela. Uporabila sta standardno klasifikacijo poklicev, SOC²¹. V njuni raziskavi se z najvišjo stopnjo tveganja srečujejo naslednji poklici: vnašalec podatkov, logistični tehnik, knjižničar, zavarovalni agent, urar, telefonski prodajalec, davčni svetovalec, šivilja in upravljalec strojev. Poklici z najnižje ocenjeno stopnjo tveganja prihodnje avtomatizacije pa so fizioterapevt, nadzornik, krizni menedžer, psihoterapevt, avdiolog, delovni terapevt, zdravstveni delavec in socialni delavec (Frey & Osborne, 2013).

– McKinsey, 2017

McKinsey je v raziskavi “Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation” v zvezi s trendom avtomatizacije predvidel največji upad delovnih mest²² v naslednjih poklicnih skupinah: delo s strankami (hotelski delavci, turistični vodniki in spremljevalci, animatorji in natakarji), pisarniške podporne službe (računalniška podpora zaposlenim, administratorji in računovodje), poklici, kjer je okolje predvidljivo (proizvodni delavci, upravljalci strojev za premikanje materiala, transportni delavci in delavci za montažo in popravilo strojev) (McKinsey Global Institute, 2017a).

Avtomatizaciji manj izpostavljene poklicne skupine pa so zaposleni v zdravstvu (zdravniki, medicinske sestre, farmacevti, terapevti in zdravstveni tehniki), izvršni direktorji in menedžerji, razne vrste strokovnjakov (inženirji, finančniki, matematiki, znanstveniki,

²¹ SOC (angl. Standard Occupational Classification) je klasifikacija poklicev, ki jo uporabljajo Združene države Amerike.

²² McKinseyjeva raziskava ocenjuje neto učinek prihodnje avtomatizacije, kar pomeni da upošteva tudi potencialno nastajanje novih delovnih mest (McKinsey Global Institute, 2017a).

sodniki in odvetniki), strokovnjaki za tehnologijo in kreativni delavci (umetniki in oblikovalci, glasbeniki, igralci in zaposleni v medijih) (McKinsey Global Institute, 2017a).

McKinsey posebej poudarja, da tudi poklici, pri katerih se zaradi avtomatizacije pričakuje upad delovnih mest, ne bodo izginili, saj bo zelo verjetno mogoče avtomatizirati le posamezne delovne naloge in ne celotnega poklica (McKinsey Global Institute, 2017a).

– Nedelkoska & Quantini, 2018

Nedelkoska in Quintini (2018) sta nadaljevala delo avtorjev Arntz, Zierahna in Gregoryja iz leta 2016. Ocenjevala sta stopnjo tveganja avtomatizacije posameznih poklicev²³, pri čemer sta izhajala iz podatkov raziskave PIAAC, v katero je bilo vključenih 32 držav. Poleg ocene deleža služb, ki so izpostavljene velikemu tveganju avtomatizacije, sta se avtorja osredotočila na značilnosti poklicev in zaposlenih, ki se uvrščajo v to skupino.

Poklici, ki so izpostavljeni največjemu tveganju avtomatizacije, običajno ne zahtevajo posebne kvalifikacije (pomočniki za pripravo hrane, sestavljalci strojev, naprav in izdelkov, fizični delavci, delavci za preprosta komunalna dela, čistilci, pralci in gospodinjski pomočniki). Sledijo poklici, pri katerih se zahteva minimalno usposabljanje in za katere je značilno, da večji del zadolžitev vključuje upravljanje strojev (večinoma v proizvodnem sektorju) (upravljalci strojev in naprav, vozniki, upravljalci premičnih naprav, kmetovalci, kovinarji in strojni mehaniki). Poklici, ki so najmanj izpostavljeni tveganju avtomatizacije, zahtevajo visoko raven izobrazbe in usposabljanja in vključujejo več družbenih interakcij, kreativnosti, reševanja problemov in skrbi za druge (vse vrste strokovnjakov in menedžerjev, zdravstveni in socialni delavci) (Nedelkoska & Quintini, 2018).

– Hawksworth, Berriman & Goel, 2018

Podjetje PricewaterhouseCoopers je ocenjevalo povprečno stopnjo avtomatizacije delovnih mest znotraj posameznih poklicnih skupin v obdobju do leta 2035. Največji delež služb, ki so močno izpostavljene avtomatizaciji, ima poklicna skupina upravljalcev strojev in monterjev (64 %). Sledijo pisarniški delavci, delavci za preprosta dela, gradbinci, storitveni delavci in prodajalci, kvalificirani kmetijski delavci, strokovnjaki, izvršni direktorji in menedžerji (6 %) (Hawksworth, Berriman & Goel, 2018).

Iz navedenega lahko sklepamo, da je izpostavljenost posameznega poklica avtomatizaciji pogojena s prevladujočo vrsto delovnih nalog, ki jih vključuje, in pa zahtevano stopnjo izobrazbe. Trendu avtomatizacije so v prvi vrsti izpostavljeni poklici z večjim deležem rutinskih delovnih nalog in nižjo stopnjo zahtevane izobrazbe oziroma kvalificiranosti. Poklici, ki so najmanj izpostavljeni avtomatizaciji, pa zahtevajo višjo kvalificiranost in

²³ Uporabljena je mednarodna standardna klasifikacija poklicev (ISCO-08).

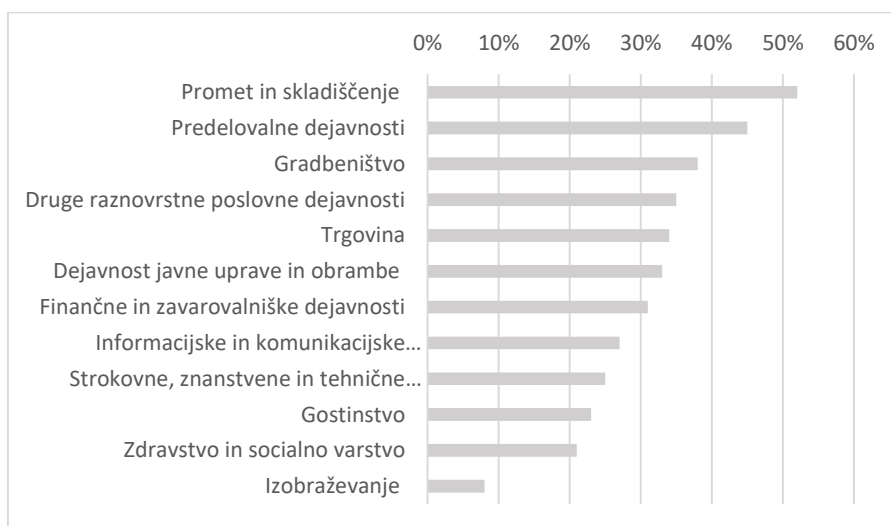
imajo večji delež nerutinskih delovnih nalog, ki zahtevajo socialne in čustvene zaznave, reševanje kompleksnejših problemov, usklajevanje skupinskega dela in kreativnost.

3.1.3 Gospodarske dejavnosti

Ocenjeni potenciali za avtomatizacijo v posameznih gospodarskih panogah se med seboj precej razlikujejo. Tudi tu imata pomemben vpliv sestava delovnih nalog in potrebna stopnja izobrazbe. Na tem mestu navajamo izsledke raziskav glede gospodarskih dejavnosti, ki so najbolj in najmanj izpostavljene prihodnji avtomatizaciji.

Analiza podjetja PricewaterhouseCoopers je razkrila, da se največji potenciali avtomatizacije delovnih mest kažejo v prometnem in skladiščnem sektorju in sektorju predelovalnih dejavnosti. To lahko vidimo na sliki 11, kjer so prikazani ocenjeni deleži delovnih mest v posameznih gospodarskih dejavnostih, ki bi do leta 2030 lahko bili avtomatizirani. Če govorimo o absolutnih številkah, je ocenjeni vpliv avtomatizacije največji v predelovalnih dejavnostih, saj je mediana stopnje zaposlenosti v tem sektorju v državah, vključenih v raziskavo, najvišja (mediana stopnje zaposlenosti je 14 odstotkov, v primerjavi z mediano prometnega in skladiščnega sektorja, ki je zgolj 5 odstotkov). Gospodarski dejavnosti, ki izkazujeta najmanjši delež delovnih mest, ki imajo potencial za avtomatizacijo, sta zdravstvo in socialno varstvo in izobraževalni sektor (Hawksworth, Berriman & Goel 2018).

Slika 11: Delež služb v posameznih gospodarskih dejavnostih, ki so izpostavljene velikemu tveganju avtomatizacije do leta 2030



Opomba: v analizo je vključenih 27 držav članic OECD, Rusija in Singapur. Uporabili so mednarodno standardno klasifikacijo gospodarskih dejavnosti – ISIC Rev. 4.

Vir: Hawksworth, Berriman & Goel (2018).

Tabela 3: Mediana deleža zaposlenih v posameznih gospodarskih dejavnostih v 27 državah članicah OECD, Rusiji in Singapurju

Gospodarska dejavnost	Predelovalne dejavnosti	Trgovina	Zdravstvo in socialno varstvo	Izobraževanje	Gradbeništvo
Mediana st. zaposl. (v%)	14,4	13,7	10,7	8,7	7,6

Vir: Hawksworth, Berriman & Goel (2018).

Na sliki 12 je dvajset gospodarskih dejavnosti, ki so najbolj izpostavljene avtomatizaciji, in dvajset gospodarskih dejavnosti, ki so najmanj izpostavljene avtomatizaciji. Gospodarske dejavnosti, ki so najbolj izpostavljene, se večinoma uvrščajo v primarni ali sekundarni sektor. Spet lahko vidimo, da prevladujejo predelovalne dejavnosti (proizvodnja oblačil, živil, tekstilij, nekovinskih mineralnih izdelkov, papirja in izdelkov iz papirja, kovinskih izdelkov, tobačnih izdelkov, motornih vozil in električnih naprav) in prometni ter agrarni sektor. Med storitvami so izpostavljene poštna in kurirska dejavnost; dejavnost strežbe jedi in pijač; zbiranje, odvoz in ravnanje z odpadki ter dejavnost oskrbe stavb in okolice. Gospodarske dejavnosti, ki so najmanj izpostavljene, so običajno del terciarnega ali kvartarnega sektorja. Tu najdemo zdravstvo, socialno varstvo, podjetniško in poslovno svetovanje, radijsko in televizijsko dejavnost, računalniško programiranje in izobraževanje (Nedelkoska & Quintini, 2018).

Tako kot je potencial posameznega poklica za avtomatizacijo mogoče pojasniti s tem, ali njegove delovne zadolžitve vključujejo večji del rutinskih ali nerutinskih delovnih nalog, je potencial posamezne gospodarske dejavnosti mogoče pojasniti s poklici, ki vanjo spadajo. Poklici, ki spadajo v gospodarske dejavnosti s področja zdravstva, socialnega varstva, izobraževanja in strateškega upravljanja, zagotovo zahtevajo več socialnih veščin, empatije in kreativnosti, kar odraža nižjo povprečno stopnjo avtomatizacije v teh dejavnostih.

Slika 12: Dvajset gospodarskih dejavnosti z najvišjo in dvajset gospodarskih dejavnosti z najnižjo ocenjeno povprečno stopnjo avtomatizacije



Opomba: uporabljeni so podatki 32 držav članic OECD, ki so bile vključene v raziskavo PIAAC. Gospodarske dejavnosti so opredeljene po ISIC Rev. 4, druga raven.

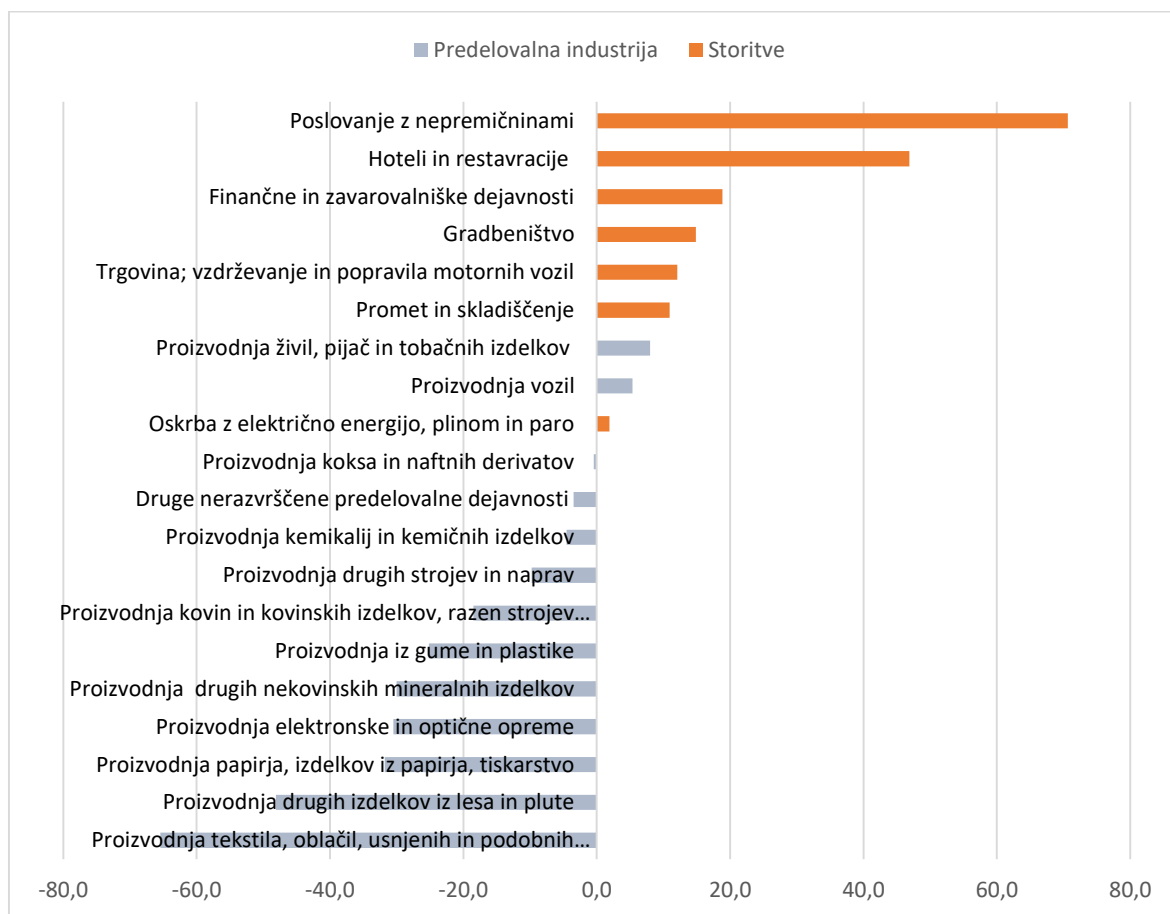
Vir: *Nedelkoska & Quintini (2018)*.

3.2 Predelovalna industrija in storitveni sektor

Sektorski premiki kar pomeni, da zaposlenost v nekaterih sektorjih upade, v drugih pa se poveča, so običajni pri vsaki tehnološki revoluciji (Prašnikar, Redek & Koman, 2017). Kot že omenjeno, je trend deindustrializacije mogoče pojasniti z lažjim trženjem proizvodnih izdelkov ter preprostejšo selitvijo teh dejavnosti v države s cenejšo delovno silo, drug razlog pa je seveda večji potencial proizvodnega sektorja za avtomatizacijo. Zgoraj lahko jasno vidimo, kako so trendu avtomatizacije najbolj izpostavljene prav predelovalne dejavnosti, medtem ko so med najmanj izpostavljenimi dejavnosti storitvenega sektorja.

Na sliki 13 prikazujemo upad dejavnosti proizvodnega sektorja med letoma 1995 in 2015. Le dve izmed trinajstih dejavnosti predelovalne industrije sta zabeležili rast stopnje zaposlenosti (proizvodnja živil, pijač in tobačnih izdelkov in proizvodnja vozil), medtem ko jih pet prikazuje vsaj 30-odstotni upad. Na drugi strani se je delež zaposlenih v dejavnostih, ki tvorijo storitveni sektor, v tem obdobju povečal (Organizacija za ekonomsko sodelovanje in razvoj, 2017a).

Slika 13: Sprememba stopnje zaposlenosti po posameznih gospodarskih dejavnostih v izbranih državah članicah OECD (v %) med letoma 1995 in 2015

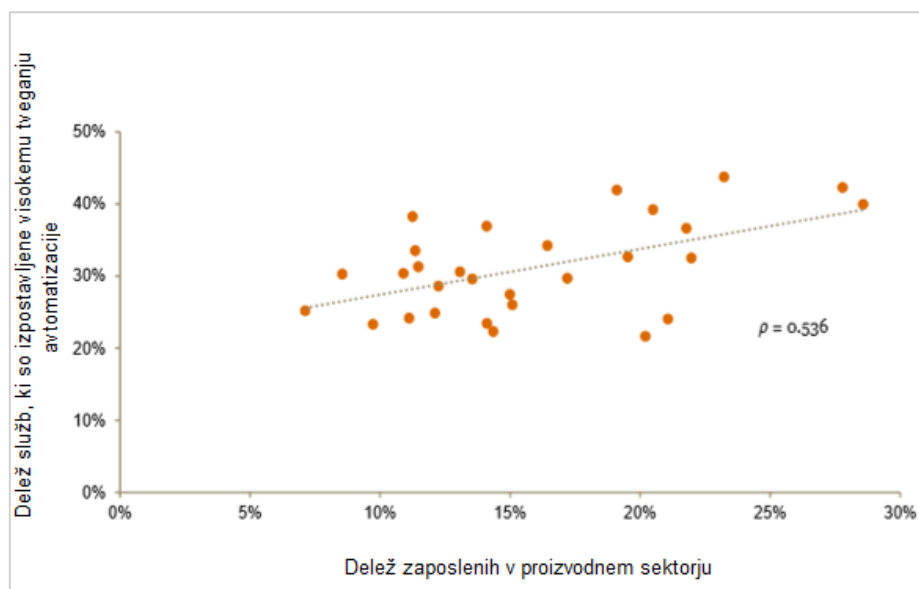


Opomba: poimenovanja gospodarskih dejavnosti sledijo SKD 2008 z nekaj prilagoditvami, saj OECD v tej analizi uporablja klasifikacijo ISIC Rev. 3. Rezultati so bili pridobljeni z združitvijo števila zaposlenih po posameznih dejavnostih v vseh vključenih državah. Vključene države: Avstrija, Belgija, Kanada, Češka, Danska, Finska, Francija, Nemčija, Grčija, Madžarska, Irska, Italija, Nizozemska, Norveška, Portugalska, Slovaška, Slovenija, Španija, Švedska, Velika Britanija, Združene države Amerike. Vir podatkov: Evropska anketa o delovni sili, anketa o delovni sili za Kanado in ZDA.

Vir: Organizacija za ekonomsko sodelovanje in razvoj (2017a).

Izsledki analize podjetja PricewaterhouseCoopers kažejo, da je bil v državah, v katerih je večji delež delovne sile zaposlen v predelovalnih dejavnostih, ocenjen večji delež služb, ki so izpostavljene velikemu tveganju avtomatizacije (Hawksworth, Berriman & Goel, 2018).

Slika 14: Relativni vpliv velikosti proizvodnega sektorja na delež služb, ki so izpostavljene velikemu tveganju avtomatizacije, v posameznih državah



Vir: Hawksworth, Berriman & Goel (2018).

Na podlagi tega lahko rečemo, da ima trend avtomatizacije določen vpliv na proces krčenja proizvodnega sektorja. Več povpraševanja na trgu dela znotraj storitvenega sektorja (več delovnih mest) naj bi vplivalo na prehajanje delovne sile iz proizvodnega v storitveni sektor.

Avtorji raziskave »Manufacturing Europe's Future Growth«, ki jo je izvedel raziskovalni inštitut Bruegel, opozarjajo, da je razmerje med predelovalno industrijo in storitvami veliko prezapleteno, da bi lahko govorili o čistem prehajanju zaposlenosti iz ene strani na drugo. To bi veljalo, če bi proizvodni in storitveni sektor bila popolna konkurenta. V resnici pa so ene in druge dejavnosti pogosto prepletene; tudi proizvodna podjetja za svoje kupce izvajajo določene storitve (npr. proizvodi po meri kupca). Pomen izvajanja določenih storitev proizvodnih podjetij v zadnjem času narašča. Četudi ne gre za popolno prehajanje, pa to ne

pomeni, da večje možnosti za avtomatizacijo nimajo pomembnega vpliva na upad stopnje zaposlenosti v dejavnostih predelovalne industrije (Barbiero in drugi, 2013).

Vpliv novih tehnologij na zaposlenost v proizvodnem sektorju je potrdila tudi regresijska analiza (priloga 9), ki jo je izvedla OECD. Tu iščemo statistično značilno povezavo med spremembo stopnje zaposlenosti v predelovalni industriji in neodvisno spremenljivko, s katero skušamo zajeti nove tehnologije (uporabljena je spremenljivka IKT, ki predstavlja količino storitev informacijsko-komunikacijskih tehnologij na delovno uro). Analiza je potrdila, da je med njima statistično značilna negativna povezava. Povečanje deleža storitev IKT na delovno uro vodi k zmanjšanju števila zaposlenih v proizvodnem sektorju. Obenem ni bila potrjena negativna povezava med večjo rabo novih tehnologij in zaposlenostjo v storitvenem sektorju. Prav tako je ocenjeni vpliv povečanega deleža storitev IKT na stopnjo zaposlenosti na ravni celotnega gospodarstva (predelovalna industrija skupaj s storitvami) zanemarljiv (Organizacija za ekonomsko sodelovanje in razvoj, 2017a).

3.3 Nizko, srednje in visoko kvalificirane delovne skupine

Nekatere raziskave nakazujejo, da naj bi delavci z nizko in srednjo izobrazbo bili bolj izpostavljeni tveganju prihodnje avtomatizacije kot visoko kvalificirani delavci. Raziskava, ki sta jo izvedla Graetz in Michaels (2015), je pokazala, da je povečana raba industrijskih robotov med letoma 1993 in 2007 povezana z upadom delovnih ur nizko in srednje kvalificiranih delavcev, medtem ko visoko kvalificirani kader ni utrpel zmanjšanja števila ur. Poleg tega sta Acemoglu in Restrepo (2017), ki sta proučevala vpliv industrijske robotike na ameriškem trgu dela, ugotovila, da avtomatizacija proizvodnega sektorja negativno vpliva na stopnjo zaposlenosti in raven plač nizko kvalificirane delovne sile, ne pa tudi visoko kvalificirane (Acemoglu & Restrepo, 2018).

Raziskava avtorjev Daron Acemogluja in Davida Autorja prikazuje upad povpraševanja po rutinskih delovnih nalogah (tako ročnih kot kognitivnih). S tem sta povezana upad povpraševanja po srednje kvalificiranem kadru in obenem povečano povpraševanje po visoko ter nizko kvalificiranih kadrih. Podjetja zaposlujejo univerzitetno izobražene kadre na področjih oblikovanja, marketinga in upravljanja, hkrati pa tudi prodajno in čistilno osebje (Acemoglu & Autor, 2010; Dachs, 2018).

V drugem poglavju med trenutnimi trendi na trgu dela izpostavljamo tako imenovani trend polarizacije. Kako se je med letoma 1995 in 2015 v izbranih državah OECD pri večini gospodarskih dejavnosti skrčil delež srednje kvalificiranega kadra, lahko vidimo tudi v prilogi 10 (Organizacija za ekonomsko sodelovanje in razvoj, 2017a). Nasploh so temo polarizacije na trgu dela proučevali številni avtorji: Autor, Katz, Kearney, Goos, Manning, Salomons in drugi. Vse njihove raziskave so pokazale, da se trgi dela razvitih gospodarstev soočajo s polarizacijo delovnih mest, pri čemer se celotna zaposlenost polarizira v smeri

visoko kvalificiranih in bolj plačanih delovnih mest ter v smeri nizko kvalificiranih in slabše plačanih delovnih mest (Breemersch, Damijan & Konings, 2017).

Čeprav je polarizacija delovnih mest zelo razširjen pojav, ki se pojavlja v razvitih državah, pa obstajajo razlike med posameznimi trgi dela, kar zgolj potrjuje to, da nanjo vpliva več različnih dejavnikov. Polarizacija se, kot smo že omenjali, med drugim povezuje tudi z avtomatizacijo rutinskih delovnih opravil oziroma vplivi novih tehnologij, ki delujejo bolj ali manj v prid določenim delovnim skupinam (Breemersch, Damijan & Konings, 2017; Goos, Manning & Salomons, 2014).

Polarizacija je pojav, ki je v večji meri posledica poklicnih premikov znotraj posameznih panog. V manjši meri je povezana tudi z zaposlitvenimi premiki med predelovalno industrijo in storitvenim sektorjem (tj. trend deindustrializacije). Pri pojasnjevanju polarizacije na evropskem trgu dela v proizvodnem sektorju imajo največjo težo tehnološke spremembe, prispevajo pa tudi drugi vplivi, kot je konkurenčnost kitajskega uvoza. Polarizacijo storitvenega sektorja pa lahko bolje pojasnimo z delokalizacijo (angl. offshoring) in vplivi novih tehnologij (Breemersch, Damijan & Konings, 2017).

OECD je s pomočjo ekonometrične analize ocenjevala vpliv novih tehnologij na polarizacijo delovnih mest v posamezni panogi. Rezultati so pokazali, da nove tehnologije spodbujajo polarizacijo v smeri visoko kvalificiranih delovnih mest, obenem pa analiza ni potrdila povezave med novimi tehnologijami in polarizacijo v smeri nizko kvalificiranih delovnih mest (Organizacija za ekonomsko sodelovanje in razvoj, 2017a).

Panoge, ki hitreje uvajajo nove tehnologije, bodo predvidoma imele večji delež visoko kvalificiranih delavcev (ne pa tudi nizko kvalificiranih) v primerjavi s srednje kvalificiranimi. To pomeni, da vpliv tehnologije na polarizacijo ni zgolj nadomeščanje srednje kvalificiranega kadra, saj bi to pomenilo, da se srednje kvalificirani kader nadomešča s tako višje kot nižje kvalificiranim. Rezultati torej kažejo, da nove tehnologije nastopajo kot komplementi visoko kvalificirani delovni skupini in substituti nizko kvalificirani delovni skupini (Organizacija za ekonomsko sodelovanje in razvoj, 2017a).

Ocene analize avtorjev Breemerscha, Damijana in Koningsa (2017) so prav tako do določene mere potrdile teoretične modele avtorjev, ki so že pred tem zagovarjali idejo, da tehnološki napredek koristi visoko kvalificiranim skupinam na račun srednje kvalificiranih. Komplementarnost novih tehnologij visoko in nizko kvalificiranim delovnim skupinam daje določene prednosti, vendar se tudi tu najdejo le šibki dokazi za povezavo med novimi tehnologijami in polarizacijo v smeri nižje plačanih delovnih mest.

3.4 Ovire avtomatizaciji

Kot že omenjeno, večina raziskav, ki ocenjujejo vpliv trenda avtomatizacije na prihodnjo zaposlenost, v oceno ni vključila potencialnih ovir, zaradi katerih avtomatizacija, četudi je tehnično izvedljiva, ni ekonomsko upravičena. Podjetja ob uvedbi novih tehnologij ocenijo njihove pozitivne vplive na povečanje produktivnosti, ki morajo odtehtati stroške, ki pri tem nastanejo. Ti so lahko povezani z novimi materiali, usposabljanjem zaposlenih, zaustavitvijo trenutne proizvodnje in razreševanjem raznih regulatornih in socialno-političnih ovir. Podjetje, ki se sooča z manj stabilnim povpraševanjem in težje oceni, kdaj v prihodnosti bo takšna naložba pokrita, se zato za kaj takšnega morda ne odloči, čeprav je jasno, da bi nova tehnologija prinesla izboljšanje produktivnosti (Bruckner, LaFleur & Pitterle, 2017).

Pomanjkljivost ocen prihodnje avtomatizacije je povezana tudi s tem, da je predvidevanje tehnoloških odkritij na dolgi rok izjemno težavno, zato se pri ocenjevanju vpliva avtomatizacije omejujemo na trenutne in kratkoročne tehnološke novosti (Frey & Osborne, 2013).

Na ekonomsko upravičenost uvedbe nove tehnologije, ki prinaša avtomatizacijo, prav tako vplivajo stroški delovne sile. To pojasni, zakaj so države v razvoju, kjer je delovna sila cenejša, temu trendu manj izpostavljene (Bruckner, LaFleur & Pitterle, 2017). Raziskave, ki ocenjujejo vpliv prihodnje avtomatizacije, večinoma ne vključujejo ocen prihodnje ravni plač, cen kapitala ali pomanjkanja delovne sile, vendar so to dejavniki, ki vplivajo na prevzemanje novih tehnologij (Frey & Osborne, 2013).

Poleg ekonomskih so tu tudi številne pravne in regulativne ovire, saj prihod novih tehnologij ustvarja situacije, ki niso pravno urejene. Eno takšnih vprašanj je, kdo je nosilec odgovornosti pri samovozečih vozilih ali kirurških robotih. Oviro predstavljajo tudi različne interesne skupine, kot so sindikati in gospodarska združenja, ki zastopajo posamezne delovne skupine. Postopki sprejemanja ustrezne zakonodaje in delovanje političnih interesnih skupin lahko upočasnijo trend avtomatizacije (Bruckner, LaFleur & Pitterle, 2017).

To pomeni, da se proces avtomatizacije dela v prihodnosti lahko odvija nekoliko drugače, kot to napovedujejo v različnih raziskavah, narejenih na to temo.

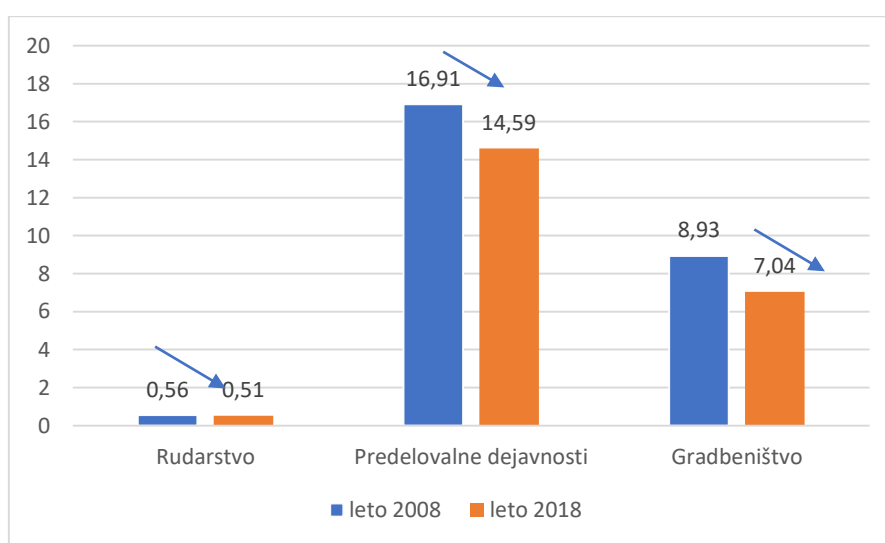
4 EMPIRIČNA ANALIZA

Zgoraj predstavljene trende deindustrializacije, polarizacije delovnih mest in pomikanja k bolj izobraženi delovni sili smo analizirali na podlagi podatkov, ki so dostopni na Eurostatu. S pomočjo grafičnih prikazov predstavljamo premike na evropskem trgu dela, ki so tako ali drugače povezani s četrto industrijsko revolucijo in vplivi avtomatizacije.

4.1 Podatki

V zvezi s procesom deindustrializacije smo preverili, kako se je med letoma 2008 in 2018 v izbranih evropskih državah spremenila stopnja zaposlenosti v dejavnostih predelovalne industrije. Slika 15 prikazuje stopnje zaposlenosti v rudarstvu²⁴, predelovalnih dejavnostih in gradbeništvu v letih 2008 in 2018. Prikazane so povprečne stopnje zaposlenosti v teh dejavnostih za države, ki so bile vključene v analizo. Povprečna stopnja zaposlenosti v vseh treh dejavnostih predelovalne industrije je v letu 2018 nižja kot v letu 2008.

Slika 15: Stopnja zaposlenosti v dejavnostih predelovalne industrije v izbranih evropskih državah (v %), primerjava let 2008 in 2018



Opomba: v analizo so vključene Belgija, Češka, Danska, Nemčija, Estonija, Irska, Grčija, Španija, Francija, Hrvaška, Italija, Ciper, Latvija, Litva, Luksemburg, Madžarska, Malta, Nizozemska, Avstrija, Portugalska, Romunija, Slovaška, Finska, Velika Britanija, Islandija, Norveška, Severna Makedonija. Zaradi pomanjkanja podatkov o številu zaposlenih v posameznih gospodarskih dejavnostih v letu 2008 smo izključili Bolgarijo, Poljsko, Slovenijo in Švedsko.

Vir: lastno delo.

Poleg dejavnosti predelovalne industrije smo pogledali tudi, kako se je spremenila stopnja zaposlenosti v storitvenih dejavnostih (slika 16). Tudi tu primerjamo povprečno stopnjo zaposlenosti po posameznih dejavnostih v izbranih evropskih državah v letih 2008 in 2018. Ker je vmes prišlo do spremembe klasifikacije dejavnosti (Eurostatovi podatki za leto 2008 sledijo standardni klasifikaciji gospodarskih dejavnosti NACE Rev. 1.1, pri podatkih za leto 2018 pa je uporabljena NACE Rev. 2), so bile za ustrezno primerjavo teh dveh let potrebne

²⁴ Izračun povprečne stopnje zaposlenosti v rudarstvu temelji na podatkih za naslednje države: Belgijo, Češko, Nemčijo, Irsko, Grčijo, Španijo, Italijo, Madžarsko, Nizozemsko, Avstrijo, Portugalsko, Romunijo, Slovaško, Finsko, Veliko Britanijo, Norveško in Severno Makedonijo.

določene prilagoditve. Za ta namen smo združili povprečne stopnje zaposlenosti področij, ki so po eni klasifikaciji združene, po drugi pa ne (priloga 11).

Zanimalo nas je predvsem, ali se bo na sliki 16 v letu 2018 glede na leto 2008 odrazila nižja stopnja zaposlenosti v dejavnostih predelovalne industrije in hkrati višja stopnja zaposlenosti v storitvenih dejavnostih. Če torej pogledamo dejavnosti predelovalne industrije (rudarstvo; predelovalne dejavnosti; gradbeništvo), vidimo, da je delež zaposlenih v letu 2018 pri vseh treh dejavnostih manjši, kot je bil leta 2008. Pri storitvenih dejavnostih (oskrba z elektriko, plinom, vodo; trgovina; gostinstvo; promet, skladiščenje in zveze; finančne in zavarovalniške dejavnosti; poslovanje z nepremičninami; dejavnost javne uprave in obrambe; izobraževanje; zdravstvo in socialno delo; druge javne, skupne in osebne storitvene dejavnosti) pa je bila stopnja zaposlenosti z izjemo štirih dejavnosti v letu 2018 vsepovsod višja. Storitvene dejavnosti, pri katerih je bila povprečna stopnja zaposlenosti v letu 2018 manjša kot v letu 2008, so trgovina, finančne in zavarovalniške dejavnosti, dejavnost javne uprave in obrambe in druge javne, skupne in osebne storitvene dejavnosti. Pri vseh štirih dejavnostih je upad stopnje zaposlenosti manjši od ene odstotne točke; trgovina s 14,72 odstotka na 13,86 odstotka; finančne in zavarovalniške dejavnosti s 3,11 odstotka na 3,02 odstotka; dejavnost javne uprave in obrambe s 7,01 odstotka na 6,85 odstotka; druge javne, skupne in osebne storitvene dejavnosti s 4,49 odstotka na 4,26 odstotka. V primerjavi s temi spremembami je opaznejši upad zaposlenosti v dejavnostih predelovalne industrije (tabela 4), hkrati pa je opaznejše povečanje zaposlenosti v preostalih storitvenih dejavnostih (tabela 5).

Tabela 4: Kako se je spremenila stopnja zaposlenosti (v odstotnih točkah) po dejavnostih predelovalne industrije v izbranih evropskih državah v letu 2018 glede na leto 2008

Gospodarska dejavnost	Rudarstvo	Predelovalne dej.	Gradbeništvo
Sprememba v stopnji zaposlenosti (v od. točkah)	-0,05	-2,32	-1,90

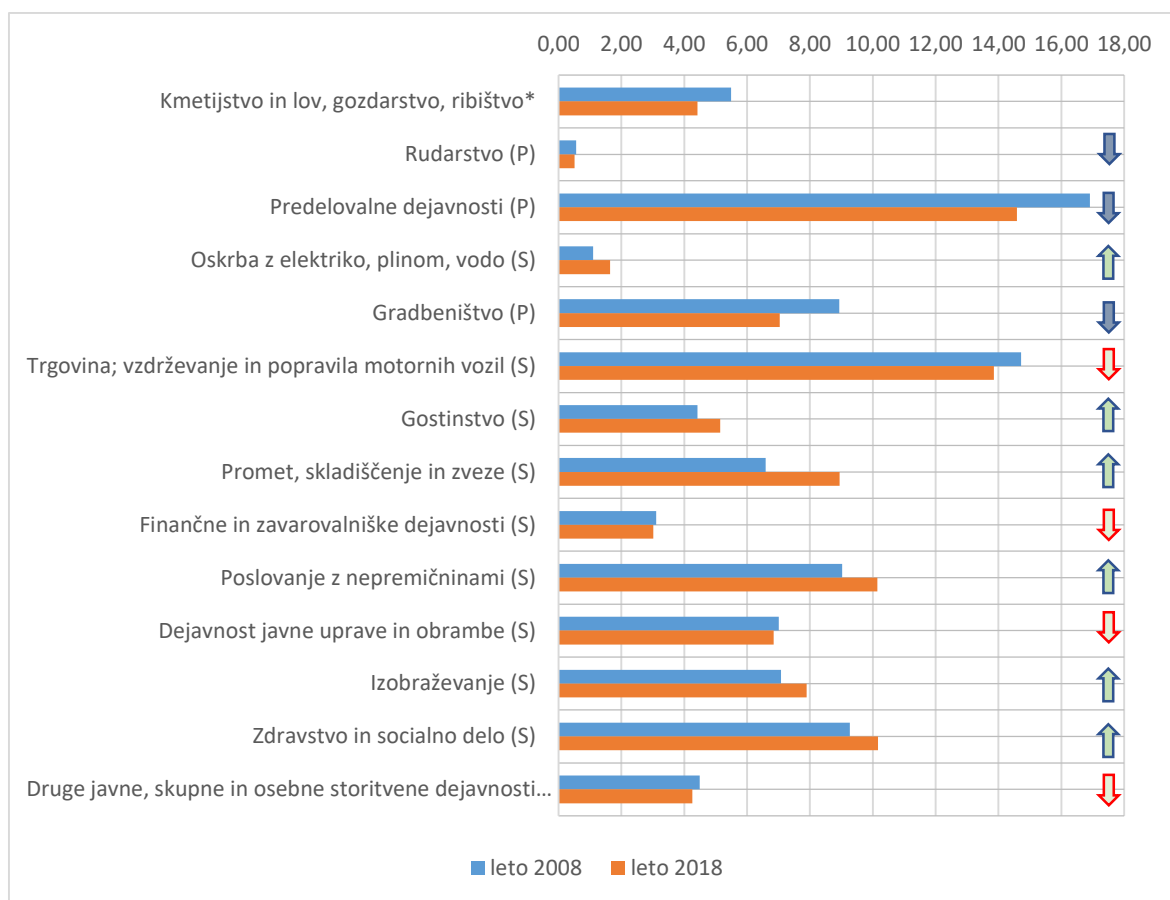
Vir: lastno delo.

Tabela 5: Kako se je spremenila stopnja zaposlenosti (v odstotnih točkah) v storitvenih dejavnostih v izbranih evropskih državah v letu 2018 glede na leto 2008

Gos. dej.	Oskr. z el., pl., vodo	Trg.	Gost.	Promet, skladi.	Fin. in zav. dej.	Posl. z nepr.	Dej. jav. upr. in obr.	Izobr.	Zdr. in soc. delo	Druge javne, sk. in os. stor. dej.
Spr. v st. zap. (v od. točkah)	0,54	-0,86	0,73	2,35	-0,09	1,11	-0,16	0,81	0,89	-0,23

Vir: lastno delo.

Slika 16: Primerjava stopnje zaposlenosti (leto 2008 in 2018) po posameznih gospodarskih dejavnostih v izbranih evropskih državah (v %)



Opomba: v analizo so vključene Belgija, Češka, Danska, Nemčija, Estonija, Irska, Grčija, Španija, Francija, Hrvaška, Italija, Ciper, Latvija, Litva, Luksemburg, Madžarska, Malta, Nizozemska, Avstrija, Portugalska, Romunija, Slovaška, Finska, Velika Britanija, Islandija, Norveška, Severna Makedonija. Zaradi pomanjkanja podatkov o številu zaposlenih v posameznih gospodarskih dejavnostih v letu 2008 smo izključili Bolgarijo, Poljsko, Slovenijo in Švedsko. Zaradi različnih klasifikacij (SKD 2002 in SKD 2008) so bile potrebne prilagoditve podatkov za naslednja področja: kmetijstvo in lov, gozdarstvo; oskrba z elektriko, plinom in vodo; promet, skladiščenje in zveze; poslovanje z nepremičninami; druge javne, skupne in osebne storitvene dejavnosti; ribištvo*

V primeru manjkajočega podatka za posamezne države smo pri določenih dejavnostih zajeli le države, za katere smo imeli podatek o številu zaposlenih oseb v tej dejavnosti v obeh letih. Na ta način so bile prilagojene naslednje dejavnosti: rudarstvo (izločene Danska, Estonija, Francija, Ciper, Litva, Latvija, Luksemburg, Malta in Islandija); oskrba z elektriko, plinom, vodo (izločene Estonija, Luksemburg in Islandija) in poslovanje z nepremičninami (izločene Hrvaška, Luksemburg, Islandija in Severna Makedonija).

Vir: lastno delo.

* NACE Rev. 1.1 (SKD 2002) uvršča ribištvo v posebno področje. Podatek o številu zaposlenih v tej dejavnosti v letu 2008 je na voljo le za devet držav in povprečna stopnja zaposlenosti znaša 0,48 %. Zaradi pomanjkanja podatkov in nizke stopnje zaposlenosti dejavnosti ribištva v letu 2008 nismo vključili.

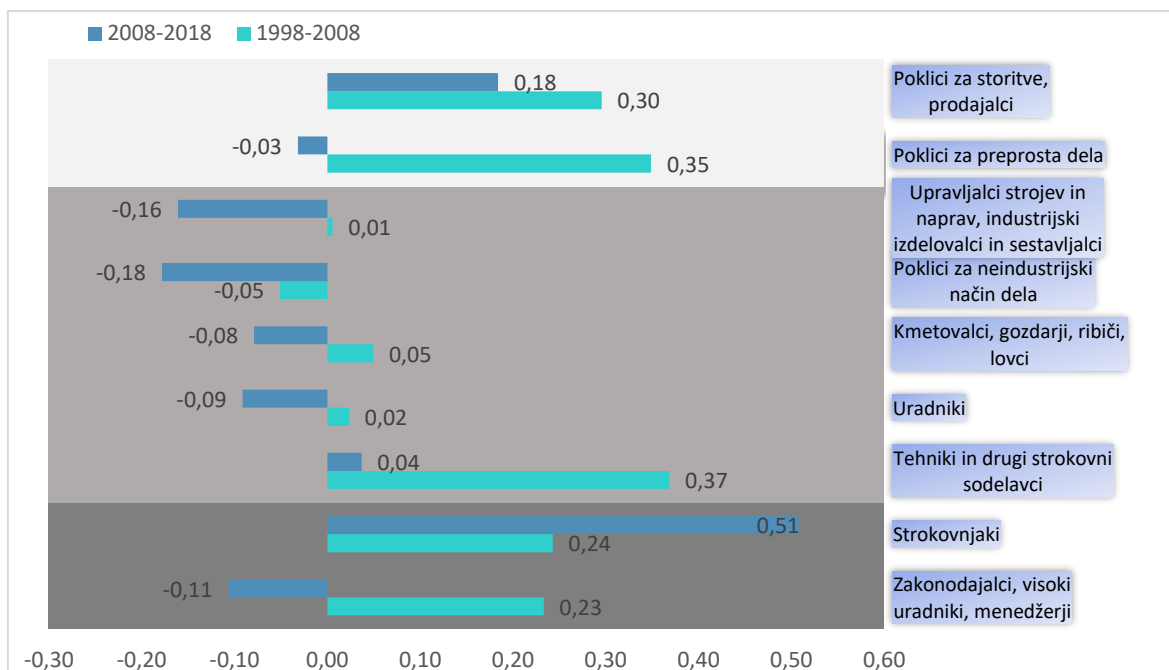
Naslednja slika se navezuje na večkrat omenjeni trend polarizacije delovnih mest. V zvezi s tem smo proučili, kako se je v EU-27 spremenilo število zaposlenih oseb v glavnih skupinah poklicev v letu 2008 glede na leto 1998 in v letu 2018 glede na leto 2008. Odstotno povečanje ali zmanjšanje števila zaposlenih v glavnih skupinah poklicev glede na primerjalno leto je prikazano na sliki 17.

Pred tem smo glavne skupine poklicev razvrstili v tri plačne razrede (na sliki 17 so različni plačni razredi senčeni z različnim odtenkom sive barve). Uporabili smo podatke zadnje analize zaslužkov iz leta 2014, pri čemer smo povprečni letni zaslužek (v EUR) posamezne skupine poklicev, primerjali z mediano povprečnih zaslužkov vseh skupin poklicev in v nižji plačni razred uvrstili poklice, katerih povprečni letni zaslužek dosega manj kot 90 odstotkov mediane (poklici za storitve, prodajalci; poklici za preprosta dela), v srednji plačni razred poklice, katerih povprečni letni zaslužek znaša 90 do 150 odstotkov mediane (upravljavci strojev in naprav, industrijski izdelovalci in sestavljavci; poklici za neindustrijski način dela; kmetovalci, gozdarji, ribiči, lovci; uradniki; tehniki in drugi strokovni sodelavci) in v višji plačni razred poklice, katerih povprečni letni zaslužek presega 150 odstotkov mediane (strokovnjaki; zakonodajalci, visoki uradniki, menedžerji).

Stopnja zaposlenosti med letoma 1998 in 2008 se je opazno povečala v skupinah najslabše in najboljše plačanih poklicev. Pri poklicih, ki smo jih uvrstili v srednji plačni razred, zaznavamo manjše povišanje stopnje zaposlenosti ali celo znižanje. Izjema je poklicna skupina tehnikov in drugih strokovnih sodelavcev, kjer se je delež zaposlenih opazno povečal. To lahko pojasnimo s tem, da se ta skupina poklicev po povprečnem letnem zaslužku precej približa najboljše plačani skupini (njihov povprečni letni zaslužek dosega 140 odstotkov mediane povprečnih zaslužkov vseh skupin poklicev).

Sprememba v stopnji zaposlitve med letoma 2008 in 2018 še očitneje ponazarja upadanje delovnih mest v srednje plačanih poklicih. Tu lahko z izjemo tehnikov in drugih strokovnih sodelavcev vidimo zmanjšanje deleža zaposlenih znotraj prav vseh skupin srednjega plačnega razreda. V nasprotju s primerjavo let 1998 in 2008 pa je tu razviden upad deleža tudi pri poklicih nižjega in višjega plačnega razreda (poklici za preprosta dela; zakonodajalci, visoki uradniki, menedžerji).

Slika 17: Sprememba stopnje zaposlenosti v glavnih skupinah poklicev v EU-27, v obdobjih 1998–2008 in 2008–2018

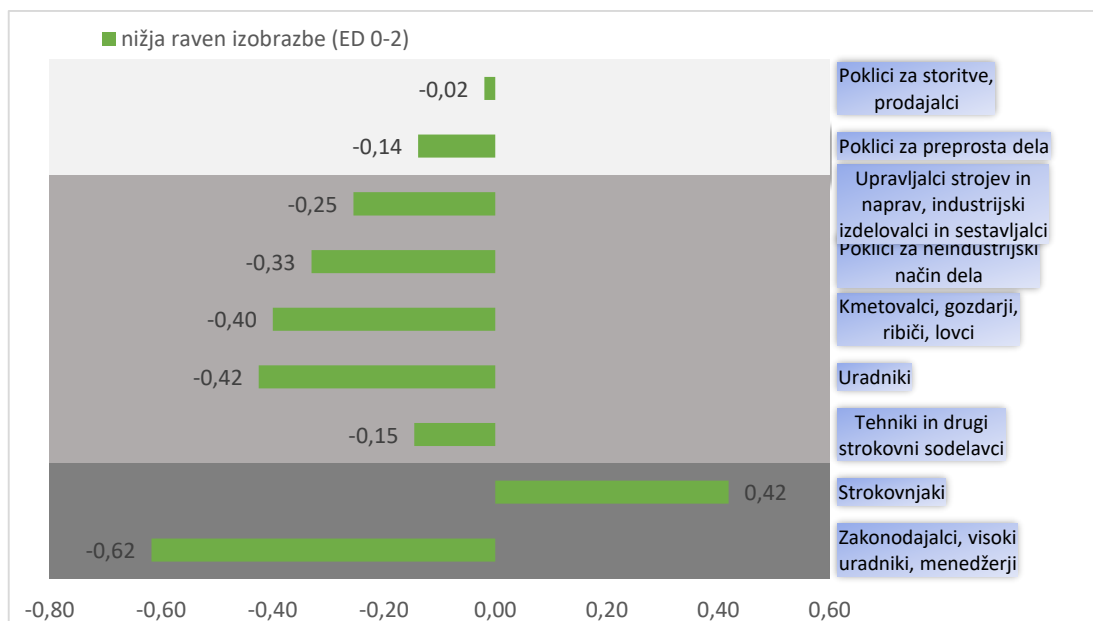


Opomba: uporabljena standardna klasifikacija poklicev 2008 (SKP-08).

Vir: lastno delo.

Ker plačni razred ne odraža nujno stopnje kvalificiranosti zaposlenih, spodaj prikazujemo, kako se je v letu 2018 glede na leto 2008 spremenila stopnja zaposlenosti oseb z nižjo, srednjo ali višjo stopnjo izobrazbe v posamezni poklicni skupini. Delež zaposlenih z nižjo stopnjo izobrazbe je pri večini poklicnih skupin manjši, izjema so le strokovnjaki. Delež zaposlenih s srednjo stopnjo izobrazbe se je povečal zgolj pri nižje plačanih poklicih in pri skupini strokovnjakov. Delež zaposlenih z višjo stopnjo izobrazbe je bil v letu 2018 pri vseh skupinah poklicev večji kot v letu 2008.

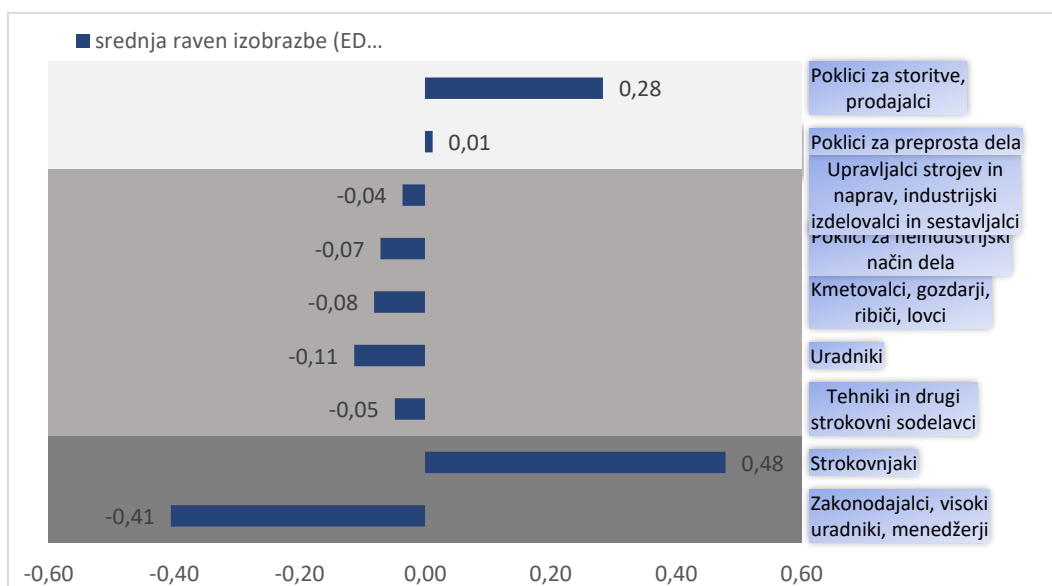
Slika 18: Sprememba deleža zaposlenih (nižja raven izobrazbe) v glavnih skupinah poklicev v EU-28, v letu 2008 glede na leto 2018



Opomba: mednarodna standardna klasifikacija izobr. – ISCED 2011: ED 0–2: osnovnošolsko izobr.; ED 3–4: nižje poklicno izobr., srednje poklicno, srednje tehniško in drugo strokovno izobr., srednje splošno izobr. (splošna in klasična gimnazija), poklicni tečaj in poklicna matura, maturitetni tečaj in splošna matura; ED 5–8: višje strokovno izobr., visokošolsko strokovno izobr., visokošolsko univerzitetno, visokošolsko strokovno in univerzitetno (1. bolonjska stopnja), magistrsko izobraževanje, doktorsko izobraževanje

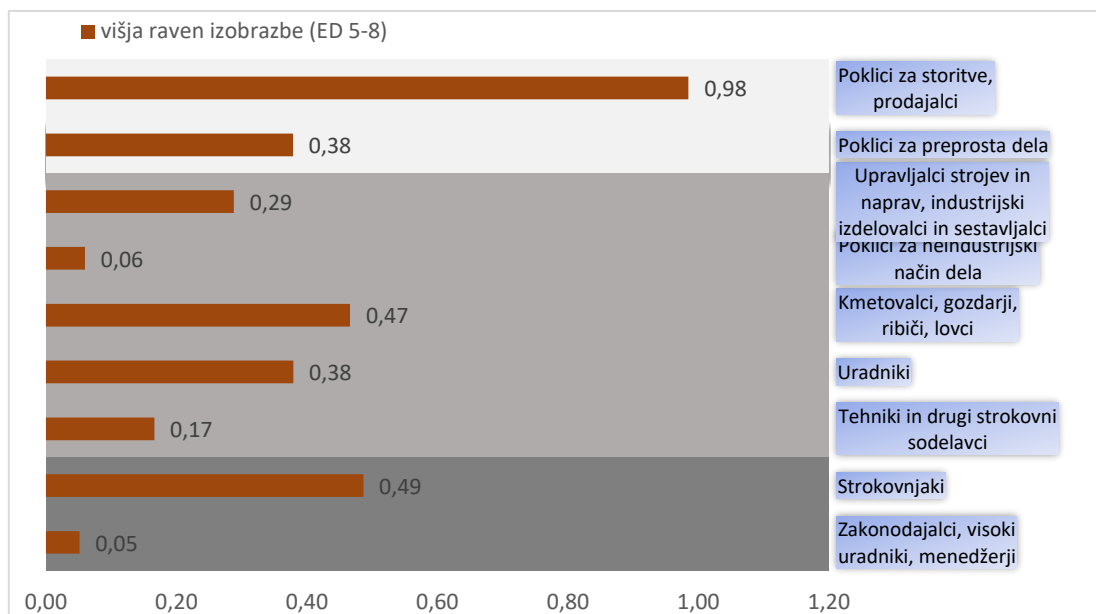
Vir: lastno delo.

Slika 19: Sprememba deleža zaposlenih (srednja raven izobrazbe) v glavnih skupinah poklicev v EU-28, v letu 2008 glede na leto 2018



Vir: lastno delo.

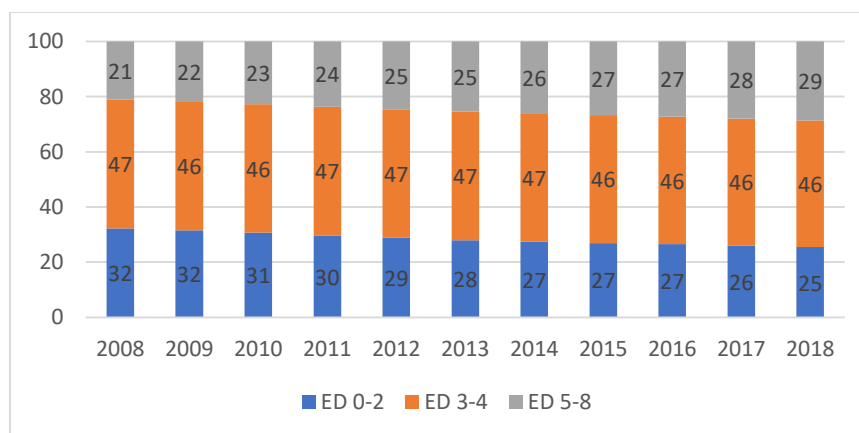
Slika 20: Sprememba deleža zaposlenih (višja raven izobrazbe) v glavnih skupinah poklicev v EU-28, v letu 2008 glede na leto 2018



Vir: lastno delo.

Stopnja zaposlenosti nižje kvalificiranih kadrov upada in očitne so višje zahteve na trgu dela. V skladu s tem nas je zanimalo še, kaj se hkrati dogaja na trgu dela na strani ponudbe. Na sliki 21 lahko vidimo, kako se po posameznih letih med 2008 in 2018 na ravni EU-28 spreminja delež oseb, starih od 15 do 64 let, z nižjo, srednjo ali višjo stopnjo izobrazbe. Ob dokaj nespremenjenem deležu oseb s srednjo stopnjo izobrazbe se delež višje izobraženih vseskozi povečuje, medtem ko se delež oseb z nizko izobrazbo zmanjšuje.

Slika 21: Delež oseb (starih od 15 do 64 let) z nižjo, srednjo ali višjo stopnjo izobrazbe med letoma 2008 in 2018 v EU-28



Opomba: mednarodna standardna klasifikacija izobraževanja – ISCED 2011

Vir: lastno delo.

4.2 Omejitve analize

Omejitve analize zgornjih podatkov so v prvi vrsti povezane z nepopolnimi podatki iz Eurostata. To je tudi razlog, da preverjamo spremembo v stopnji zaposlenosti po posameznih gospodarskih dejavnostih le na razponu desetih let, saj podatki za večino držav pred letom 2008 niso bili na voljo. Pri primerjavi stopnje zaposlenosti v posameznih dejavnostih v letih 2008 in 2018 smo izločili države, za katere nismo imeli podatka za obe leti.

Naslednja pomanjkljivost analize se navezuje na spremembo standardne klasifikacije dejavnosti, saj so podatki za leto 2008 bili razvrščeni po prvi klasifikaciji (tj. NACE Rev. 1.1), podatki za leto 2018 pa po drugi (tj. NACE Rev. 2). Zaradi tega smo nekatera področja združili, da smo lahko naredili ustrezno primerjavo med letoma. Pomanjkljivost predstavljata tudi izračunavanje povprečnih vrednosti in izbrana opredelitev razpona plačilnih razredov, ki je težavna zlasti za skupine poklicev, ki so blizu meje med dvema razredoma.

Na podlagi zgornje analize lahko potrdimo, da so predstavljeni trendi deindustrializacije, polarizacije delovnih mest in pomikanja k višje izobraženi delovni sili realnost trga evropskih držav. Sodeč po več prebranih raziskavah, ki so predstavljene v zgornjih delih naloge, vemo, da na te trende vpliva več dejavnikov in je avtomatizacija le eden izmed njih. Omejitev naše analize je povezana z razumevanjem, v kolikšni meri lahko zgoraj prikazane premike na trgu dela pripišemo izključno vplivom trenda avtomatizacije.

SKLEP

Po pregledu vrste raziskovalnih del na temo vpliva avtomatizacije na prihodnjo zaposlenost ugotavljamo, da so avtomatizaciji najbolj izpostavljene rutinske delovne naloge. Doslej so bile avtomatiziranju najbolj podvržene rutinske ročne delovne naloge, ki jim sledijo rutinske kognitivne delovne naloge. Nerutinske – ročne in kognitivne – delovne naloge, pri katerih način reševanja ni ponavljajoč in vnaprej predvidljiv, so doslej izkazovale manjši potencial za avtomatizacijo, vendar se ob nadaljnjih napredkih robotike in senzorjev tudi na področju te vrste delovnih nalog odpira vse več možnosti za avtomatizacijo. Prevladujoča vrsta delovnih nalog, ki se pojavlja pri določenih poklicih ali gospodarskih dejavnostih, vpliva tudi na ocenjeni potencial za avtomatizacijo posameznega poklica oziroma gospodarske panoge. Trendu avtomatizacije so v prvi vrsti najbolj izpostavljeni poklici, pri katerih prevladujejo rutinske delovne naloge in/ali se zahteva nižja stopnja izobrazbe oziroma kvalificiranosti. To so na primer poklici za preprosta dela (pomočniki za pripravo hrane, čistilci, pralci, vnašalci podatkov, industrijski izdelovalci in sestavljalci); poklici za delo s strankami (hotelski delavci, turistični vodniki, animatorji, natakarji); poklici, kjer je okolje predvidljivo (upravljalci strojev za premikanje materiala, transportni delavci) in poklici v podpornih službah (računalniška podpora zaposlenim, administratorji, računovodje). Gospodarske dejavnosti z najvišje ocenjenim potencialom za avtomatizacijo večinoma

spadajo v primarni ali sekundarni sektor. Tu zlasti govorimo o dejavnostih predelovalne industrije, prometnem sektorju, logistiki in gradbenem ter agrarnem sektorju.

Na naše drugo raziskovalno vprašanje, ali so potenciali na področju predelovalnih dejavnosti večji in se s tem lahko povezuje prestrukturiranje gospodarstev v smeri krepitve storitvenih dejavnosti, lahko odgovorimo, da je predelovalna industrija vsekakor bolj izpostavljena velikemu tveganju avtomatizacije. Kratka analiza v okviru tega magistrskega dela sicer potrjuje pojav deindustrializacije na trgih evropskih držav, nam pa ne daje vpogleda v to, v kolikšni meri je povezan z zgoraj predstavljenimi večjimi potenciali za avtomatizacijo na področju predelovalne industrije. Deindustrializacija se ne povezuje le z večjimi možnostmi za procesne inovacije in avtomatizacijo v dejavnostih predelovalne industrije, temveč tudi z boljšimi možnostmi za preselitev proizvodnje v države s cenejšo delovno silo. Da bi lahko odgovorili na vprašanje, smo proučili regresijsko analizo Organizacije za gospodarsko sodelovanje in razvoj, pri kateri so ocenjevali vplive novih tehnologij na stopnjo zaposlenosti v dejavnostih predelovalne industrije in storitvenem sektorju. Njihova analiza je pokazala statistično značilno negativno povezavo med številom zaposlenih v proizvodnem sektorju in neodvisno spremenljivko, s katero so zajeli nove tehnologije. Obenem ni bila potrjena negativna povezava med večjo rabo novih tehnologij in stopnjo zaposlenosti v storitvenem sektorju. Na podlagi tega lahko rečemo, da je pomikanje v smeri krepitve storitvenega gospodarstva v določeni meri lahko povezano z večjimi potenciali za avtomatizacijo na področju predelovalnih dejavnosti, so pa vsekakor prisotni tudi vplivi drugih dejavnikov.

Tretje raziskovalno vprašanje se navezuje na to, kako je trend polarizacije delovnih mest povezan z vplivi avtomatizacije. Določene raziskave kažejo, da nove tehnologije delujejo bolj ali manj v prid posameznim delovnim skupinam. S tem, ko naj bi tehnološke spremembe koristile določenim delovnim skupinam, se pojav polarizacije na trgu dela evropskih držav pogosto povezuje tudi z avtomatizacijo rutinskih delovnih opravil. Upad povpraševanja po rutinskih delovnih nalogah naj bi bil povezan z upadom povpraševanja po srednje kvalificiranem kadru. V sklopu svoje analize smo potrdili upadanje stopnje zaposlenosti v poklicnih skupinah srednjega plačnega razreda na trgih evropskih držav v zadnjih dvajsetih letih. Pri pregledu, kaj se dogaja s stopnjo zaposlenosti različno kvalificiranih delovnih skupin, pa je bilo ugotovljeno, da se je stopnja zaposlenosti nizko kvalificiranih v EU-28 v zadnjih desetih letih v vseh poklicnih skupinah (izjema so strokovnjaki) zmanjšala, stopnja zaposlenosti visoko kvalificiranih pa v vseh poklicnih skupinah povečala. Zahteve na trgu dela so večje, kar pa je povezano tudi s spreminjanjem ponudbe. Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj je izvedla ekonometrično analizo, pri kateri je ocenila vplive novih tehnologij na polarizacijo delovnih mest v posamezni panogi in ugotovila, da rezultati potrjujejo, da nove tehnologije spodbujajo polarizacijo v smeri visoko kvalificiranih delovnih mest, medtem ko povezava med tehnologijami in polarizacijo v smeri nizko kvalificiranih delovnih mest ni bila potrjena.

LITERATURA IN VIRI

1. Acemoglu, D. & Autor, D. (2010). *Skills, Tasks and Technologies: Implications For Employment and Earnings* (NBER Working Paper No. 16082). Cambridge: National Bureau of Economic Research.
2. Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2018). *Artificial intelligence, automation and work* (NBER Working Paper No. 24196). Cambridge: National Bureau of Economic Research.
3. Amaya Muñoz, W. E., Barón Ortigón, B. A. & Páramo Herrera, I. C. (2016). The role of innovation transfer mechanisms in economic development: perspectives and legal approach (MPRA Paper No. 74913). *Revista Justicia y Derecho*, 3, 7-16.
4. Arntz, M., Gregory, T. & Zierahn, U. (2016). *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis* (OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 189). Pariz: OECD Publishing.
5. Atkeson, A. & Kehoe, J., P. (2001). *The Transition to a New Economy After the Second Industrial Revolution* (Working Paper 606). Minneapolis: Federal Reserve Bank of Minneapolis Research Department.
6. Audretsch, D. B., Bozeman, B., Combs, K. L., Feldman, M., Link, A. N., Siegel, D. S., Stephan, P., Tassej, G. & Wessner, C. (2002). *The Journal of Technology Transfer*, 27(2), 155–203.
7. Barbier, F. (2017, 22.junij). 5 trends for the future of manufacturing. *World Economic Forum*. Pridobljeno 13. februarja 2019 iz <https://www.weforum.org/agenda/2017/06/what-s-going-on-with-manufacturing-b013f435-1746-4bce-ac75-05c642652d42/>.
8. Barbiero, F, Blanga-Gubbay, M., Cippolone, V., De Backer, K., Miroudot, S., Ragoussis, A., Sapir, A., Veugelers, R., Vihriälä, E., Wolff, G. B. & Zachmann, G. (2013). *Manufacturing Europe's future*. Bruselj: Bruegel Blueprint Series.
9. Biernat, M. (2017). Capital by Karl Marx. *Political economy*. Pridobljeno 20. januarja 2019 iz <https://political-economy.com/capital-karl-marx/>.
10. Breemersch, K., Damijan, J. P. & Konings, J. (2017). *Labour Market Polarization in Advanced Countries: Impact of global value chains, technology, import competition from China and labour market institutions* (OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 197). Pariz: OECD Publishing.
11. Bruckner, M., LaFleur, M. & Pitterle, I. (2017). *The impact of the technological revolution on labour markets and income distribution*. New York: Department of Economic and Social Affairs (DESA/DPAD).
12. Bučar, M. (2001). *Razvojno dohitevanje z informacijsko tehnologijo?* Ljubljana: Fakulteta za družbene vede.
13. Bureau of Labor Statistics. (brez datuma). *Productivity change in the nonfarm business sector, 1947-2018*. Pridobljeno 11. maja 2019 iz <https://www.bls.gov/lpc/prodybar.htm>.
14. Dachs, B. (2018). *The impact of new technologies on the labour market and the social economy*. Bruselj: Evropski parlament.

15. Deans, D. H. (2018). Why big data and analytics revenues will reach \$260 billion. *Cloudtech*. Pridobljeno 15. aprila 2019 iz <https://www.cloudcomputing-news.net/news/2018/aug/30/big-data-and-analytics-revenues-will-reach-260-billion/>.
16. Dhannu, D. (2018). 3D printing implants and organs is the new reality. *Healthcare IT*. Pridobljeno 22. aprila 2019 iz <https://www.healthcareit.com.au/article/3d-printing-implants-and-organs-new-reality>.
17. Dormehl, L. & Edelstein (2019, 3. februar). Sit back, relax, and enjoy a ride through the history of self-driving cars. *Digital Trends*. Pridobljeno 2. januarja 2019 iz <https://www.digitaltrends.com/cars/history-of-self-driving-cars-milestones/>.
18. Economist's View. (2012, 16. september). *David Ricardo 'On Machinery'*. Pridobljeno 19. januarja 2019 iz <https://economistsview.typepad.com/economistsview/2012/09/david-ricardo-on-machinery.html>.
19. Evropska komisija. (2017). Thematic paper 4 – 3-D Printing, Additive Manufacturing and Industrial Biotechnology. *Regional Innovation Monitor Plus 2016*. Pridobljeno 4. aprila 2019 iz <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/regional-innovation-monitor/report/thematic/thematic-paper-3-d-printing-additive-manufacturing-and-industrial-biotechnology>.
20. Evropska komisija. (2018). Employment and Social Developments in Europe. *Annual Review 2018*. Luksemburg: Publications Office of the European Union.
21. Evropski parlament. (2019, 14. januar). *Samovozeči avtomobili v Evropi: od znanstvene fantastike do realnosti*. Pridobljeno 31. marca 2019 iz <http://www.europarl.europa.eu/news/sl/headlines/economy/20190110STO23102/samovozecci-avtomobili-v-evropi-od-znanstvene-fantastike-do-realnosti>.
22. Flam, F. (2018, 24. avgust). IBM's Watson Hasn't Beaten Cancer, But A.I. Still Has Promise. *Bloomberg Opinion*. Pridobljeno 21. aprila 2019 iz <https://www.bloomberg.com/opinion/articles/2018-08-24/ibm-s-watson-failed-against-cancer-but-a-i-still-has-promise>.
23. Frankenfield, J. (2019, 18. maj). Cloud Computing. *Investopedia*. Pridobljeno 17. aprila 2019 iz <https://www.investopedia.com/terms/c/cloud-computing.asp>.
24. The Franklin institute. (brez datuma). *What's the difference between AR, VR, and MR?* Pridobljeno 10. marca 2019 iz <https://www.fi.edu/difference-between-ar-vr-and-mr>.
25. Frey, C. & Osborne, M. (2013). *The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?* Združeno kraljestvo: Oxford Martin School, University of Oxford.
26. Goos, M., Manning, A. & Salomons, A. (2014). Explaining job polarization: routine-biased technological change and offshoring. *The American Economic Review*, 104(8), 2509–2526.
27. Graetz, G. & Michaels, G. (2015). *Robots at Work* (IZA Discussion Paper No. 8938). Nemčija: Inštitut za ekonomiko dela (IZA).

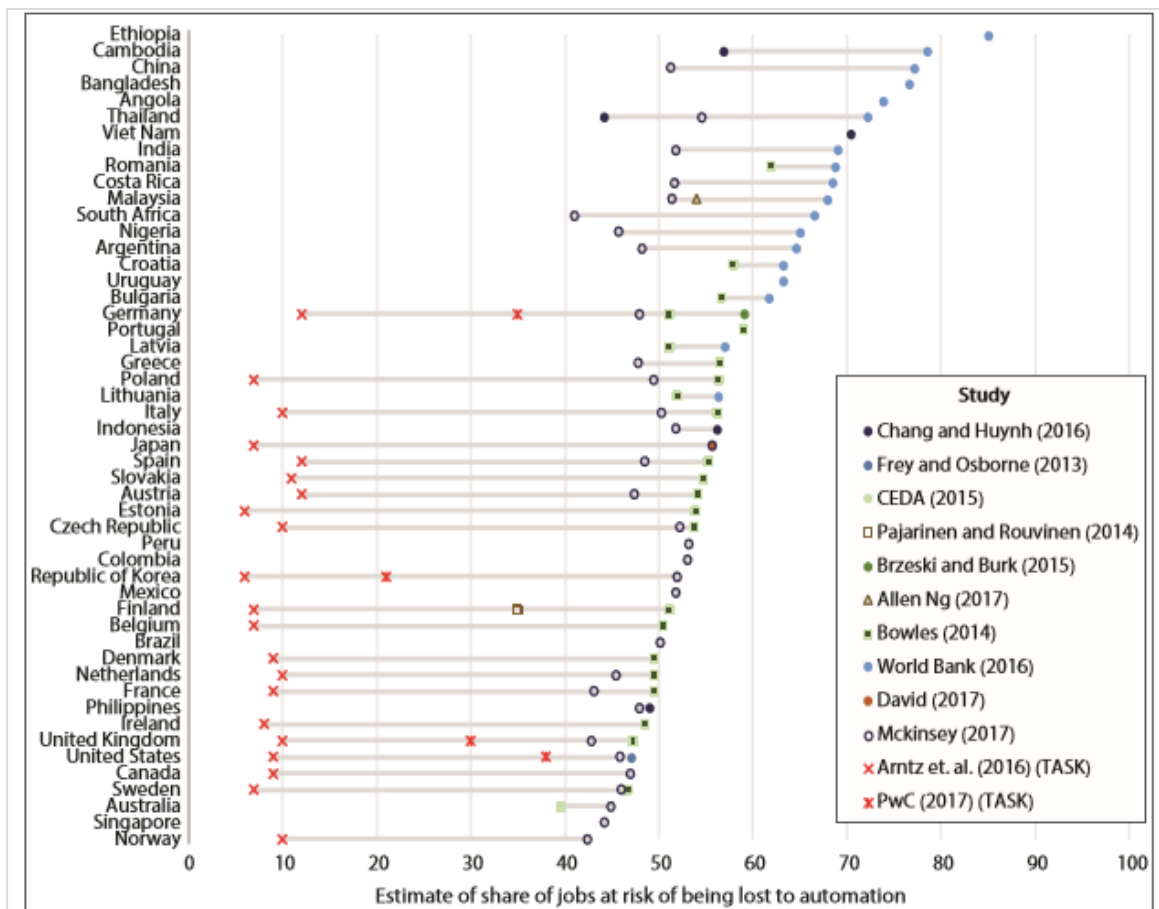
28. Grinin, E.L. & Grinin, L.A. (2014). *The sixth Kondratieff wave and the cybernetic revolution*. Volgograd: Uchitel Publishing House. Pridobljeno 10. marca 2019 iz https://www.sociostudies.org/almanac/articles/the_sixth_kondratieff_wave/.
29. Hawksworth, J., Berriman, R. & Goel, S. (2018). Will robots really steal our jobs? London: *PriceWaterhouseCoopers*. Pridobljeno 12. oktobra 2018 iz https://www.pwc.com/hu/hu/kiadvanyok/assets/pdf/impact_of_automation_on_jobs.pdf
30. Hospers, G., J. (2005). Joseph Schumpeter and His Legacy in Innovation Studies. *Knowledge, Technology & Policy*, 18(3), 20–37.
31. Human Paragon. (2017, 17. februar). *10 Examples of genetic engineering we already have*. Pridobljeno 21. aprila 2019 iz <https://humanparagon.com/genetic-engineering-examples/>.
32. Knez, L. (2005). *Thirlwallova utemeljitev relevantnosti agregatnega povpraševanja v teoriji rasti* (diplomsko delo). Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
33. Li, G., Hou, Y. & Wu, A. (2017). Fourth Industrial Revolution: technological drivers, impacts and coping methods. *Chinese Geographical Science*, 27(4), 626–637.
34. Mansfield, E. (1983). Long Waves and Technological Innovation. *The American Economic Review*, 73(2), 141-145.
35. Marr, B. (2018, 2. september). What is Industry 4.0? Here's A Super Easy Explanation For Anyone. *Forbes*. Pridobljeno 30. marca 2019 iz <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/09/02/what-is-industry-4-0-heres-a-super-easy-explanation-for-anyone/#47b1ea189788>.
36. McKinsey Global Institute (2017a). *Jobs lost, Jobs gained: Workforce transition in a time of automation*. San Francisco: McKinsey & Company. Pridobljeno 13. septembra 2018 iz <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages>.
37. McKinsey Global Institute. (2017b). *A future that works: automation, employment and productivity*. San Francisco: McKinsey & Company. Pridobljeno 10. septembra 2018 iz <https://www.mckinsey.com/featured-insights/digital-disruption/harnessing-automation-for-a-future-that-works>.
38. Monitor. (2017, 10. april). *Googlov procesor za strojno učenje je bistveno hitrejši od tekmecev*. Pridobljeno 13. decembra 2018 iz <https://www.monitor.si/novica/googlov-procesor-za-strojno-ucenje-je-bistveno-hitrejsi-od-tekmecev/179540/>.
39. Nardinelli, C. (brez datuma). Industrial Revolution and the Standard of Living. *Library of Economics and Liberty (Econlib)*. Pridobljeno 5. maja 2019 iz <http://www.econlib.org/library/Enc1/IndustrialRevolutionandtheStandardofLiving.html>
40. Narkus, S. (2012). *Kondratieff, N. and Schumpeter, Joseph A. long-waves theory* (magistrsko delo). Oslo: Univerza v Oslu
41. Nedelkoska, L. & Quintini, G. (2018). *Automation, skills use and training* (OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 202). Pariz: OECD Publishing.

42. Newcomb, S. (brez datuma). Adam Smith on the greater productivity brought about by the division of labour and technological innovation (1760s). *Online Library of Liberty*. Pridobljeno 19. januarja 2019 iz <https://oll.libertyfund.org/quotes/316>.
43. Organizacija za ekonomsko sodelovanje in razvoj. (2017a). How technology and globalisation are transforming the labour market. *OECD Employment Outlook 2017*. Pariz: OECD Publishing.
44. Organizacija za ekonomsko sodelovanje in razvoj. (2017b). *The Next Production Revolution: Implications for Government and Business*. Pariz: OECD Publishing.
45. Organizacija za ekonomsko sodelovanje in razvoj. (2018). *Transformative technologies and jobs of the future*. Background report for the Canadian G7 Innovation Ministers' Meeting. Pridobljeno 7. aprila 2019 iz <https://www.oecd.org/innovation/transformative-technologies-and-jobs-of-the-future.pdf>.
46. Pantea, S., Biagi, F. & Sabadash, A. (2014). *Are ICT Displacing Workers? Evidence from Seven European Countries*. Digital Economy Working Paper 2014/07. Španija: Evropska komisija, Skupno raziskovalno središče.
47. Peters, B. (2016). Innovation, skills and job creation. *Science, Research and Innovation performance of the EU*. Luksemburg: Evropska komisija.
48. Polh, J. (2018, 7. maj). Računalništvo v oblaku nezaustavljivo raste. *Delo*. Pridobljeno 15. aprila 2019 iz <https://www.delo.si/gospodarstvo/novice/racunalnistvo-v-oblaku-nezaustavljivo-raste-48266.html>.
49. Prašnikar, J., Redek, T. & Koman, M. (2017). *Robots among us* (1. Izd.). Ljubljana: Časnik Finance.
50. Računalniške novice (2016, 24. november). *Umetna inteligenca obvlada branje z ustnic*. Pridobljeno 13. decembra 2018 iz <https://www.racunalniske-novice.com/novice/dogodki-in-obvestila/umetna-inteligenca-skorajda-popolnoma-obvlada-branje-z-ustnic.html>.
51. Računalniške novice. (2017, 19. april). *4D tiskanje je postalo resničnost*. Pridobljeno 2. aprila 2019 iz <https://www.racunalniske-novice.com/novice/dogodki-in-obvestila/4d-tiskanje-je-postalo-resnicnost.html>.
52. Reinsel, D., Gantz, J. & Rydning, J. (2018). *The Digitalization of the World. From Edge to Core* (An IDC White Paper – #US44413318). Pridobljeno 19. aprila 2019 iz <https://www.seagate.com/files/www-content/our-story/trends/files/idc-seagate-dataage-whitepaper.pdf>
53. Saravia, S., Slen, E. & Pendse, G. (2018). *Artificial Intelligence & Robotics: Industry Report & Investment Case*. Pridobljeno 12. aprila 2019 iz <https://indexes.nasdaqomx.com/docs/NQROBO%20Research.pdf>.
54. Schwab, K. (2016a). *The Fourth Industrial Revolution*. Švica: World Economic Forum.
55. Schwab, K. (2016b). The 4th Industrial Revolution: What It Means, How to Respond. *GE Reports*. Pridobljeno 20. januarja 2019 iz <https://www.ge.com/reports/the-4th-industrial-revolution-what-it-means-how-to-respond/>.

56. Smith, A. (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. *Early modern texts*. Pridobljeno 19. januarja 2019 iz https://www.earlymoderntexts.com/assets/pdfs/smith1776_1.pdf.
57. Sredojević, D., Cvetanović, S. & Bošković, G. (2016). Technological Changes in Economic Growth Theory: Neoclassical, Endogenous and Evolutionary-Institutional Approach. *Economic themes*, 54(2), 177-194.
58. Steinhart, M. (2014, 14. marec). Facial Analytics: What Are You Smiling At? *InformationWeek*. Pridobljeno 13. decembra 2018 iz <https://www.informationweek.com/big-data/big-data-analytics/facial-analytics-what-are-you-smiling-at/d/d-id/1127726>.
59. Suhadolc, J. (2016, 23. maj). Kibernetska varnost: korak dlje od informacijske varnosti. *Virtua it*. Pridobljeno 12. decembra 2018 iz <https://www.virtua-it.si/kibernetska-varnost-korak-dlje-od-informacijske-varnosti/>.
60. Sušjan, A. (2006). *Uvod v zgodovino ekonomske misli*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
61. Statistični urad Republike Slovenije. (2008). *Standardna klasifikacija dejavnosti – SKD. Razlike med SKD 2008 in SKD 2002*. Pridobljeno 5. junija 2019 iz https://www.stat.si/dokument/5380/Razlike_SKD2008_SKD2002.pdf.
62. Vivarelli, M. & Piva, M. (2017). *Technological Change and Employment: Were Ricardo and Marx Right?* (IZA Discussion Paper No. 10471). Nemčija: Institut za ekonomiko dela (IZA).
63. Wolter, M. I., Mönnig, A., Hummel, M., Schneemann, C., Weber, E., Zika, G., Helmrich, R., Maier, T., Neuber-Pohl, C. (2015). *Industry 4.0 and the consequences for labour market and economy*. Nemčija: The Institute for Employment Research (IAB).

PRILOGE

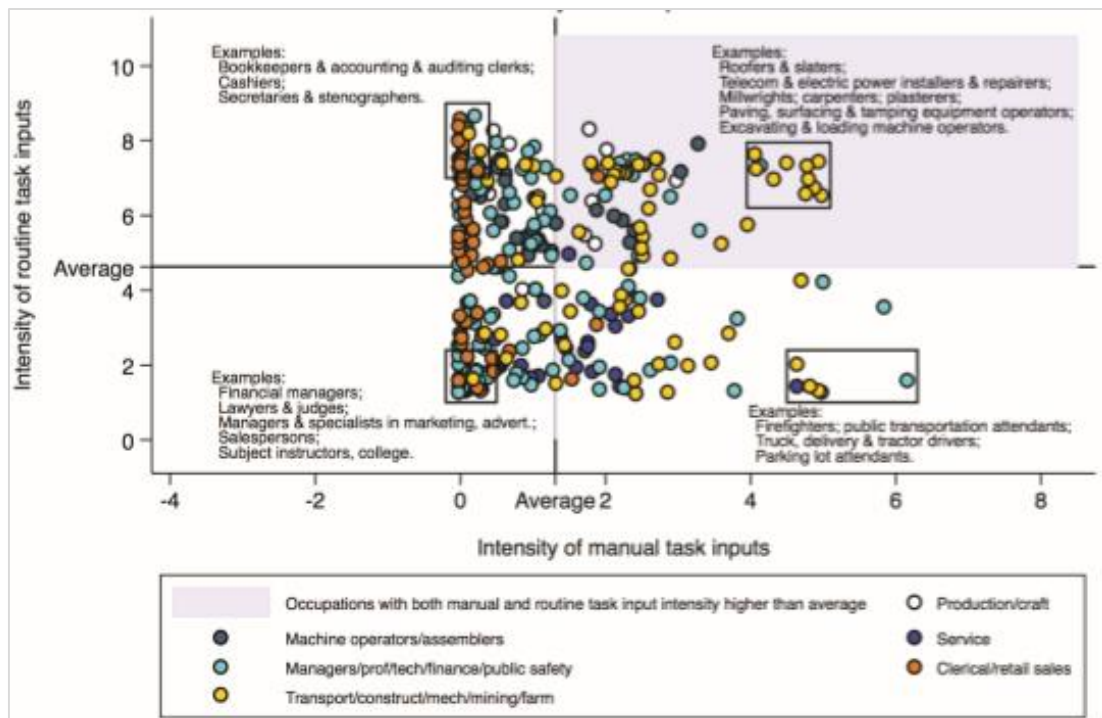
Priloga 1: Različne raziskovalne študije in njihove ocene deleža služb, ki so izpostavljene velikemu tveganju avtomatizacije



Opomba: raziskovalne študije, ki uporabljajo metodološki pristop *na podlagi delovnih nalog*, so označene s (TASK).

Vir: Bruckner, LaFleur & Pitterle (2017).

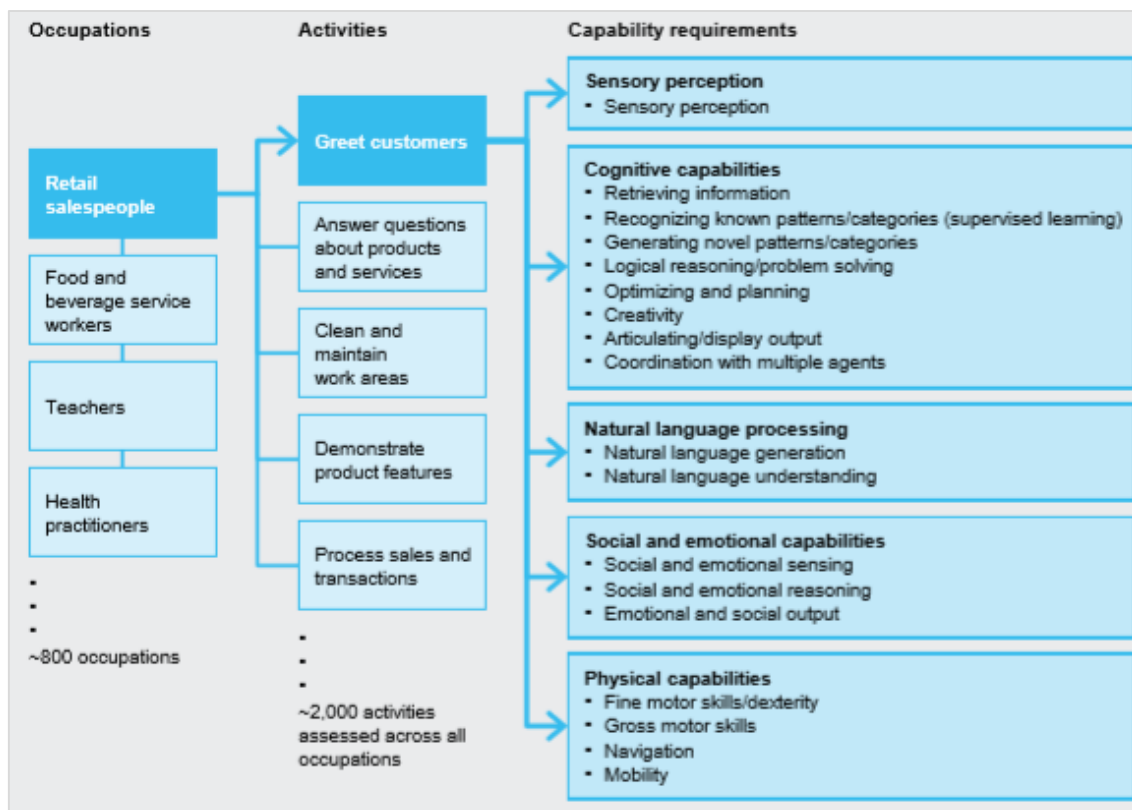
Priloga 2: Razvrstitev poklicev glede na intenzivnost ročnih in rutinskih delovnih nalog



Opomba: avtorja Autor in Dorn (2013) sta razvrstila 330 poklicev v šest različnih skupin. Intenzivnost ročnih in rutinskih delovnih nalog se razteza na skali od 0 do 10. Oznaka »average« na oseh x in y pomeni povprečni delež ročnih in rutinskih delovnih nalog za vseh 330 poklicev.

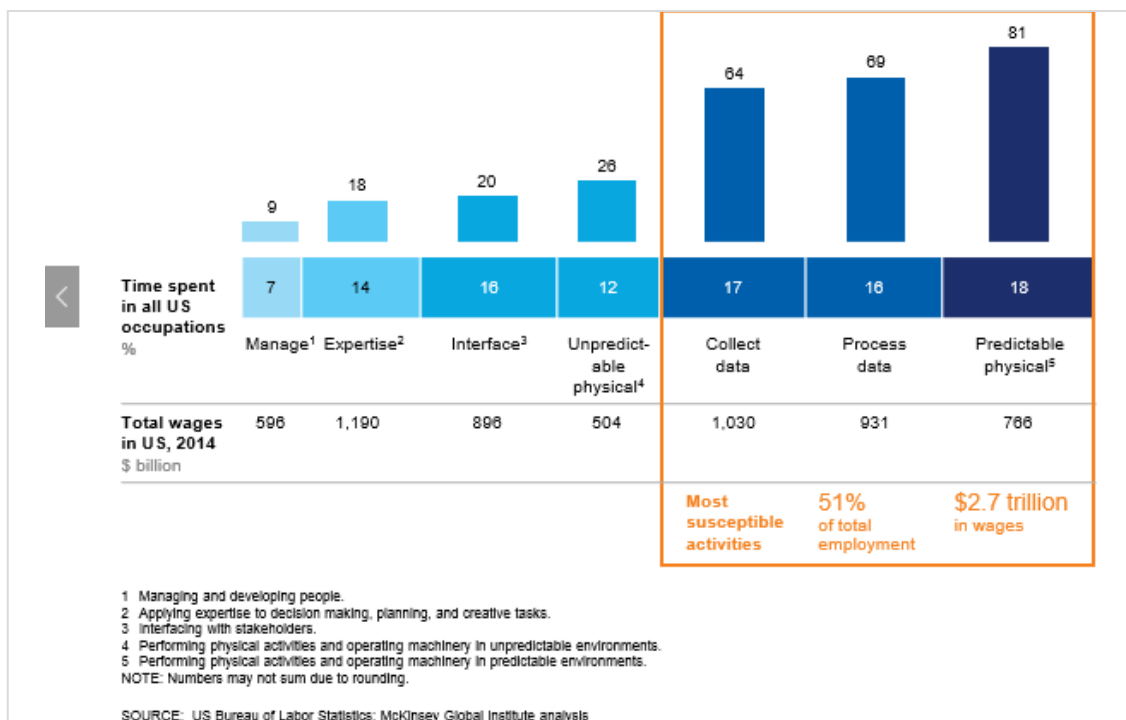
Vir: Bruckner, LaFleur & Pitterle (2017).

Priloga 3: Razčlenitev poklicev na delovne aktivnosti, ki zahtevajo določene sposobnosti



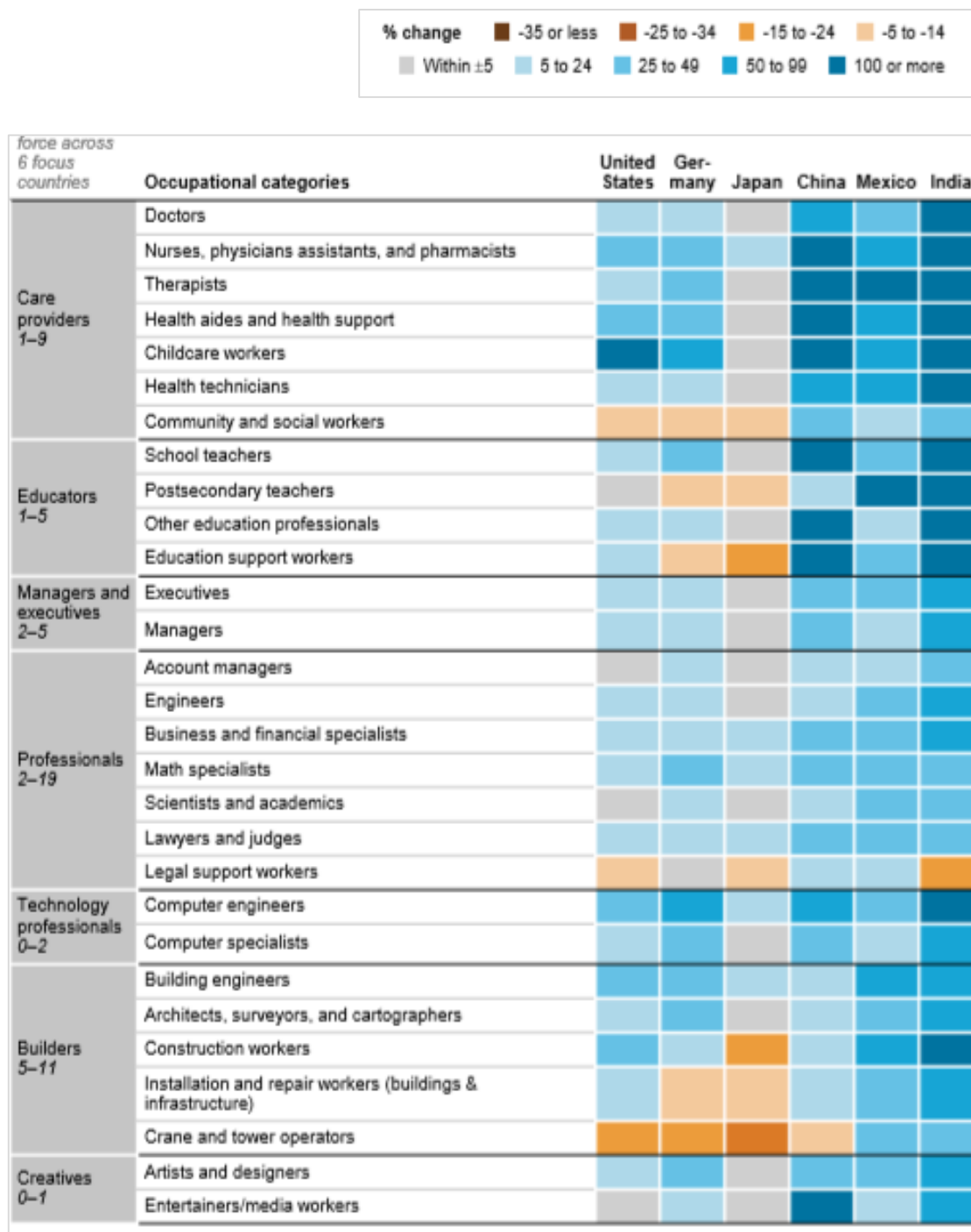
Vir: McKinsey Global Institute (2017b).

Priloga 4: Kategorije delovnih nalog, ki imajo manjši in večji tehnični potencial za avtomatizacijo, in porabljeni čas ter plače v njih v ameriškem gospodarstvu



Vir: McKinsey Global Institute (2017b).

Priloga 5: Neto učinek avtomatizacije (v odstotkih) na trgu dela v sedmih državah med letoma 2016 in 2030 po posameznih poklicnih skupinah



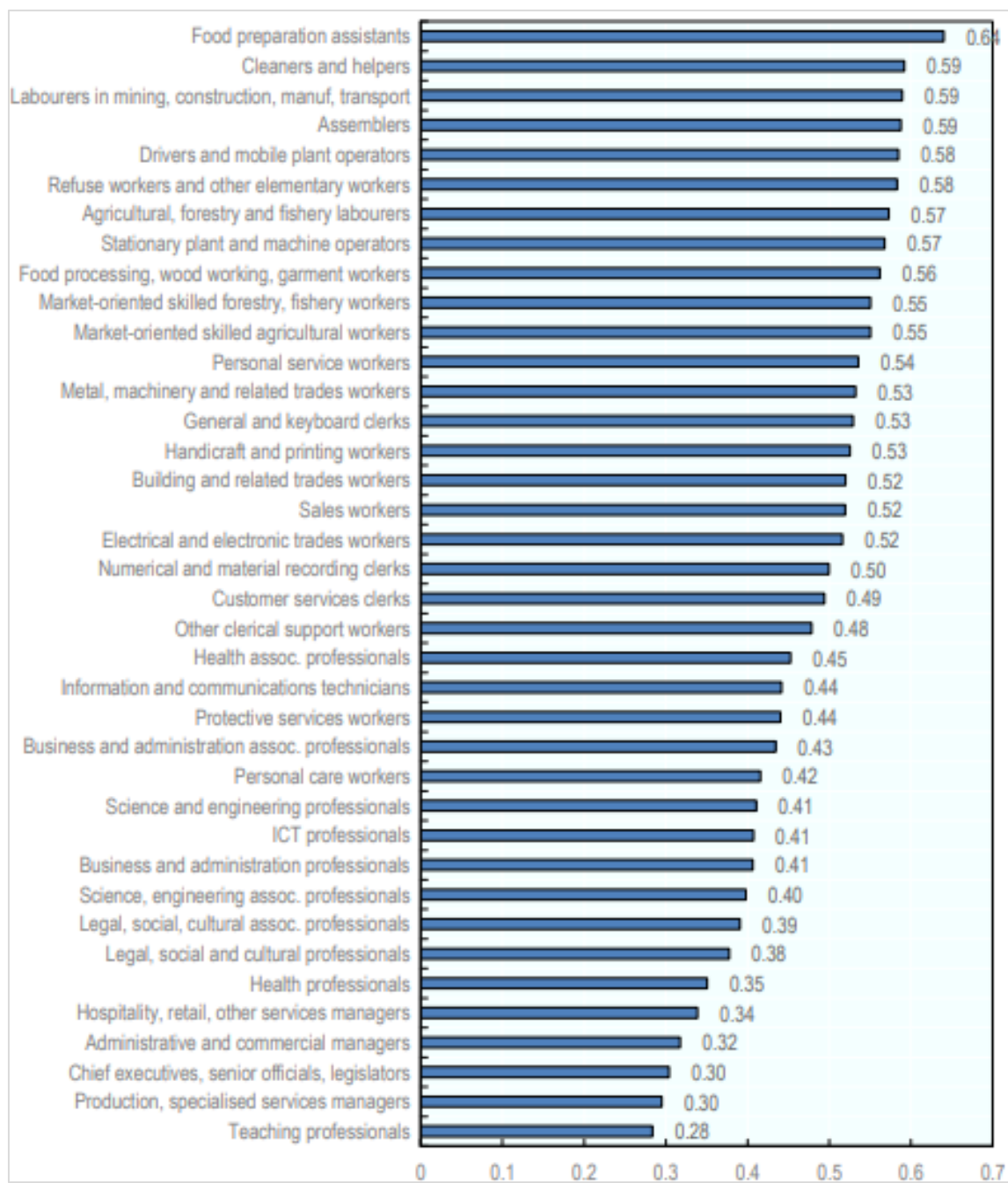
Vir: McKinsey Global Institute (2017a).

Priloga 6: Neto učinek avtomatizacije (v odstotkih) na trgu dela v sedmih državah med letoma 2016 in 2030 po posameznih poklicnih skupinah (nadaljevanje)

groups % of labor force across 6 focus countries		Occupational categories	United States	Ger- many	Japan	China	Mexico	India
Customer interaction 10–25	Personal care workers							
	Food serving workers (hosts)							
	Sales workers (retail and online)							
	Entertainment attendants							
	Personal appearance workers							
	Hotel and travel workers							
Office support 3–18	Computer support workers							
	Information and record clerks							
	Office support workers							
	Financial workers (procurement, payroll, etc.)							
	Administrative assistants							
Other jobs, predictable environments 15–29	Funeral service workers							
	Production workers							
	Material moving machine operators							
	Transportation workers							
	Agricultural graders and equipment operators							
	Fine equipment installation and repair workers							
	Protective services							
	Gaming entertainment workers							
	Dishwashers							
	Cleaning equipment operators							
	Food preparation workers							
	General mechanics							
Other jobs, unpredictable environments 9–42	Specialized mechanics and repair							
	Emergency first responders							
	Material movers and loaders							
	Machinery installation and repair workers							
	Agricultural field workers							
	Transportation maintenance							
	Building and grounds cleaners							

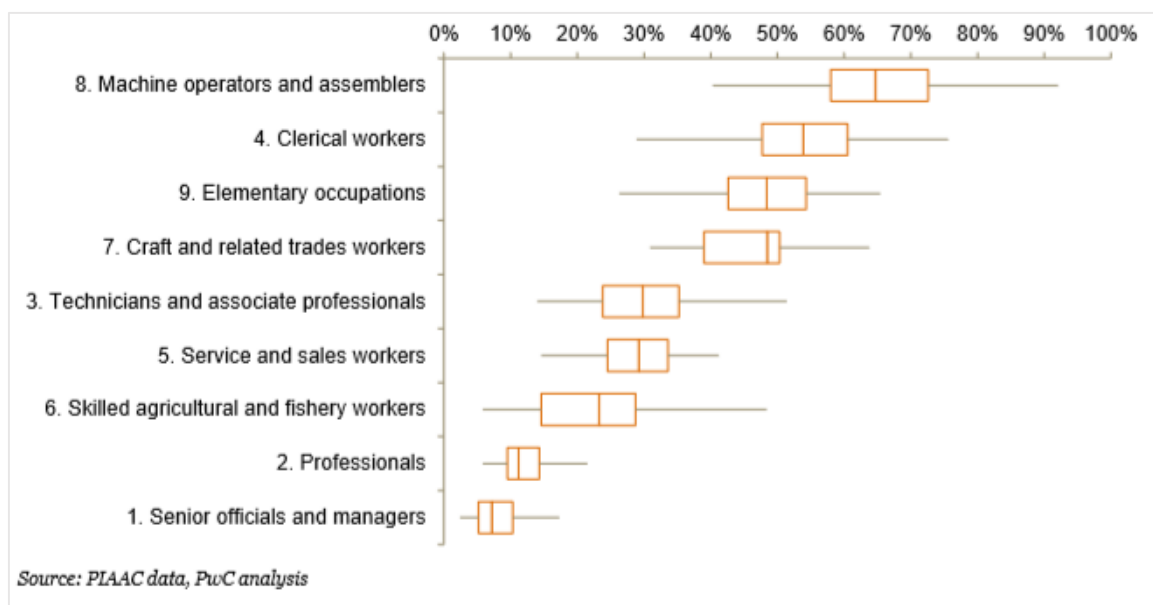
Vir: McKinsey Global Institute (2017a).

Priloga 7: Ocena povprečne stopnje avtomatizacije posameznega poklica



Vir: Nedelkoska & Quintini (2018).

Priloga 8: Ocenjeni delež služb, ki so izpostavljene velikemu tveganju prihodnje avtomatizacije v posamezni poklicni skupini



Vir: Hawksworth, Berriman & Goel (2018).

Priloga 9: Povezava med deležem novih tehnologij in upadanjem/rastjo zaposlenosti v predelovalni industriji/storitvenem sektorju, obdobje 1995–2007

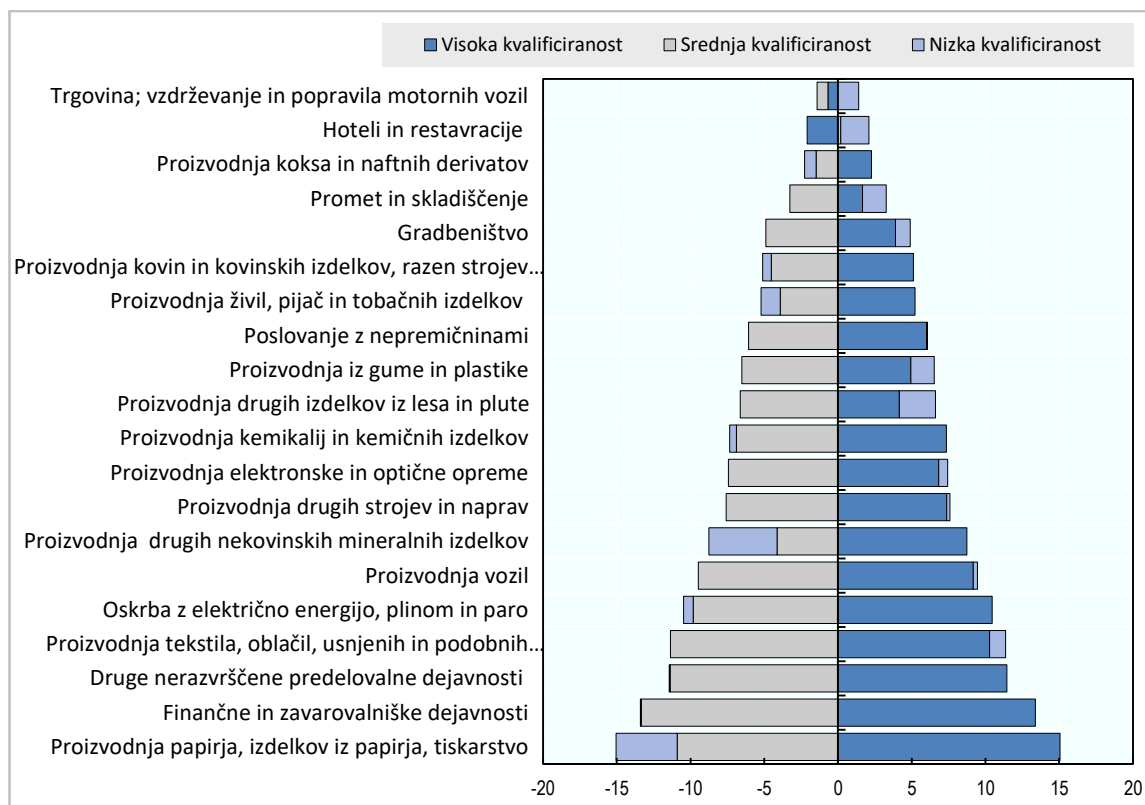
	Manufacturing		Non-manufacturing	
	$\Delta \ln \text{ emp}$	$\Delta \ln \text{ emp}$	$\Delta \ln \text{ emp}$	$\Delta \ln \text{ emp}$
ICT	-0.06*	-0.05*	-0.01	0.01
	(0.03)	(0.03)	(0.02)	(0.03)
		(0.07)		(0.11)
Imp.pen ^{CHN}		-0.02**		0.01
		(0.01)		(0.00)
N	2619	2477	1399	908

Standard errors in parentheses. * p<0.10 ** p<0.05 *** p<0.01

Opomba: ICT je količina storitev informacijsko-komunikacijskih tehnologij na delovno uro. Standardna napaka je združena na ravni celotne industrije. Ocena temelji na regresiji letnih razlik v obdobju med 1995 in 2007. Podatki po letu 2007 niso vključeni zaradi pomanjkanja podatkov za spremenljivko ICT.

Vir: Organizacija za ekonomsko sodelovanje in razvoj (2017a).

Priloga 10: Sprememba deleža zaposlenih v različno kvalificiranih delovnih skupinah (v odstotnih točkah) v izbranih državah OECD med letoma 1995 in 2015



Opomba: OECD uporablja klasifikacijo ISIC Rev. 3. Poimenovanja sledijo SKD 2008 z določenimi prilagoditvami. Vključene države: Avstrija, Belgija, Kanada, Češka, Danska, Finska, Francija, Nemčija, Grčija, Madžarska, Irska, Italija, Nizozemska, Norveška, Portugalska, Slovaška, Slovenija, Španija, Švedska, Velika Britanija in Združene države Amerike

Vir: Organizacija za ekonomsko sodelovanje in razvoj (2017a).

Priloga 11: Grobe, enoznačne povezave med posameznimi področji SKD 2002 in 2008

SKD 2002		SKD 2008	
Področje	Opis	Področje	Opis
A	Kmetijstvo, lov, gozdarstvo	A	Kmetijstvo in lov, gozdarstvo, ribištvo
B	Ribištvo		
C	Rudarstvo	B	Rudarstvo
D	Predelovalne dejavnosti	C	Predelovalne dejavnosti
E	Oskrba z elektriko, plinom, vodo	D	Oskrba z električno energijo, plinom in paro
		E	Oskrba z vodo; ravnanje z odplakami in odpadki; saniranje okolja
F	Gradbeništvo	F	Gradbeništvo
G	Trgovina; vzdrževanje in popravila motornih vozil in izdelkov za široko rabo	G	Trgovina; vzdrževanje in popravila motornih vozil
H	Gostinstvo	I	Gostinstvo
I	Promet, skladiščenje in zveze	H	Promet, skladiščenje
		J	Informacijske in komunikacijske dejavnosti
J	Finančno posredništvo	K	Finančne in zavarovalniške dejavnosti
K	Poslovanje z nepremičninami, najem in poslovne storitve	L	Poslovanje z nepremičninami
		M	Strokovne, znanstvene in tehnične dejavnosti
		N	Druge raznovrstne poslovne dejavnosti
L	Dejavnosti javne uprave in obrambe; dejavnost obvezne socialne varnosti	O	Dejavnost javne uprave in obrambe; dejavnost obvezne socialne varnosti
M	Izobraževanje	P	Izobraževanje
N	Zdravstvo in socialno delo	Q	Zdravstvo in socialno delo
O	Druge javne, skupne in osebne storitvene dejavnosti	R	Kulturne, razvedrilne in rekreacijske dejavnosti
		S	Druge storitvene dejavnosti
P	Dejavnost gospodinjstev z zaposlenim hišnim osebjem in proizvodnja za lastno rabo	T	Dejavnost gospodinjstev z zaposlenim hišnim osebjem; proizvodnja za lastno rabo
Q	Eksteritorialne organizacije in združenja	U	Dejavnost eksteritorialnih organizacij in teles

Vir: Statistični urad Republike Slovenije (2008).