

Interreg



UNIONE EUROPEA
EVROPSKA UNIJA

ITALIA-SLOVENIJA



TechMOlogy

Progetto standard co-finanziato dal Fondo europeo di sviluppo regionale
Standardni projekt sofinancira Evropski sklad za regionalni razvoj

Srednjeročna in dolgoročna analiza scenarijev

Avtor: SIEVA d.o.o v sodelovanju s projektnimi partnerji



SIEVA



KAZALO

Sommario

1.	OKRAJŠAVE	5
2.	UVOD V ANALIZO SCENARIJEV	6
1	POLITIČNI DEJAVNIKI	8
1.1	<i>Globalizacija in integracija</i>	8
1.2	<i>Večpolni svet</i>	8
1.3	<i>Demokratizacija in kriza demokracije</i>	8
1.4	<i>Kriza sistemov socialnega varstva</i>	9
2	GOSPODARSKI DEJAVNIKI	10
2.1	<i>Globalno povečanje bogastva</i>	10
2.2	<i>Novo delo</i>	10
2.3	<i>Kriza na področju dela</i>	11
2.4	<i>Kriza finančnega in valutnega sistema</i>	11
2.5	<i>Spremembe v potrošnji</i>	11
2.6	<i>Trajnostno poslovanje</i>	12
2.7	<i>Aziatizacija</i>	12
3	DRUŽBENO-KULTURNI DEJAVNIKI	12
3.1	<i>Rast svetovnega prebivalstva</i>	13
3.2	<i>Staranje</i>	13
3.3	<i>Menjava generacij</i>	14
3.4	<i>Migracijski pritisk</i>	14
3.5	<i>Individualizacija</i>	14
3.6	<i>Pluralizacija</i>	15
3.7	<i>Polarizacija družbe</i>	15
3.8	<i>Urbanizacija</i>	15
3.9	<i>Večja kompleksnost</i>	16
4	TEHNOLOŠKI DEJAVNIKI	16
4.1	<i>Digitalizacija</i>	17
4.1.2	Potrebne spretnosti in znanje za uspešno uvedbo ter uporabo digitalizacije v proizvodnem sektorju	37
4.2	<i>Inteligentizacija</i>	40
4.3	<i>Robotizacija</i>	40
4.3.1	Srednje- in dolgoročni trend robotizacije ter možen scenarij v proizvodnem sektorju	40
4.3.2	Potrebne spretnosti in znanje za uspešno uvedbo ter uporabo robotizacije v proizvodnem sektorju	48

4.4	<i>Prostorski internet stvari (IoT)</i>	52
4.5	<i>Razširjena resničnost</i>	52
4.5.1	Srednje- in dolgoročni trend razširjene resničnosti ter možen scenarij v sektorju proizvodnje	54
4.5.2	Potrebne spretnosti in znanje za uspešno uvedbo ter uporabo razširjene resničnosti v proizvodnem sektorju	62
4.6	<i>Hiperavtomatizacija</i>	66
4.7	<i>Aditivna proizvodnja</i>	66
4.7.1	Srednje- in dolgoročni trend aditivne proizvodnje ter možen scenarij v sektorju proizvodnje	68
4.7.2	Potrebne spretnosti in znanje za uspešno uvedbo ter uporabo aditivne proizvodnje v proizvodnem sektorju	79
4.8	<i>Energetske tehnologije</i>	82
4.9	<i>Novi materiali</i>	83
4.10	<i>Tehnologije za mobilnost</i>	86
4.11	<i>Izboljšanje človeka</i>	88
4.12	<i>Tehnologije za življenje in zdravje</i>	88
5	OKOLJSKI DEJAVNIKI	90
5.1	<i>Podnebne spremembe</i>	90
5.2	<i>Obremenitev okolja</i>	90
5.3	<i>Pomanjkanje naravnih virov</i>	91
6	PRAVNI DEJAVNIKI	92
6.1	<i>Zakoni o varstvu potrošnikov</i>	92
6.2	<i>Zakoni o intelektualni lastnini</i>	92
6.3	<i>Socialni in okoljski predpisi</i>	93
7	REFERENCE	94

KAZALO SLIK

Slika 1 Dokument je razdeljen na šest sklopov, od katerih vsak predstavlja enega od tehnoloških trendov	7
Slika 2 Faze razvojne poti industrije 4.0	17
Slika 3 Uvrstitev in rezultat Italije in Slovenije na indeksu digitalnega gospodarstva in družbe (DESI) v letu 2021	18
Slika 4 Človeški kapital v Italiji (levo) in Sloveniji (desno)	19
Slika 5 Vključitev digitalne tehnologije v Italiji (levo) in Sloveniji (desno)	19
Slika 6 Primer blokovne verige v proizvodnji	23
Slika 7 Vsi vidni primeri uporabe umetne inteligence v dejavnostih proizvodnje	24
Slika 8 Vodilna proizvodna podjetja v večini uvajajo umetno inteligenco na področju vzdrževanja in nadzora kakovosti	25
Slika 9 Ovire, spodbude in dejavniki uspešnosti digitalne preobrazbe v sektorju pomorskega prometa	27
Slika 10 Področja uporabe tehnologije 5G v trgovskem ladijskem prometu ³	29
Slika 11 Prednostno prevozno sredstvo za mikromobilnost pri dnevnikih migracijah (po državah)	35
Slika 12 Spremembe v spretnostih v proizvodnem sektorju do leta 2030	38
Slika 13 Delež podjetij, ki se soočajo s težavami pri zaposlovanju novih strokovnjakov na področju IKT	39
Slika 14 Gostota robotov v proizvodnem sektorju v letu 2020 po svetu [20]	41
Slika 15 Sodelovalni in tradicionalni industrijski roboti	42
Slika 16 Letne namestitve industrijskih robotov po svetu glede na industrijo uporabnikov [22]	43
Slika 17 Robotska rešitev podjetja Kranendonk za varjenje kovinskih plošč v pomorstvu	44
Slika 18 Povzetek potrebnih spretnosti iz poročila Mednarodne zveze za robotiko (IFR) [34]	51
Slika 19 Razlika med navidezno (levo), obogateno (v sredini) in mešano resničnostjo (desno)	53
Slika 20 Stopnja morebitnega sprejetja in motenj uporabe navidezne resničnosti po panogah	56
Slika 21 Stopnja morebitnega sprejetja in motenj uporabe obogatene resničnosti po panogah	57
Slika 22 Primeri uporabe obogatene in navidezne resničnosti v avtomobilski industriji	58
Slika 23 Dostop do dokumentov v obliki besedila, videoposnetkov oziroma 3D-oblik prek pametnih očal	59
Slika 24 Sodelovanje na daljavo z uporabo pametnih očal in aplikacije za oddaljeno komunikacijo (npr. MS Teams)	59
Slika 25 Spremljanje proizvodnje v realnem času z uporabo očal Hololens 2	60
Slika 26 Virtualni ogled centra za avtomatizacijo podjetja OMRON v Tokiu	60
Slika 27 10 glavnih spretnosti, ki jih podjetja najpogosteje zahtevajo od oblikovalcev razširjene resničnosti	63
Slika 28 Razpoložljivost in pomembnost ustreznih spretnosti	64
Slika 29 Morebitna prihodnja vrzel v spretnostih	64
Slika 30 Klasifikacija procesov aditivne proizvodnje [39]	67
Slika 31 Socialni učinki aditivne proizvodnje [41]	69
Slika 32 a) Klasifikacija celičnih struktur [44], b) metamateriali na osnovi Bézierjeve krivulje [45] in c)	

porozni materiali [46]	71
Slika 33 Uporaba aditivne proizvodnje v avtomobilskem sektorju v prihodnosti [50]	73
Slika 34 a) Obraščanje mikroorganizmov na materialih, ustvarjenih s 3D-tiskanjem, v primerjavi s polidimetilsiloksanom (PDMS - uporablja se v poskusnih raziskavah s področja obraščanja mikroorganizmov) in steklom [57]; b) skonstruirana površinska struktura [58]	74
Slika 35 a) Primeri sklopov potisne komore, v celoti izdelanih z aditivno proizvodnjo in preizkušenih z vročim preizkusom v Centru za vesoljske polete Marshall agencije NASA, vključno z injektorji, zgovalnimi komorami in kanalsko hlajenimi šobami; b) optimiziran antenski nosilec za satelita Sentinel-1C in Sentinel-1D; c) prototip raketne šobe podjetja Hyperganic z notranjimi hladilnimi kanali in zunanjo mrežo [60]	77
Slika 36 Skupne potrebe po energiji, emisije ogljikovega dioksida in stroški za proizvodnjo več delov mestnega prevoznega sredstva z uporabo tradicionalnih procesov (scenariji 1, 2 in 3) ter procesov aditivne proizvodnje (scenarija 4 in 5) [61]	78
Slika 37 a) Lahki, na poškodbe odporni strukturirani materiali, ki jih navdihuje mikrostruktura kristalov [63]; b) optimizirana podporna struktura, ustvarjena z genetskim algoritmom [64]; c) primer arhitekture za sistem načrtovanja in nadzora aditivne proizvodnje z dinamičnim načrtovanjem in omrežjem komponent [65]	81
Slika 38 Zunanji skelet FORTIS omogoča prenos teže orodja za zunanje „noge”, ki to težo nato prenesejo zunaj telesa na tla. To upravljavcu omogoča, da se osredotoči izključno na natančno opravljanje dela, ne da bi ga skrbela obremenitev zaradi orodja.	88
Slika 39 Očala za podprto resničnost RealWear Navigator 500 izboljšajo produktivnost delavca, saj ima med opravljanjem dela proste roke ter dostop do digitalnih podatkov in vizualne podpore na daljavo. ...	88

1. OKRAJŠAVE

AGV	avtomatsko vodeno vozilo
AI	umetna inteligenca
ALM	proizvodnja z dodajanjem slojev
AM	aditivna proizvodnja
AMR	avtonomni mobilni robot
AR	obogatena resničnost
AV	avtonomno vozilo
BCDR	neprekinjeno poslovanje in obnova po katastrofi
CO ₂	ogljikov dioksid
CPS	kibernetsko-fizični sistem
DESI	indeks digitalnega gospodarstva in družbe
DLT	tehnologija razpršene evidence
EJ	eksajoule
EU	Evropska unija
EU27	27 držav Evropske unije po izstopu Združenega kraljestva iz EU
GNSS	globalni navigacijski satelitski sistem
IAI	industrijska umetna inteligenca
ICS	industrijski nadzorni sistem
ICT	informacijska in komunikacijska tehnologija
IP	intelektualna lastnina
IPCC	Medvladni panel za podnebne spremembe
IT	informacijska tehnologija
LEV	lahko električno vozilo
MaaS	mobilnost kot storitev
ML	strojno učenje
MR	mešana resničnost
Mt	metrična tona
OT	operativna tehnologija
R&D	raziskave in razvoj
UK	Združeno kraljestvo
UPC	Enotno sodišče za patente
USD	ameriški dolar
VR	navidezna resničnost
SZO	Svetovna zdravstvena organizacija
XR	razširjena resničnost
2D	dvodimenzionalno
3D	tridimenzionalno
4D	štiridimenzionalno

2. UVOD V ANALIZO SCENARIJEV

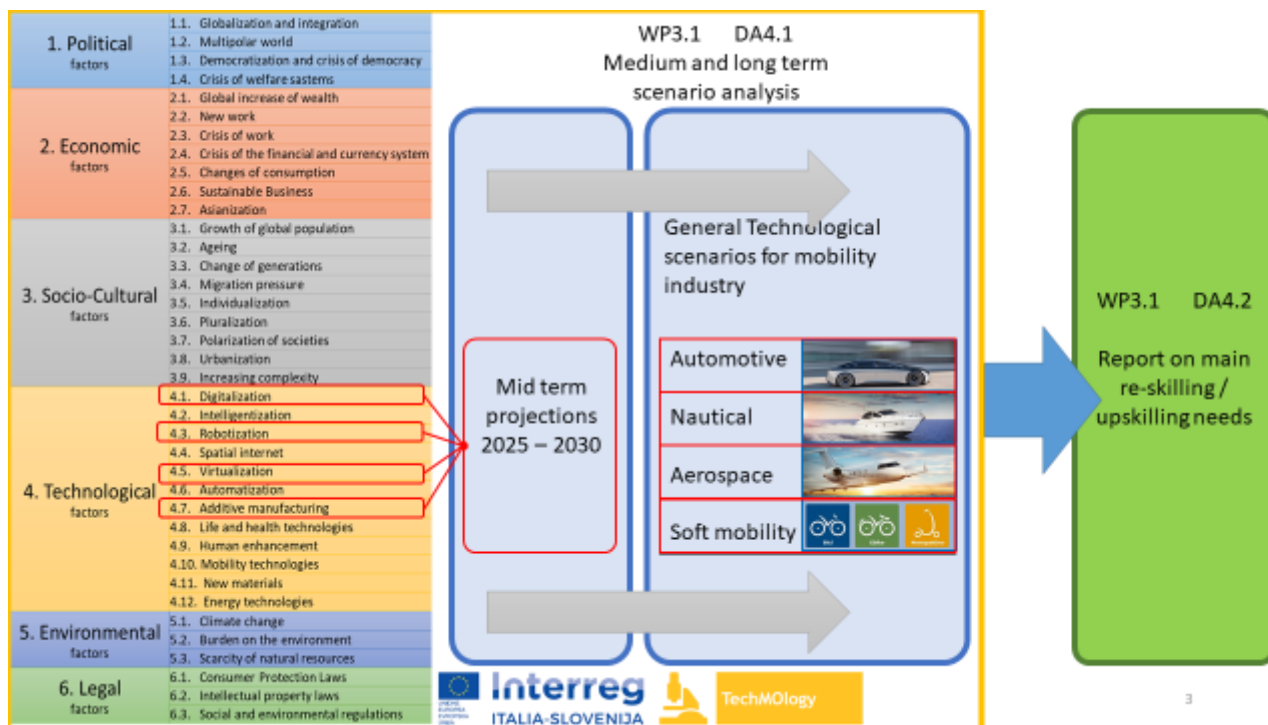
Glede na izzive, ki se v zadnjih letih pojavljajo na področju preobrazbe mobilnosti, je dobro poznati smer razvoja novih tehnologij - zlasti v proizvodnih podjetjih v sektorju mobilnosti, ki se pogosto srečujejo z dilemami, povezanimi s tehnologijami za razvoj proizvodnih procesov. Ta dokument je posebej namenjen vsem industrijskim partnerjem, ki jih bomo spoznali v okviru projekta TechMOlogy.

Izraz „megatrend“ je prvič uporabil John Naisbitt leta 1982 v svoji knjigi z naslovom Megatrendi. Megatrend je globalni proces preobrazbe, ki se razvija počasi, ko pa je vzpostavljen, kroji naše globalno gospodarstvo in politično okolje. Vsa podjetja so pod vplivom megatrendov, ki se odražajo v ustreznih trendih, značilnih za poslovno okolje, v katerem delujejo industrijske panoge. Z razumevanjem trendov ter s hitrim in pametnim odzivanjem nanje podjetja pridobijo konkurenčno prednost, saj se odzovejo z novo strateško usmeritvijo, novo tehnologijo, izdelki ali poslovnimi modeli, še preden to storijo njihovi tekmeci. Koristno orodje za prepoznavanje megatrendov je preučevanje ključnih zunanjih dejavnikov (političnih, ekonomskih, socioloških, tehnoloških, okoljskih in pravnih).

Ta dokument je zbirka znanja, ki je na voljo v spletnih virih, zbirkah podatkov o patentih ter drugem javno dostopnem besedilnem in video gradivu. Cilj dokumenta je obravnavati trende na področjih, ki vplivajo na razvoj podjetij v sektorju mobilnosti. Poročilo je razdeljeno na šest sklopov. V njem so predstavljeni dejavniki, ki so pomembni za oblikovanje trendov in s tem za nadaljnji strateški razvoj podjetij v avtomobilski, navtični in letalsko-vesoljski industriji ter industriji mehke mobilnosti:

1. Politični dejavniki: globalizacija in integracija, večpolni svet, demokratizacija in kriza demokracije, kriza socialnih sistemov.
2. Ekonomski dejavniki: globalno povečanje bogastva, novo delo, kriza dela, kriza finančnega in valutnega sistema, spremembe v potrošnji, trajnostno poslovanje, aziatizacija.
3. Družbeno-kulturni dejavniki: rast svetovnega prebivalstva, staranje, menjava generacij, migracijski pritisk, individualizacija, pluralizacija, polarizacija družb, urbanizacija, večja kompleksnost.
4. Tehnološki dejavniki: digitalizacija, inteligenca, robotizacija, prostorski internet, razširjena resničnost, avtomatizacija, aditivna proizvodnja, tehnologije za življenje in zdravje, tehnologije za izboljšanje človeka, tehnologije za mobilnost, novi materiali, energetske tehnologije.
5. Okoljski dejavniki: podnebne spremembe, obremenitev okolja, pomanjkanje naravnih virov.
6. Pravni dejavniki: zakoni o varstvu potrošnikov, zakoni o intelektualni lastnini, socialni in okoljski predpisi.

Najpomembnejše je poglavje o tehnoloških dejavnikih. Izbrana so bila štiri ključna področja: digitalizacija, robotizacija, razširjena resničnost in aditivne tehnologije. Ključne spretnosti, potrebne za obvladovanje teh tehnologij, so navedene v zaključnem delu.



Slika 1 Dokument je razdeljen na šest sklopov, od katerih vsak predstavlja enega od tehnoloških trendov

1 POLITIČNI DEJAVNIKI

Politični dejavniki vključujejo davčno politiko, okoljske predpise, trgovinske omejitve in reforme, tarife ter politično stabilnost. Ti dejavniki določajo, v kolikšni meri lahko vlada vpliva na industrijo oziroma podjetje.

1.1 Globalizacija in integracija

Globalizacija se je v zadnjih desetletjih pospešila zaradi liberalizacije trgovine in rasti nastajajočih trgov. Ti trendi povzročajo motnje v obstoječih poslovnih modelih s spreminjanjem dobavnih verig, nižanjem cen, ustvarjanjem novih konkurentov in posledično s spodbujanjem razvoja novih tehnologij, če naštejemo le nekaj vidikov. Z naslednjimi valovi se bo kompleksnost še bolj povečala in v odziv na globalne prehode bodo potrebni prožni poslovni modeli. Vlade in posamezniki bi morali na splošno povsem sprejeti globalizacijo.

1.2 Večpolni svet

Svet postaja vse bolj večpolen. Kitajska bo v tem desetletju postala največje gospodarstvo, Indija pa bi lahko v naslednjih 20 letih prehitela Evropsko unijo. Svetovno prebivalstvo naj bi leta 2030 doseglo 8,5 milijarde in leta 2050 9,7 milijarde, medtem ko se bo prebivalstvo EU do leta 2050 zmanjšalo za 5 % na nekaj več kot 420 milijonov.

V tem kontekstu morajo Evropejci bolj strateško razporediti svoje finančne, politične in varnostne zmogljivosti, zlasti na področjih zelene energije in gospodarske diverzifikacije, ter preoblikovati čezatlantsko partnerstvo v duhu medsebojnega dopolnjevanja. Če lahko EU oziroma osrednje skupine evropskih držav razvijejo bolj strateški pristop k regiji, lahko postanejo vplivnejše akterke.

1.3 Demokratizacija in kriza demokracije

Demokratske države se v zadnjih letih spopadajo z gospodarskimi, družbenimi in geopolitičnimi pretresi, zato je prihodnost liberalne demokracije postavljena pod vprašaj [1]. Kakovost evropskih demokracij je v zadnjih dveh letih stagnerala ali upadla, ker je svetovna zdravstvena kriza zaradi pandemije COVID-19 spodbudila vlade k sprejetju ukrepov, s katerimi so omejile različne svoboščine na načine, ki so bili doslej brez primere.

Izkazalo se je, da je bila pandemija za uveljavljene evropske demokracije zelo velik izziv. Številne so prebrodile krizo, ne da bi kršile temeljna načela demokratičnega upravljanja. Vendar so omejevanje temeljnih pravic in svoboščin, nesorazmeren negativni vpliv na ranljive skupine in povečevanje družbenih neenakosti ter vlade, ki so delovale z omejeno preglednostjo in odgovornostjo, prispevali k temu, da so številni državljani zaskrbljeni glede prihodnosti demokracije [2].

1.4 Kriza sistemov socialnega varstva

Sistemi socialnega varstva po vsej Evropi se soočajo s številnimi skupnimi izzivi, in sicer z naraščajočo neenakostjo, finančno in gospodarsko krizo, demografskimi spremembami ter okoljsko krizo, zaradi česar se bo v prihodnjih desetletjih verjetno povečalo povpraševanje po socialnem varstvu. Gospodarska rast ni več trajnostna rešitev teh težav. Zato je nujno razmisliti o tem, kako se bodo sistemi socialnega varstva spopadli s temi izzivi v obdobju brez gospodarske rasti [3].

2 GOSPODARSKI DEJAVNIKI

Gospodarski dejavniki zajemajo gospodarsko rast in nazadovanje, obresti, menjalni tečaj, stopnjo inflacije, ceno dela, minimalno plačo, delovni čas, brezposelnost (na lokalni in državni ravni), razpoložljivost kreditov ter življenjske stroške.

2.1 Globalno povečanje bogastva

V skladu s poročilom Svetovne banke z naslovom „The Changing Wealth of Nations 2021” se je svetovno bogastvo med letoma 1995 in 2018 zelo povečalo, pri čemer države s srednje visokim dohodkom dohitevajo države z visokim dohodkom. Bogastvo v Evropi in Osrednji Aziji se je od leta 1995 na primer povečalo za 45 %. Vendar naraščajočo blaginjo spremlja netrajnostno upravljanje nekaterih naravnih virov. V državah z nizkim in srednje visokim dohodkom se je gozdno bogastvo na prebivalca med letoma 1995 in 2018 zmanjšalo za 8 %, kar je posledica obširnega krčenja gozdov. Medtem se je vrednost svetovnih staležev morskih rib zaradi slabega upravljanja in prelova v istem obdobju zmanjšala za 83 %. Predvideni vplivi podnebnih sprememb lahko te trende še poslabšajo [4].

2.2 Novo delo

Tehnološke spremembe omogočajo nove oblike zaposlovanja in nove poslovne modele. Digitalne tehnologije ustvarjajo nove priložnosti za zaposlitev in ustvarjanje dohodka, tudi med družbenimi skupinami, ki so običajno na trgu dela prikrajšane, kot so mladi, ženske, starejši, invalidi in prebivalci oddaljenih območij. Medtem ko nekatere nove oblike zaposlitve številnim delavcem omogočajo vključevanje na trg dela z manj ovirami, priložnost za razvoj spretnosti ter boljše usklajevanje poklicnega in družinskega življenja, se drugi delavci zaradi nepredvidljivega delovnega časa in dohodka znajdejo v neželenem prekarne položaju. Za tovrstne prekarne oblike zaposlitve so značilni alternativni delovni vzorci, začasne oblike pogodbenih razmerij, alternativni kraji dela in delo zunaj običajnega delovnega časa.

Sama izvedljivost teh sprememb je pogojena z zakonodajo in institucijami, ki urejajo delo in trge v prizadetih sektorjih. Razumeti bi bilo treba učinke te nove ekonomije na zaposlovanje, oblike dela in organizacije, preučiti konkurenčno dinamiko in oblikovati tipologije poslovnih modelov podjetij, vključenih v izbrane sektorje, ovrednotiti preobrazbo delovne ureditve na nacionalni, evropski in mednarodni ravni ter analizirati načine za mobilizacijo, skupno ukrepanje in iskanje alternativnih rešitev v sodelovanju z gospodarskimi in družbenimi akterji.

2.3 Kriza na področju dela

Do leta 2025 bo zaradi avtomatizacije ter nove delitve dela med ljudmi in stroji ogroženih 85 milijonov delovnih mest v srednjih in velikih podjetjih v 15 panogah in 26 gospodarstvih po vsem svetu. Več kot 80 % direktorjev podjetij pospešeno izvaja načrte za digitalizacijo delovnih procesov in uvajanje novih tehnologij, 50 % delodajalcev pa pričakuje, da se bo avtomatizacija nekaterih vlog v njihovih podjetjih pospešila.

Z razvojem gospodarstva in trgov dela se bo v skrbstveni ekonomiji, v tehnoloških panogah četrte industrijske revolucije (kot je umetna inteligenca) in na področjih ustvarjanja vsebin pojavilo 97 milijonov novih vlog. Med naloge, pri katerih naj bi ljudje ohranili svojo primerjalno prednost, spadajo upravljanje, svetovanje, odločanje, sklepanje, komuniciranje in interakcija. Povečalo se bo povpraševanje po delavcih, ki lahko prevzamejo delovna mesta v zelenem gospodarstvu, vodilne vloge v podatkovnem gospodarstvu in gospodarstvu umetne inteligence ter nove vloge na področju inženiringa, računalništva v oblaku in razvoja izdelkov.

Skoraj 50 % delavcev, ki bodo v naslednjih petih letih obdržali svoje delovno mesto, bo potrebovalo preusposabljanje za svoje osnovne spretnosti.

2.4 Kriza finančnega in valutnega sistema

Uvedba enotne valute je prinesla velike koristi, od nemotenega trgovanja do večje svetovne konkurenčnosti. Toda zaradi evra so se morale države članice tudi odpovedati neodvisnim monetarnim politikam, ki lahko delujejo kot varovalni mehanizem za nacionalne dolgove in finančne sisteme. Ena od posledic je ta, da težave v bankah pomenijo večjo grožnjo za finance posameznih vlad in obratno.

Med pandemijo so bili evropski voditelji pripravljene okrepite sodelovanje - predvsem pri združevanju fiskalnih virov za podporo najbolj prizadetim gospodarstvom Unije. Vse nujneje je, da se enak pristop uporabi za prekinitev povezave med stabilnostjo bank in plačilno sposobnostjo nacionalnih vlad. Dokler to ne bo obravnavano, je evropski sistem enotne valute nevarno nedokončano delo [5].

2.5 Spremembe v potrošnji

V zadnjih dveh letih so bile spremembe edina stalnica. Radikalne spremembe v življenjskem slogu so motivirale potrošnike k sprejemanju namernih, premišljenih in ambicioznih odločitev. Tradicionalni poslovni modeli in logistična omrežja so postavljeni pred izziv. Podjetja se morajo razvijati enako hitro, kot se spreminja vedenje potrošnikov.

Potrošniki bodo bolj naklonjeni blagovnim znamkam, ki so bolj človeške, in jim bodo zaupali. Izkušnja strank mora biti večplastna. Če izkušnja ne bo brezhlebna in prilagojena, lahko podjetja izgubijo stranke. Učinkoviti hibridni modeli omogočajo podjetjem, da preklaplajo med osebnim in virtualnim sodelovanjem, pri čemer bližnja prihodnost ostaja nepredvidljiva. Od poenostavljanja tehnologije za neizkušene uporabnike do

raziskovanja metaverzuma - prilagajanje digitalnih izkušenj glede na ciljno občinstvo je ključnega pomena. Trajnostnost je postala konkurenčna prednost. Za potrošnike bodo najprivlačnejši okolju prijazni izdelki in skupnosti. Z novimi distribucijskimi kanali in komercialnimi potmi, kot so strategije neposredne prodaje potrošnikom (D2C) ali programi odkupa, bi lahko zagotovili dodatne tokove prihodkov. Podjetja bi morala razmisliti o partnerstvih z drugimi akterji v različnih sektorjih, da bi z njimi delila vire, razširila doseg in dosegla cilje, ki presegajo njihove obstoječe operativne zmogljivosti [6].

2.6 Trajnostno poslovanje

Zaradi aktualne podnebne krize in učinkov pandemije COVID-19 sta se javno in poslovno mnenje zelo spremenila. Številna podjetja po vsem svetu so vprašanjem v zvezi s trajnostnostjo in okoljem zato namenila večjo prednost. Raziskave kažejo, da so podjetja z višjo stopnjo okoljske odgovornosti tako kratkoročno kot dolgoročno uspešnejša kot manj trajnostna podjetja. V zaokroženem pristopu k trajnostnosti podjetij bi bilo treba upoštevati štiri stebre trajnostnega razvoja - družbenega, človeškega, gospodarskega in okoljskega.

2.7 Aziatizacija

Dediščina evropeizacije sveta v 19. stoletju in amerikanizacije sveta v 20. stoletju je, da je večino narodov na nek pomemben način oblikoval Zahod. V 21. stoletju se aziatizacija pojavlja kot nov trend v globalni civilizaciji. Aziatizacija se tako kot njeni predhodniki kaže v različnih oblikah, vendar je vsesplošno otipljiva: npr. prodaja blaga na Kitajsko, zaposlovanje programskih inženirjev iz Indije, nakup nafte iz Saudove Arabije, dopustovanje v Indoneziji, vajeništvo v Združenih arabskih emiratih in druga razmerja.

Zdaj smo šele v začetnem obdobju prodiranja Azije v vse druge civilizacije, kot je to skozi stoletja delal Zahod. Tako kot ni bilo mogoče predvideti vpliva evropskega komercialnega raziskovanja v Aziji ali na drugi strani Atlantskega oceana, je izid tega procesa negotov. Kot v prejšnjih stoletjih evropeizacija in amerikanizacija je tudi aziatizacija dvorezni meč [7].

3 DRUŽBENO-KULTURNI DEJAVNIKI

Družbeni dejavniki zajemajo kulturne norme in pričakovanja, ozaveščenost o skrbi za zdravje, stopnje rasti prebivalstva, starostno porazdelitev, odnos do poklicnega napredovanja ter zdravje in varnost. Ti dejavniki podjetjem pomagajo pri boljšem načrtovanju trženjske analitike in strategije.

3.1 Rast svetovnega prebivalstva

Rast prebivalstva naj bi vodila v nadaljnjo rast svetovnega BDP, vendar je lahko učinek majhen, saj je rast delovno aktivnega prebivalstva najizrazitejša v državah z nizko produktivnostjo dela. Zaradi oblike ekonomskega življenjskega cikla z visoko potrošnjo in majhno ponudbo delovne sile pri višji starosti se bodo povečali svetovni gospodarski stroški staranja prebivalstva. Številna pereča okoljska, zdravstvena in gospodarska vprašanja so globalnega značaja in neločljivo povezana s prebivalstvom.

V zadnji polovici dvajsetega stoletja so imele države po svetu enako izkušnjo na področju prebivalstva. Hitra rast prebivalstva in rast dejanske delovne sile sta močno zavirali rast BDP. Po več desetletjih upadanja v 50. in 60. letih 20. stoletja se je delež podpore povečal, kar je pripomoglo k doseganju višjega življenjskega standarda.

Poti držav sveta se zdaj vedno bolj razhajajo. Rast prebivalstva in pozitivna prva dividenda bosta najizrazitejši v državah z nizkim in nižjim srednjim dohodkom. Gledano na splošno je verjetno, da bodo učinki za te države mešani. Rast BDP in rast dohodka na dejanskega potrošnika bosta visoka, kar bo privedlo do višjega življenjskega standarda, kot je običajno izmerjeno, a tudi do večje obremenitve okolja, povezane z rastjo prebivalstva in BDP.

3.2 Staranje

Pričakuje se, da bo imelo današnje delovno sposobno prebivalstvo v primerjavi s prejšnjo generacijo daljše in bolj zdravo življenje. Skupaj s sedanjim zmanjševanjem delovne sile to pomeni, da naj bi udeležba starejših odraslih na trgu dela pozitivno prispevala k nacionalnemu gospodarskemu in družbenemu razvoju. Oblikovalci politike so zato izvedli vrsto reform, da bi tako delodajalce kot zaposlene motivirali in spodbudili k temu, da sprejmejo možnost staranja delovne sile ter se odzovejo na povezane izzive takšnih demografskih sprememb na delovnem mestu.

Pomanjkanje delovne sile je globalni pojav, povezan z upokojitvijo povojne generacije „baby boom“. Posledično se številni gospodarstveniki trudijo izboljšati raven produktivnosti svojih podjetij. V današnjem času se starost 65 let pogosto označuje kot nova starost 55 let, za starejše prebivalstvo pa se šteje, da lahko dejavno prispeva h gospodarski blaginji. Ker vemo, da so ljudje, ki živijo dlje, pogosto bolj zdravi, se staranje prebivalstva ne dojema več kot breme za družbo. Poleg tega s tehnološkim razvojem, vključno z avtomatizacijo in umetno inteligenco, delovna uspešnost delavcev ni več neposredno povezana z njihovo starostjo. Naša analiza je potrdila, da se podjetja in organizacije pri ponovnem zaposlovanju in zadržanju starejših delavcev v skladu z vladno politiko glede upokojitvene starosti močno zanašajo na tehnologijo. Nekateri delodajalci dejansko uporabljajo tehnologijo kot orodje za boj proti starostni diskriminaciji na delovnem mestu.

3.3 Menjava generacij

Prenos znanja na naslednje generacije je osnovno načelo človečnosti in recept za uspešnejšo organizacijo. Organizacije dandanes uporabljajo različne načine, da postanejo konkurenčnejše ter izboljšajo ne le produktivnost, ampak tudi zadovoljstvo mlajše in starejše generacije na delovnem mestu. Eden od zanesljivih načinov je uporaba znanja in izkušenj starejše generacije. S svojo starševsko karizmo na mlade zaposlene ne prenašajo le zaupanja, temveč tudi uporabne informacije, lastne izkušnje in strokovno znanje. To je koristno za obe strani, od večje produktivnosti, zadovoljstva na delovnem mestu in lojalnosti mladih zaposlenih pa ima korist tudi organizacija. S tem se ustvarja delovno okolje, ki je obogateno z empatičnim in etično dragocenim odnosom [8].

Izziv za vodstvo je prepoznati in izboljšati osebnosti, talente in želje posameznih zaposlenih. Zato bi morali poznati psihološke povezave ter znati analizirati osebnost, prednosti in slabosti svojih podrejenih ter kako se med seboj dopolnjujejo. Učinkovito bi bilo komuniciranje, zaupanje in vodenje, primerno delovni sili. Za povečanje učinkovitega sodelovanja je prav tako pomembno, da se ozavešči dejavnik starosti za boj proti starostni diskriminaciji ter spodbujata demografska in etnična ozaveščenost v podjetjih. Spodbujanje vključevanja starejših delavcev v usposabljanje je strategija za spodbujanje daljšega delovno aktivnega življenjskega obdobja [9].

3.4 Migracijski pritisk

Mednarodne delovne migracije so postale velik svetovni problem, ki zadeva večino držav po svetu in je pomembna prednostna naloga mednarodne, regionalne in nacionalne politike. Po eni strani imajo čezmejne migracije veliko pozitivnih vidikov. Delavci migranti s svojim delom prispevajo k rasti in razvoju v državah, v katerih so zaposleni. Izvirne države teh delavcev imajo od njihovih nakazil in spretnosti, ki jih pridobijo med migracijsko izkušnjo, veliko korist. Vendar pa migracijski proces prinaša tudi velike izzive. Številni delavci migranti, zlasti slabše usposobljeni, delajo v izkoriščevalskih delovnih pogojih ter imajo zgolj omejene človekove in delavske pravice. Ženske, ki se vse pogosteje selijo same in predstavljajo skoraj polovico vseh mednarodnih migrantov, se soočajo s posebnimi težavami v zvezi z zaščito. Zaradi vse večjih ovir na področju čezmejne mobilnosti delovne sile se povečujejo nedovoljene migracije ter trgovanje in tihotapljenje ljudi, kar je velik izziv za varstvo človekovih in delavskih pravic.

3.5 Individualizacija

Ljudje se sprašujejo, kdo so in kaj jim je pomembno ter pogosto razvijejo novo samozavest, da se prikažejo takšni, kakršni so v resnici. Prisotna je tudi vedno večja humanizacija delovne sile. Poklicno in zasebno življenje se vse bolj prepletata in če zaposleni prizna, da ima težave, se to ne dojema več kot znak šibkosti.

Vse to je del težnje po individualizmu in neodvisnosti. Ljudje imajo razvit močnejši občutek lastne moči in nadzora nad tem, kako in kje bodo porabili svoj čas ter čemu bodo namenili svojo pozornost. Naraščajoči individualizem poudarja empatijo med sodelavci v podjetjih in spreminja želje posameznikov kot potrošnikov, kar predstavlja nove izzive in priložnosti tako za delodajalce kot lastnike blagovnih znamk. Organizacije morajo razumeti te spremembe v ambicijah, občutku nadzora in načinu življenja ter preučiti in se odzvati na morebitne vplive.

3.6 Pluralizacija

Pluralistična družba je družba, v kateri želi več skupin vplivati na politike in sodelovati v procesu upravljanja. Te skupine se lahko opredelijo na podlagi kulture ali prepričanja, pri čemer vsaka skupina ohranja svojo edinstveno identiteto, druge skupine pa jo sprejemajo. V idealnih pogojih bi bile v pluralistični družbi različne skupine strpnejše med seboj in širše sprejete v družbi. Vendar obstaja nevarnost konflikta med različnimi skupinami, ki povzroči nesodelovanje.

3.7 Polarizacija družbe

Družbena polarizacija je povezana s segregacijo znotraj družbe, ki lahko izhaja iz dohodkovne neenakosti, nihanja cen nepremičnin, ekonomskih selitev itd. in povzroči razlikovanje med različnimi družbenimi skupinami, od tistih z visokimi do tistih z nizkimi dohodki. V zadnjih letih se je polarizacija družbe opazno povečala. V Evropi se to kaže v povečanju nesoglasij glede temeljnih vprašanj, kot sta priseljevanje in evropska integracija. V naprednejših gospodarstvih postajajo vse bolj polarizirane tudi politične stranke, predvsem v zadnjem desetletju. Stopnja politične polarizacije v družbi je bistvena spremenljivka, ki s številkami opredeli obseg, v katerem je javno mnenje razdeljeno na dve nasprotujoči si skrajnosti. To je zelo pomembna spremenljivka, ki jo je treba upoštevati: večja kot je polarizacija, težje je ustvariti široko soglasje med skupinami z različnimi pogledi, da bi lahko izvedli reforme, ki omogočajo napredek družbe. Visoka stopnja polarizacije lahko ustvari nezdružljiva mnenja, zaradi česar je težko doseči soglasje. Zato je pomembno, da akademiki in strokovnjaki poskušajo razumeti, kaj nas je pripeljalo do te točke in kako se lahko rešimo iz te situacije [10].

3.8 Urbanizacija

Delež prebivalstva podeželskih območij v državah EU27 in Združenem kraljestvu je od leta 1961 do leta 2018 glede na celotno prebivalstvo upadel, medtem ko so mesta beležila nemoteno in stalno rast. Ta pospešeni trend se bo verjetno nadaljeval tudi v prihodnosti, saj ljudje iščejo boljše možnosti na področju zaposlitve, izobrazbe in zdravstva. Povečana koncentracija prebivalstva v mestih je povezana z večjo produktivnostjo,

po drugi strani pa je tudi vzrok za težave v zvezi z degradacijo okolja, javnim zdravjem, stanovanji, zastoji v prometu in neenakostmi. Urbanizacija in razvoj sta medsebojno povezana in najti je treba način za zagotovitev trajnostne rasti. Mesta lahko uporabijo nove digitalne tehnologije in digitalne tehnologije v vzponu, da bi rešila nekatere od teh izzivov in izboljšala sodelovanje s prebivalci. Lokalne oblasti vse pogosteje sodelujejo s skupnostmi v soseskah ter jim zagotavljajo platforme, kjer se zbirajo in oblikujejo lokalne, „na ljudeh“ temelječe rešitve, ki jih širijo znotraj mesta in prek enakovrednih omrežij. Pandemija COVID-19 ni zgolj pospešila tekoče preobrazbe v mestih, na primer na področju mikromobilnosti, spletnega nakupovanja ter digitalizacije zdravstvenih in vladnih storitev, ampak je prispevala tudi k poglobitvi neenakosti med prebivalci [11].

3.9 Večja kompleksnost

Ne glede na to, ali gre za malo ali veliko podjetje, so notranji in zunanji dejavniki (kot so globalizacija, hitra izmenjava informacij in stalen tehnološki napredek) z različnimi medsebojnimi povezavami eden od razlogov za kompleksnejše poslovanje. Velika podjetja so že po naravi kompleksnejša, saj je v odločanje vključeno večje število deležnikov, poslovnih enot, razdrobljenih zahtev strank in drugih elementov. Po drugi strani imajo mala podjetja enostavnejšo organizacijsko strukturo, ko pa začnejo ustvarjati nove izdelke ali vstopajo na nove trge, neizogibno postanejo kompleksnejša. Vodstvo in zaposleni v takšnih kompleksnih organizacijah se morajo učiti in prilagajati s hitrostjo interneta ter vsak dan pričakovati in sprejemati spremembe, da ohranijo konkurenčnost [12] [13].

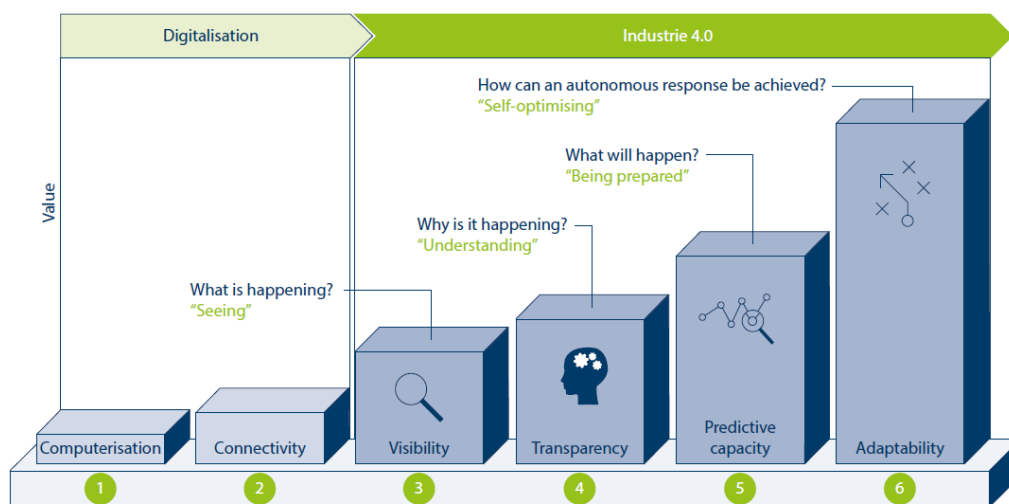
4 TEHNOLOŠKI DEJAVNIKI

Čeprav je industrija hrbtenica evropskega gospodarstva, se kljub temu nenehno spopada z izzivi zaradi izpostavljenosti svetovnemu gospodarstvu, hitro spreminjajočega se geopolitičnega okolja ter motenj v dolgih dobavnih in distribucijskih verigah. Če želi uspevati, se mora prilagoditi in premagati te težave, kar pa je mogoče le s stalnimi inovacijami.

Organizacije, zlasti podjetja v proizvodnem sektorju, kot sta avtomobilska ali navtična industrija, si nenehno prizadevajo za inovacije, razvoj in iskanje tehnologij v vzponu, ki bodo prinesle velike gospodarske in družbene koristi. To je razlog za številne industrijske revolucije, ki so se dogajale in se še dogajajo od 18. stoletja dalje.

Danes se podjetja trudijo slediti razvojni poti industrije 4.0, ki vključuje šest mejnikov, od katerih vsak ustreza zrelosti industrije 4.0 v podjetju. Po tej poti je ključno napredovati postopno, brez preskakovanja posameznih korakov. Prva dva koraka - informatizacija in povezljivost - spodbujata uporabo informacijskih tehnologij (IT) v podjetju ter njihovo medsebojno povezovanje in povezovanje z informacijskim sistemom podjetja, kar je temelj za nadaljnje nadgradnje. Prvi pravi korak k industriji 4.0 je *vidljivost*. V tem koraku je v realnem času na voljo dejanski digitalni model podjetja, ki zagotavlja ustrezne informacije o

proizvodnem sistemu. V koraku *preglednost* dodamo plast metod analitike podatkov (kot je umetna inteligenca), ki nam pomagajo razumeti razlog za prejete proizvodne podatke. V naslednjem koraku dodamo še eno plast analitičnih metod za napovedovanje vedenja sistema. Tako je mogoče predvideti prihodnje situacije, odgovoren vodja pa lahko pravočasno sprejme ustrezne odločitve in preventivne ukrepe. Zadnji korak - *prilagodljivost* - je dosežen, ko se lahko proizvodni sistem avtonomno odziva in prilagaja spremembam. Skratka, četrta industrijska revolucija temelji na ideji združitve fizičnega in navideznega sveta s povezovanjem ljudi, strojev in naprav prek interneta stvari. Sveti gral industrije 4.0 so torej samooptimizirajoči se kibernetiko-fizični sistemi (CPS), ki zbirajo podatke, ustvarjajo analitične modele, sprejemajo odločitve in optimizirajo proizvodnjo.



Slika 2 Faze razvojne poti industrije 4.0

Pri razvijanju avtonomnega proizvodnega sistema je na voljo veliko različnih tehnologij. Da bi optimizirali proces izvajanja, je treba razviti strategijo in uporabiti sistematičen pristop. Najprej je treba poznati indeks zrelosti industrije 4.0 v podjetju in imeti splošen pregled nad tehnologijami. Poročilo se osredotoča na štiri področja - digitalizacijo, robotizacijo, razširjeno resničnost in aditivno proizvodnjo.

4.1 Digitalizacija

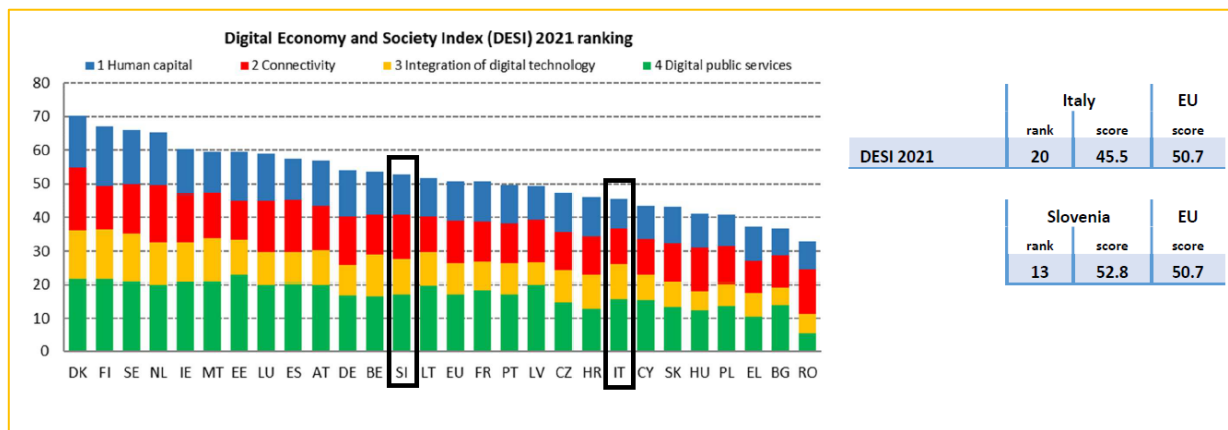
Digitalizacija se osredotoča predvsem na avtomatizacijo poslovnih procesov, avtomatizacijo poslovanja in obdelavo informacij. Po drugi strani je digitalna preobrazba trenutno pomemben trend, ki prodira na številna industrijska in družbena področja, ter jo je mogoče opredeliti kot uporabo novih digitalnih tehnologij (analitike ali vgrajenih naprav) za poslovne izboljšave (npr. izboljšanje uporabniške izkušnje, racionalizacijo procesov) oziroma za strateške, taktične in operative inovacije poslovnih modelov.

Digitalizacija poteka že več kot 70 let, vendar se šele v zadnjih letih številni zavedajo, kako močan in prodoren je ta tehnološki trend v resnici.

Evropska komisija je nedavno predstavila vizijo digitalne preobrazbe Evrope do leta 2030, ki se osredotoča na znanje in spretnosti, javne storitve, infrastrukturo in podjetja. Nekaj ciljev, ki jih je treba doseči do leta 2030:

- najmanj 80 % prebivalstva naj bi imelo osnovne digitalne spretnosti;
- v EU naj bi bilo zaposlenih 20 milijonov strokovnjakov za IKT, pri čemer se bo zmanjšala razlika med deležem žensk in moških;
- vsa evropska gospodinjstva naj bi bila pokrita z gigabitnim omrežjem, vsa naseljena območja pa z omrežjem 5G;
- do leta 2025 naj bi imela EU svoj prvi računalnik s kvantnim pospeškom;
- 75 % evropskih podjetij naj bi uporabljalo računalništvo v oblaku, velepodatke in umetno inteligenco.

Evropska komisija je objavila tudi letna poročila o indeksu digitalnega gospodarstva in družbe (DESI), ki vključujejo pregled nad stanjem digitalizacije v posamezni državi. Obravnavani državi v tem poročilu sta Italija in Slovenija.



Slika 3 Uvrstitev in rezultat Italije in Slovenije na indeksu digitalnega gospodarstva in družbe (DESI) v letu 2021

Italija na področju človeškega kapitala močno zaostaja za drugimi državami EU. V primerjavi s povprečjem EU beleži zelo nizko raven osnovnih in naprednih digitalnih spretnosti ter majhno število italijanskih diplomantov s področja informacijske in komunikacijske tehnologije. Pod povprečjem EU ostajata tudi odstotek strokovnjakov za IKT in število italijanskih podjetij, ki svojim zaposlenim zagotavljajo usposabljanje za IKT.

Po drugi strani pa je človeški kapital Slovenije ena od njenih prednosti, saj ima veliko število diplomantov na področju naravoslovja, tehnologije, inženirstva in matematike ter številna zagonska podjetja na področju IKT, kjer se uvršča nad povprečje EU. V skladu s poročilom DESI bi Sloveniji koristilo, da bi k usposabljanju

in prekvalifikaciji v strokovnjake za IKT spodbudila več ljudi, zlasti žensk, saj je po podatkih Digitalnega inovacijskega stičišča Slovenija (DIHS) največ povpraševanja po razvijalcih programske opreme.

	Italy				Slovenia			
	DESI 2019	DESI 2020	DESI 2021	DESI 2021	DESI 2019	DESI 2020	DESI 2021	DESI 2021
1a1 At least basic digital skills	NA	42%	42%	56%	54%	55%	55%	56%
% individuals	2017	2019	2019	2019	2017	2019	2019	2019
1a2 Above basic digital skills	NA	22%	22%	31%	30%	31%	31%	31%
% individuals	2017	2019	2019	2019	2017	2019	2019	2019
1a3 At least basic software skills	NA	45%	45%	58%	57%	59%	59%	58%
% individuals	2017	2019	2019	2019	2017	2019	2019	2019
1b1 ICT specialists	3.6%	3.5%	3.6%	4.3%	4.0%	3.9%	4.4%	4.3%
% individuals in employment aged 15-74	2018	2019	2020	2020	2018	2019	2020	2020
1b2 Female ICT specialists	15%	15%	16%	19%	17%	20%	17%	19%
% ICT specialists	2018	2019	2020	2020	2018	2019	2020	2020
1b3 Enterprises providing ICT training	17%	19%	15%	20%	29%	28%	26%	20%
% enterprises	2018	2019	2020	2020	2018	2019	2020	2020
1b4 ICT graduates	1.0%	1.3%	1.3%	3.9%	3.7%	3.5%	4.1%	3.9%
% graduates	2017	2018	2019	2019	2017	2018	2019	2019

Slika 4 Človeški kapital v Italiji (levo) in Sloveniji (desno)

Večina italijanskih in slovenskih malih in srednjih podjetij (69 % oziroma 68 %) dosega vsaj osnovno stopnjo digitalne intenzivnosti, ta delež pa je precej nad povprečjem EU (60 %). Italijanska podjetja zelo učinkovito uporabljajo e-račune, medtem ko v obeh državah obstaja vrzel pri uporabi tehnologij, kot so velepodatki in umetna inteligenca.

	Italy				Slovenia			
	DESI 2019	DESI 2020	DESI 2021	DESI 2021	DESI 2019	DESI 2020	DESI 2021	DESI 2021
3a1 SMEs with at least a basic level of digital intensity	NA	NA	69%	60%	NA	NA	68%	60%
% SMEs			2020	2020			2020	2020
3b1 Electronic information sharing	37%	35%	35%	36%	30%	33%	33%	36%
% enterprises	2017	2019	2019	2019	2017	2019	2019	2019
3b2 Social media	17%	22%	22%	23%	18%	24%	24%	23%
% enterprises	2017	2019	2019	2019	2017	2019	2019	2019
3b3 Big data	7%	7%	9%	14%	10%	10%	7%	14%
% enterprises	2018	2018	2020	2020	2018	2018	2020	2020
3b4 Cloud	15%	15%	38%	26%	17%	17%	26%	26%
% enterprises	2018	2018	2020	2020	2018	2018	2020	2020
3b5 AI	NA	NA	18%	25%	NA	NA	33%	25%
% enterprises			2020	2020			2020	2020
3b6 ICT for environmental sustainability	NA	NA	60%	66%	NA	NA	74%	66%
% enterprises having medium/high intensity of green action through ICT			2021	2021			2021	2021
3b7 e-Invoices	42%	42%	95%	32%	62%	62%	58%	32%
% enterprises	2018	2018	2020	2020	2018	2018	2020	2020
3c1 SMEs selling online	10%	10%	11%	17%	17%	17%	17%	17%
% SMEs	2018	2019	2020	2020	2018	2019	2020	2020
3c2 e-Commerce turnover	8%	8%	9%	12%	NA	11%	12%	12%
% SME turnover	2018	2019	2020	2020	2018	2019	2020	2020
3c3 Selling online cross-border	6%	6%	6%	8%	12%	12%	12%	8%
% SMEs	2017	2019	2019	2019	2017	2019	2019	2019

Slika 5 Vključitev digitalne tehnologije v Italiji (levo) in Sloveniji (desno)

Srednje- in dolgoročni trend digitalizacije ter možen scenarij v proizvodnem sektorju

Pandemija COVID-19 je močno prizadela svet in številna podjetja so propadla. Vendar je kriza omogočila hitro uvajanje tehnologij in pospešeno digitalno preobrazbo v vseh panogah. V tem poglavju je poudarek na proizvodnem sektorju.

Digitalna preobrazba v industriji se navezuje na inovativne in prehodne rešitve, usmerjene v nove poslovne modele in tokove prihodkov, ter predstavlja kulturo sprememb, ki je vključena v vsa delovna področja, in preobrazbo v načinu vodenja različnih skupin. Le tako je lahko digitalizacija resnično koristna za proizvodnjo podjetja.

Povezanost v svetu interneta stvari je danes bistvenega pomena, vendar zbiranje podatkov samo po sebi ne ustvarja vrednosti. Izraz **velepodatki** se uporablja za opis izjemno velikih in raznolikih naborov podatkov, ki prihajajo z večjo hitrostjo in v večjem obsegu kot kdajkoli prej, zaradi česar jih običajna programska orodja niso sposobna zajemati, urejati, upravljati in obdelovati v sprejemljivem času. Velikost velepodatkov se nenehno spreminja. Od leta 2012 znaša od nekaj ducatov terabajtov do več zetabajtov podatkov. Viri podatkov postajajo kompleksnejši od virov za tradicionalne podatke, saj temeljijo na umetni inteligenci, mobilnih napravah, družbenih medijih in internetu stvari.

Velepodatki in internet stvari delujejo skupaj, da podpirajo algoritme umetne inteligence ter strojnega in globokega učenja, ki zahtevajo velike količine podatkov. V številnih primerih so proizvodni podatki shranjeni v podatkovnih jezerih prek oblaka in namesto s tradicionalnimi procesorji CPE obdelani v gručah GPE. Uporabljajo se lahko za napovedovanje prihodnjih dogodkov, predvidevanje tveganj, zmanjšanje stopnje zanašanja na intuicijo s sprejemanjem odločitev na podlagi podatkov ter za zagotavljanje nenehnih izboljšav sistemov in procesov prek stalnih povratnih informacij.

Omrežji 5G in 6G: 5G je mobilno omrežje pete generacije in predstavlja nov globalni brezžični standard. V dobi dela na daljavo, videokonferenc in digitalnega sodelovanja sta zanesljiva povezava in večja pasovna širina postali nujnost v našem vsakdanjem življenju. Zaradi odvisnosti od telefonov, tabličnih računalnikov in drugih naprav interneta stvari je potrebna večpasovna avtocesta, za katero so telekomunikacijska podjetja že vedela, da jo bomo potrebovali. Podjetja si danes ne morejo več privoščiti odklopa iz omrežja, uvedba omrežja 5G pa je postala ključni del rešitve.

Tehnologije 5G zagotavljajo lastnosti omrežja, ki so bistvene za proizvodnjo. Za podporo kritičnih aplikacij sta potrebni nizka stopnja zakasnitve in visoka zanesljivost. Velika pasovna širina in gostota povezav omogočata povezljivost povsod. To so zahteve, na katere se proizvajalci trenutno zanašajo pri fiksnih omrežjih.

Omrežje 6G se bo pojavilo kot šesta generacija brezžične komunikacije, ki bo nasledila v številnih regijah še neizkoriščeno brezžično tehnologijo 5G in dosegala do 100-krat večje hitrosti. Obenem se pričakuje zakasnitev, krajša od ene mikrosekunde, s povečano pasovno širino za izboljšano povezljivost. Povedano drugače: ta tehnologija naslednje generacije naj bi zmanjšala vrzel med digitalnim in resničnim svetom. Poleg neverjetnih hitrosti in mikrosekundnih zakasnitev naj bi bilo omrežje 6G zelo zanesljivo ter naj bi podpiralo obdelavo ogromnih količin podatkov v realnem času, kar bi olajšalo delo z velepodatki.

Kibernetska varnost je praksa zaščite kritičnih sistemov in občutljivih informacij pred digitalnimi napadi. Njeni ukrepi so zasnovani za boj proti grožnjam, ki pretijo omrežnim sistemom in aplikacijam, ne glede na to, ali te grožnje izvirajo iz organizacije ali od zunaj. Obstaja šest plasti kibernetske varnosti za zagotavljanje varnosti tehnologij in podatkov. To so ovire, prek katerih lahko hekerji pridobijo dostop do industrijskega nadzornega sistema ali katerega koli drugega kibernetsko-fizičnega sistema. Najpomembnejša plast je omrežni požarni zid - to je prva obrambna linija pred hekerji, virusi in zlonamerno programsko opremo, ki je podobna zidovom okoli objekta. Druga plast je fizična varnost, ki vključuje

uporabo nadzornih sistemov za spremljanje različnih lokacij (npr. glavnega prostora, vstopnih/izstopnih točk), s čimer se izboljša vidna varnost. Tretja plast je odpravljanje vrzeli s pomočjo strokovnjakov, ki pregledajo ranljivosti sistemov. Tako se zagotovi, da so programska oprema, protivirusni programi in požarni zidovi posodobljeni v skladu z najnovejšimi industrijskimi standardi. Četrta plast je šifriranje podatkov, kar v osnovi pomeni uporabo gesel oziroma digitalnih ključavnic za zaščito sistemov in podatkov. Daljša in zapletena gesla zagotavljajo močnejše šifriranje, zaradi česar se zmanjša možnost, da bi hekerji vdrl v sisteme. Peta plast je napotitev usposobljenega osebja. Organizacije morajo zagotoviti, da imajo določeni posamezniki osnovno strokovno znanje in izkušnje, na podlagi katerih lahko preprečijo krajo podatkov in ustrezno ukrepajo. V današnjem času, ko je vedno več fizičnih naprav medsebojno povezanih, postaja skrb za kibernetsko varnost vse pomembnejša. Kibernetska varnost je zelo odvisna od etičnih praks, ki jim sledijo posamezniki in podjetja. Skrajna plast je neprekinjeno poslovanje in obnova po katastrofi (BCDR), ki zahteva odkrivanje morebitnih groženj (kot so kibernetski napadi, naravne nesreče, okvare sistema IT in požari) ter pripravo načrta neprekinjenega delovanja in ponovne vzpostavitve delovanja. Varnostne kopije so zato sestavni del načrta BCDR, saj so tam shranjeni vsi ključni podatki, šifrirani dokumenti in občutljive informacije organizacij.

Računalništvo v oblaku je tako poimenovano, ker se informacije, do katerih dostopamo, nahajajo na oddaljenem mestu v oblaku ali navideznem prostoru. Ti viri vključujejo orodja in aplikacije, kot so shrambe podatkov, strežniki, zbirke podatkov, omrežja in programska oprema. Če ima elektronska naprava dostop do spleta, lahko dostopa tudi do podatkov in programske opreme za njihovo obdelavo. To pomeni, da uporabniku ni treba biti na določenem mestu, da lahko dostopa do podatkov, kar mu omogoča delo na daljavo. Posledično lahko povsem nemoteno prenese svoje datoteke in nastavitve v druge naprave. Računalništvo v oblaku opravi tudi vse težje naloge, povezane s hitro analizo in obdelavo podatkov, namesto naprave, ki jo nosite s seboj oziroma ob kateri sedite in delate. Zaradi strukture oblaka uporabniki prihranijo prostor za shranjevanje na svojem namiznem oziroma prenosnem računalniku. Hitrejša je tudi nadgradnja programske opreme, saj lahko podjetja, ki izdelujejo programsko opremo, namesto tradicionalnih, oprijemljivejših metod, ki vključujejo diske ali bliskovne pogone, ponudijo svoje izdelke prek spleta.

Robno računalništvo: izjemno povečanje števila in vedno večja računalniška moč naprav interneta stvari sta privedli do količine podatkov brez primere, ki prehitujejo zmogljivosti omrežja in infrastrukture. Količine podatkov se bodo še naprej povečevale, saj se z omrežji 5G povečuje število povezanih mobilnih naprav. Včasih lahko velepodatki oblak preveč obremenijo. Za večino aplikacij bo pred pošiljanjem podatkov v oblak uporabljeno robno računalništvo. Robno računalništvo je porazdeljena računalniška platforma, ki podjetniške aplikacije približuje virom podatkov, kot so naprave interneta stvari ali lokalni robni strežniki. Ta bližina podatkov pri njihovem viru lahko zagotovi pomembne poslovne koristi, vključno s hitrejšimi vpogledi, boljšo odzivnostjo, večjo zaščito pred kibernetskimi napadi in boljšo razpoložljivostjo pasovne širine.

Pošiljanje vseh teh podatkov, ki jih ustvari naprava, v centralizirano podatkovno središče ali v oblak povzroča težave s pasovno širino in zakasnitve. Robno računalništvo ponuja učinkovitejšo alternativo - podatki se obdelujejo in analizirajo bližje mestu, kjer so ustvarjeni. Zakasnitev se močno zmanjša, saj se podatki ne prenašajo po omrežju v oblak ali podatkovno središče za namene obdelave.

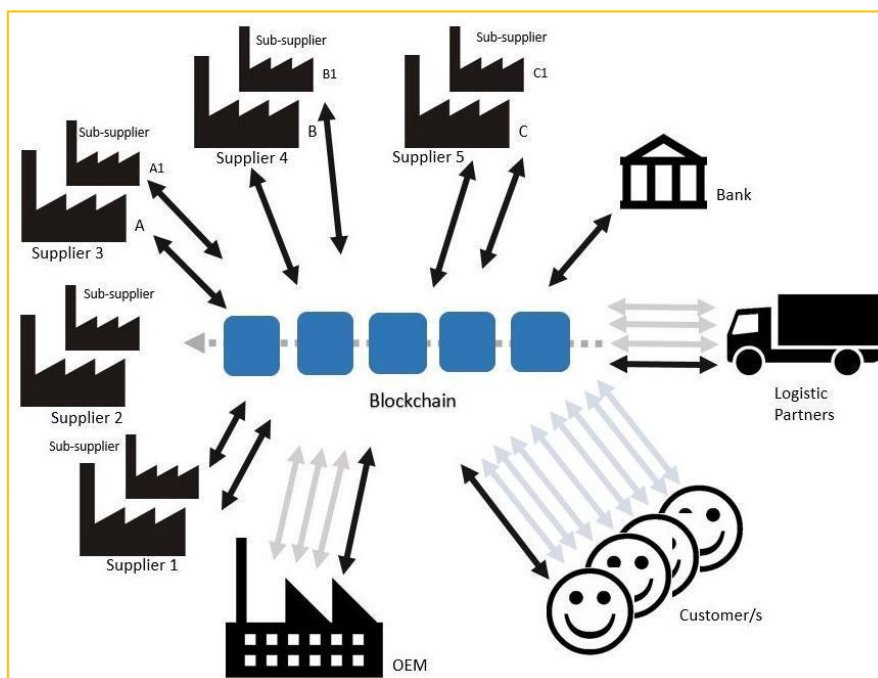
Robno računalništvo omogoča proizvajalcem, da avtomatizirajo tovarniške procese in procese v dobavni verigi z napredno robotiko in komunikacijo med napravami (M2M), ki je bližje viru, namesto da bi podatke pošiljali strežniku za namene analize in odziva (npr. pregledovanje pločevine, da se odkrije morebitna utrujenost materiala, spremljanje pretoka skozi cevi ali sledenje avtomatiziranim delovnim ciklom strojev, da se zmanjša zakasnitev, kar pospeši analizo in popravke).

Kvantno računalništvo predstavlja informacije v kvantnih bitih ali kubitih, pri čemer lahko vsak kubit predstavlja neskončno število stanj med nič in ena. V primerjavi z običajnimi računalniki, ki uporabljajo bite (nič ali ena), kvantne tehnologije izkoriščajo lastnosti kvantne mehanike in fizike za sočasno obdelavo obsežnejšega razpona vrednosti. To pomeni, da lahko kvantni računalniki rešujejo kompleksne težave veliko hitreje kot tradicionalne metode, kar bo spodbudilo razvoj ter uporabo računalniških simulacij in orodij za optimizacijo. Kvantno računalništvo se lahko uporablja v številnih sektorjih (letalstvo in vesolje, kmetijstvo, zdravstvo, avtomobilizem ali energetika) ter lahko postane še uporabnejše, če se kombinira z drugimi digitalnimi tehnologijami. V kombinaciji z industrijskim internetom stvari ali strojnim učenjem in algoritmi umetne inteligence ga je mogoče uporabiti za optimizacijo ter pospeševanje oblikovanja izdelkov, predhodnega preskušanja, procesov za nadzor proizvodnje in naročil prodajalcev, zmanjšanje operativnih stroškov in izgube prodaje ter izboljšanje logistike z uporabo dinamičnega odločanja v realnem času.

Industrijsko veriženje podatkovnih blokov: blokovna veriga je porazdeljena baza podatkov, ki je v skupni rabi vozlišč računalniškega omrežja. Kot baza podatkov shranjuje informacije elektronsko v digitalni obliki. Novost te tehnologije je, da zagotavlja zvestobo in varnost zapisa podatkov ter ustvarja zaupanje brez potrebe po zaupanja vredni tretji osebi. Ena ključnih razlik med tipično bazo podatkov in blokovno verigo je način strukturiranja podatkov. Blokovna veriga zbira informacije v skupinah (t. i. blokkih), ki hranijo nize informacij. Bloki imajo določeno zmožnost shranjevanja in ko so polni, se zaprejo in povežejo s predhodno napolnjenim blokom ter oblikujejo verigo podatkov, znano kot blokovna veriga. Vse nove informacije, ki sledijo sveže dodanemu bloku, se združijo v novo oblikovan blok, ki bo nato prav tako dodan v verigo, ko bo napolnjen s podatki. Če jo implementiramo na porazdeljen (decentraliziran) način, ta podatkovna struktura sama po sebi ustvari nepovratno časovnico podatkov. Cilj blokovne verige je omogočiti zapisovanje in porazdelitev digitalnih informacij, ne pa tudi urejanja. Kot takšna je temelj za nespremenljive knjige ali evidence transakcij, ki jih ni mogoče spremeniti, izbrisati ali uničiti. Zato so blokovne verige znane tudi kot tehnologija razpršene evidence (DLT). Tehnologija razpršene evidence znižuje stroške zaupanja, korenito spreminja transakcije med posamezniki, podjetji in vladami ter zmanjšuje uspešne goljufije, možnost napak in procese z intenzivno porabo papirja, zato velja za napredno tehnologijo prihodnosti. Vpliva lahko na komunikacije med napravami (M2M), eno od osnovnih tehnologij za internet stvari. Poleg zagotavljanja

varnosti, zasebnosti in decentraliziranega delovanja tehnologija razpršene evidence pomeni zanesljive, avtonomne in zaupanja vredne platforme interneta stvari.

Proizvodnja je pogosto razvejana po vsem svetu, da bi kar najbolje izkoristili razpoložljivost surovin, delovne sile, financiranja in potrošniških trgov po najkonkurenčnejših cenah. Z eno samo kritično povezavo je mogoče preizkusiti odpornost celotne dejavnosti, saj so podjetja tesno povezana z dolgimi mednarodnimi verigami ponudbe in povpraševanja. Tehnologija veriženja podatkovnih blokov omogoča zaupanja vredno izmenjavo podatkov in avtomatizacijo poteka dela prek organizacijskih in nacionalnih meja. To prispeva h krepitvi šibke dobavne verige in trgovinskih odnosov, ki jih je opustošila pandemija, ter omogoča bolj etično potrošništvo s sledenjem porekla komponent in končnih izdelkov.



Slika 6 Primer blokovne verige v proizvodnji

Umetna inteligenca je skupni izraz za zmogljivosti sistemov učenja, ki jih ljudje dojemajo kot inteligenco. Danes tipične zmogljivosti umetne inteligence vključujejo prepoznavanje govora, slik in videoposnetkov, avtonomne objekte, obdelavo naravnega jezika, pogovorne agente, pametno avtomatizacijo, napredno simulacijo ter kompleksno analitiko in napovedi. V okviru proizvodnih postopkov se večina primerov uporabe umetne inteligence osredotoča na naslednje tehnologije:

- Strojno učenje: zmožnost algoritmov in kode, da uporabljajo podatke in se samodejno učijo iz njihovih vzorcev, ne da bi bili natančno programirani za ta namen.
- Globoko učenje: napredna oblika strojnega učenja, ki uporablja umetne nevronske mreže za analizo in interpretacijo slik in videoposnetkov.

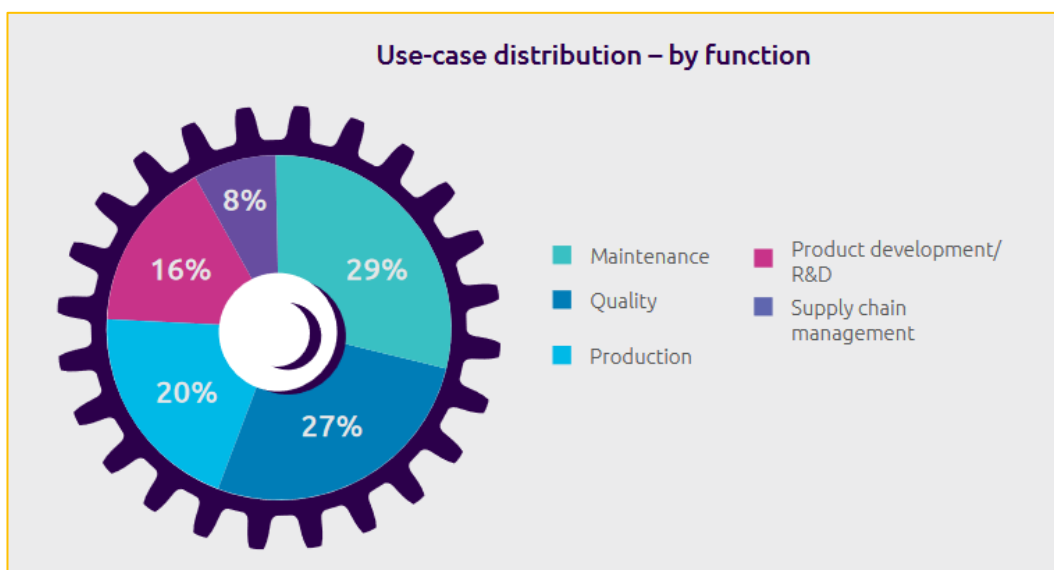
- Avtonomni objekti: umetni agenti (kot so sodelovalni roboti ali avtonomno vodena vozila), ki lahko sami izvedejo dodeljeno nalogo.

Function	Use cases
Product development/R&D	<ul style="list-style-type: none"> • New product development • Product validation in R&D • Product enhancement
Demand Planning	<ul style="list-style-type: none"> • Demand planning/forecasting
Inventory Management	<ul style="list-style-type: none"> • Order optimization • Standardized communication with suppliers using NLP • Inventory planning
Process Control	<ul style="list-style-type: none"> • Real time-optimization of process parameters • Optimize equipment changeover
Production	<ul style="list-style-type: none"> • Optimizing overall productivity in the product line • Reduction in TAKT time • Computer vision for product identification • Layout planning • Collaborative robots (cobots)
Quality Control	<ul style="list-style-type: none"> • Product quality inspection • Predicting final product quality
Maintenance	<ul style="list-style-type: none"> • Intelligent maintenance • Energy management • Spotting anomalies in communications network • Worker safety • Scrap/wastage reduction • Increasing equipment efficiency

Source: Capgemini Research Institute analysis. N = 300 largest organizations in industrial manufacturing, automotive, aerospace & defense, and consumer products.

Slika 7 Vsi vidni primeri uporabe umetne inteligence v dejavnostih proizvodnje

Umetna inteligenca ima potencial v celotni proizvodnji (slika 8), vendar se organizacije najbolj osredotočajo na dve področji uporabe - vzdrževanje (29 % vseh uvedb umetne inteligence) in nadzor kakovosti (27 %).



Slika 8 Vodilna proizvodna podjetja v večini uvajajo umetno inteligenco na področju vzdrževanja in nadzora kakovosti

4.1.1.1 Specifičnost trendov digitalizacije v avtomobilski industriji

Velepodatki v avtomobilski industriji lahko vključujejo vse od podatkov o vedenju in preferencah potrošnikov do podatkov o vzorcih vožnje, lokacijah in drugih zadevah, ki so pridobljeni od avtomobilov na cesti. Številne aplikacije umetne inteligence se opirajo na velepodatke, zato je nujno, da avtomobilski inženirji razumejo analitiko podatkov. Velepodatke je mogoče uporabiti v aplikacijah za napovedno vzdrževanje (PM). Z napovednim vzdrževanjem nadzorniki načrtujejo začasno prekinitev delovanja za pregled ali popravilo strojev, še preden bi nepričakovana okvara povzročila drage nenačrtovane izpade. Podoben koncept se uporablja pri napovednem vodenju kakovosti in upravljanju dobavne verige, kjer je mogoče na podlagi velepodatkov z večjo gotovostjo napovedati, ali bo dobavitelj dobavil izdelke, kot je bilo dogovorjeno, ter optimizirati dobavne verige, s čimer se zmanjša tveganje.

Analitika velepodatkov proizvajalcem avtomobilov omogoča tudi oblikovanje vozil v prihodnosti, ki bodo ustrezala spreminjajočim se željam in potrebam uporabnikov. Z uporabo naborov podatkov - od interakcij z uporabniki do klepeta na družabnih omrežjih - lahko proizvajalci identificirajo funkcije, po katerih je povpraševanje, in ocenijo, po kakšni ceni bi bile sprejemljive za uporabnike.

Primer platform, ki lahko obravnavajo velepodatke, sta Oracle in Microsoft Azure.

Velepodatki in umetna inteligenca so medsebojno povezani. V avtomobilski industriji se lahko umetna inteligenca uporablja za različne namene: nadzor kakovosti izdelkov z zaznavanjem hrupa ali računalniškim vidom, inteligentno vzdrževanje, načrtovanje v zvezi s povpraševanjem (npr. QLECTOR LEAP). Če dodamo umetno inteligenco v kobote in avtomatsko vodena vozila, se roboti bolj zavedajo svoje okolice in situacije, v kateri so, zaradi česar so varnejši za delo skupaj s človekom in se lažje prilagodijo novim scenarijem.

Proizvajalci originalne opreme (OEM) v avtomobilski industriji uvajajo številne rešitve računalništva v oblaku in druge rešitve v oblaku - od aplikacij interneta stvari za pametne tovarne, ki izboljšajo kakovost in

učinkovitost, pospeševalcev oblikovanja izdelkov, ki izboljšajo področja, kot so prodaja, trženje, pomoč strankam in poprodajne storitve, do aplikacij, ki omogočajo nova povezana vozila (avtomobili, tovornjaki, avtobusi, skuterji itd.). Primeri storitev računalništva v oblaku so Amazon Web Services (AWS), Microsoft One Drive, Microsoft Dynamics 365, Microsoft Azure, Vuforia, Visual Components Professional Cloud, REWO, VSight idr.

Obstaja več obetavnih primerov uporabe robnega računalništva in tehnologije 5G, vključno z naprednimi sistemi za pomoč voznikom (ADAS) in začetki tehnologije komunikacije med vozilom in okolico (V2X). Sem spadajo tudi običajnejše funkcije, kot so sistemi za zaviranje, razvedrilo in navigacijo. Z dozorevanjem tehnologije avtonomnih vozil se bodo ti sistemi še naprej razvijali. Danes je v povprečnem avtomobilu več kot 100 krmilnih enot motorja ter funkcije, kot so infotainment, navigacija in prilagodljivi tempomat, lahko delujejo na podlagi tehnologije robnega računalništva. S prihodom omrežja 5G naj bi se uporaba robnih aplikacij skokovito povečala, kar bodo omogočile hitrosti toka podatkov do 1 GB na sekundo.

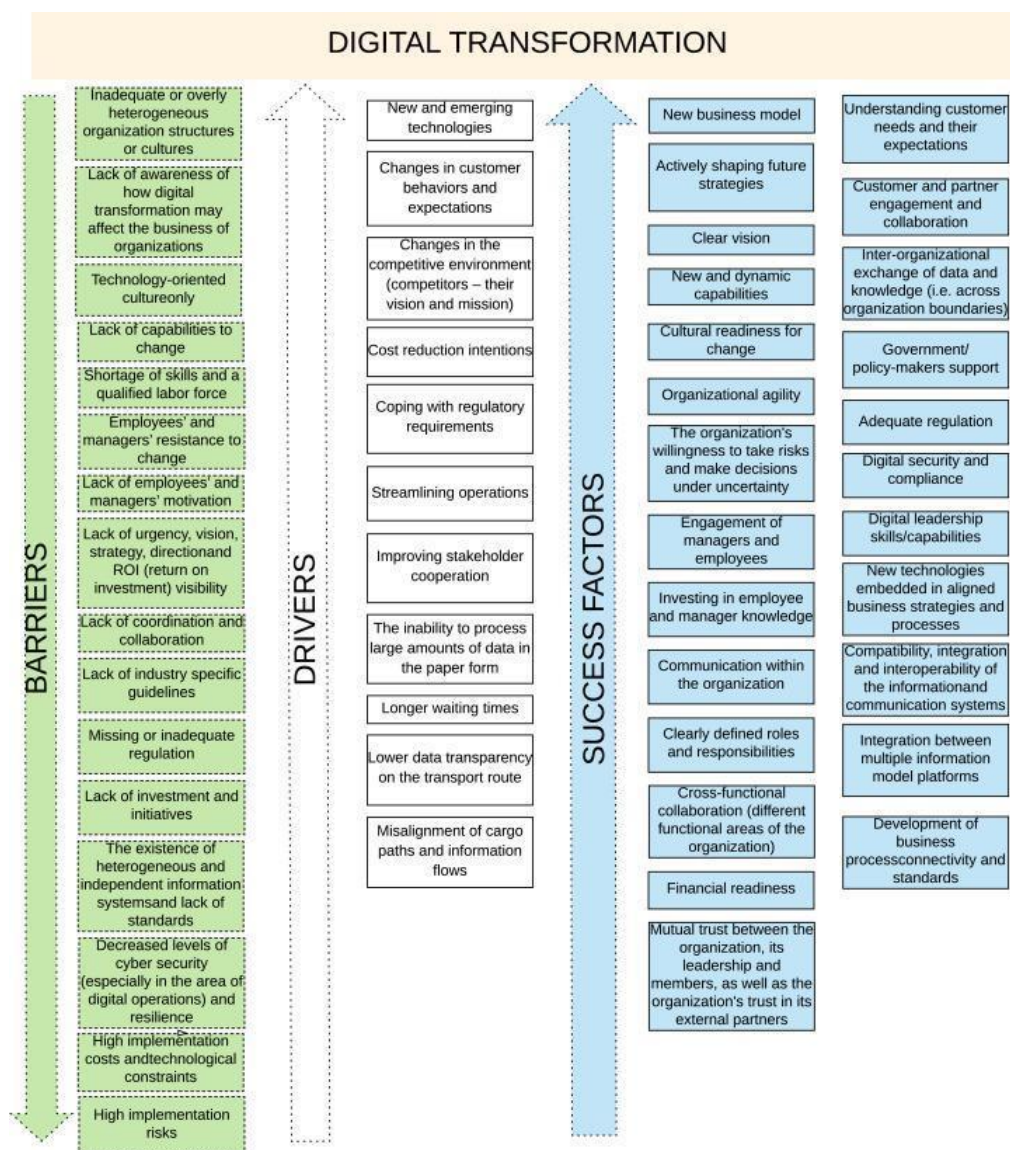
Blokovno verigo je mogoče uporabiti kot pregledno shrambo podatkov, s čimer se prepreči izguba kritičnih zapisov. Odprtost, ki jo zagotavljajo distribuirane knjige transakcij v avtomobilskem sektorju, lahko pomaga zagotoviti, da imajo proizvodnja, ladijski promet in dobavitelji vpogled v isto dobavno verigo, zaradi česar je namestitev ponarejenih sestavnih delov skorajda nemogoča. Poleg tega bi lahko številne blokovne verige uporabili za upravljanje ogromnih količin podatkov, ki jih vsakodnevno ustvarijo in nadzorujejo proizvajalci in distributerji avtomobilov - ena blokovna veriga bi lahko vključevala ladijske nakladnice sestavnih delov vozila, druga bi lahko vsebovala zapise o pregledu kakovosti, ustvarjene med proizvodnim postopkom, še ena pa bi lahko hranila podatke o proizvodih v delu (WIP) za posamezno montažno linijo od začetka do konca.

Pametne pogodbe je mogoče vključiti tudi v proizvodne blokovne verige za samodejno izdajo prodajnih nalogov v določenih fazah proizvodnega postopka. Pogodbe bi lahko bile samodejno dodeljene ponudniku z največjo razpoložljivo zalogo, s čimer bi se izboljšale dobavne verige.

4.1.1.2 Specificnost trendov digitalizacije v navtični industriji

Le malo akterjev v sektorju pomorskega prometa meni, da je digitalizacija že bistveno spremenila njihovo poslovanje, medtem ko podjetja na področju visokotehnološkega in javnega transporta že opažajo večje spremembe zaradi pritiska digitalizacije.

V pomorskem prometu so bile opredeljene ovire, spodbude in dejavnike uspešnosti digitalne preobrazbe v sektorju pomorskega prometa, kot je prikazano na sliki 10.



Slika 9 Ovire, spodbude in dejavniki uspešnosti digitalne preobrazbe v sektorju pomorskega prometa

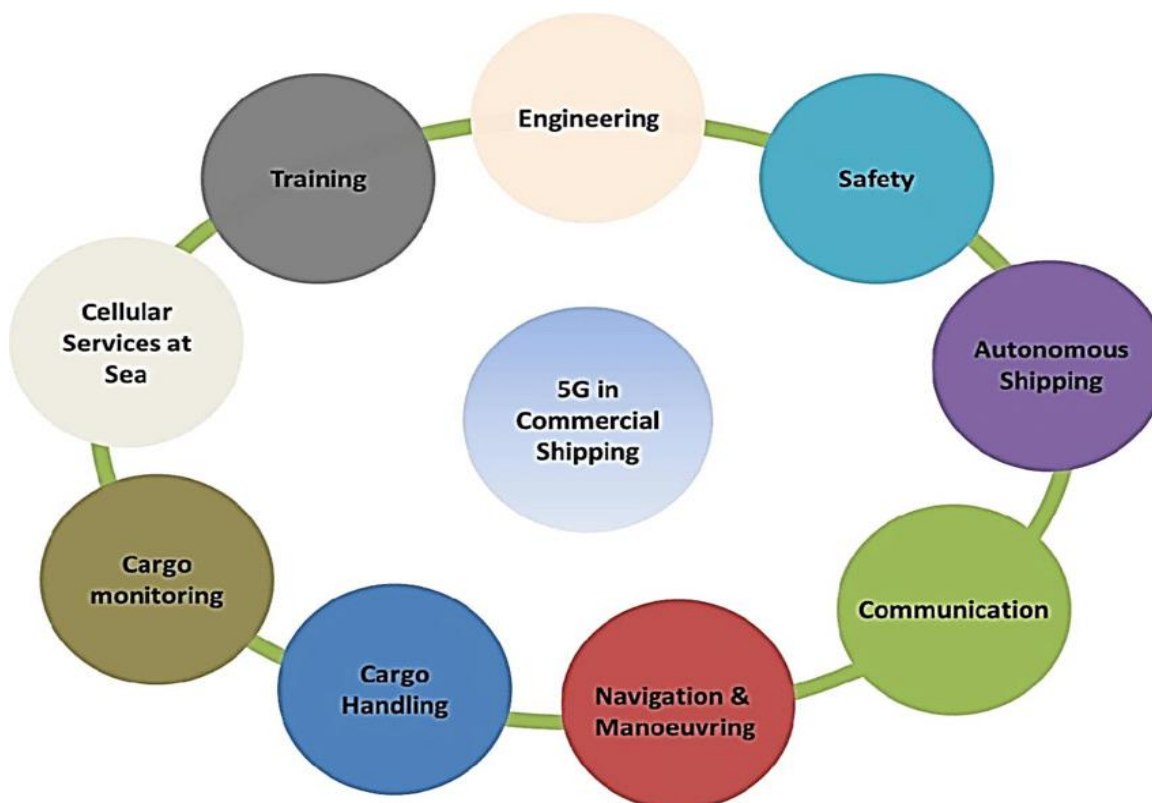
Velepodatki se uporabljajo za upravljanje ladijskih senzorjev ter napovedno analizo, ki je potrebna za preprečevanje zamud in izboljšanje splošne operativne učinkovitosti industrije. V sektorju ladijskega prometa je ustrezno sledenje tovora bistveno za zagotovitev potrebne varnosti in zaupnosti. Prek podatkov, pridobljenih z ustreznim sledenjem pošiljk v obdobju več let, je mogoče prejeti informacije o vzrokih za izgube plovil na morju, izgubah zabojnikov znotraj ali zunaj terminalov ali skladišč ter drugih težavah v zvezi z odpremo (npr. razlogih za poškodbe blaga). Te velepodatke za sektor ladijskega prometa je mogoče uporabiti pri sprejemanju odločitev v prihodnosti, in sicer za predvidevanje in preprečevanje težav, ki povzročajo stroške, ter ustvarjanje zanesljivejših možnosti za dostavo tovora. Povpraševanje po prevozu blaga in s tem povezana logistična podpora se bosta še naprej povečevala. Sčasoma se bo zaradi tega povečala potreba po optimizaciji časa in povečanju dobičkonosnosti, da bi zagotovili najdonosnejše dostavne postopke. Z uporabo naprednih tehnik obdelave podatkov bo dostava blaga postala učinkovitejša. Izboljšane storitve prevoza bodo prispevale k splošnemu povečanju mednarodne trgovine. V naslednji tabeli so prikazani posnetki uporabe velepodatkov v pomorski industriji:

Role	Function	Example of application
Ship Operator	Operator	Energy saving operation
	Fleet Planning	Fleet allocation Service planning
Ship owner	New building	Design Optimization
	Technical Management	Safe operation Hull and Propeller cleaning

Čeprav je satelit še vedno bistven za komunikacijo na odprtem morju, je lahko počasen in drag, zlasti v luči hitrega razvoja pomorskih aplikacij, ki zahtevajo vedno več podatkov. Zaradi te potrebe ladje in druga morska plovila vidijo povezljivost **LTE/5G** kot nizkocenovno, hitro alternativo v bližini obale.

Ključne prednosti tehnologije LTE/5G za pomorsko industrijo: [14]

- znatno nižji stroški prenosa podatkov,
- večje hitrosti in izboljšana zanesljivost,
- prožnejša komunikacija,
- večja zanesljivost za nove aplikacije in integracija interneta stvari,
- izboljšana brezžična povezava Wi-Fi za posadko in potnike.



Slika 10 Področja uporabe tehnologije 5G v trgovskem ladijskem prometu³

Kibernetska varnost je zelo pomembna in v prihodnosti se bodo tem področju pojavljale številne nove pomanjkljivosti, prek katerih bodo lahko hekerji izvedli napad, če sistemi ne bodo ustrezno zaščiteni. Pričakuje se, da se bodo izzivi na področju kibernetske varnosti še povečali, saj bodo avtonomne ladje pomemben del pomorstva v prihodnosti, zaradi česar bo odvisnost od medsebojno povezanih informacijskih sistemov še očitnejša. Pomorska industrija je dokazala, da ni niti imuna na kibernetske napade niti povsem pripravljena na obvladovanje tveganj, povezanih z uporabo nekaterih zastarelih ali sodobnih digitalnih sistemov. Glede na vpliv digitalnih tehnologij so za ohranitev sposobnosti za plovbo potrebne trdna politika/strategije za kibernetsko varnost, kibernetsko varna pomorska tehnologija, spremenjena miselnost

ter nove zavarovalne ponudbe, ki posebej obravnavajo pomorska kibernetiska tveganja. Uporaba več konstelacij globalnih satelitskih navigacijskih sistemov (javnih in zasebnih), inteligentna obdelava na strani sprejemnika ter šifrirani signali bodo kmalu zagotovili izboljšano zaščito pred motnjami in potvarjanjem signalov [15].

Povečana uporaba digitalnih rešitev v sektorju pomorskega prometa prinaša skrito grožnjo v kibernetiski prostor. Pristanišča in ladje - dva najpomembnejša dela dobavne verige - so zaradi kompleksnega operativnega okolja ranljivi za kibernetiske napade. Tako ladje kot pristanišča imajo sisteme IT in OT različnih neodvisnih ponudnikov, ki v večini primerov zahtevajo oddaljen dostop, s čimer se povečuje pogostost kibernetiskih napadov. Zato morajo deležniki v pomorskem prometu nemudoma ukrepati, da bi ublažili kibernetisko tveganje.

Storitve v oblaku so potencialno koristne v vsaki situaciji, kjer široko razpršeni udeleženci potrebujejo dostop do skupnih informacij in virov - tudi v pomorski industriji. Za platforme v oblaku sta upravljanje ladij, vključno z nabavo in oskrbovanjem z gorivom, pripravo posadke in usposabljanjem, ter optimizacija delovanja jasni ciljni področji. Medtem ko pomorska industrija prehaja na digitalne rešitve, imajo storitve v oblaku vedno pomembnejšo vlogo. S tem ko ladje in pristanišča uvajajo tehnologije interneta stvari, platforme v oblaku postajajo ključne za njihovo spremljanje in upravljanje. Vse od sestavnih delov motorja, pa do ladijskih zabojnikov - oddaljeni dostop do senzorjev interneta stvari omogoča tehnikom, upravljavcem ladij in načrtovalcem tovora, da sodelujejo in se odločajo na podlagi podatkov v realnem času.

Pametnejše ladje, avtomatizirani postopki, proaktivno vzdrževanje, izboljšana varnost in boljša vidljivost v celotni dobavni verigi so pogoji za izpolnjevanje vedno večjih zahtev po produktivnosti, dobičkonosnosti in stroškovni učinkovitosti, pri čemer je velik del tega pomembnega napredka neposredna posledica uvedbe industrijskega interneta stvari (IIoT) ob prehodu v novo tisočletje. Industrijski internet stvari od leta 2002 izkorišča tehnologijo v oblaku za selitev shranjevanja in obdelave vedno večje količine podatkov iz centraliziranih računalniških vozlišč v oblak.

Najnovejša tehnologija industrijskega interneta stvari - robno računalništvo - gre pri decentralizaciji še korak dlje. Od napredka in razvoja na področju industrijskega interneta stvari imajo lahko korist vse panoge, vendar je robno računalništvo zaradi očitnih izzivov v zvezi s povezljivostjo in pasovno širino še posebno zanimivo za pomorski sektor. Med prečkanjem odprtega morja je lahko omrežna povezljivost oziroma pokritost nestabilna in nezanesljiva, pasovna širina pa majhna. Vedno več avtomatiziranih sistemov, strojev in naprav se zanaša na obdelavo podatkov v realnem času, zaradi česar lahko nezmožnost prenosa teh podatkov v oblak za namene obdelave močno vpliva na delovanje v smislu produktivnosti, učinkovitosti in dobičkonosnosti. Še pomembneje je, da lahko vpliva na varnost in zaščito osebja na krovu plovila, saj so težki delovni stroji odvisni od avtomatiziranih sprožilcev alarmov in izklopnih stikal za preprečevanje morebitnih hudih nezgod in nesreč.

Kvantno računalništvo je primerno za uporabo v skoraj vsaki panogi. Kvantni računalniki bi na primer lahko bili rešitev za izzive usmerjanja v realnem času, med drugim z uporabo podatkov v živo iz povezanih vozil, zabojnikov in paketov, cest in železnic, skladišč, sistemov prodajnih mest ter vremenskih satelitov. Podjetje ExxonMobil raziskuje, kako z uporabo kvantnih računalnikov optimizirati poti za svetovno pomorsko ladjevje z več kot 50.000 trgovskimi ladjami, od katerih vsaka prevaža do 200.000 zabojnikov [16].

Tehnologija veriženja podatkovnih blokov je močno vplivala na ladijsko industrijo, pri čemer številne ladijske družbe z veseljem pričakujejo bolj nemoten pretok informacij v različnih kategorijah poslov ter hitrejša in učinkovitejša pisarniške postopke, povezane s trgovino. V pomorskem sektorju [17] blokovna veriga olajša iskanje zabojnikov. Prikazuje status carinske dokumentacije, pomorskih tovornih listov in drugih dokumentov. S povezovanjem vseh postopkov in partnerjev v transportnem procesu izboljšuje delo in organizacijo dejavnosti, znižuje operativne stroške in olajšuje spremljanje. Glede na število vpletenih strani in sedanjo odvisnost od dokumentov v papirni obliki se zdi, da lahko sektor ladijskega prometa z uporabo tehnologije veriženja podatkovnih blokov veliko pridobi. Če je strošek trgovinske dokumentacije ocenjen na petino stroškov prevoza, se zaradi prihranka, ki ga je mogoče doseči, uporaba tehnologije veriženja podatkovnih blokov že sama po sebi izplača, čeprav seveda obstajajo vnaprejšnji stroški vzpostavitve in izvajanja. S tehnologijo veriženja podatkovnih blokov bi lahko povečali tudi učinkovitost, pri čemer bi lahko vse udeležene strani sledile pošiljki v realnem času, ter varno zmanjšali tveganje (in stroške) s samodejnim (in varnim) izdajanjem in sledenjem potrebne odpredne, finančne in celo zavarovalne dokumentacije. Zaradi povečane sprejemljivosti e-nakladnic postanejo prednosti za ladijski promet še očitnejše. Za sektor ladijskega prometa obstajajo resnične priložnosti, če je sposoben uporabljati tehnologijo veriženja podatkovnih blokov v dovolj velikem obsegu in v zadostnem številu organizacij, ki so vključene v industrijo. Z obsežno uporabo se zmanjša število postopkov in ovir ter znižajo stroški. Posledično bi lahko bil ladijski promet ekonomsko boljša možnost za več pošiljk, zaradi česar bi se lahko povpraševanje v industriji povečalo za do 15 %.

Uporaba umetne inteligence [18] kot orodja za učenje iz preteklosti in pomoč pri izboljšanju sprejemanja odločitev za prihodnost je eden najpomembnejših prispevkov tehnologije. Nekatere druge prednosti v sektorju ladijskega prometa so varnost (umetna inteligenca se lahko uporablja za odkrivanje groženj, preprečevanje nesreč in drugih zlonamernih dejavnosti), avtomatizacija (tehnologija umetne inteligence in strojnega učenja bo pomagala pri analizi preteklih podatkov, kar bo v pomoč pri sprejemanju pravih odločitev, kot so sezona ladijskega prometa, vzorci poti, vreme itd.); avtomatizacija bo pripomogla k dobrim prilagoditvam brez večjih kompromisov, saj postopek omogoča prepoznavanje težav, še preden do njih pride), sprejemanje odločitev (umetna inteligenca lahko analizira nize velepodatkov in pretekle podatke, zato bodo odločitve temeljile na podatkih in ne na hipotezah), optimizacija poti (s pomočjo preteklih podatkov lahko umetna inteligenca izračuna in napove vreme, najkrajšo in najhitrejšo pot, porabo goriva, ovire, zakonitosti itd. ter ustvari optimizacijski model, ki bo določil najbolj učinkovito in trajnostno pot) ter učinkovitost.

4.1.1.3 Specifičnost trendov digitalizacije v letalski in vesoljski industriji

Letalska in vesoljska industrija je vodilna pri sprejemanju digitalizacije. Številna podjetja sprejemajo industrijo 4.0 kot strateško prednost, ki izboljšuje produktivnost in učinkovitost. Tehnologija 5G je pomembno orodje za podporo povezljivosti industrije 4.0, ki omogoča komunikacijo med senzorji, napravami in stroji v internetu stvari.

Pandemija je močno prizadela globalne industrijske dobavne verige in letalsko industrijo. Organizacije v industriji in proizvodnji doživljajo velike pritiske na osebje, proizvodnjo ter distribucijo izdelkov in delov. Letalske družbe se soočajo s finančnimi pritiski zaradi zmanjšane števila potovanj po vsem svetu in spreminjajočih se predpisov, kar spodbuja potrebo po inovacijah na vseh področjih, od tovarniških procesov do letov. Organizacije so se začele s temi izzivi spopadati z novo dobo digitalne vitke proizvodnje.

Letalska in vesoljska industrija je pripravljena izkoristiti izjemno zmožnost velepodatkov in strojnega učenja za reševanje večciljnih, omejenih optimizacijskih težav, ki se pojavljajo pri načrtovanju in proizvodnji zrakoplovov. Metode v vzponu na področju strojnega učenja lahko dejansko razumemo kot optimizacijske tehnike, ki temeljijo na podatkih ter so idealne za visoko dimenzionalne, nekonveksne in omejene optimizacijske težave, ki vključujejo več ciljev, in se z vedno večjimi količinami podatkov še izboljšajo.

Vsaka faza sodobne proizvodnje v letalskem in vesoljskem sektorju je podatkovno intenzivna, vključno s proizvodnjo, preizkušanjem in servisom. Letalo Boeing 787 vključuje 2,3 milijona delov, pridobljenih iz vsega sveta in sestavljenih v izjemno kompleksnem in prepletenem proizvodnem procesu, pri čemer nastanejo ogromne količine večmodalnih podatkov, ki izhajajo iz dnevnikov dobavne verige, snemalnih naprav v tovarni, pregledov in opomb inženirjev, napisanih na roko. Po sestavljanju bodo med enim samim preizkusom letenja zbrani podatki o obremenitvi, tlaku, temperaturi in pospešku ter video vsebine iz 200.000 večmodalnih senzorjev, vključno z asinhronimi signali digitalnih in analognih senzorjev. Letalo med letom ustvari ogromno količino podatkov v realnem času, ki se zbirajo, prenašajo in obdelujejo prek približno 112 kilometrov kablov in 18 milijonov vrstic kode samo za letalsko elektroniko in sisteme za krmarjenje leta. Velepodatki so zdaj torej realnost v sodobnem letalskem in vesoljskem inženirstvu in to področje je zrelo za napredno analitiko podatkov s strojnimi učenjem.

Tehnologija 5G bi lahko bila sredstvo za izmenjavo informacij med zračnim prometom, zračnimi električnimi taksiji, droni in ponudniki brezžičnega omrežja, kar bi omogočilo sisteme za upravljanje prometa brez posadke. S sedanjimi sistemi je zelo težko izdelati vgrajeni sistem za preprečevanje trčenja, ki bi izpolnjeval predpise zunaj vidnega polja upravljavca, brez dragega zemeljskega radarja ali vključitve vizualnih opazovalcev. Pasovna širina in zanesljivost omrežij 5G bi omogočili enostavno izdelavo takih sistemov.

Za zagotovitev kibernetske odpornosti morajo organizacije vključiti varnost v vse svoje dejavnosti - in vsako novost, ki jo načrtujejo - ter obenem zagotoviti, da tudi njihovi partnerji in dobavitelji izpolnjujejo ustrezne zahteve v zvezi z varnostjo. Letalski sektor mora tako kot druge industrije spoštovati varnost svojih potnikov in zaposlenih. Kibernetski napad bi lahko hitro povzročil velike izgube človeških življenj in izjemno

katastrofo, kar bi lahko okrnilo zaupanje v posamezno podjetje ter imelo kaskadne in zelo resne učinke na celotno industrijo.

Pomen računalništva v oblaku se je v zadnjih letih močno okreplil. To je omogočilo uporabo skupne infrastrukture IT in storitev za ustvarjanje prilagodljivega in nadgradljivega okolja IT na zahtevo. Računalništvo v oblaku uporabnikom zagotavlja pristop k uporabi informacijske tehnologije, ki je v primerjavi s tradicionalno informacijsko tehnologijo bistveno bolj prilagodljiv, gospodaren z viri in stroškovno učinkovit. Če v zadnjih 10 letih ne bi bilo naložb v oblak, bi se zaradi obsežnega prehoda na delo od doma v času pandemije COVID-19 dejavnosti v podjetjih povsem ustavile. Eden ključnih trendov, ki se je oblikoval v zadnjih nekaj letih in ki ga je pospešila pandemija COVID-19, je prehod z linearne dobavne verige (postopen razvoj, ki zajema načrtovanje delov za letalske in vesoljske zrakoplove, nabavo, izdelavo in dostavo) na dinamično, medsebojno povezano digitalno dobavno omrežje (DSN), ki ga podpirajo rešitve v oblaku. Glavna prednost digitalnega dobavnega omrežja je, da vključuje informacije različnih partnerjev v ekosistemu (glede šestih milijonov delov ali več, ki sestavljajo zrakoplov), s čimer se ustvari navidezno okolje, ki odraža fizično okolje ter pomaga spodbujati informirano proizvodnjo in distribucijo. Rezultat je prožnejša vrednostna veriga, ki se lahko prilagaja spremembam v zasnovi izdelkov in stopnjah proizvodnje ter je na splošno bolj pripravljena na prihodnje nepredvidene dogodke.

Letalske družbe imajo številne procese, usmerjene v stranke, pri katerih lahko z zmogljivimi digitalnimi rešitvami izboljšajo tako postopke kot uporabniško izkušnjo. Na obstoječih rešitvah v oblaku temelji vse, od digitalnih rešitev za rezervacije letov do upravljanja vozovnic in vstopnih kuponov v lokalnih in globalnih mrežah letov. Vendar imajo številna podjetja v letalskem sektorju še vedno težave z optimizacijo uporabniške izkušnje na letališču ter upravljanjem obsežne mreže letal, tovora in osebja, ki je potrebno za upravljanje posameznega leta.

Eno od področij, kjer je lahko vpliv na uporabniško izkušnjo negativen, so zamude letov. Tukaj lahko rešitve v oblaku prispevajo k boljšemu upravljanju vzdrževanja letal (ljudje in deli), s čimer se zmanjša eden najpogostejših vzrokov za zamude letov. Kadar ima letalo na primer zamudo pri izhodu, lahko letalska družba s pomočjo omrežja *mobilna naprava-internet stvari-rob-oblak* diagnosticira težave s strojno opremo, tako da uporabi senzorje, o tem obvesti najbližjo vzdrževalno ekipo glede na njeno mobilno lokacijo in bližino letala ter sledi podatkom v zvezi z dogodkom, na podlagi česar lahko predvidi prihodnje potrebe glede vzdrževanja. Letalska družba bi tako lahko imela koristi od racionaliziranih postopkov, krajših zamud in dragocenih podatkov za nadaljnje analize. Tukaj obstaja velik poslovni potencial - povprečna enourna zamuda naj bi letalsko družbo stala 600 USD na minuto in podatki kažejo, da so zamude v letu 2019 letalskim družbam povzročile skupne stroške v višini 8,3 milijarde USD, zaradi česar je to poslovna težava, vredna več milijard dolarjev.

Tretje področje, na katerem ima lahko letalska in vesoljska industrija korist od infrastrukture računalništva v oblaku in robnega računalništva, je mobilnost, kjer se spodbuja razvoj omrežij prevoza in povezanih „pametnih“ vozil. Letalske družbe se soočajo s številnimi izzivi, pri katerih bi bila zelo koristna možnost uporabe povezane strojne opreme za komunikacijo kot mehanizem znanja. Pri tem bi lahko uporabili isti

koncept, kot se uporablja za izdelavo povezanega kolesa ali avtonomnega vozila. Letalske družbe bi lahko s pomočjo robnega računalništva obdelale ključne podatke blizu njihovega vira, računalništvo v oblaku pa uporabile za podporo analizi v ozadju in ustvarjanje repozitorija preteklih podatkov.

S pomočjo umetne inteligence lahko podjetja v letalski in vesoljski industriji racionalizirajo proizvodnjo ter odpravijo težave z varnostjo. Sistemi umetne inteligence lahko analizirajo vnose iz različnih sredstev in obdelajo ogromne količine podatkov hitreje, kot je to možno narediti ročno.

Glavna področja uporabe umetne inteligence v letalski in vesoljski industriji:

1. Pametno vzdrževanje
2. Večja učinkovitost goriv
3. Izboljšana uporabniška izkušnja
4. Usposabljanje

Letalski in vesoljski sektor zaradi dolgih regulativnih ciklov že od nekdaj težko sledi najnovejšim tehnološkim trendom. Glavni zadržek v zvezi s tem je dejstvo, da morajo biti algoritmi zelo inteligentni in zanesljivi.

Čeprav bi kvantno strojno učenje lahko kmalu ponudilo poslovne koristi na številnih področjih, vključno z avtonomnimi vozili in napovedovanjem vremena, pa bi lahko kvantni računalniki v prihodnosti na področju umetne inteligence naredili še korak dlje.

Blokovna veriga lahko zabeleži vsak trenutek, ko je posamezni del nameščen ali odstranjen z letala. Zajame lahko tudi podatek o tem, kako dolgo je bil v uporabi del, ki se menjuje, ter identiteto, lokacijo in poverilnice tehnika, ki izvaja popravilo.

To je podobno, kot če bi imeli digitalni rojstni list za vsak del, ki je posodobljen ob vsakem servisiranju oziroma pregledu letala. Te rojstne liste je mogoče združiti v t. i. digitalni dvojček letala, ki zagotavlja posnetek njegovega stanja v realnem času od trenutka, ko zapusti montažno linijo, do vrnitve najemodajalcu oziroma umika iz flote.

Natančnejši vpogled v konfiguracijo in zgodovino vzdrževanja letala bi lahko:

- pomagal zmanjšati stroške in izgube, povezane z izpadi delovanja in nenačrtovanim vzdrževanjem,
- povečal vrednost letal na sekundarnem trgu in ob koncu najemov
- ter izboljšal produktivnost delavcev.

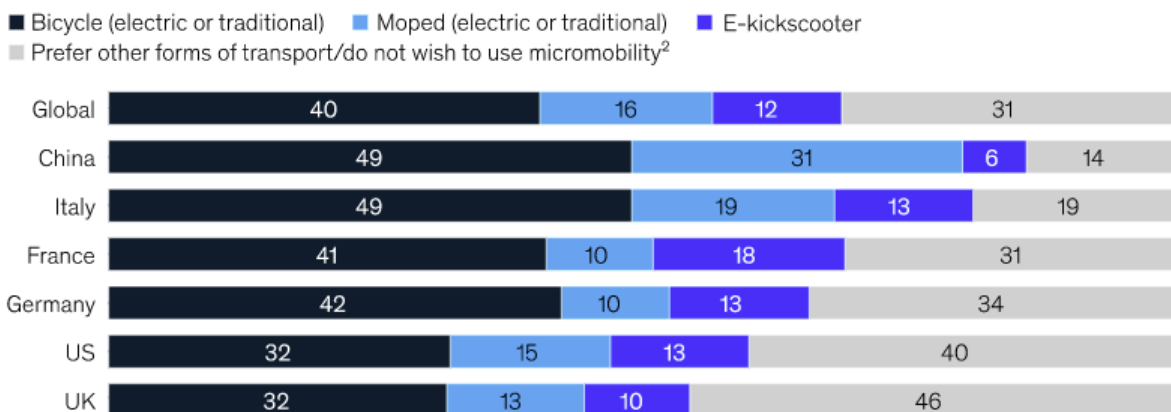
4.1.1.4 Specifičnost trendov digitalizacije v industriji mehke mobilnosti

Kljub upočasnitvi mobilnosti med vrhuncem pandemije COVID-19 je uporaba sredstev mehke mobilnosti oziroma mikromobilnosti, kot so električni skiroji in kolesa, v večjih mestih po svetu skokovito narasla. Od leta 2019 se je število uvedb električnih skirojev, električnih koles in električnih mopedov skupne mobilnosti v Evropi potrojilo, saj vse več mest odkriva, da so lahka električna vozila (LEV) koristna za varnost in trajnostnost. Anketiranci v anketi potrošnikov o lastništvu prevoznih sredstev za mobilnost, ki jo je

julija 2021 izvedla organizacija McKinsey Center for Future Mobility, so bili navdušeni nad idejo, da bi se v službo vozili s kolesom, mopedom ali električnim skirojem. Skoraj 70 % jih je navedlo, da so pripravljeni uporabljati prevozna sredstva za mikromobilnost za dnevne migracije.

Naprave za mikromobilnost so lahko v zasebni lasti, pogosto pa so to prevozna sredstva za skupno rabo, ki jih vzdržuje občinska uprava ali zasebni subjekt. Zato je treba pri razpravi o tehnoloških trendih na področju mikromobilnosti upoštevati tudi vlogo platform, ki so ključne pri zagotavljanju dostopnosti do različnih vrst prevoznih sredstev za mikromobilnost.

Preferred micromobility vehicle for commuting, by country, % of respondents¹



¹ Question: "What type of micromobility vehicle would you prefer for your daily commute trips?" If respondents selected a type of micromobility vehicle, it was inferred that they were willing to use this form of transport for commuting. The survey included more than 6,000 respondents aged 18 to 65 who used mobility options at least once a day. Figures may not sum to 100%, because of rounding.

² Other forms of transport included walking or riding in a private car.

 Source: McKinsey Mobility Ownership Consumer Survey, July 2021

Slika 11 Prednostno prevozno sredstvo za mikromobilnost pri dnevni migraciji (po državah)

Te ugotovitve nakazujejo, da bi lahko ob odpravi omejitev zaradi pandemije in ponovnem odprtju pisarn vedno več delavcev izbralo manjše, okolju prijaznejše oblike prevoza.

Za prihodnost industrije mehke mobilnosti v različnih dimenzijah so najpomembnejši podatki.

Na prvem mestu je vloga podatkov pri spremljanju varnosti. Ključna prednostna naloga vseh organov prevoza je varnost. Več dvomov in pomislekov je v primeru mehke mobilnosti, zato podjetja poskušajo najti načine, kako zagotoviti varnost na tem področju. Dolgo se je napredek osredotočal na strojno opremo (npr. povečanje premera koles in medosne razdalje, posodobitev zavornih sistemov ter dodajanje odsevnikov, slišnih zvokov in smernikov). Vendar se veliko število prijavljenih nesreč zgodi med uporabnikovo prvo vožnjo. To pomeni, da sledijo inovacije na področju programske opreme (npr. uporaba podatkov za spremljanje varnosti vožnje posameznikov in usposabljanje za varno vožnjo). Ni torej treba posebej poudarjati, da se z boljšim razumevanjem informacij o trkih poveča verjetnost, da jih preprečimo.

Povezljivost je ključ do mobilnosti v prihodnosti. Uporabniki bodo na primer prek aplikacije v pametnem telefonu lahko najeli električni skiro - podobno, kot poteka izposoja koles v mestnih središčih. Zato

uporabniki potrebujejo močno in zanesljivo mobilno povezavo, če naj vedo, kje najti njim najbližji električni skiro in kje ga pustiti, ko ga ne potrebujejo več. Operaterji omrežij se bodo pri določanju lokacije npr. električnih skirojev, njihovem sledenju in zagotavljanju pravilne uporabe ter odzivanju na zahteve za polnjenje baterije prav tako zanašali na visokokakovostno povezljivost.

Na splošno je mogoče s pomočjo podatkov, prenesenih prek mobilnih omrežij, prepoznati bolj prometne poti in omogočiti operaterjem ali mestnim svetom sprejemanje odločitev na podlagi podatkov ter ustrezno odzivanje na ponudbo in povpraševanje.

Velika odvisnost mehke mobilnosti od podatkov pomeni, da se poveča tudi potreba po kibernetiski varnosti, še zlasti, ker se ti načini prevoza pogosto zagotavljajo prek različnih platform. To pomeni, da je treba podobno kot v drugih platformah prevoza tudi v teh platformah uvesti prilagojene rešitve za kibernetisko varnost, ki se prilagodijo specifičnim potrebam posamezne platforme. Rešitve za kibernetisko varnost so prepogosto na voljo v obliki, ki naj bi ustrezala vsem, pri čemer pa niso upoštevane posebnosti posameznih tranzitnih sistemov, kar jih izpostavlja večjemu tveganju. Zato je potrebna učinkovita rešitev za kibernetisko varnost, ki združuje opozorila v realnem času in nenehno spremljanje vseh dejavnosti. Takšne težave bi morale biti mogoče odpraviti tudi s stalnim odkrivanjem morebitnih groženj in njihovo takojšnjo obravnavo. Operaterji, ki niso dobro seznanjeni s kibernetisko varnostjo, bi prav tako morali imeti možnost pregleda opozoril in sprejetja potrebnih ukrepov v nujnih primerih.

Podatki imajo pomembno vlogo pri analizi vloge mehke mobilnosti tako z ekonomskega kot trajnostnega vidika. Na področju upravljanja podatkov se uporabljajo platforme računalništva v oblaku, in sicer za upravljanje podatkovnih skladišč in podatkovnih jezer. Z analizo in preslikavo shranjenih podatkov lahko lokalna skupnost (npr. mestni svet) sprejema različne odločitve bodisi na področju oblikovanja politik ali zgolj glede spremljanja ravnanja ponudnika storitev. S sledenjem lokacij uporabe skirojev in njihovega števila je mogoče na primer poskrbeti za to, da podjetja ne zagotavljajo večjega števila prevoznih sredstev v mestu, kot je dovoljeno. Uveljaviti je mogoče tudi zahteve glede pravičnosti, s čimer se prebivalcem vseh sosesk, tako bogatim kot revnim, zagotovi dostop do teh naprav. Načrtovalci lahko izmerijo vpliv izboljšav v prevozu, kot so zaščitene kolesarske steze, ki jih uporabniki električnih skirojev (ki se pogosto vozijo brez čelad) očitno raje uporabljajo.

Če rešitve za mikromobilnost vključujejo tehnologijo robnega računalništva in naprave interneta stvari, jim je mogoče natančno slediti in jih upravljati. Podjetja, ki se ukvarjajo z mikromobilnostjo, na primer uporabljajo robno računalništvo kot pristop, pri katerem se obdelava podatkov izvaja bližje lokaciji, s čimer se zmanjša zakasnitev.

Zaradi omejitev klasičnega računalništva je kvantno računalništvo prevzelo osrednjo vlogo na področju obdelave velike količine podatkov pri visoki hitrosti. To je zlasti pomembno za prihodnost mikromobilnosti, saj sta njen obstoj in prihodnost odvisna od podatkov, ter za odpravljanje kompleksnih težav, pri katerih sta potrebni večja računalniška moč in hitrejša obdelava. Kvantno računalništvo je tudi pot do inovacij in inovativnih rezultatov na področju mikromobilnosti, ki lahko omogočijo urbano mobilnost brez emisij, ki je inteligentno premišljena za večjo trajnostnost v mestnem prometu.

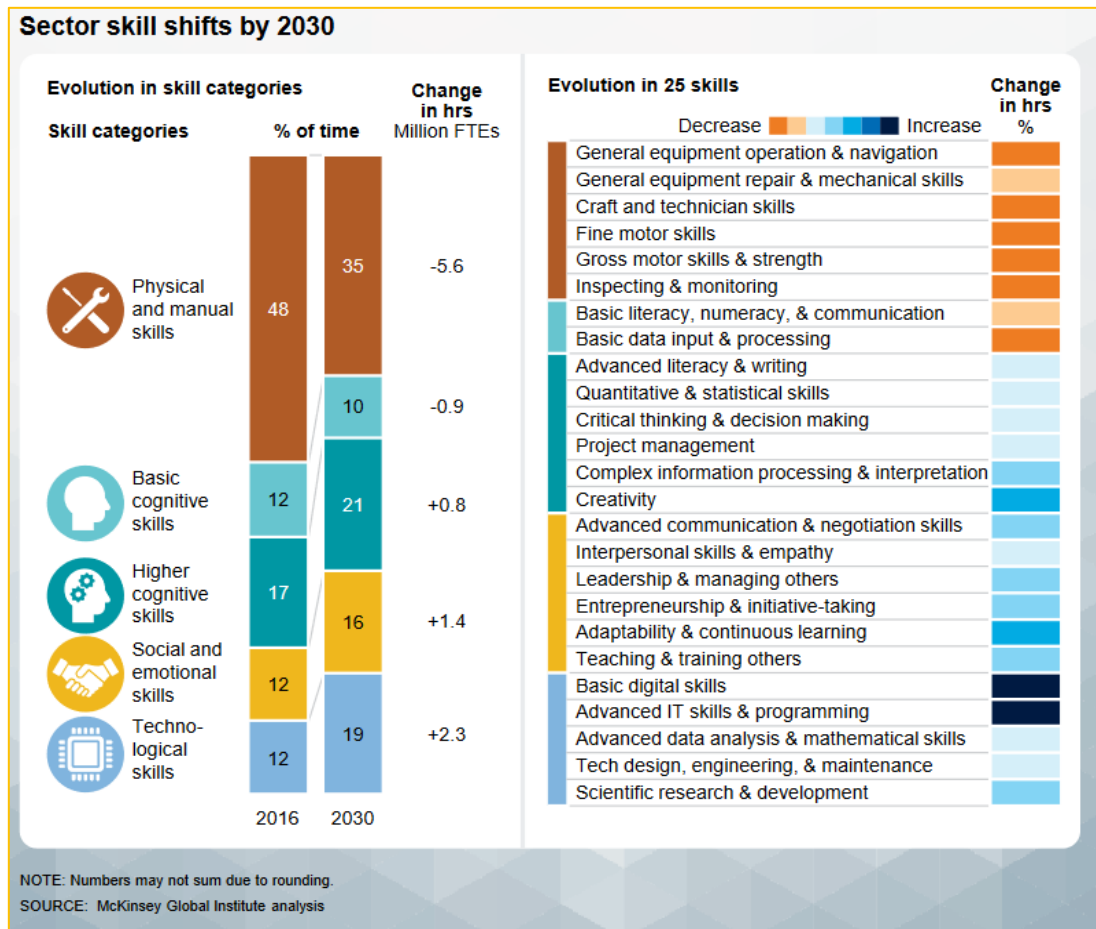
Industrijsko veriženje podatkovnih blokov bo vplivalo na prihodnost mikromobilnosti, zlasti z vidika „skupne mobilnosti“. Z boljšo sledljivostjo in preglednostjo informacij naj bi tehnologija veriženja podatkovnih blokov okrepila zaupanje in sodelovanje med podjetji, potrošniki in celo vozili, kar lahko pripomore k spodbujanju različnih storitev mobilnosti v avtomobilski industriji. Tehnologija veriženja podatkovnih blokov bo spodbudila zlasti vzpon modelov medsebojne izmenjave, saj omogoča varnejše in učinkovitejše transakcije med več stranmi. Vendar je ta tehnologija zaenkrat še v povojih. Da bi lahko v celoti izkoristili njen potencial, bo potreben večji ekosistem storitev, ki temeljijo na podatkovnih blokih (npr. voziško dovoljenje ali načrti zavarovanja, ki temeljijo na podatkovnih blokih). Potrebo po zaupanju bi do neke mere odpravilo tudi sodelovanje med več deležniki.

Mikromobilnost je trenutno v začetni fazi, zato je upravljanje voznega parka koles in skirojev, ki so v lasti ponudnikov storitev, zelo pomembno. Na podlagi zapletov v mestnih središčih in naraščajočega prebivalstva je razpoložljivost prevoznega sredstva ob pravem času in na pravi lokaciji pomemben vidik storitve mikromobilnosti. Za to je potrebna analiza podatkov ob sodelovanju s strokovnjaki za mikromobilnost, ki bi imeli podroben vpogled v aktualno stanje zastojev v urbanih mestih. Zlasti metode strojnega učenja bodo koristne pri modeliranju izbire načina potovanja v okviru skupne mikromobilnosti ter pri analizi pomembnih dejavnikov vpliva v času in prostoru.

4.1.2 Potrebne spretnosti in znanje za uspešno uvedbo ter uporabo digitalizacije v proizvodnem sektorju

Digitalna preobrazba v industriji se navezuje na inovativne in prehodne rešitve, usmerjene v nove poslovne modele in tokove prihodkov. Toda tovrstna preobrazba ni omejena na programske in strojne rešitve, temveč predstavlja kulturo sprememb, ki je vključena v vsa delovna področja, in preobrazbo v načinu vodenja različnih skupin. Le tako je lahko digitalizacija resnično koristna za proizvodnjo podjetja.

Spremembe v spretnostih delovne sile niso nič novega. Zaradi hitrih sprememb na področju IKT in v podobnih panogah je ključ do uspeha razvoj zmogljivosti za odzivanje na spremembe, skoraj še preden se zgodijo. Z vsako industrijsko revolucijo se vloga strojev in delavcev preoblikuje, zaradi česar se spremenijo zahteve po spretnostih. Zdaj se delovno okolje spet spreminja zaradi novih tehnologij, ki jih je treba sprejeti zaradi sledenja trendom na področju industrije 4.0 ter digitalne in zelene preobrazbe, pa tudi spoprijemanja s pandemijo COVID-19. Po podatkih iz študije „The Future of Jobs 2020“, ki je bila izvedena po prvem valu epidemije COVID-19, se ocenjuje, da bi do leta 2025 približno 40 % zaposlenih potrebovalo prekvalifikacijo, ki bi trajala do 6 mesecev, 94 % zaposlenih pa bi potrebovalo povsem nov nabor spretnosti. Po ocenah se bo med letoma 2020 in 2025 spremenilo okoli 40 % ključnih spretnosti, ki jih potrebujejo zaposleni na enakem delovnem mestu.



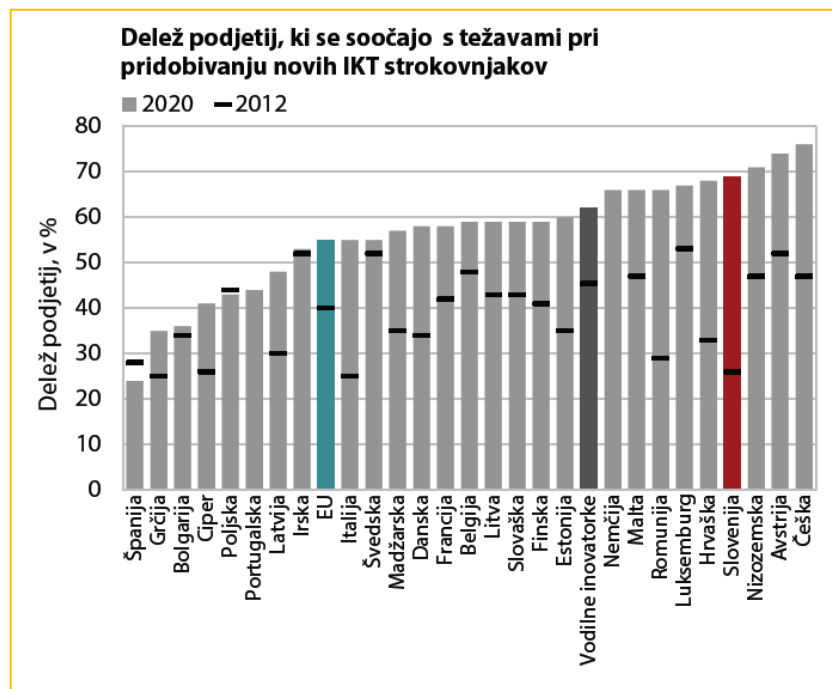
Slika 12 Spremembe v spretnostih v proizvodnem sektorju do leta 2030

V proizvodnem sektorju naj bi umetna inteligenca in avtomatizacija ustvarili precejšnjo vrednost v celotni vrednostni verigi, kar bo znatno vplivalo na fizične poklice, kot so delavci na montažnih linijah, ki danes predstavljajo 46 % zaposlenih v sektorju. Poklici, kot so oskrbovalci strojev ali upravljavci pakirnih strojev, bi se lahko zmanjšali za skoraj 50 %. Splošno povpraševanje po fizičnih in ročnih spretnostih v sektorju se zmanjšuje več kot dvakrat hitreje kot v celotnem gospodarstvu. Podobno se zmanjšuje tudi potreba po osnovnih kognitivnih spretnostih, saj so administrativno-podporne storitve avtomatizirane.

Da bi se delavci lahko bolje spoprijeli z nepredvidljivimi spremembami, morajo kombinaciji poklicno specifičnih kompetenc dodati še prečna znanja in spretnosti, zlasti socialne in čustvene spretnosti, zmožnost napredne komunikacije in pogajanja, vodstvene in upravljavske spretnosti ter prilagodljivost. Te spretnosti zaposlenim omogočajo večjo prilagodljivost in delo v kompleksnih in hitro spreminjajočih se delovnih okoljih ter lahko prispevajo k večji delovni uspešnosti. Pri teh strokovnih poklicih lahko pričakujemo porast števila trgovskih zastopnikov, menedžerjev in vodstvenih delavcev.

Večje bodo potrebe po tehnoloških spretnostih, tako za napredno znanje s področja IT kot tudi za osnovne digitalne spretnosti, saj je potrebnih vedno več tehnoloških strokovnjakov, obenem pa se ustvarja več

delovnih mest, ki temeljijo na tehnologiji (npr. inženirji). V Sloveniji se podjetja že srečujejo z nadpovprečnim pomanjkanjem strokovnjakov na področju IKT, kar glede na nujnost in pomembnost digitalne preobrazbe pomeni velik izziv.



Slika 13 Delež podjetij, ki se soočajo s težavami pri zaposlovanju novih strokovnjakov na področju IKT

Zaradi potrebe po večji ustvarjalnosti in kompleksni obdelavi informacij bodo vse bolj iskane tudi zahtevnejše kognitivne spretnosti.

4.2 Inteligentizacija

Z vidika industrijske inteligentizacije ima ta pojem dve ravni pomena. Prva je optimizacija proizvodnega procesa v tovarnah. Druga je proizvodnja naprednih izdelkov, ki zasedajo visoko mesto v industrijski verigi. V zadnjih nekaj desetletjih je inteligentizacija, podprta s tehnologijami umetne inteligence, postala pomemben trend za industrijsko proizvodnjo, ki pospešuje razvoj pametne proizvodnje. V sodobnih panogah je standardna umetna inteligenca okrepljena z dodatnimi atributi, kar je povzročilo nastanek tako imenovane industrijske umetne inteligence (IAI), ki je postala tehnično jedro pametne proizvodnje. Proizvodnja, ki temelji na umetni inteligenci, omogoča izjemne izboljšave v številnih vidikih proizvodnih verig sklenjene zanke, od proizvodnih procesov do logistike končnih izdelkov. Številne koristi na področju spremljanja proizvodnje je prinesla zlasti industrijska umetna inteligenca, ki vključuje domensko znanje. Napredne metode umetne inteligence, kot so globoke nevronske mreže, kontradiktorno usposabljanje in učenje s prenosom znanja, se pogosto uporabljajo za podporo diagnostike in napovednega vzdrževanja celotnega proizvodnega procesa. Splošno mnenje je, da je industrijska umetna inteligenca kritična tehnologija, ki je potrebna za spodbujanje razvoja industrijske proizvodnje v prihodnosti [19].

4.3 Robotizacija

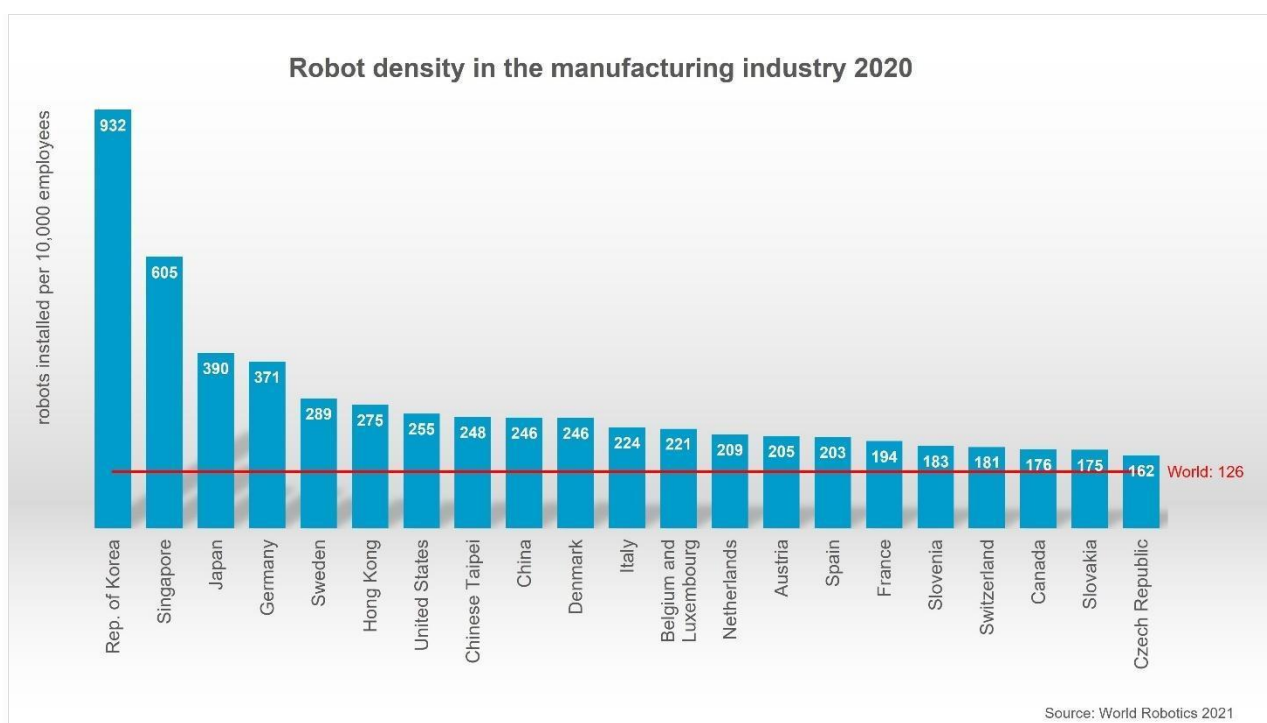
Roboti so osrednji element strategij avtomatizacije v številnih proizvodnih sektorjih. Uporabljajo se za avtomatizacijo ponavljajočih se, nevarnih in zahtevnih nalog ter nalog z intenzivno rabo virov. Digitalna revolucija je pomembno vplivala na robotsko tehnologijo, saj uporaba algoritemskega krmiljenja in digitalnih senzorjev omogoča bistveno večjo prilagodljivost in avtonomijo robotov. Industrijski roboti so vse bolj vključeni v avtomatizirane procese, kjer so povezani neposredno z drugimi napravami. Številni roboti niso več ločene naprave v kletkah, ampak sodelujejo z zaposlenimi v proizvodnji ter jih razbremenijo izvajanja neergonomskih in monotonih nalog. Mobilni roboti vse pogosteje opravljajo dolgočasno prinašanje in prenašanje v proizvodnji ter številnih storitvenih sektorjih. Uvajanje robotov še vedno narašča, zaradi novih robotskih tehnologij v kombinaciji z razvojem strojnega vida in mobilnosti pa se še vedno povečuje obseg nalog, ki jih roboti lahko izvajajo.

4.3.1 Srednje- in dolgoročni trend robotizacije ter možen scenarij v proizvodnem sektorju

Leta 2020 je bila povprečna gostota robotov v proizvodnem sektorju 126 robotov na 10.000 zaposlenih. Zaradi obsežnega nameščanja robotov v zadnjih letih se je povprečna gostota robotov v Aziji od leta 2015 povečevala z 18-odstotno skupno letno stopnjo rasti, tako da je v letu 2020 dosegla 134 enot na 10.000 zaposlenih. Gostota robotov v Evropi se je od leta 2015 povečevala le s 6-odstotno skupno letno stopnjo

rasti in je leta 2020 znašala 123 enot na 10.000 zaposlenih. Tako Italija kot Slovenija sta nad povprečjem, kot je razvidno iz slike 16 [20].

Leta 2016 so v Evropi samo trije podsektorji proizvodnje (*avtomobilska industrija, kovinski izdelki, izdelki iz gume in plastičnih mas*) zajemali skoraj tri četrtine celotne zaloge industrijskih robotov. Glavna kategorija uporabe robotov v Evropi je *upravljanje in oskrba strojev* (v to kategorijo spada 55 % vseh evropskih robotov). Druga kategorija je *varjenje in spajkanje* (22 %). Tretja kategorija je *sestavljanje in razstavljanje* (5 %); druga pomembnejša (vendar veliko manj razširjena) področja uporabe robotov v Evropi vključujejo barvanje, rezanje itd.

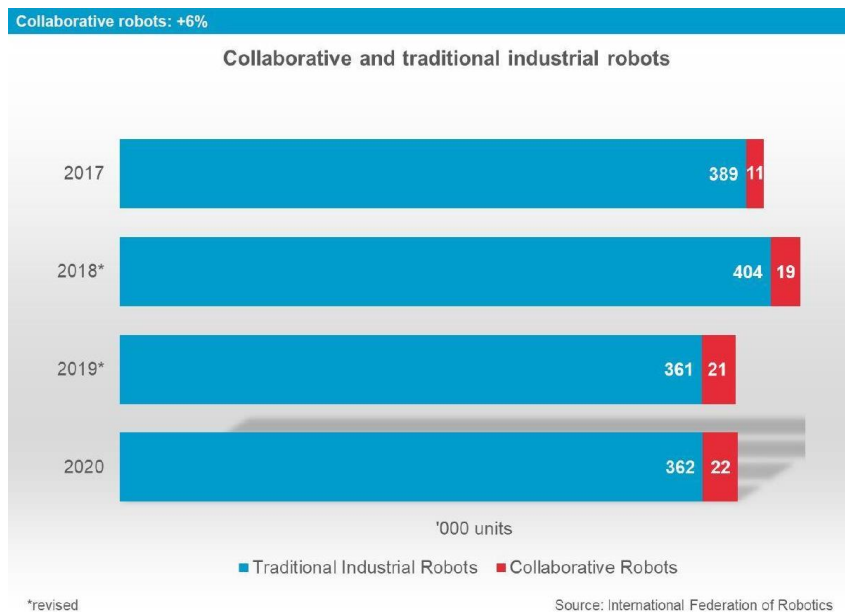


Slika 14 Gostota robotov v proizvodnem sektorju v letu 2020 po svetu [20]

To povečanje števila industrijskih robotov v veliki meri spodbujajo proizvajalci, ki nameravajo z uporabo robotov zmanjšati grozečo vrzel v spretnostih, zlasti na področju rokovanja z materiali. V nadaljevanju so navedeni štirje trendi v robotiki, ki bodo vplivali na proizvodnjo.

Sodelovalni roboti, znani tudi kot koboti, so zasnovani za varno delo skupaj s človekom brez potrebe po varnostnih ovirah. Napredni senzorji, programska oprema in enota za končno obdelavo jim omogočajo, da hitro zaznajo spremembe v svojem delovnem okolju ter se odzovejo na varen način.

Sodelovanje med človekom in robotom je v porastu. Sodelovalne robote ponuja vedno več dobaviteljev in področje njihove uporabe se povečuje. V letu 2019 je bilo tako nameščenih skupno 373.000 industrijskih robotov. Toda čeprav ta trg hitro raste, je zaenkrat še v povojih [21].



Slika 15 Sodelovalni in tradicionalni industrijski roboti

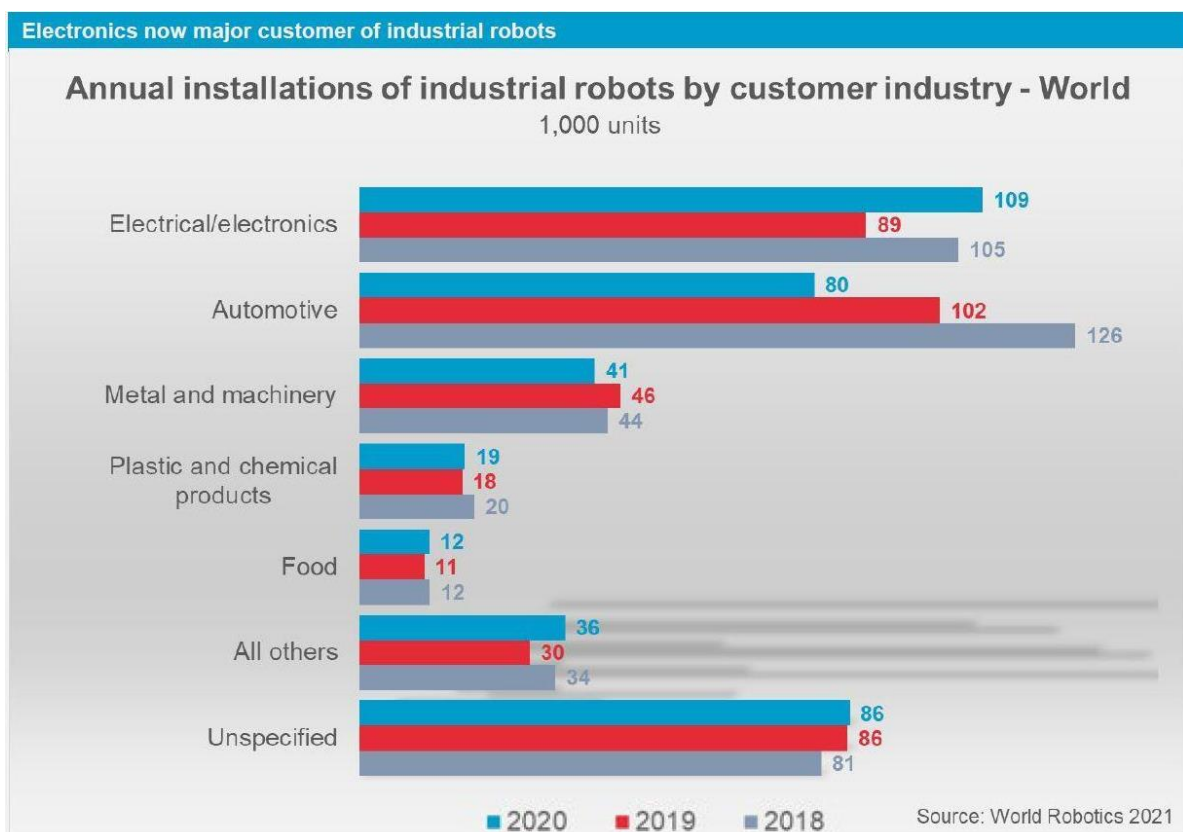
Komercialni droni za komercialno uporabo. Napredek v tehnologiji komercialnih dronov vključuje razvoj avtonomnih sistemov, ki znajo krmariti zunaj vidnega polja, ter izboljšane senzorje, baterije, lahke materiale za izdelavo ohišja in koristne tovore. Podjetje 3D Robotics je na primer razvilo pametni dron z notranjim nadzorom, ki vključuje napredne tehnologije senzorjev in avtomatizacije, zaradi česar je dober kandidat za uporabo na področju logistike in prevoza ter v vojaške namene.

Roboti, ki temeljijo na umetni inteligenci. Roboti, ki temeljijo na umetni inteligenci, se v osnovi učijo med delom. Z uporabo aktivatorjev, senzorjev, sistemov za vid in napredne programske opreme zbirajo in analizirajo podatke iz svoje okolice med delom ter se v realnem času odzivajo z izboljšavami. Medtem ko robot izvaja svoje naloge in zbere več informacij, postanejo algoritmi za strojno učenje učinkovitejši. Roboti, opremljeni z umetno inteligenco, se že uporabljajo za prevoz materialov v tovarnah, čiščenje opreme in upravljanje zalog.

Samovzdržujoči roboti. Napredek v tehnologijah samovzdrževanja omogoča robotom, da na sebi izvajajo preprosta popravila. Raziskovalna skupina v Evropi je razvila robote iz prožne plastike z vdelanimi senzorskimi vlakni, ki zaznavajo poškodbe v njihovi strukturi in jih spodbudijo k popravilu brez pomoči človeškega vzdrževalca.

4.3.1.1 Specifičnost trendov robotizacije v avtomobilski industriji

Leto 2020 je bilo prelomno po številu letnih namestitev industrijskih robotov glede na panogo. Mesto glavnega uporabnika industrijskih robotov v svetu je desetletja pripadalo avtomobilski industriji. Zaradi pandemije, ko so številni dobavitelji avtomobilskih delov in proizvajalci avtomobilov začasno prenehali s proizvodnjo, saj so bile globalne dobavne verige motene, se je svetovna proizvodnja avtomobilov in gospodarskih vozil v letu 2020 zmanjšala za 16 %. Električna in elektronska industrija je v letu 2020 s 109.315 roboti, nameščenimi v proizvodnji gospodinjskih aparatov, električnih strojev, polprevodnikov, sončnih panelov, računalnikov, telekomunikacijskih naprav ter video izdelkov za razvedrilo in razvedrilne elektronike, postala glavni uporabnik industrijskih robotov v svetu [22].



Slika 16 Letne namestitve industrijskih robotov po svetu glede na industrijo uporabnikov [22]

Nov trend v avtomobilski industriji so avtonomna vozila (AV) oziroma mobilni roboti za prevoz materiala in polizdelkov.

Drug novejši trend so sodelovalni roboti. Takšni roboti so prav enakovredni prenosnim robotom, ki jih je mogoče postaviti na delovne mize, človek pa lahko med delom sedi zraven njih. Zaradi večjega

povpraševanja po manjših serijah izdelkov morajo biti proizvodne linije bolj prilagodljive, zato se uporabljajo koboti z umetno inteligenco (npr. KoCo).

Zgibni robot ima vrtljive sklepe. Vrtljiv sklep je lahko vse od enostavnega mehanizma z dvema sklepoma do kompleksnega mehanizma z desetimi ali več sklepi. Zgibni robot je najpogostejši tip robota, ki se uporablja v avtomobilski industriji. Velika prilagodljivost omogoča enostavno spremembo procesov, kar je razlog za uvajanje zgibnih robotov v malih in srednjih podjetjih, s čimer se povečuje tudi povpraševanje na svetovni ravni.

Avtomobilska industrija se zdaj osredotoča na nove tehnološke trende, povezane z robotiko, kot so kompaktni roboti in krmilniki, večja hitrost komunikacije, majhna količina brizganja in hitro varjenje.

4.3.1.2 Specifičnost trendov robotizacije v navtični industriji

Čeprav obstaja veliko načinov uporabe robotike v pomorski industriji, jih bo v naslednjih letih zaradi številnih ponavljajočih se in nevarnih postopkov razvitih še več.

Če je bil na začetku novega tisočletja glavni izziv v navtični industriji avtomatizacija postopkov varjenja [23], so zdaj razvite številne rešitve, pripravljene za uvedbo v ladjedelnicah, kot so varilni roboti, nameščeni na portalnem sistemu XY, ki lahko dosežejo območja v velikosti nogometnega igrišča. Na nekaterih novih področjih raziskovanja še vedno iščejo inovativne rešitve (npr. robotska celica, vključno s kobotom, z veliko zmogljivostjo koristnega tovora, ki je namenjena za pobiranje kovinskih delcev in njihovo nameščanje, medtem ko upravljaivec izvaja varjenje [24]).



Slika 17 Robotska rešitev podjetja Kranendonk za varjenje kovinskih plošč v pomorstvu

Drug sektor, v katerem se bodo roboti vse pogosteje uporabljali, je rezkanje in brušenje trupov in kalupov. V zadnjih letih je bilo veliko truda vloženega v iskanje samodejnih in prilagodljivih rešitev. Predvsem zaradi pridružitve robotike, umetnega vida in umetne inteligence so nekatere rešitve že pripravljene za trg. Ključna elementa teh rešitev sta prilagodljivost in enostavna vnovična konfiguracija, zagotovljeni pa sta tudi večja zmogljivost in boljša kakovost.

Drugi vidik, ki bi ga bilo treba upoštevati v tem sektorju, je velika dimenzija izdelkov. Če je dobro uveljavljena rešitev za povečanje dosegljivosti robota njegova namestitev na tirnico, je nov pristop, ki se trenutno še raziskuje, namestitev industrijskega robota na mobilnega robota, kot je avtomatsko vodeno vozilo [25]. Po eni strani so te rešitve šele na začetku raziskav, vendar prinašajo znatne koristi z vidika prilagodljivosti in manjšega odtisa.

Vrste uporabe zunaj ladjedelnice vključujejo uporabo roverjev za pregledovanje in vzdrževanje čolnov oziroma ladij. Sedimentacija morskih organizmov na trupu ladje poveča koeficient trenja in s tem porabo goriva - z rednim čiščenjem trupa se tako zagotovi večji izkoristek porabe in posledično manjši vpliv na okolje. Avtomatska ali polavtomatska rešitev, kot je I-keelcrab (podjetja Keelcrab), omogoča odstranjevanje takšnih organizmov, ko je čoln še potopljen v vodo, in deluje povsem samostojno.

4.3.1.3 Specifičnost trendov robotizacije v letalski in vesoljski industriji

Tako kot v pomorski industriji se tudi v letalski in vesoljski industriji robotika uporablja na več področjih, vendar je takšna uporaba v primerjavi z industrijami, kot je avtomobilska, znatno novejša in omejena. Glavne omejitve so na splošno majhne količine, izjemna kompleksnost, ozke tolerance položajev in velike dimenzije.

Pri letalski in vesoljski industriji se je treba zavedati, da je (kot je dejal Dan Friz, vodja poslovnega upravljanja pri podjetju Kuka Systems) „pitrjevanje za letalsko in vesoljsko industrijo to, kar je varjenje za avtomobilsko industrijo“. Izziv pri tovrstni uporabi je zmožnost zagotavljanja visoke stopnje natančnosti v velikem obsegu. Robote je torej treba opremiti s senzorji, ki delujejo kot sistemi za vid in jim pomagajo najti ciljno mesto, s čimer se poveča natančnost, poleg tega pa je za zagotovitev velikega obsega dela ob hkratnem omejevanju odtisa na tleh robote treba namestiti na mobilne robote, kot je avtomatsko vodeno vozilo (npr. projekt MBFast18 razvojnega inštituta za zahtevne proizvodne tehnologije in napredne materiale Fraunhofer IFAM [26]).

Področje uporabe, kjer robotika prav tako veliko obeta, je barvanje. V splošnem so letala prebarvana vsakih šest let, pri čemer je treba nanesti do šest plasti barve. Podjetje Boeing je uvedlo robotsko rešitev za barvanje letalskih kril, zaradi česar naj bi se za 75 % zmanjšala talna površina in za 100 % povečala zmogljivost [27].

Še en pomemben trend v letalski in vesoljski industriji je vse pogostejša uporaba naprednih kompozitov. Nanašanje ene ali več plasti kompozitnega karbonskega traku na kalup za izdelavo kompleksne velike strukture ustrezno izvedejo roboti, ki so nameščeni na tirnicah, s čimer se razširi delovno območje. Ključni dejavnik - tako kot pri najbolj kompleksni vrsti uporabe - je glava robota.

Priložnosti v tem sektorju je mogoče najti tudi ob pregledu novih inovacij v robotiki, kot so koboti in sistemi za vid. Vse več robotov in kobotov je vključenih v nadzor kakovosti: robot lahko drži 3D-skener ali senzor za vid, opremljen z algoritmom umetne inteligence, za avtonomno preverjanje kakovosti površine ali dela.

4.3.1.4 Specifičnost trendov robotizacije v industriji mehke mobilnosti

Glede na precej manjšo velikost izdelkov v primerjavi s prejšnjima panogama je robotika v tem sektorju prav tako zelo razširjena. Robotski sistemi so zaradi svoje prilagodljivosti zelo primerni za izpolnjevanje potreb, povezanih z zelo hitrim spreminjanjem modelov.

Zlasti pri sestavljanju se poleg tradicionalnih „robotskih otokov“, kjer so industrijski roboti omejeni s perimetrično zaščito, zelo hitro povečuje uporaba kobotov. Koncept temelji na sodelovanju z upravljavcem, ne njegovi nadomestitvi. Prednosti tega sodelovanja sta večja učinkovitost in boljša kakovost.

To je v nasprotju s preteklim trendom izrazito togih avtomatiziranih rešitev, zaradi česar je bila proizvodnja upravičena samo z vidika velikih proizvodnih serij z majhnim številom različnih modelov izdelkov. Zaradi razvoja tehnologije je mogoče zagotoviti avtomatizirane rešitve, ki omogočajo prožnejše upravljanje, posledično pa so ekonomsko vzdržne tudi manjše proizvodne serije.

Druga možnost so mobilni roboti, kot je avtomatsko vodeno vozilo ali avtonomni mobilni robot. Te vrste robotov se pogosto uporabljajo za reševanje logističnih težav, odpirajo pa se tudi nove možnosti na področju organizacije proizvodnje. Roboti lahko na primer med seboj povežejo dva ali več strojev, kar omogoča veliko prilagodljivost, saj je namesto enkratnega premika velike serije mogoče učinkoviteje večkrat premakniti majhne serije materiala. Ena od novih možnosti je tudi sestavljanje predmeta neposredno na mobilnem robotu. Robot se premika med različnimi delovnimi postajami, da dokonča sestavljanje, kar omogoča bolj prosto razporeditev postaj in posledično večjo prilagodljivost.

Tako kot v avtomobilski industriji se povečuje potreba po proizvodnji baterij in elektromotorjev. Posledica vse večjega povpraševanja je iskanje vse učinkovitejših in varčnejših avtomatiziranih rešitev.

Sodelovalni roboti

S pandemijo se je povečalo tudi povpraševanje po okolju prijaznem in prilagojenem prevozu. Uporabniki postavljajo enake zahteve za kolesa kot za avtomobile: želijo bolj prilagojene izdelke in kratke dobavne roke. Preoblikovanje proizvodnje koles v soproizvodnjo, v kateri sodelujeta človek in robot, lahko omogoči izdelavo manjših serij in vračanje proizvodnje domov, rezultat pa so personalizirana kolesa. Zlasti postopek sestavljanja je še vedno podoben kot v začetkih proizvodnje, zato bi lahko bilo koristno preoblikovanje v robotsko podprto sestavljanje [28].

Drug tak primer uporabe kobotov je mogoče povezati z vidikom „souple“ sredstev mehke mobilnosti in njihovo obsežno uporabo na mestnih območjih. Uporabljajo se predvsem za reševanje težav s parkiranjem (uvredba parkirnih sistemov, ki jih upravlja kobot - npr. za kolesa). Prenatrpanost s kolesi na javnih površinah je nekaj običajnega. Takšna podoba kazi okolico, poleg tega pa povečuje verjetnost za nastanek poškodb (zaradi vremena) in tatvine [29].

V številnih državah in mestih so težavo zlahka rešili z robotskimi parkirnimi sistemi, ki shranjujejo kolesa navpično ali v podzemnih garažah, enega nad drugim. Z avtomatiziranim parkiranjem se porabi manj dragocenega prostora, zato ostane na voljo več prostora za razvoj nepremičnin.

Roboti, ki temeljijo na umetni inteligenci

Roboti z umetno inteligenco spreminjajo področje mehke mobilnosti z inovativnejšo in preoblikovano vrsto mehke mobilnosti, ki vključuje tehnologijo umetne inteligence. Njihov vpliv je povezan z omogočanjem polavtonomnih prevoznih sredstev za mikromobilnost.

Primer preoblikovanega kolesa zaradi uporabe robota z umetno inteligenco je CanguRo. CanguRo, ki sta ga oblikovala Shunji Yamanaka in Takayuki Futura iz podjetja Future Robotics Technology z uporabo najnaprednejših tehnologij robotike in umetne inteligence, je neodvisno, a prijazno bitje, ki sledi uporabniku, se izogiba oviram ter pride po njega na določeno mesto - vse to prek pametnega telefona. S pomočjo taktično nameščenih senzorjev sile lahko prepozna voznikove namere in posledično spremeni svoj položaj za gladke in hitre zavoje. CanguRo ima vgrajeno programsko opremo, s katero ga lahko uporabnik pokliče prek pametnega telefona, da ga vozilo pričaka na poljubnem mestu. Nato se spremeni v vozilo (nekakšno električno kolo), ki lahko uporabnika odpelje na želeno lokacijo. Opravlja lahko tudi vse druge naloge, ki bi jih pričakovali od osebnega pomočnika z umetno inteligenco (npr. pomoč pri nakupovanju, vzpostavljanje stikov z ljudmi itd.). CanguRo se na zahtevo spremeni iz avtonomnega robotskega pomočnika v samovozeče osebno prevozno sredstvo s tremi kolesi. Celo nagiba se skupaj z voznikom, s čimer daje občutek povezanosti med človekom in strojem, in ima vgrajen telesno-zvočni sistem, ki utripa kot srčni utrip. Hitreje kot se premika, hitrejši je njegov srčni utrip. Povrh vsega ima krmilni mehanizem povratno moč, ki prenese radij zavoja na voznikovo roko [30].

Samovzdržujoči roboti

Obstoječa mobilnost se zaradi svoje togosti, teže in velikosti kljub uspehu sooča s težavami v zvezi s prenosnostjo, varnostjo in ceno. Mehki roboti spreminjajo mikromobilnost v novo vrsto enostavno prenosljive osebne mobilnosti, ki jo je mogoče uporabljati na zahtevo, s čimer lahko korenito spremenijo izkušnjo vožnje na delo in potovanja. V ta namen je potrebna dinamična oblika mobilnosti - za razliko od obstoječe statične mobilnosti, od katere smo trenutno odvisni. Nedavna spoznanja številnih raziskovalcev na področju interakcije med človekom in računalnikom kažejo, da so mehki materiali eden od obetavnih načinov za doseganje takih dinamičnih vmesnikov, in sicer tako, da se preoblikujejo, pregibajo, razširjajo in napihujejo. Nadomeščanje togih mehanskih delov z izkoriščanjem lastnosti napihljivih struktur na področju mehke robotike se šteje za sredstvo za doseganje prave „mehke mobilnosti“ [31].

Električni skuter Poimo je rezultat razvoja v tehnologiji mehke robotike in na področju osebne mobilnosti, ki je zasnovan tako, da je mehek, lahek in napihljiv. Nastal je zaradi želje po uporabi tehnik mehke robotike za izdelavo vozila, ki je samo po sebi varno in zmanjša možnost poškodb ali škode v primeru nesreče, kar je pomembno za sisteme osebne mobilnosti, ki se uporabljajo na območjih, kjer so prisotni pešci [32].

4.3.2 Potrebne spretnosti in znanje za uspešno uvedbo ter uporabo robotizacije v proizvodnem sektorju

Roboti so osrednji element strategij avtomatizacije v številnih proizvodnih sektorjih. Vzpon avtomatizacije spreminja znanja in spretnosti, ki jih proizvajalci potrebujejo na vseh ravneh delovne sile. V zvezi s tem se podjetja bojijo, da se bo vrzel med spretnostmi, ki jih proizvajalci iščejo, in spretnostmi, ki so na voljo na trgu, še povečala, saj tehnološki napredek v robotiki in avtomatizaciji zahteva nova tehnična znanja.

V skladu s poročilom podjetja McKinsey [33] se bo ob sprejetju naprednih tehnologij na delovnem mestu povečala potreba po delavcih z izpopolnjenimi socialnimi in čustvenimi spretnostmi, ki jih stroji še dolgo časa ne bodo osvojili. Za uvajanje novih tehnologij tako ne bodo potrebne le napredne tehnološke spretnosti, ampak tudi mehke spretnosti. Splošna potreba po fizičnih in ročnih spretnostih v proizvodnem sektorju se zmanjšuje več kot dvakrat hitreje kot v celotnem gospodarstvu. Zmanjšuje se tudi potreba po osnovnih kognitivnih spretnostih, saj so administrativno-podporne storitve avtomatizirane. Pričakuje se porast števila strokovnjakov, kot so trgovski zastopniki, inženirji, menedžerji in vodstveni delavci. Zaradi tega se bo povečala potreba po socialnih in čustvenih spretnostih, zlasti po spretnostih za napredno komunikacijo in pogajanja, vodstvenih in upravljaljskih spretnostih ter prilagodljivosti. Večje bodo potrebe po tehnoloških spretnostih, tako za napredno znanje s področja IT kot tudi za osnovne digitalne spretnosti, saj je potrebnih vedno več tehnoloških strokovnjakov. Zaradi potrebe po večji ustvarjalnosti in kompleksni obdelavi informacij bodo vse bolj iskane tudi zahtevnejše kognitivne spretnosti.

Pri pripravi tega poročila smo uporabili dokument, ki ga je nedavno objavila Mednarodna zveza za robotiko (IFR) [34], v katerem je poudarila pomen sistematične analize spretnosti, potrebnih za uvedbo robotizacije v proizvodnem sektorju. V skladu s poročilom bomo pokazali, kako se bodo v naslednjih 10 letih razvijale štiri tradicionalne vloge v proizvodnji - upravljevalec, tehnik, vodja proizvodnje in inženir - ter katere nove vloge bodo ustvarjene kot posledica avtomatizacije in uvedbe robotov v proizvodnem sektorju. V naslednjem razdelku si oglejmo spretnosti, ki so potrebne za posamezno vlogo, kot je navedeno v dokumentu Mednarodne zveze za robotiko.

Upravljalci proizvodnih strojev:

Roboti ter druge tehnologije in procesi avtomatizacije skrajšajo čas, ki ga delavci v proizvodnji porabijo za dolgočasno, neergonomsko delo, kot so oskrba strojev, dvigovanje in držanje težkih delov ter izvajanje ponavljajočih se nalog, ki zahtevajo visoko stopnjo natančnosti (npr. nanašanje lepila ali varjenje). Upravljalci imajo priložnost, da se naučijo novih, zanimivih spretnosti, povezanih z upravljanjem teh novih tehnologij.

Delavci bodo vse bolj vključeni v usposabljanje algoritmov umetne inteligence, ki se uporabljajo za robotske aplikacije, kot je „pick-and-place“ (prijemanje in odlaganje). Delavec pokaže robotu, katere dele je treba prijete oziroma odložiti, nato pa nadzoruje njegovo dejavnost, dokler algoritem umetne inteligence ni usposobljen za pravilno prepoznavanje, prijemanje in odlaganje predmetov. Enako velja za robotske kontrolne sisteme, kjer bo delavec robotov algoritem naučil, kako razlikovati med dejansko okvaro izdelka in primeri, ki so zmotno zaznani kot okvara (npr. zaradi različnih svetlobnih pogojev).

Tehniki:

Z razvojem avtomatizacije je vedno več strojev digitalno povezanih in prenaša podatke o svojem statusu glede na dane parametre, kot sta temperatura in hitrost. Analiza teh podatkov proizvajalcem omogoča, da

zaznajo, kdaj so stroji obrabljeni, ter predvidijo najboljši trenutek za izvedbo vzdrževanja, s čimer preprečijo nepredvidene in drage izpade delovanja. Digitalizacija proizvajalcem omogoča, da opredelijo dele, ki jih je treba zamenjati, namesto da bi tehniki to ugotovili šele, ko je stroj že razstavljen. Posledično je mogoče potrebne dele naročiti vnaprej, s čimer se skrajša čas vzdrževanja.

Poleg razširjenega nabora tehničnih spretnosti za posamezne stroje tehniki vse pogosteje pridobivajo tudi obsežno znanje na področju informacijske tehnologije, kar jim omogoča interpretacijo digitalnih predstavitev fizičnih strojev in iskanje po zbirkah podatkov.

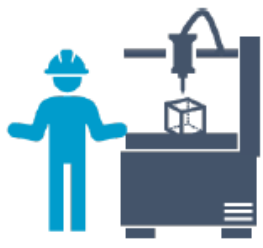



Inženirji:

Digitalizacija vpliva na vlogo inženirja, zlasti v fazi načrtovanja in razvoja. Inženirji že lahko izdelujejo nove modele izdelkov v sistemih za računalniško podprto načrtovanje in proizvodnjo, ki samodejno ustvarijo sezname potrebnih delov. Simulacije v digitalnih dvojčkih omogočajo inženirjem, da modelirajo vpliv integracije stroja v obstoječo proizvodno nastavitvev in tako odkrijejo morebitna problematična področja (npr. vpliv vibracij enega stroja na natančnost drugih). S 3D-tiskanjem lahko proizvajalci izdelajo hitre prototipe iz prvih modelov in jih preizkusijo še pred začetkom drage proizvodne serije.

Vodje proizvodnje:

Zgoraj opisani trendi digitalizacije in razdružitvev tradicionalne linearne proizvodne linije vplivajo tudi na znanja in spretnosti, ki se zahtevajo od vodij proizvodnje. Na splošno morajo vodje proizvodnje vse pogosteje nadzorovati več strojev in procesov kot v preteklosti. Analizirajo digitalne predstavitve in podatke, da dobijo pregled nad stanjem proizvodnje in prepoznajo morebitna ozka grla. Ker proizvajalci vse pogosteje avtomatizirajo celotno dobavno verigo - od prejema naročila do dostave - vodje proizvodnje pridobivajo tudi obsežnejše tehnološke spretnosti za povezane sisteme, kot je načrtovanje virov podjetja (ERP).

HOW THE FOUR MANUFACTURING ROLES WILL CHANGE OVER THE NEXT 10 YEARS

	<p>Production operators will:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Work with robots – IFR members estimate 50% will be working with robots in 10 years' time. Tasks include: Programming of simple applications: Monitoring robot performance: Working collaboratively with a robot 'assistant' or robotic tool • Have the opportunity to learn new skills • Work across a range of production lines or cells
	<p>Technicians will:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rely on data generated by machines, and analytic tools to assess when machines need maintenance • Need broad information technology skills to interpret digital representations of physical machines and search databases • Start to take a proactive role in process optimization, exploring how processes could be altered to function more efficiently and avoid typical bottlenecks
	<p>Engineers will:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Increasingly manage connected systems rather than discrete machines • Need expertise in electronics and software as well as traditional skills in mechanical engineering. • Require an understanding of the interfaces and communications protocols between back-end order systems and machine controllers, as well as Internet of Things communications protocols
	<p>Production managers will:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oversee a broader range of machines and processes than in the past • Need broad technology skills in related systems such as enterprise resource planning (ERP) • May in future work in production control rooms managing employees who monitor screens showing the flow of materials, production capacity, machine yield, alerts for machine malfunctions and output to warehouses for shipment. Will also perform complex optimization tasks across the entire production line

Slika 18 Povzetek potrebnih spretnosti iz poročila Mednarodne zveze za robotiko (IFR) [34]

4.4 Prostorski internet stvari (IoT)

Prostorski splet se navezuje na računalniško okolje, ki obstaja v 3D-prostoru. Gre za kombinacijo resničnega sveta in navidezne resničnosti, ki jo omogočajo milijarde povezanih naprav ter je dostopna prek vmesnika navidezne in razširjene resničnosti. Z razvojem majhnih senzorjev, ki zagotavljajo različne prostorske podatke v realnem času, se spreminjata naše življenje in delo [35].

Internet stvari je uporaba različnih senzorjev in naprav z enoličnimi identifikatorji, ki lahko pošiljajo informacije o predmetih ali ljudeh prek omrežja, pri čemer ti podatki ne zahtevajo interakcije med ljudmi oziroma med človekom in strojem. Prostorski internet stvari zagotavlja edinstvene podatke o lokaciji in času, skupaj z drugimi podatki o elementih, ki se spremljajo. Internet stvari in prostorski internet stvari sta uporabna zaradi nizke cene senzorjev ter možnosti uporabe v realnem času. S povezovanjem senzorjev v domovih, poslovnih prostorih in na drugih lokacijah lahko podjetja, raziskovalci in drugi spremljajo različne informacije v realnem času ter izvajajo raznolike prostorske dejavnosti.

Trend prostorskega interneta stvari.

Velike priložnosti v prihodnosti so očitne na številnih področjih, vključno z industrijsko rabo, kjer bi internet stvari lahko povzročil neke vrste novo industrijsko revolucijo.

Pravzaprav se to že dogaja pri napravah s pametnimi zvočniki, kot je Alexa. Takšne naprave lahko spremljajo informacije v določenem obdobju in se odločajo namesto potrošnikov. Seveda obstajajo pomisleki glede varnosti (zlasti v primeru vdora v napravo ali kraje podatkov), vendar jih lahko odtehtajo koristi, saj lahko te naprave pomagajo na področju varnosti in pri sprejemanju odločitev namesto nas. Morda smo zdaj na začetku bolj zrele faze Gartnerjevega magičnega kvadranta za internet stvari, kjer se začneja širše sprejemanje tehnologije. To bi lahko pomenilo, da bodo čez nekaj let takšni senzorji vseprisotni, sprejetje in uporaba naprav interneta stvari ter optimizacija z uporabo senzorskih podatkov pa bi lahko postala običajna praksa.

4.5 Razširjena resničnost

Izraz razširjena resničnost (XR) se navezuje na vse kombinacije resničnega in navideznega okolja ter interakcije med človekom in strojem, ki jih ustvarjajo računalniška tehnologija in nosljive naprave. Razširjena resničnost je krovni izraz, ki zajema obogateno resničnost (AR), mešano resničnost (MR) in navidezno resničnost (VR). Rešitev za razširjeno resničnost omogoča enostaven dostop do bogatih podatkov v situacijskem kontekstu, kar ustvarja skoraj neomejene priložnosti na trgu. Podjetja, ki razmišljajo o prihodnosti, vključujejo razširjeno resničnost v svoje notranje procese ter v zagotavljanje izdelkov in storitev. Tehnologija zagotavlja večje vključevanje strank, znatno izboljša časovno učinkovitost in zmanjša

človeške

napake.



Slika 19 Razlika med navidezno (levo), obogateno (v sredini) in mešano resničnostjo (desno)

Navidezna resničnost je potopitvena tehnologija, ki ustvarja simulirano interaktivno 3D-okolje, dostopno prek različnih naprav (očala za navidezno resničnost). Sestavljena je iz popolnoma digitalnega okolja, za katero ne veljajo nujno fizična pravila resničnega sveta. Izkušnje navidezne resničnosti zajemajo vse od popolne potopitve, ki vključuje uporabo naglavnega kompleta za prikaz digitalnega sveta prek vida, do visokokakovostnega 3D-zvoka, ki stimulira sluh, in vhodne naprave (krmilnika) za krmarjenje v navidezem okolju.

Obogatena resničnost je tehnologija, pri kateri namesto ustvarjanja povsem novega 3D-okolja digitalne informacije prekrivajo resnični svet, ki ostaja v središču celotne izkušnje. Pri tej tehnologiji je vselej potreben zaslon oziroma površina, na katero je mogoče digitalne informacije projicirati ali prikazati, da se nato dodajo v resnični svet. Zaslon je lahko zaslon pametnega telefona, ki z vgrajeno kamero posname resnični svet in nato prikaže njegovo obogateno različico. Zlasti za poslovne namene je koristno, da imajo zaposleni prosti obe roki, zato so naglavni prikazovalniki sčasoma postali zelo priljubljeni.

Mešana resničnost vsebuje elemente tako obogatene kot navidezne resničnosti ter dodaja interaktivne navidezne objekte informacijam, ki prekrivajo resnični svet. S konceptualnega vidika je podobna obogateni resničnosti, saj resnični svet ostaja v središču uporabniške izkušnje, povsem navidezni objekti pa sobivajo in so v interakciji z resničnimi objekti in resničnim okoljem ter z uporabniki. Ključna značilnost mešane resničnosti je, da se lahko sintetična vsebina in vsebina iz resničnega sveta odzivata druga na drugo v realnem času.

Podprta resničnost se navezuje na katero koli tehnologijo, ki uporabniku omogoča ogled zaslona v njegovem neposrednem vidnem polju brez uporabe rok. Od obogatene resničnosti se razlikuje v tem, da informacije na zaslonu ne prekrivajo fizičnega okolja. Podprta resničnost v resnici ni del razširjene resničnosti, vendar je dostopnejša in bolj praktična za serviserje na terenu ter druge servisne strokovnjake, ki jo uporabljajo v proizvodnem okolju.

4.5.1 Srednje- in dolgoročni trend razširjene resničnosti ter možen scenarij v sektorju proizvodnje

Sprejemanje tehnologij razširjene resničnosti se v zadnjem letu hitro povečuje, kar je posledica kombinacije različnih dejavnikov:

- pandemije, ki je v ospredje postavila povezljivost na daljavo in virtualno interakcijo za številne poslovne, izobraževalne, maloprodajne in družbene dejavnosti;
- vse večje razpoložljivosti hitrih omrežij 5G, ki pripomorejo k boljšemu delovanju mobilne obogatene resničnosti in pretočnih aplikacij;
- uporabniku prijaznejših modelov naglavnih naprav in pametnih očal, vključno z naglavnim kompletom za navidezno resničnost, ki zagotavljajo večjo svobodo gibanja in zmanjšajo tveganje za slabost zaradi premikanja, ter novih modelov brezžičnih pametnih očal in naprav za obogateno in mešano resničnost.

Razširjena resničnost je nova tehnologija, ki ima lahko veliko korist od sinergije z drugimi tehnologijami v vzponu in obratno.

Največji potencial ima interakcija z umetno inteligenco. Razširjena resničnost, ki deluje na podlagi umetne inteligence, se lahko uči iz želja uporabnikov ter temu prilagodi izkušnjo in omogoči kontekstualne izbire glede na okoliščine. Od nadaljnjega razvoja umetne inteligence ne bodo imele koristi zgolj stranke, temveč tudi razvijalci razširjene resničnosti. Prostorsko oblikovanje zahteva dodatna orodja ter možnost uporabe vrste novih vnosov (npr. glas, vid, dotik, kretnje). V tem smislu lahko umetna inteligenca oblikovalcem omogoči hitrejši in boljši razvoj okolij in izkušenj razširjene resničnosti. Poleg tega lahko samodejno izboljša vedenje predmetov v digitalnem okolju, s čimer se izboljša občutek potopitve in poenostavi kodiranje.

Za izjemno plodno velja tudi sinergija med razširjeno resničnostjo in internetom stvari. Tako kot v primeru umetne inteligence bi razvoj ključne tehnologije omogočil zbiranje podatkov resničnih objektov in njihovo uporabo v digitalnem okolju. Zagotavljanje večje povezljivosti z resničnimi objekti bi lahko izboljšalo celotno izkušnjo razširjene resničnosti. Kar zadeva vzdrževanje, bi lahko na primer stroji, povezani z internetom stvari, izmenjevali informacije o notranjih poškodbah naprave za obogateno resničnost, tako da bi osebje natančno vedelo, kje naj posreduje. Podobno je pri uporabi velepodatkov. Za uvedbo rešitev umetne inteligence je treba izpopolniti način ravnanja s tokovi podatkov. Tako bi lahko velepodatki izboljšali načrtovanje in kodiranje rešitev za razširjeno resničnost. Po drugi strani pa bi lahko bila razširjena resničnost v pomoč pri ravnanju s temi tokovi podatkov, in sicer z bolj intuitivno vizualizacijo zahvaljujoč navideznemu okolju 3D.

Druga kategorija vključuje veriženje podatkovnih blokov, tehnologije 3D-zajemanja in telekomunikacije 5G. Omrežje 5G bi omogočilo hitrejši prenos podatkov in koristilo vsem aplikacijam za razširjeno resničnost, ki zahtevajo funkcijo pretakanja podatkov. Zaradi tehnologije 5G sta zdaj mogoča interakcija v realnem času






in obdelava na robu-v oblaku: to pomeni, da je mogoče številne zapletene procese premakniti iz uporabniških naprav v oblak, zaradi česar lahko določene naloge upodabljanja ali obdelave izvajajo celo naprave z nizko zmogljivostjo. Druge pomembne sinergije se navezujejo na koncept digitalnega dvojčka. To so digitalni modeli fizičnega sistema, ki s pomočjo senzorjev in orodij interneta stvari zbirajo informacije za simulacije podatkov, umetno inteligenco, strojno učenje in analitično programsko opremo, da bi ustvarili natančno kopijo dejanskega sistema. V tem kompleksnem sistemu analiza podatkov izhaja iz fizične komponente, kar omogoča samodejno spreminjanje digitalne komponente, tako da odraža razvoj ali spremembo fizične komponente. Po drugi strani obdelava podatkov omogoča simulacijo optimalnega odziva na zunanje dogodke ter posreduje ukaze fizični komponenti za uporabo rezultatov simulacije.

V proizvodnji je razširjena resničnost zaradi določenih prednosti za nekatere vrste uporabe primernejša kot za druge:

- zmanjšana nevarnost za uporabnike, izboljšano varstvo okolja in ponovljivost - omogoča simulacije nevarnih scenarijev (usposabljanje za varno delo na višini, usposabljanje o požarni varnosti) in dogodkov, ki jih je težko ponoviti (specifične napake);
- razširjena resničnost omogoča upravljanje drage, nedostopne ali neobstoječe (prototip) opreme;
- združuje digitalne informacije z resničnostjo za povečanje zmogljivosti delavcev;
- omogoča zbiranje in shranjevanje podatkov o uporabnikih za namene analize podatkov (trajanje usposabljanja itd.).

Navidezna resničnost ima največji potencial v fazi razvoja izdelka, ki zajema zasnovano in izdelavo prototipov. Možnost interakcije s 3D-modelom, pri čemer ne nastane odpadni material, in hitro spreminjajoči se različni vidiki izdelka lahko zagotovijo znaten prihranek stroškov in časa. Če bi bila uporaba naglavnih kompletov bolj razširjena, bi se lahko sestanki v navidezni resničnosti bolj splošno uporabljali. Čeprav za učinkovitost navideznih sestankov tehnologija navidezne resničnosti ni potrebna, pa bi jih zagotovo izboljšala. Sčasoma bi lahko sestanke v navidezni resničnosti izvajali ob prikazovanju digitalne in interaktivne različice delovišča, s čimer bi izboljšali kakovost, učinkovitost in stopnjo vključenosti. To velja zlasti za proizvodni sektor in bolnišnice. Tretje področje, kjer obstaja potencial, je trženje. Navidezna resničnost omogoča nove in inovativne načine za privabljanje strank, pri čemer izkorišča novost tehnologije in raznolikost interakcij, ki jih omogoča. Področje uporabe, ki z vidika navidezne resničnosti morda najbolj izstopa, je usposabljanje. Usposabljanje prinaša podjetjem prihranke in študije že kažejo, da je učinkovitejše od tradicionalnih metod učenja. Osebe lahko v navidezni resničnosti na primer preizkusi varnostno urjenje, pri čemer izkusi sicer pretirano nevarne scenarije, vendar s konkretnjšim vtisom kot pri teoretičnem usposabljanju in z možnostjo ponovitve scenarija, kadar koli je to potrebno.

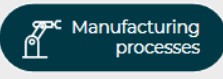

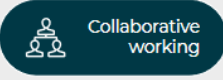
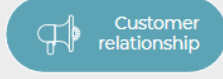
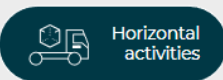
Level of potential uptake and disruption of VR applications per industry

Applications	Manufacturing (by NACE technology level)				Healthcare	Construction and architecture
	Low/Medium-low e.g. food products, textiles, plastic products, wood products	Medium-high/High e.g. chemicals, electrical equipment, motor vehicles, pharmaceutical products, air and spacecraft, computer and electronics				
 Manufacturing processes	Assembly	✓	✓	✓	✓	
	Maintenance	✓	✓	✓	✓	
	Raw material preparation	✓	✓	✓	✓	
	Set-up and production	✓	✓	✓	✓	
 Product development	Product design	✓	✓	✓	✓	
	Prototyping and sampling	✓	✓	✓	✓	
 Collaborative working	Conduct meetings	✓	✓	✓	✓	
	Supervision of activities/remote guidance	✓	✓	✓	✓	
 Customer relationship	Marketing and advertisement	✓	✓	✓	✓	
	Sales and customer experience	✓	✓	✓	✓	
 Horizontal activities	Data visualisation and video production	✓	✓	✓	✓	
	Administrative tasks	✓	✓	✓	✓	
	Training	✓	✓	✓	✓	
	Logistics	✓	✓	✓	✓	
	Health & safety	✓	✓	✓	✓	

Slika 20 Stopnja morebitnega sprejetja in motenj uporabe navidezne resničnosti po panogah

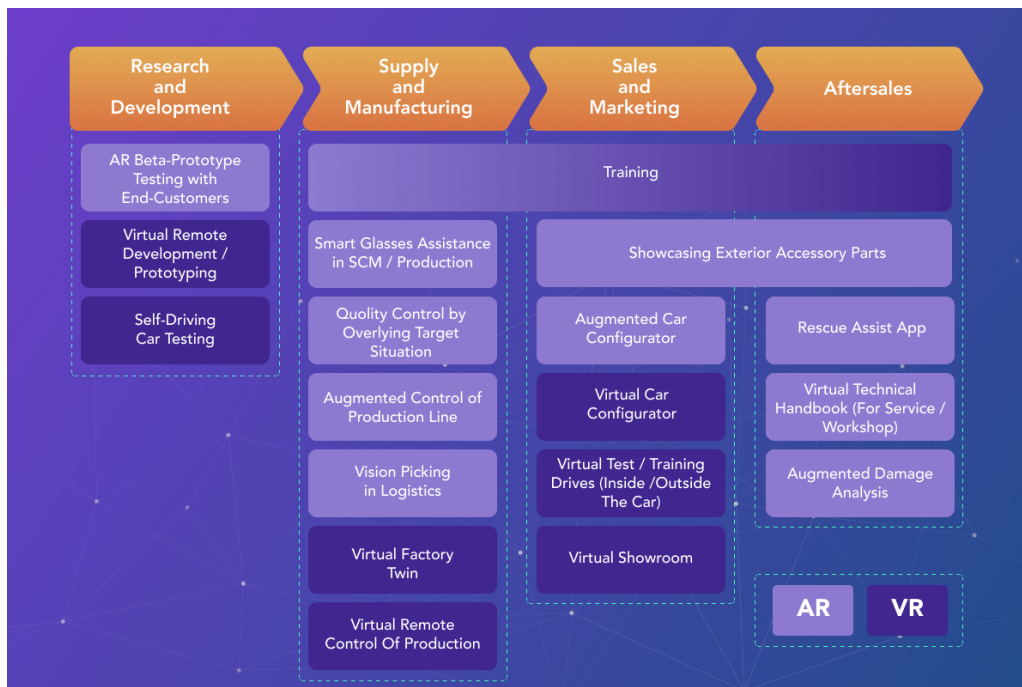
Obogatena resničnost več obeta v delovnih procesih, ki se izvajajo neposredno na kraju samem ter vključujejo tesnejšo interakcijo med digitalnim in fizičnim svetom. To velja za sestavljanje in vzdrževanje: prekrute digitalne informacije lahko te procese optimizirajo in pospešijo. Bolj zapleten kot je stroj, ki ga je treba popraviti ali sestaviti, večja je dodana vrednost rešitve obogatene resničnosti. Enako načelo se uporablja za daljinsko vodenje, ki se lahko zagotovi tudi za sestavljanje in vzdrževanje. V tem primeru vodenja ne zagotavlja programska oprema ali program za usposabljanje, temveč strokovnjak na daljavo. Obogatena resničnost kaže velik potencial na področju odnosov s strankami. Medtem ko se zdi navidezna resničnost pri privabljanju novih strank obetavnejša, jim lahko obogatena resničnost zagotovi izboljšano uporabniško izkušnjo. Obogatena resničnost bi lahko dobila zagon in bila vključena v potek dela številnih horizontalnih dejavnosti, kot so administrativne in logistične naloge, ali v podporne varnostne postopke.

Level of potential uptake and disruption of AR applications per industry

Applications	Manufacturing (by NACE technology level)		Healthcare	Construction and architecture
	Low/Medium-low e.g. food products, textiles, plastic products, wood products	Medium-high/high e.g. chemicals, electrical equipment, motor vehicles, pharmaceutical products, air and spacecraft, computer and electronics		
 Manufacturing processes	Assembly	✓	✓	✓
	Maintenance	✓	✓	✓
	Raw material preparation	✓	✓	✓
	Set-up and production	✓	✓	✓
 Product development	Product design	✓	✓	✓
	Prototyping and sampling	✓	✓	✓
 Collaborative working	Conduct meetings	✓	✓	✓
	Supervision of activities/ remote guidance	✓	✓	✓
 Customer relationship	Marketing and advertisement	✓	✓	✓
	Sales and customer experience	✓	✓	✓
 Horizontal activities	Data visualisation and video production	✓	✓	✓
	Administrative tasks	✓	✓	✓
	Training	✓	✓	✓
	Logistics	✓	✓	✓
	Health & safety	✓	✓	✓

Slika 21 Stopnja morebitnega sprejetja in motenj uporabe obogatene resničnosti po panogah

4.5.1.1 Specifičnost trendov razširjene resničnosti v avtomobilski industriji

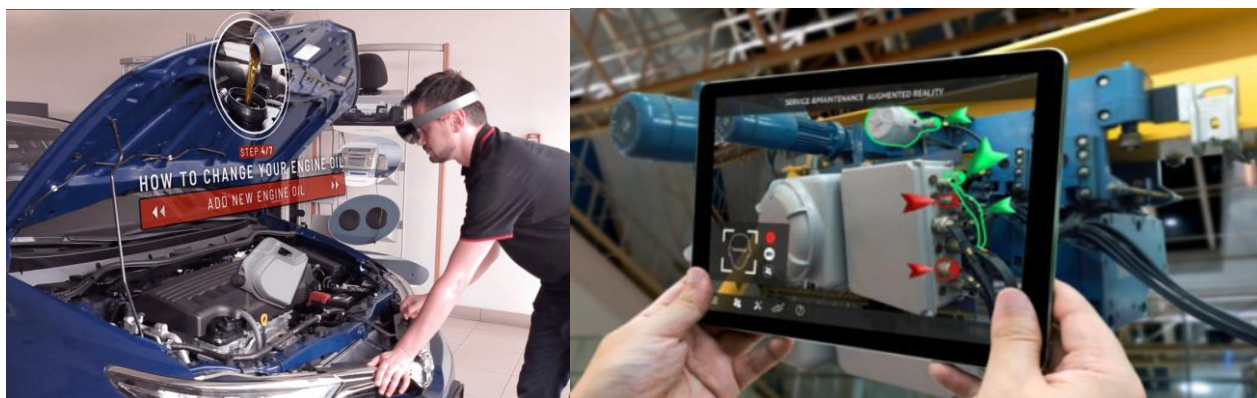


Slika 22 Primeri uporabe obogatene in navidezne resničnosti v avtomobilski industriji

Tehnologijo razširjene resničnosti je mogoče uporabiti na vseh stopnjah proizvodnega in delovnega procesa. Na podlagi izkušenj vidimo, da uvedba razširjene resničnosti kaže največji potencial na področju podpore na daljavo in digitalnega poteka dela.

Izdelava prototipov: nov izdelek ali delovno postajo si je mogoče med fazo izdelave prototipa ogledati in analizirati v navideznem okolju. S tem lahko bistveno pospešimo proces izdelave prototipov iz materialov. Če ima podjetje dostop do 3D-tiskalnika, je naslednji korak lahko izdelava tiskanega prototipa in šele nato končna izdelava prototipa.

Usposabljanje in izobraževanje: namesto desetih strani navodil v papirni obliki, ki so nepraktična za delo v proizvodnji, je mogoče prek očal za obogateno resničnost ter odčitane kode QR na zaboju, stroju ali delovnem oziroma servisnem nalogu hitro dostopati do ustreznih navodil. Te vrste navodil so na voljo v obliki besedila, videoposnetkov ali preprostih 3D-modelov, ki so vključeni v resnične predmete. Po drugi strani navidezna resničnost pomaga pri učenju spretnosti, pri katerih v resničnem okolju obstaja nevarnost smrti. S tem navidezna resničnost zagotavlja navidezno okolje brez ogrožanja življenja tistega, ki se uči.



Slika 23 Dostop do dokumentov v obliki besedila, videoposnetkov oziroma 3D-oblik prek pametnih očal

Podpora na daljavo: prek očal za obogateno resničnost, ki imajo vgrajene kamere, mikrofone in zvočnike, lahko komuniciramo na daljavo s komer koli z internetno povezavo, na primer s sodelavcem na drugem koncu proizvodnje ali serviserjem iz oddaljene države, ter s tem prihranimo stroške potovanja. Na ta način lahko izvajamo zagon stroja, diagnosticiranje in odpravljanje napak, presoje in preskuse ustreznosti, pomagamo vzdrževalcem itd.



Slika 24 Sodelovanje na daljavo z uporabo pametnih očal in aplikacije za oddaljeno komunikacijo (npr. MS Teams)

Spremljanje proizvodnje: z uporabo očal za obogateno ali mešano resničnost hitreje dostopamo do aktualnih informacij. Ko se z očali sprehodimo mimo stroja, se nam v realnem času prikažejo podatki o njegovem delovanju, doseganju norme, morebitnih napakah na izdelku idr.



Slika 25 Spremljanje proizvodnje v realnem času z uporabo očal Hololens 2

Zaposlovanje: podjetja se lahko s pomočjo navidezne resničnosti predstavijo potencialnim zaposlenim v potopitveni izkušnji. To lahko storijo s prikazom možnih delovnih mest in splošnega delovnega okolja prek virtualnih ogledov 360°, kjer lahko novi zaposleni samostojno raziskujejo. Ustvariti je mogoče tudi interaktivne izkušnje, ki pokažejo vse, kar posamezno delovno mesto ponuja.



Slika 26 Virtualni ogled centra za avtomatizacijo podjetja OMRON v Tokiu

4.5.1.2 Specifičnost trendov razširjene resničnosti v navtični industriji

V avtomobilski industriji se navidezna resničnost uporablja za poenostavitev popravil in vzdrževanja, izboljšanje učinkovitosti ter zmanjšanje stroškov usposabljanja, simulacije, zasnove in izdelave prototipov, vizualizacije podatkov itd. Vse to bi bilo enako uporabno tudi v pomorski industriji [36].

Leta 2019 je podjetje Wärtsilä uspešno preizkusilo glasovno vodene nosljive naprave za obogateno resničnost in programsko opremo za daljinsko vodenje, kar je posadki in tehnikom omogočilo komuniciranje s strokovnjaki na kopnem v realnem času. Pri podjetju Wärtsilä so celo ugotovili, kako uporabljati sistem na območjih s slabo povezljivostjo.

V naftni in plinski industriji je podjetje Luminous Group ustvarilo in uporabilo 3D-modele plovila za [zasnovo in izdelavo cevovodnih](#) sistemov, ki se prilegajo že prvokrat, ter jih nato prilagodilo za usposabljanje v navidezni resničnosti. To je omogočilo prihranek časa in denarja ter večjo učinkovitost.

4.5.1.3 Specifičnost trendov razširjene resničnosti v letalski in vesoljski industriji

Čeprav sistemi razširjene resničnosti nikoli ne bodo nadomestili visoko usposobljenih inštruktorjev, so se izkazali kot zelo učinkovit učni pripomoček za naslednjo generacijo pilotov in tehnikov. Razširjena resničnost zmanjšuje drage napake in študentom omogoča izvajanje invazivnih postopkov, ne da bi bila pri tem ogrožena varnost letala ali - v primeru letenja - njihova lastna varnost. Tehnologija študentom omogoča tudi izvajanje nalog na daljavo z minimalnimi stroški, kar je bila velika prednost med pandemijo.

Boeing kot ena največjih letalskih družb raziskuje in v nekaterih primerih uporablja tehnologije razširjene resničnosti v številnih poslovnih enotah, vključno s komercialno, obrambo, vesoljem in varnostjo ter globalnimi storitvami. Načini uporabe vključujejo posredovanje delovnih navodil za sestavljanje, popravilo in vzdrževanje, usposabljanje ter preglede projektiranja [37].

4.5.1.4 Specifičnost trendov razširjene resničnosti v industriji mehke mobilnosti

Navidezna resničnost lahko pomaga pri zagotavljanju dostopa do oddaljenih strokovnjakov. Zlasti se lahko uporabi za podporo neodvisnim lastnikom trgovin, ki izvajajo popravila različnih prevoznih sredstev na področju mikromobilnosti.

Cannondale, vodilno podjetje v panogi, je na primer z uporabo navidezne resničnosti pomagalo lastnikom lokalnih trgovin, od katerih stranke pričakujejo obsežno strokovno znanje o tem, kako in kdaj je bilo določeno kolo izdelano ter kateri nadomestni del je potreben za servis. Dodaten izziv je, da kolesa prodajajo in popravljajo neodvisni trgovci v maloprodaji in ne trgovine v lasti proizvajalca, zaradi česar niso vezani na določenega proizvajalca ali motivirani za promoviranje določenega podjetja oziroma kolesa. Zato se je podjetje Cannondale odločilo uporabiti razširjeno resničnost kot orodje, ki bi lastnikom trgovin s kolesi ter njihovim zaposlenim zagotovilo kritično zasnovo izdelkov in tehnične napotke, potrebne za servisiranje, ter poglobilo sodelovanje z uporabniki koles. Zdaj lahko neodvisni lastniki trgovin s kolesi s pomočjo navidezne resničnosti hitro pridobijo vse pomembne informacije, ne da bi morali brskati po obsežnih uporabniških priročnikih ali knjigah naročil za nadomestne dele. To omogoča serviserjem v trgovinah, da hitro pregledajo

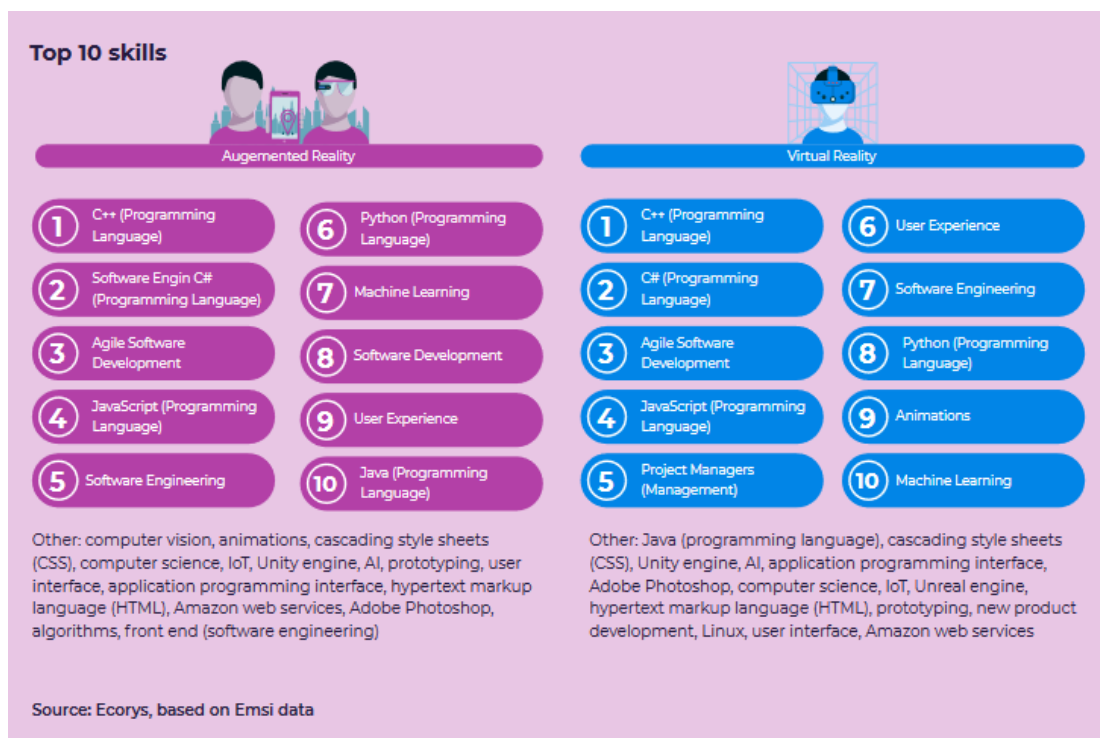
kolo, ki ga je morda treba servisirati, in enostavno najdejo ustrezen nadomestni del, s čimer se skrajša čas, potreben za opredelitev in naročilo nadomestnega dela, popravilo kolesa ter vračilo kolesa uporabniku [38].

4.5.2 Potrebne spretnosti in znanje za uspešno uvedbo ter uporabo razširjene resničnosti v proizvodnem sektorju

Razširjena resničnost je širok pojem, zato se načrt uvedbe in sprejetja njene tehnologije od podjetja do podjetja razlikuje. Glede na potrebe in zmogljivosti podjetja lahko govorimo o uvedbi internih oziroma že pripravljenih rešitev za razširjeno resničnost.

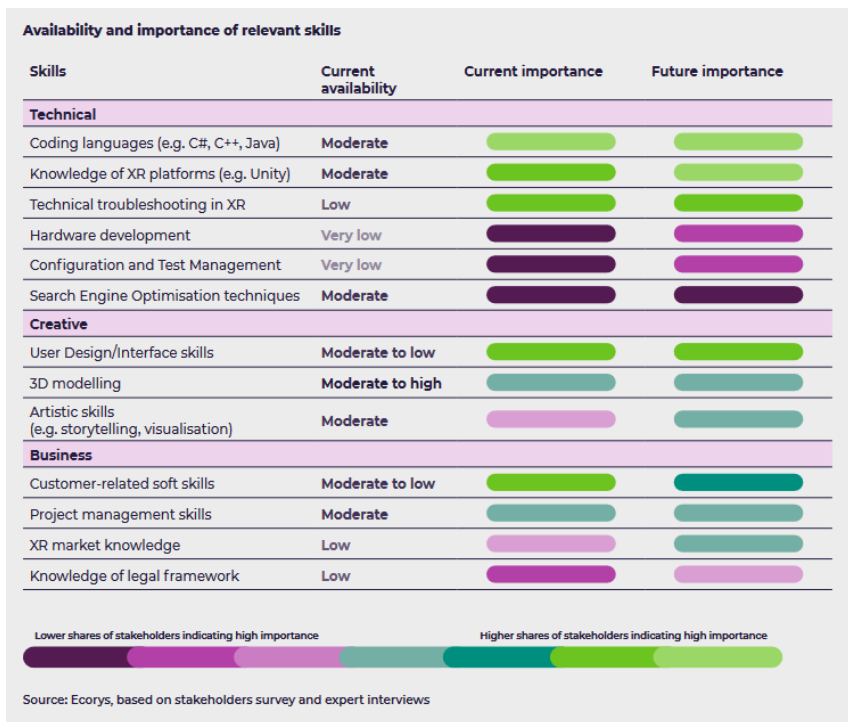
Razvoj aplikacij razširjene resničnosti vključuje številne tehnološke vidike, vendar ima tudi ustvarjalno in poslovno plat. Zato potrebujejo podjetja za razvoj internih rešitev za razširjeno resničnost nadarjene ljudi, ki lahko opravljajo delo v številnih tehničnih, ustvarjalnih, družbenih in poslovnih strokah.

Po podatkih raziskave iz leta 2021, ki jo je izvedlo podjetje Ecorys, tipična ekipa za razširjeno resničnost vključuje različne ključne profile. Kvalifikacije v splošnem obsegajo vse od računalništva (vključno s programskimi jeziki, kot so C, C++, C#, Java, Python in operacijski sistemi) do programskega inženiringa. Če natančneje pogledamo ustvarjalne profile, imajo 3D-umetniki vse pomembnejšo vlogo v prihodnosti industrije ter so odgovorni za vse vrste vizualnih učinkov, od modelov do tekstur in 3D-simulacij. Podobno je v današnjem času zelo veliko povpraševanje po oblikovalcih uporabniške izkušnje/uporabniškega vmesnika, saj je oblikovanje interakcij med človekom in računalnikom ter uporabniških vmesnikov za naprave in programsko opremo osrednjega pomena. Uporabniška izkušnja je bistvena in mora biti intuitivna. Oblikovanje naravne, udobne, preproste in obvladljive izkušnje je zelo pomembno, zlasti za občutek polne potopitve. Zato so bistvene izkušnje na področju prostorskega oblikovanja, zmožnost sodelovanja, strokovnost ter poznavanje orodij za vizualno oblikovanje in predvizualizacijo/izdelavo prototipov. Vendar različna programska oprema in tehnični predpogoji niso edine potrebne spretnosti. Da bi razumeli interakcijo med človekom in napravo, je treba vključiti človeške dejavnike in družboslovje. Oblika naprave bo posledično naravnejša za uporabnika in ustrežnejša za sektor. Interdisciplinarno strokovno znanje je potrebno z vidika etičnih smernic, zasebnosti in varnosti. Ekipe za razširjeno resničnost morajo vključevati tudi posameznike s poslovnimi spretnostmi, kar vključuje odlične komunikacijske spretnosti ter sposobnost razumevanja tržnih trendov in interesov, kot tudi ambicij in namenov strank. Za učinkovito vodenje projektov razširjene resničnosti v vseh njihovih razsežnostih so potrebni izkušeni vodje projektov z ustreznimi vodstvenimi in poslovnimi spretnostmi, ki poznajo trg razširjene resničnosti ter imajo vizijo.

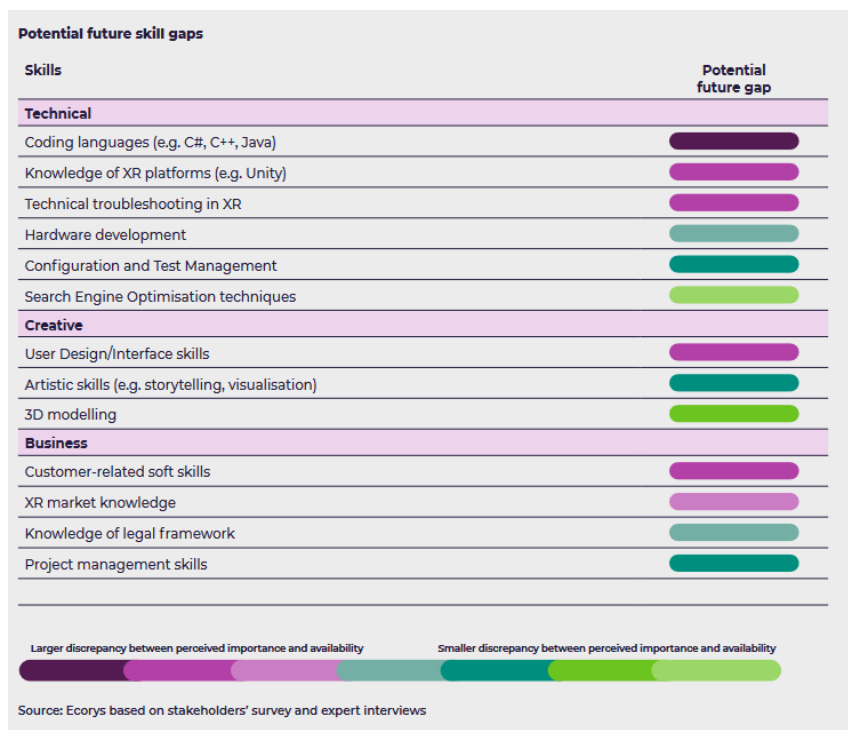


Slika 27 10 glavnih spretnosti, ki jih podjetja najpogosteje zahtevajo od oblikovalcev razširjene resničnosti

Nekatere spretnosti so pomembnejše od drugih. Sčasoma se lahko pomembnost spretnosti spremeni, saj se lahko zaradi hitro rastočih tehnologij razširjene resničnosti in njihove sorazmerne novosti pojavi vrzel v spretnostih, ki bi se lahko še povečala, če je pravočasno ne obravnavamo.



Slika 28 Razpoložljivost in pomembnost ustreznih spretnosti



Slika 29 Morebitna prihodnja vrzel v spretnostih

Za delavce, ki so končni uporabniki rešitev za razširjeno resničnost, so pomembni odprtost in digitalne kompetence, kot so opredeljene v okviru digitalnih kompetenc 2.0 (DigComp 2.0). DigComp 2.0 identificira ključne elemente 21 digitalnih kompetenc na 5 področjih, ki so povzeti v nadaljevanju:

1. Informacijska in podatkovna pismenost: izražanje potreb po informacijah, iskanje in pridobivanje digitalnih podatkov, informacij in vsebine; presoja ustreznosti vira in njegove vsebine; shranjevanje, upravljanje in organizacija digitalnih podatkov, informacij in vsebine.
2. Komunikacija in sodelovanje: vzajemno delovanje, komuniciranje in sodelovanje prek digitalnih tehnologij ob zavedanju kulturne in generacijske raznolikosti; sodelovanje v družbi prek javnih in zasebnih digitalnih storitev ter participativnega državljanstva; upravljanje lastne digitalne identitete in ugleda.
3. Ustvarjanje digitalnih vsebin: ustvarjanje in urejanje digitalne vsebine z namenom izboljšati ter vključiti informacije in vsebino v obstoječo zbirko znanja ob hkratnem razumevanju uporabe avtorskih pravic in licenc; dajanje razumljivih navodil v zvezi z računalniškim sistemom.
4. Varnost: zaščita naprav, vsebine, osebnih podatkov in zasebnosti v digitalnih okoljih; varovanje fizičnega in psihičnega zdravja ter poznavanje digitalnih tehnologij za socialno blaginjo in socialno vključenost; zavedanje vpliva digitalnih tehnologij in njihove uporabe na okolje.
5. Reševanje težav: prepoznavanje potreb in težav ter reševanje konceptualnih težav in težavnih primerov v digitalnih okoljih; uporaba digitalnih orodij za inovacije v zvezi s postopki in izdelki; spremljanje novosti na področju digitalnega razvoja.

Žal večina rešitev za razširjeno resničnost ne podpira več jezikovnih možnosti. To še zlasti velja za slovenske delavce, ki so pri komunikaciji s kibernetiko-fizičnimi sistemi prisiljeni uporabljati angleščino. Potrebno je torej osnovno znanje angleškega jezika.

Razširjena resničnost prinaša številne izzive na delovnem mestu v proizvodnji, ampak ponuja tudi priložnosti. Vendar je to proces, ki bo od delavcev zahteval prilagodljivost in prožnost. Ustvaril bo nove oblike in načine dojemanja odnosov sodelovanja z ljudmi in stroji ter zahteval nenehno prilagajanje. Učenci bodo pred prvo uporabo oklevali in se morda raje odločali za bolj tradicionalne dejavnosti, dokler novejši tehnološki vmesnik ne postane intuitiven. Tukaj mora posredovati vodstvo z načeli upravljanja sprememb. V tem kontekstu je prilagajanje spremembam in njihovo upravljanje temeljna spretnost za soočenje s sedanostjo in prihodnostjo.

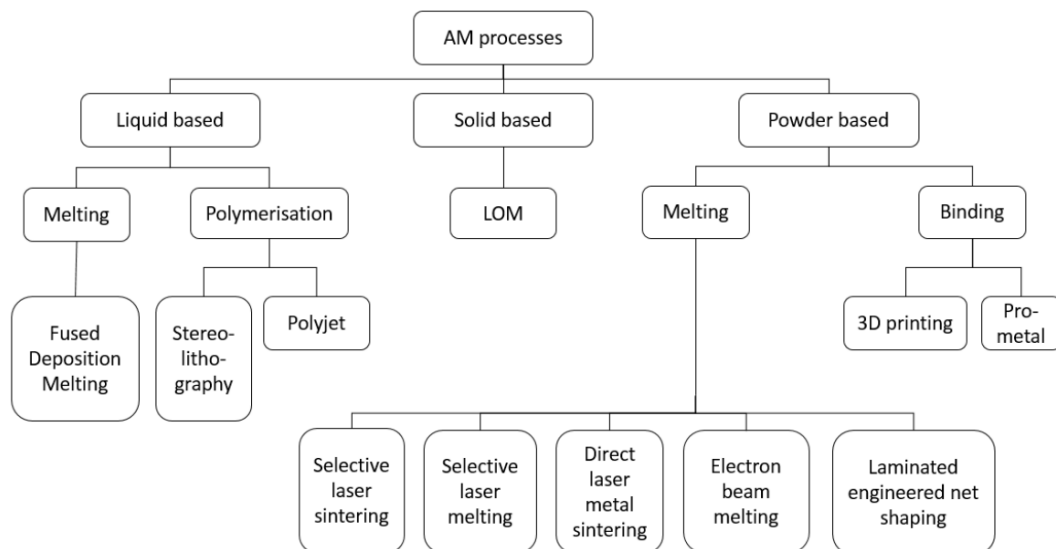
4.6 Hiperavtomatizacija

Hiperavtomatizacija je poslovno usmerjen, discipliniran pristop, ki ga organizacije uporabljajo za hitro prepoznavanje, preverjanje in avtomatizacijo čim večjega števila poslovnih procesov in procesov IT. Hiperavtomatizacija vključuje usklajeno uporabo več tehnologij, orodij ali platform, ki se osredotočajo na tri ključne prednostne naloge: izboljšanje kakovosti dela, pospešitev poslovnih procesov in povečanje prožnosti pri odločanju. Primeri hiperavtomatizacije so razumevanje dokumentov z uporabo optičnega prepoznavanja znakov (OCR), razumevanje e-poštnih sporočil z uporabo obdelave naravnega jezika, napovedovanje zalog in avtomatizirano obnavljanje zalog, izboljšanje tokov avtomatizacije z uporabo umetne inteligence ali strojnega učenja itd.

4.7 Aditivna proizvodnja

Pogosto je težko verjeti, kaj vse se danes že tiska s tehnologijo 3D: od nadomestnih delov za velike stroje do povsem delujočih src. 4D-tiskanje je naslednja dimenzija, pri kateri lahko natisnjeni predmeti po izdelavi še bolj spremenijo svojo obliko.

Aditivna proizvodnja (AM) ali proizvodnja z dodajanjem slojev (ALM) je industrijsko ime za 3D-tiskanje, tj. niz računalniško vodenih procesov, ki ustvarijo tridimenzionalne predmete z nanašanjem materialov, običajno v plasteh. Za te procese je značilnih več posebnosti, ki zagotovijo različne zmogljivosti in vrste uporabe. Posebno pomembno klasifikacijo sta predlagala Wong in Hernandez [39], ki sta procese razlikovala na podlagi stanja surovine in fizikalnega pojava, vključenega v njeno preobrazbo (slika 32). Druga glavna značilnost so obdelani materiali. V večini primerov gre za kovine, polimere in smole, ki se sušijo s svetlobo, lahko pa tudi za keramiko, kompozite, organske materiale, minerale, beton in drugo.



Slika 30 Klasifikacija procesov aditivne proizvodnje [39]

Kot nakazuje izraz, se v procesih aditivne proizvodnje surovine dodajo namesto odvzemajo, zaradi česar se vstopne in izstopne količine ter omejitve med seboj močno razlikujejo. Tradicionalne paradigme proizvodnje so s tem presežene. Podrobnejša obrazložitev:

- Izdelava kompleksnih geometrij: pri tradicionalnih procesih na obliko izdelkov močno vpliva proizvodna tehnologija. Nasprotno pa so procesi aditivne proizvodnje izjemno prilagodljivi, kar omogoča enostavno in ekonomično izdelavo kompleksnih geometrij.
- Obdelava posebnih materialov: obdelovalnost številnih zanimivih materialov je pogosto zelo slaba, posledica tega pa so še strožje omejitve glede geometrij. Aditivna proizvodnja pogosto predstavlja tehnološko rešitev za obdelavo tovrstnih materialov in izdelavo visoko zmogljivih izdelkov. Poleg tega sodobna simulacijska okolja, kot sta Simufact Additive podjetja MSC in Genoa 3DP podjetja Alphastar, močno zmanjšajo potrebo po eksperimentalnih preizkusih ter postopkih poskusov in napak.
- Čas priprave procesa: pri tradicionalnih procesih je poleg oblikovanja strategije obdelave treba zasnovati in pripraviti opremo ter zagotoviti surovce za predelavo in orodja. Pri aditivni proizvodnji se temu izognemo, saj so surovine in oprema za vse materiale in geometrije enake.
- Specializacija upravljavcev: tradicionalni procesi zahtevajo visoko specializirane upravljavce za doseganje konkurenčnih in visokokakovostnih rezultatov. Aditivna proizvodnja zelo poenostavlja običajen potek dela, pri čemer le nekaj (čeprav ključnih) vidikov zahteva večje tehnične rešitve. Najkompleksnejši vidiki proizvodnje so obravnavani na izrednih sejah oddelka za raziskave in razvoj. Posledično se lahko delovna aktivnost izvaja metodično in en sam upravljavec zlahka skrbi za več procesov.

Aditivna proizvodnja ima torej potencial, da popolnoma preoblikuje ne le sektor proizvodnje, temveč vsa najpomembnejša tehnična in industrijska področja, ki lahko izkoristijo možnost ustvarjanja blaga z

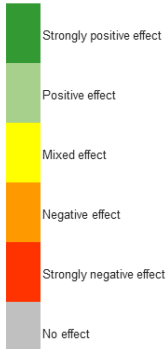
edinstvenimi lastnostmi. V resnici aditivna proizvodnja zvišuje standarde z zvezi z vrednostjo in kompleksnostjo izdelkov, spodbuja prilagajanje, racionalizira proizvodnjo na trgih z majhnimi količinami in visokimi tehnološkimi ravni, spodbuja učinkovitost proizvodnje in trajnostni napredek v ključnih sektorjih mednarodnih razvojnih programov, omogoča uporabo inovativnih in naprednih materialov, uvedbo novih poslovnih in zaposlitvenih modelov ter digitalizacijo v industriji, poleg tega pa daje prednost oblikovanju lokalnih dobavnih verig in vračanju industrijskih dejavnosti, kot tudi proizvodnji na kraju samem oziroma na zahtevo, z jasnimi rezultati na področju organizacijskih modelov, logistike, stroškov in trajnostnosti [40].

4.7.1 Srednje- in dolgoročni trend aditivne proizvodnje ter možen scenarij v sektorju proizvodnje

Prihodnost aditivne proizvodnje. Zaradi svojih zmogljivosti je aditivna proizvodnja temelj tehnološke in družbene revolucije, ki se trenutno odvija. Kot prikazuje slika 33, ne spodbuja le tehnološkega razvoja, ampak tudi družbeni napredek in trajnostnost [41].

Bonitetna analiza ocenjuje, da bo leta 2025 korist aditivne proizvodnje za gospodarsko vzdržnost izdelkov, izračunana v njihovem celotnem življenjskem ciklu, znašala od 170 do 593 milijard (USD), od tega 113 do 370 milijard (USD) v obliki proizvodnih stroškov, 56 do 219 milijard (USD) v obliki operativnih stroškov in 1 do 4 milijarde (USD) v obliki stroškov odstranjevanja. [42].

Social Impact Categories	AM Changes	AM Social Impacts	Final Assessment	Social Impact Categories	AM Changes	AM Social Impacts	Final Assessment
	Can AM technology lead to changes in the following factors?	What is your perception of the factor effect on:			Can AM technology lead to changes in the following factors?	What is your perception of the factors' Effect on:	
Economic and Material Wellbeing	Adaptation of products' characteristics to the needs/expectations of the community, e.g., making traditional objects/artefacts	Disruption with the Local Economy	Green	Health and Social Well-Being	Occupational disease situations, e.g., thermal environment, noise, or vibration.	Health and Safety	Green
	Creation/disappearance of small local businesses, e.g., local production models	Economic Prosperity	Yellow		Situations of accidents at work, e.g., dangerous machines, burns, electric shocks, or cuts.		Grey
	Customisation/personalisation and creating personalized products	Economic Prosperity	Green		Number of hours of mental and/or physical work, e.g., time spent paying attention to the different aspects of the production process.		Grey
	Reward systems, e.g., compensation by objectives, to guarantee efficiency in production.	Economic Prosperity	Green		Situations of particular risks, e.g., inhalation of particles during the production or finishing.		Red
	Development of new skills that can be used in new businesses, e.g., digital entrepreneurship.	Level of Employment in the Community	Yellow		Level of stress and/or anxiety at work, e.g., watchfulness stress of the productive process.		Yellow
	Creation/disappearance of jobs, e.g., work at home or new jobs.	Level of Employment in the Community	Yellow		Feelings of social valorisation/recognition of professional status. Internal or external valorisation.		Green
	Educational curricula, e.g., the teaching of AM technology in technical-vocational education.	Level of Employment in the Community	Green		New recreational and leisure activities, e.g., hobbies or the manufacture of personal objects.		Green
	Need to participate in training and professional requalification, e.g., training in new software/hardware.	Level of Employment in the Community	Green		Level of crime and violence, e.g., ease of making weapons or bombs.		Grey
	Function analysis (roles), e.g., new tasks within the product design/production processes.	Professional Status and Employment Type	Green		Protection of patent rights, e.g., open source files.		Yellow
	Work organization, e.g., changes in workspaces and layouts	Professional Status and Employment Type	Green				
	More flexible work schedules, e.g., adapting human resource needs to the production cycle.	Professional Status and Employment Type	Green				
	Performance assessment system, e.g., introducing management by objectives.	Professional Status and Employment Type	Green				
	Responsibility for the tasks performed, e.g., production errors are costly.	Professional Status and Employment Type	Green				
	Need of teamwork.	Professional Status and Employment Type	Yellow				
	Need to develop new skills, e.g., the use of the new equipment and software	Professional Status and Employment Type	Yellow				
	New work schemes, e.g., remote work/work at home.	Professional Status and Employment Type	Yellow				
	Precarious contracts, e.g., the provision of services and fixed-term contracts based on productive objectives	Professional Status and Employment Type	Yellow				
	Turnover, because of the high demand for specialists in AM technology.	Professional Status and Employment Type	Yellow				
Resistance to organizational and technological change, e.g., difficulties in implementing new work schemes or changing roles.	Professional Status and Employment Type	Orange					



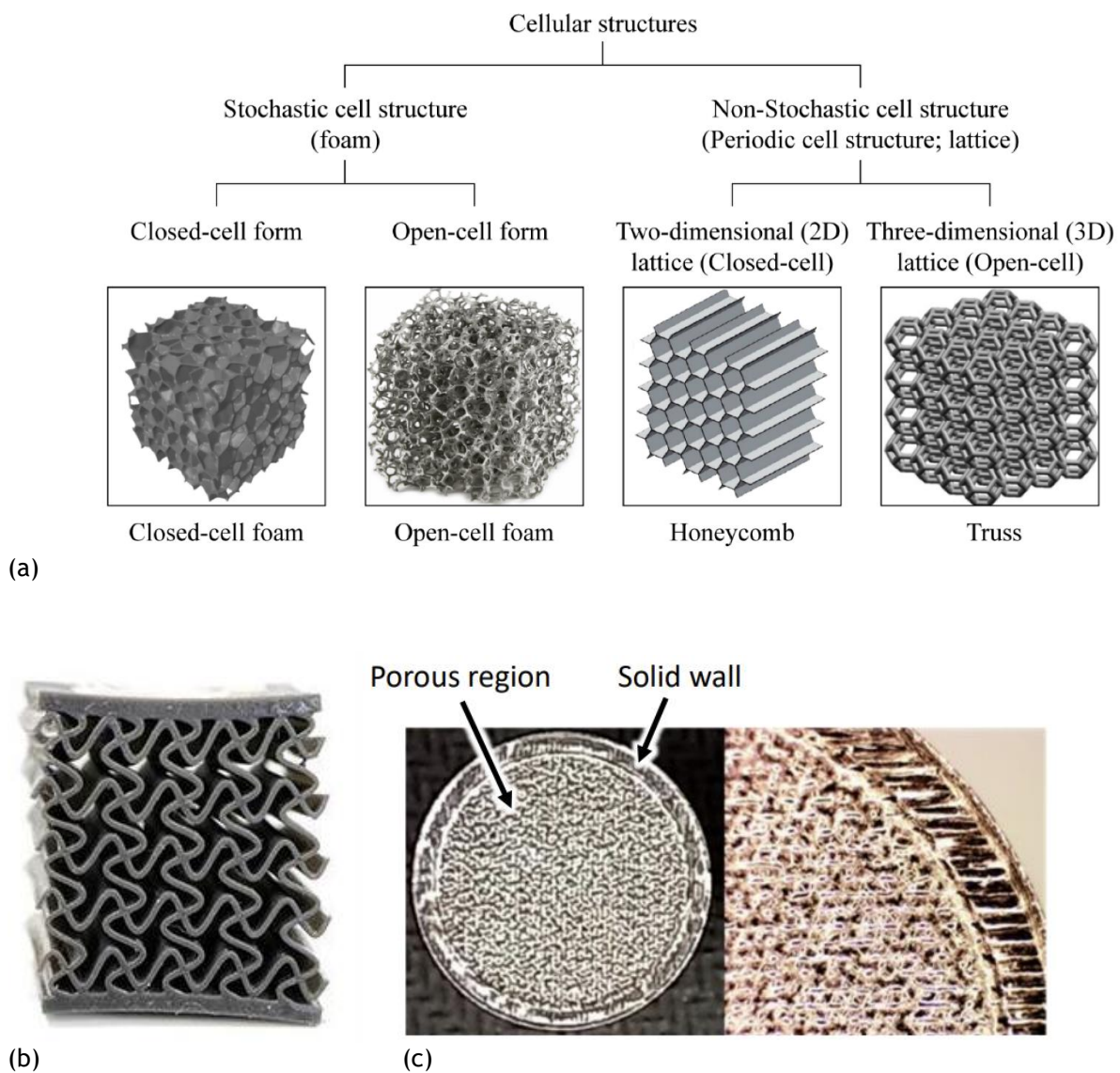
Slika 31 Socialni učinki aditivne proizvodnje [41]

Analiza kaže, da bo znižanje proizvodnih stroškov posledica racionalizacije postopkov rokovanja, preoblikovanja proizvodnih verig ter zmanjšane porabe materialov zaradi večje učinkovitosti procesov in optimizacije izdelkov. Znižanje operativnih stroškov pa bo posledica večje funkcionalnosti in učinkovitosti izdelkov. V zvezi s tem je treba upoštevati, da bo približno ena tretjina pričakovanih prihrankov pri operativnih stroških izhajala iz zmanjšane porabe goriva v letalskem in vesoljskem sektorju. Gospodarska vzdržnost je torej povezana z energetske in okoljske trajnostnostjo. Leta 2025 naj bi zmanjšanje porabe energije in emisij CO₂ v življenjskem ciklu izdelkov, izdelanih z aditivno proizvodnjo, znašalo 2,54 do 9,30 EJ oziroma 130,5 do 525,5 Mt, od tega 0,85 do 2,77 EJ oziroma 34,3 do 151,1 Mt zaradi učinkovite proizvodnje, 1,46 do 5,72 EJ oziroma 84,1 do 328,5 Mt zaradi operativne učinkovitosti ter 0,22 do 0,81 EJ oziroma 2,1 do 44,5 Mt zaradi učinkovitega ravnanja z odpadki.

Večina prihrankov se pričakuje v potrošniškem, letalskem in vesoljskem ter zdravstvenem sektorju. Zgoraj navedene ocene se navezujejo na nabor izdelkov, ki so trenutno primerni za aditivno proizvodnjo. Če bodo ti procesi dolgoročno razviti do te mere, da jih bo mogoče uporabljati tudi za množično proizvodnjo, se bo razmerje med vplivom na gospodarstvo in vplivom na okolje povsem spremenilo.

Zgoraj opisani scenarij je mogoče uvesti tudi v splošnejšo družbeno in kulturno prenovo, ki jo spodbujajo udobje proizvodnje v potrošniški državi, potreba podjetij, da preusmerijo svoj portfelj izdelkov s fizičnih izdelkov na ideje in zasnovano, potreba po visoko usposobljenih strokovnjakih ter pojav novih poslovnih in zaposlitvenih modelov.

Aditivna proizvodnja je torej ključni dejavnik trajnostnega napredka in njena vloga bo vse bolj pomembna. To bo spodbudilo znanstveno, tehnično in industrijsko zanimanje za te procese, posledica česar bo hitrejši razvoj, usmerjen k ustvarjanju pogojev za množično uporabo in doseganju največjih pričakovanih koristi v velikem obsegu. Ključni akterji v tem scenariju so programska oprema, stroji, materiali in aplikacije [43]. Inovacije na področju programske opreme. Priložnosti, ki jih nudi aditivna proizvodnja, so prepletene s kompleksnostjo. Izdelki imajo vedno bolj izpopolnjene geometrije, ki se odražajo v izboljšani funkcionalnosti, fizika procesov vključuje številne kompleksne in soodvisne dejavnike, poslovni in organizacijski modeli pa so vse bolj dodelani. Kompleksnosti ni mogoče ustrezno upravljati brez programskih orodij, ki podpirajo človeško iznajdljivost in omogočajo njeno izražanje. Razvoj programske opreme in inovacije so potrebni na vseh področjih poteka dela. Pri zasnovi izdelkov je potrebna programska oprema, ki oblikovalcem omogoča enostavno in hitro modeliranje kompleksnih geometrij pod popolnim nadzorom. Programska oprema mora biti vse bolj usmerjena v funkcionalnost z razširitvijo konceptov optimizacije oblike in generativnega oblikovanja na vsa področja inženiringa. V zvezi s tem so potrebni prožnejši in prilagodljivejši algoritmi za številne vidike tehničnih težav ter večja učinkovitost za obvladovanje kompleksnosti z razumnimi računalniškimi časi in viri. Poleg tega je treba uvesti orodja za integracijo inženirskih materialov, kot so mrežne strukture [44], matematične strukture [45] in porozne strukture [46] (slika 34). Prav tako je treba razviti učinkovito in preprosto orodje za ustvarjanje trdnih modelov iz točkovnih oblakov, pridobljenih z uporabo optičnih in radiografskih sistemov ali določenih matematično. V zvezi s procesi bo ključni dejavnik za širjenje aditivne proizvodnje zmožnost hitrega oblikovanja procesov brez tveganja, ki bodo ustvarili visokokakovostne izdelke. V ta namen bo morala programska oprema usmerjati dejavnost načrtovanja procesov ter zmanjšati samovoljnost proizvodnih odločitev in kompleksnost pri upravljanju več projektov. Ta cilj je mogoče uresničiti z uvedbo naprednih optimizacijskih algoritmov, po možnosti v povezavi z vitkimi in zanesljivimi orodji za fizično simulacijo procesov, usmerjanje in razporejanje delov na izdelovalnih ploščadih ter načrtovanje podpornih struktur. Obenem so potrebni učinkoviti algoritmi za upravljanje in obdelavo velikih datotek, ki so rezultat kompleksnih projektov.



Slika 32 a) Klasifikacija celičnih struktur [44], b) metamateriali na osnovi Bézierjeve krivulje [45] in c) porozni materiali [46]

Potreben je tudi razvoj programske opreme za upravljanje, da bo lahko izpolnila nove potrebe glede organizacije in podjetništva. V zvezi s tem so ključni naslednji vidiki: upravljanje naročil, ki jih je mogoče prejeti iz različnih regij po svetu, v velikem številu in v neenakomernih časovnih intervalih; načrtovanje proizvodnje, ki ima izjemne posledice za gospodarsko učinkovitost procesov aditivne proizvodnje; organizacija dela, ki se bo morala prilagoditi procesom, ki trajajo veliko dlje od običajne delovne izmene; ocena stroškov, na katero bo vplivala negotovost zaradi kompleksnosti in prilagajanja, ter logistika, na katero bo vplivala zmožnost proizvodnje na kraju samem oziroma na zahtevo.

Razvoj proizvodnih sistemov. Tehnološki razvoj sistemov aditivne proizvodnje je bistveni dejavnik za njihovo obsežno širjenje in s tem za doseganje pričakovanega učinka. V tem smislu je mogoče opredeliti štiri glavne vidike:

- Avtomatizacija procesov: trenutno so proizvodne dejavnosti močno odvisne od človekovega posredovanja, zlasti pri nameščanju in obnovitvah opreme. To privede do prekinitev proizvodnje in daljših izpadov delovanja, kar očitno vpliva na produktivnost. Posledici tega sta tudi slabši nadzor nad proizvodnim ciklom in varnostno tveganje zaradi rokovanja s potencialno nevarnimi materiali. Obsežno širjenje aditivne proizvodnje torej ni mogoče brez razvoja avtomatiziranih proizvodnih sistemov, ki lahko učinkovito upravljajo vse faze proizvodnje in zagotovijo neprekinjenost proizvodnje tudi zunaj delovnih izmen [47].
- Napredni sistemi spremljanja in nadzora: največji sovražnik produktivnosti so odpadki. Pri aditivni proizvodnji rastoči del pogosto ni viden, ker je potopljen v surovino ali ker se proces izvaja zunaj delovne izmene. Vendar proizvodnja posameznih ali prilagojenih delov ni združljiva s tradicionalnimi metodami za nadzor kakovosti in certificiranje. To bo v prihodnjih letih spodbudilo razvoj sistemov spremljanja, ki bodo omogočali nadzor procesov v realnem času za takojšnje odkrivanje proizvodnih napak. Po drugi strani pa bodo potrebni napredni sistemi nadzora, da bo mogoče aktivno posredovanje, kadar bo to izvedljivo [48].
- Povečanje produktivnosti: ta vidik ne vpliva le na proizvodne stroške, ampak tudi na samo možnost ustvarjanja inovativnih organizacijskih modelov, ki temeljijo na proizvodnji na kraju samem oziroma na zahtevo. Obenem lahko večja produktivnost zmanjša tudi kompleksnost vodenja proizvodnje. Iz tega izhaja, da bo v prihodnjih letih porabljenih veliko sredstev za razvoj produktivnejših sistemov tako v aktivni kot v pasivni fazi [49].
- Zmanjšanje stroškov: ta dejavnik je bistvenega pomena za širjenje aditivne proizvodnje v tradicionalnih sektorjih, ki predstavljajo največji trg. Ta cilj si bomo prizadevali uresničiti s povečanjem produktivnosti in avtomatizacije sistemov. Spodbudila pa ga bosta tudi amortizacija stroškov raziskav in razvoja v preteklih letih ter povečanje prodaje strojev.
- Večje dimenzije strojev: ena od omejitev sodobnih strojev je velikost delov, ki jih je mogoče narediti, kar preprečuje dostop do nekaterih industrijskih sektorjev. Sistemi naslednje generacije bodo morali biti primerni za proizvodnjo večjih delov. Vendar tega ni mogoče doseči brez povečanja produktivnosti in presejanja velikih fizičnih omejitev.

Približevanje aditivne proizvodnje in umetne inteligence. Umetna inteligenca in strojno učenje sta idealni orodji za reševanje kompleksnih težav, in prav kompleksnost je tista, s katero aditivna proizvodnja plačuje koristi, ki jih zagotavlja v proizvodnji. Umetno inteligenco in strojno učenje je mogoče uporabiti pri zasnovi delov za optimizacijo funkcionalnosti in izvedljivosti oblik, pri načrtovanju procesov, razvoju materialov, optimizaciji procesnih parametrov, spremljanju in nadzoru procesov ter načrtovanju in nadzoru proizvodnje.

4.7.1.1 Specifičnost trendov aditivne proizvodnje v avtomobilski industriji



Slika 33 Uporaba aditivne proizvodnje v avtomobilskem sektorju v prihodnosti [50]

V naslednjih nekaj letih bo aditivna proizvodnja vedno pomembnejša za avtomobilsko industrijo, tako za potrošnike kot na področju avtomobilskih dirk. Ti procesi so lahko vključeni v številne vidike industrijske dejavnosti, od zasnove do proizvodnje, od sestavljanja do vzdrževanja in popravil. Poleg tega bo (kot prikazuje slika 35) diverzifikacija procesov in materialov spodbudila različne vrste uporabe [50].

Aditivna proizvodnja se zaradi zmožnosti izdelave zmogljivejših in lažjih delov že zdaj obsežno uporablja v avtomobilski industriji. S temi procesi je mogoče preprosto ustvariti kompleksne geometrije, ki podpirajo funkcionalnost in zmanjšanje mase, ter obdelati visoko zmogljive materiale, ki bi jih bilo težko obdelati na kakršen koli drug način. Z vidika izdelka se s tem izboljša učinkovitost vozil, učinkovitost in kakovost za uporabnike ter varnost potnikov, podaljša se življenjski cikel izdelka, poenostavi odstranjevanje in zmanjša vpliv na okolje. Z vidika proizvodnje je tako mogoče zmanjšati stroške sestavnih delov, poenostaviti in racionalizirati montažo vozil ter omogočiti pripravo učinkovite opreme za pomoč pri proizvodnji.

Funkcionalnemu razvoju se nato pridružijo tehnološke revolucije. S svobodo oblikovanja in inovativnimi materiali bi lahko korenito preoblikovali različne dele sodobnih vozil. Od vseh možnih tehnoloških inovacij so najbolj zaželeni in verjetni tiste, ki se navezujejo na pogonski sistem, ne le z vidika električnega prehoda, ki bi ga lahko aditivna proizvodnja pospešila zaradi večje učinkovitosti vozil in možnih inovacij, ki se spodbujajo v sistemih za shranjevanje in predelavo energije, [51], ampak tudi v zvezi s tehnologijami, ki so danes spregledane. Znanstvene študije so na primer pokazale, da ima vodik večje prednosti v primerjavi z baterijami, [52], zlasti pri določenih vrstah uporabe, kot je prevoz s težkimi vozili, z aditivno proizvodnjo pa je mogoče znatno izboljšati sisteme za shranjevanje vodika za uporabo v sektorju mobilnosti [53].

Še ena priložnost, ki jo ponuja aditivna proizvodnja, je množična prilagoditev. Zaradi prilagodljivosti procesov je mogoče izdelati funkcionalne ali estetske dele v skladu s specifikacijami stranke. Enaka

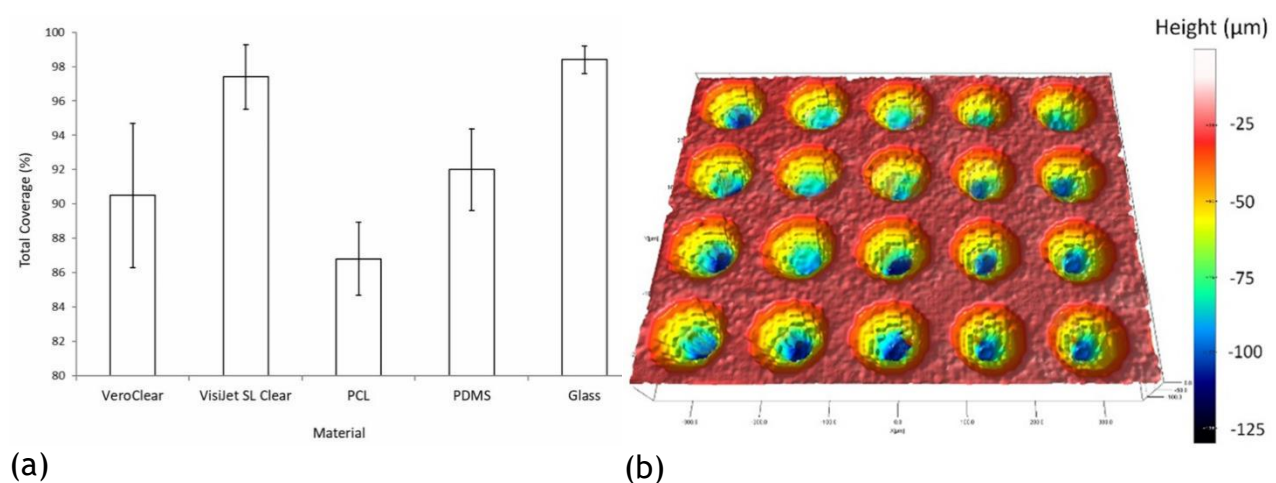
prilagodljivost se lahko uporabi tudi za proizvodnjo nadomestnih delov in popravila. Aditivna proizvodnja v resnici omogoča personalizacijo vozil z uporabo prilagojenih nadomestnih delov, obnovo starodobnih vozil z obratnim inženiringom opuščeni delov, zmanjšanje industrijskih stroškov, s čimer se zagotovi pravica do popravila, saj je nadomestne dele mogoče izdelati brez nadaljnega delovanja neučinkovitih in premalo izkoriščenih proizvodnih linij, ter popravilo poškodovanih sestavnih delov, posledica česar sta prihranek za potrošnika in manjši vpliv na okolje [54].

Obenem lahko aditivna proizvodnja omogoči digitalno preobrazbo proizvodnih sistemov v avtomobilski industriji in samih vozil, ki imajo lahko korist od vgradnje senzorjev neposredno v sestavne dele [55].

Nazadnje, aditivna proizvodnja bo pospešila razvoj izdelkov in skrajšala čas vstopa na trg s poenostavitvijo proizvodnje vzorcev in prototipov za raziskave in razvoj ter morda celo gotovih delov. Ta vidik je zlasti pomemben na področju avtomobilskih dirk.

4.7.1.2 Specifičnost trendov aditivne proizvodnje v navtični industriji

Vloga aditivne proizvodnje v navtični industriji je zelo podobna njeni vlogi v avtomobilski industriji, ki je opisana v prejšnjem odstavku, pri čemer obstaja nekaj zelo pomembnih specifičnih elementov. Tudi navtični sektor ima lahko korist od izdelave kompleksnih geometrij in obdelave posebnih materialov za pridobitev učinkovitejših, visokokakovostnih, varnih in trajnostnih izdelkov, ki so okolju prijaznejši. Vendar je v tem primeru mogoče izkoristiti geometrijsko fleksibilnost ter zmožnost obdelave visoko zmogljivih in inovativnih materialov, s čimer se zmanjša ne le teža, ampak tudi velikost delov, kar je v pomorskem sektorju pomemben vidik. Morsko okolje je poleg tega izjemno agresivno. Povzroči lahko korozijo kovin, razgradnjo kompozitnih materialov z osmozo in hidrolizo, erozijo ter obraščanje mikroorganizmov, rastlin ali živali, kar zmanjšuje učinkovitost plovila [56].



Slika 34 a) Obračanje mikroorganizmov na materialih, ustvarjenih s 3D-tiskanjem, v primerjavi s polidimetilsiloksanom (PDMS - uporablja se v poskusnih raziskavah s področja obraščanja mikroorganizmov) in steklom [57];

b) skonstruirana površinska struktura [58]

Kot prikazuje slika 36, aditivna proizvodnja omogoča obdelavo manj občutljivih materialov in izdelavo delov, s čimer se preprečijo zgoraj omenjene težave [59] [57]. Nazadnje, aditivna proizvodnja omogoča nanašanje materiala v skladu s kompleksnimi vzorci, s čimer se ustvarijo nadzorovane površinske teksture [58], ki lahko izboljšajo oprijem, kar je zlasti pomembno na področju navtike.

Obenem je uporabno orodje za zmanjšanje stroškov nekaterih sestavnih delov ter pripravo učinkovite opreme za pomoč pri proizvodnji in sestavljanju, omogoča tehnološki razvoj na številnih področjih, zlasti v sistemih za shranjevanje in predelavo električne energije [51], na področju shranjevanja vodika [53] ter pri drugih vrstah uporabe v zvezi s pogonskimi sistemi, spodbuja množično prilagoditev z ustvarjanjem funkcionalnih ali estetskih delov na podlagi specifikacij stranke, spodbuja proizvodnjo na kraju samem ter omogoča obnovo starodobnih vozil z neposredno proizvodnjo ali obratnim inženiringom opuščeni delov in popravilo poškodovanih sestavnih delov, s čimer zagotavlja znatne koristi z vidika ekonomske in okoljske trajnosti. To je še zlasti zanimivo v pomorskem sektorju, saj pomeni tudi, da bi bilo mogoče v številnih primerih proizvodnjo nadomestnih delov in popravila izvajati neposredno na krovu, s čimer bi se izognili potrebi po vseh možnih nadomestnih delih na krovu ter pridobili ogromne prednosti z vidika logistike, načrtovanja, porabe energije in stroškov.

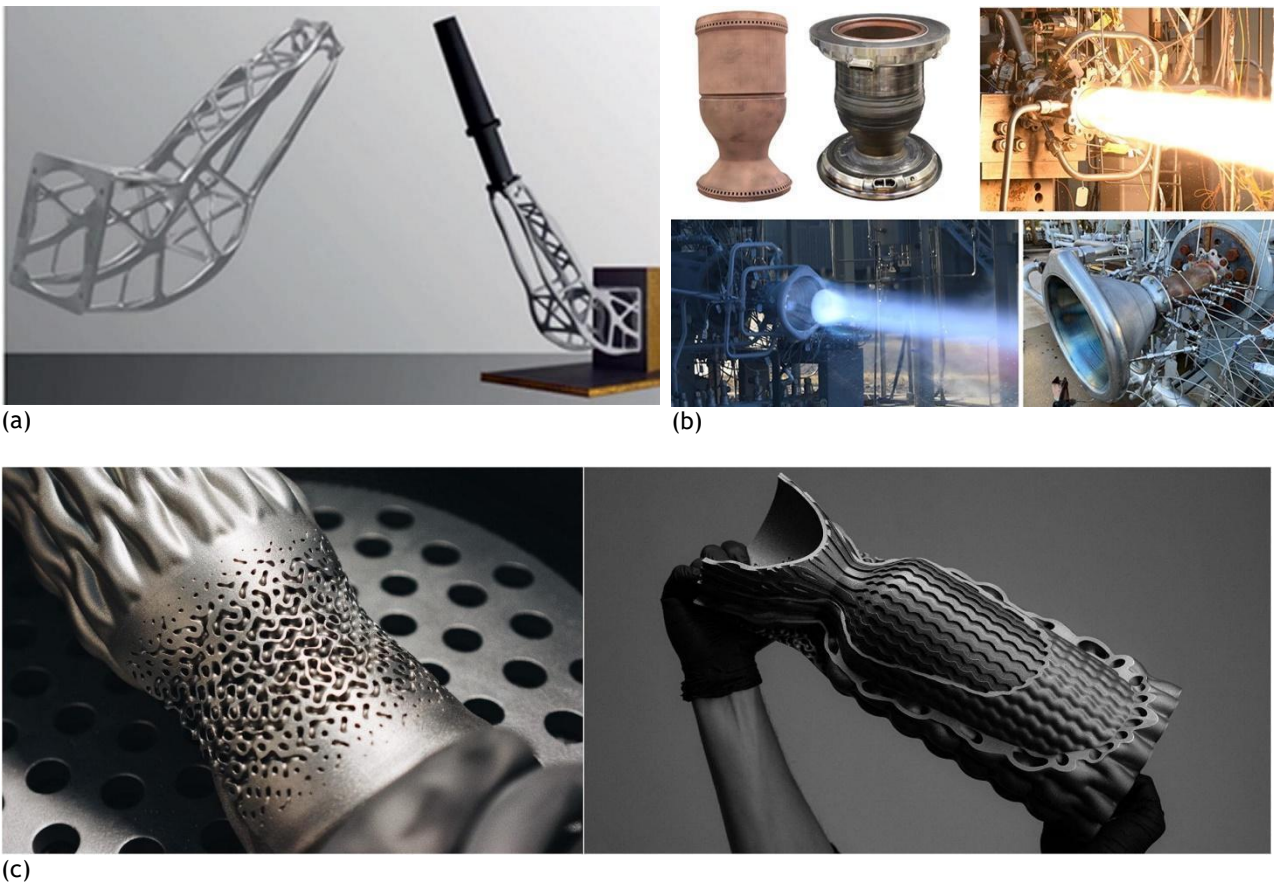
Aditivna proizvodnja tako ponovno spodbuja digitalno preobrazbo proizvodnih sistemov in izdelkov, omogoča raziskave in razvoj ter poenostavlja industrializacijo.

4.7.1.3 Specifičnost trendov aditivne proizvodnje v letalski in vesoljski industriji

Letalska in vesoljska industrija je zagotovo eden najpomembnejših sektorjev za aditivno proizvodnjo. Proizvodne serije so manjše, funkcionalni razvoj pa prinaša izjemne prednosti. Možnost izdelave kompleksnih geometrij in uporaba posebnih materialov za proizvodnjo učinkovitih, lahkih in vitkih delov dejansko privede do izjemnega zmanjšanja operativnih stroškov izdelkov. Poleg tega lahko proizvodnja trajnejših in zanesljivejših delov, združitve posameznih delov in izdelava pametnih komponent z integracijo senzorjev znatno zmanjšajo visoke stroške vzdrževanja [60]. Možni načini uporabe med drugim vključujejo strukture in nosilce, statične in dinamične komponente motorjev, izmenjevalnike toplote, elektronsko opremo, komponente raket na tekoče gorivo, površine z inženirskimi teksturami za aerodinamično učinkovitost ter izolacijske elemente, pridobljene z uporabo posebnih materialov in optimiziranih struktur (slika 37).

Po drugi strani tudi v letalskem in vesoljskem sektorju aditivna proizvodnja spodbuja zmanjševanje proizvodnih stroškov, zlasti v primerih majhnih proizvodnih serij, omogoča pripravo učinkovite opreme za pomoč pri proizvodnji in sestavljanju, podpira digitalno preobrazbo proizvodnih sistemov in izdelkov, pospešuje in podpira tehnološki razvoj na več področjih ter omogoča proizvodnjo na kraju samem in popravilo poškodovanih komponent, kar prinaša znatne koristi v smislu ekonomske in okoljske trajnosti. Obenem je to odločilni element za sodobno raziskovanje vesolja, saj se proizvodnja delov in popravila lahko

izvajajo na krovu vozil ali v ustrezno opremljenih vesoljskih bazah, kar zagotavlja velike prednosti v smislu logistike, načrtovanja, porabe energije in stroškov.

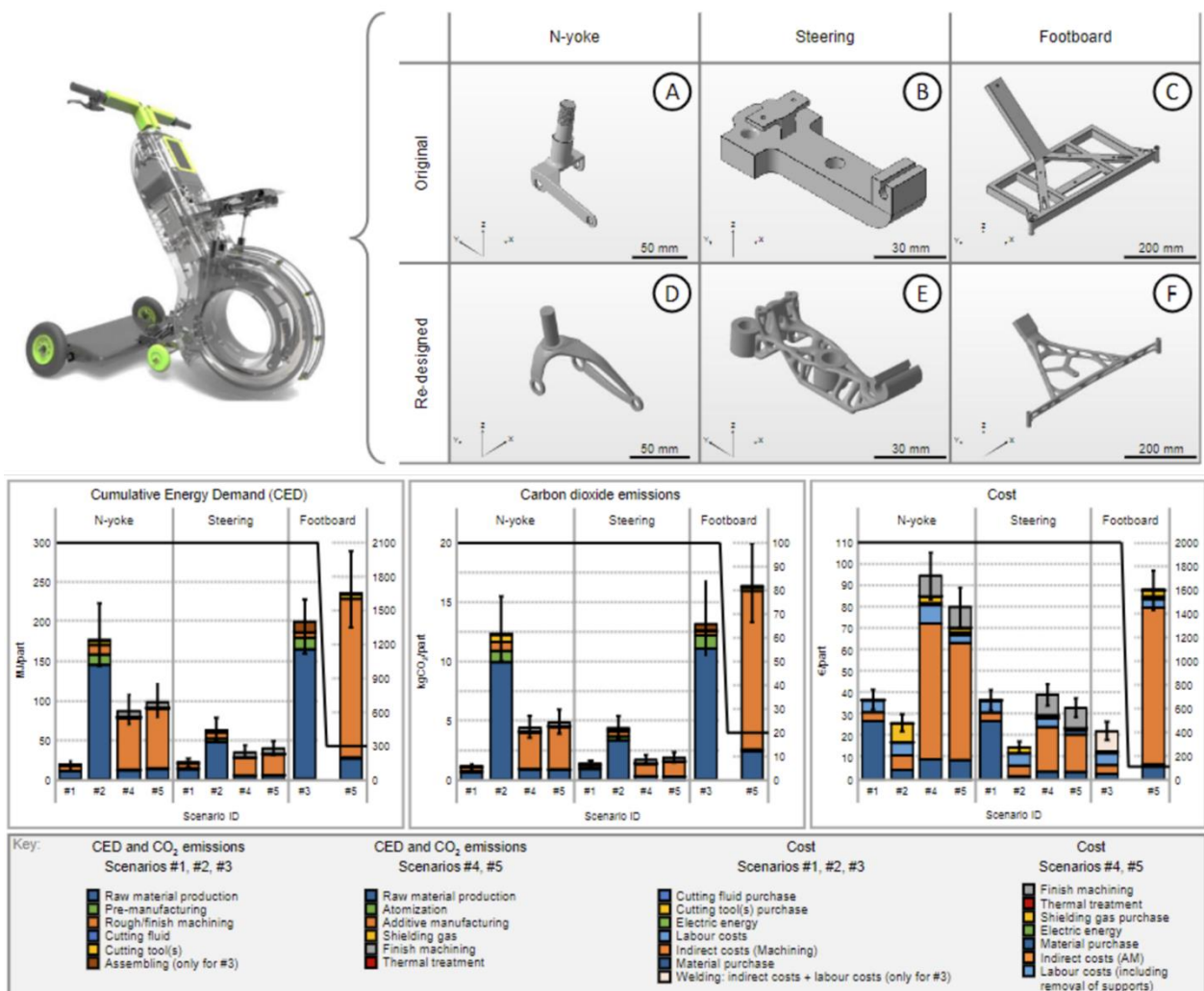


Slika 35 a) Primeri sklopov potisne komore, v celoti izdelanih z aditivno proizvodnjo in preizkušenih z vročim preizkusom v Centru za vesoljske polete Marshall agencije NASA, vključno z injektorji, zgorevalnimi komorami in kanalsko hlajenimi šobami; b) optimiziran antenski nosilec za satelita Sentinel-1C in Sentinel-1D; c) prototip raketne šobe podjetja Hyperganic z notranjimi hladilnimi kanali in zunanjo mrežo [60]

Vendar je letalska in vesoljska industrija med obravnavanimi tudi najbolj kritična, saj so posledice okvar zelo resne. Čeprav se tehnične in komercialne priložnosti, ki jih zagotavlja aditivna proizvodnja, zelo očitne, uporaba teh tehnologij v letalskem in vesoljskem sektorju posledično zahteva opredelitev trdnih standardov in zanesljivih postopkov certificiranja. V zvezi s tem se glavni izzivi navezujejo na poglobljeno poznavanje procesov, podrobno karakterizacijo materialov in razumevanje mehanizmov loma [60].

4.7.1.4 Specificnost trendov aditivne proizvodnje v industriji mehke mobilnosti

Aditivna proizvodnja ima svoje prednosti tudi v sektorju mehke mobilnosti, ki ima lahko tako kot drugi sektorji korist od posebnih lastnosti izdelkov. Izdelava lahkih komponent in uporaba inovativnih materialov zagotavljata večjo uporabnost vozil, zaznano kakovost, varnost uporabnikov, vzdržljivost izdelkov in okoljsko trajnostnost v vseh fazah življenjskega cikla izdelka. Vendar so, kot prikazuje slika 38, dosegljive koristi zelo odvisne od posameznih primerov in optimalne zasnove delov [61].



Slika 36 Skupne potrebe po energiji, emisije ogljikovega dioksida in stroški za proizvodnjo več delov mestnega prevoznega sredstva z uporabo tradicionalnih procesov (scenariji 1, 2 in 3) ter procesov aditivne proizvodnje (scenarija 4 in 5) [61]

Obenem lahko aditivna proizvodnja prispeva k zmanjšanju proizvodnih stroškov in spodbujanju inovacij v proizvodnem procesu, tako da poenostavi pripravo opreme za pomoč pri proizvodnji in sestavljanju.

Drugo področje mehke mobilnosti, kjer lahko aditivna proizvodnja prinese koristi, je proizvodnja učinkovitih in kompaktnih sistemov za predelavo in shranjevanje energije za vozila z električnim pogonom [51]. Ta vidik je bil že obravnavan v prejšnjih odstavkih, vendar so pričakovani rezultati zanimivi predvsem za mehko mobilnost, ki zahteva kompaktnost, lahkotnost, predvsem pa stroškovno učinkovitost izdelave.

Tudi prilagajanje lastnosti na masovni ravni je v sektorju mehke mobilnosti še posebno pomembno. Možnost prilagajanja in spreminjanja vozila je lahko zelo privlačna lastnost za potrošnike, ki jih je mogoče spodbuditi, da bi dali tem izdelkom družbeni in kulturni pomen ter jih tako dojemali kot reprezentativne elemente lastne samopodobe. Po drugi strani aditivna proizvodnja zmanjšuje industrijske stroške, kar zagotavlja pravico do popravila, spodbuja razvoj konkurenčnega trga za nadomestne dele in omogoča popravilo poškodovanih komponent, s čimer se poveča trajnostnost [54]. V zvezi s tem je treba omeniti, da aditivna proizvodnja omogoča tudi lastno izdelavo, pri čemer dele izdeluje neposredno uporabnik [62]. Preprosta in cenovno ugodna oprema danes omogoča proizvodnjo delov dostojne kakovosti. To potrošniku omogoča samostojno izdelavo nadomestnih delov z nakupom modela od originalnega proizvajalca ali tretjih oseb oziroma z avtonomnim modeliranjem.

In končno, aditivna proizvodnja lahko tudi v sektorju mehke mobilnosti pospeši digitalno preobrazbo proizvodnih sistemov in izdelkov.

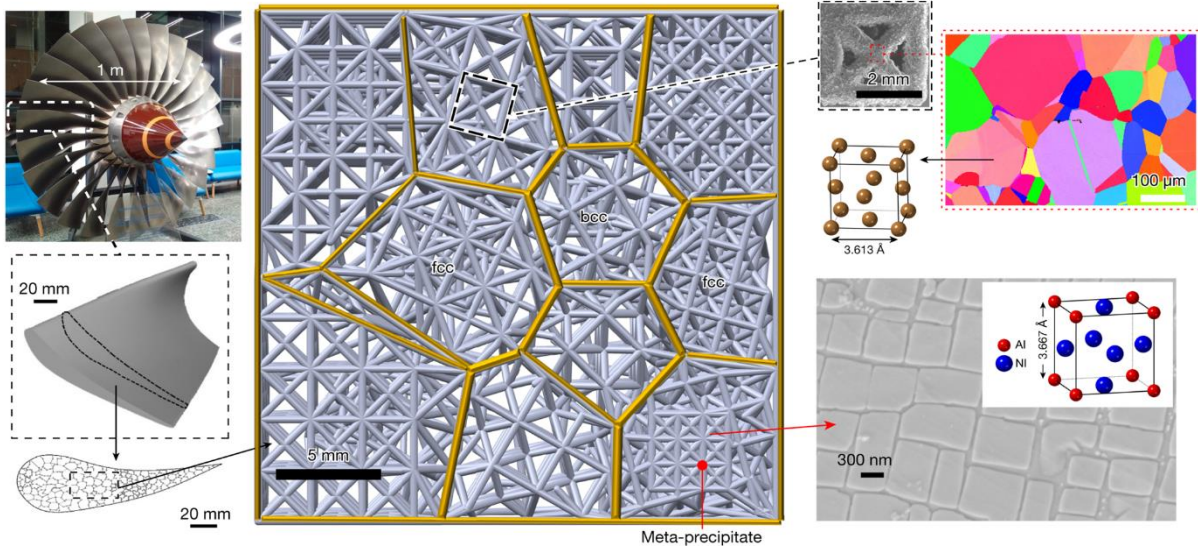
4.7.2 Potrebne spretnosti in znanje za uspešno uvedbo ter uporabo aditivne proizvodnje v proizvodnem sektorju

S širjenjem aditivne proizvodnje se pojavlja potreba po novem „pametnem srednjem razredu“, ki vključuje srednje do visoko usposobljene delavce, ki se lahko odzovejo na nove potrebe sistema proizvodnje in pomagajo pri tehnološkem prehodu. Zaradi notranje avtonomije teh proizvodnih procesov in vse večje stopnje avtomatizacije se bo zmanjšala potreba po tradicionalnih upravljavcih strojev ter povečala potreba po srednje do visoko usposobljenih tehnikih, ki bodo morali obvladovati kompleksnost proizvodnje z uporabo naprednih orodij in naprav (slika 39). Podrobneje in v zvezi s posameznimi funkcijami je mogoče pričakovati naslednje scenarije:

- **Oblikovalec:** oblikovalci bodo morali podrobno razumeti načela delovanja izdelkov za optimizacijo oblik in uporabljati napredna orodja za modeliranje za njihovo ustvarjanje. To vključuje sposobnost modeliranja ne samo z računalniško podprtim načrtovanjem (CAD), temveč tudi z uporabo analitičnih, generativnih in točkovnih algoritmov. [63].
- **Tehnolog:** tehnologi bodo morali razumeti fiziko procesov in uporabljati napredna orodja za njihovo optimizacijo. Primeri vključujejo algoritme večciljne optimizacije za določanje proizvodnih strategij, numerično simulacijo, umetno inteligenco in tehnike strojnega učenja. Naloga tehnologov pa bo tudi nadzorovanje proizvodne dejavnosti z izbiro, uvedbo ter upravljanjem sistemov

spremljanja in nadzora, za kar so potrebne napredne spretnosti s področja avtomatizacije in analize signalov [64].

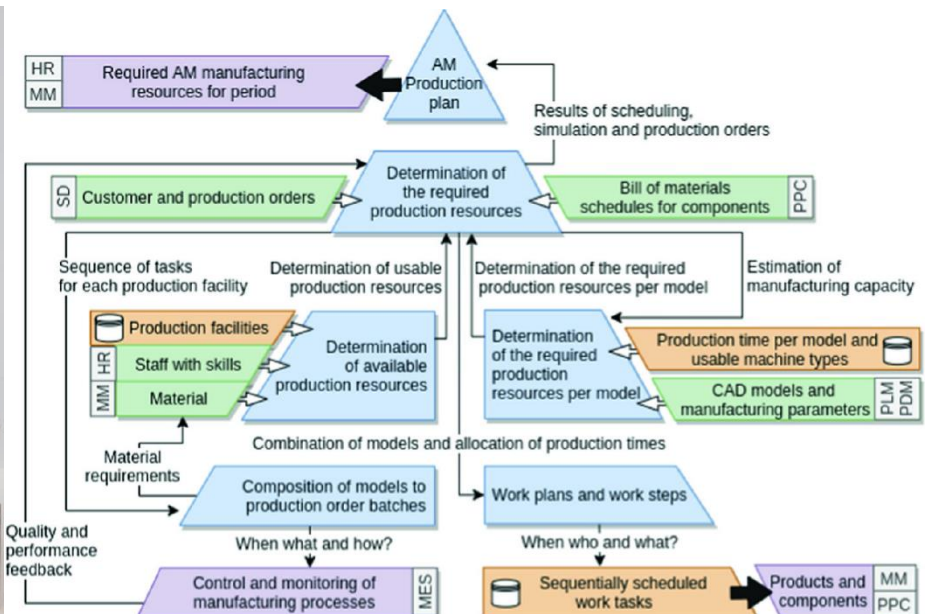
- Vodja: vodje bodo morali razviti in uporabljati nove organizacijske modele ter upravljati poteke dela v skladu z inovativno in kompleksno logiko, kar prav tako zahteva uporabo naprednih analitičnih orodij. Ta revolucija je neločljivo povezana z digitalizacijo in učinkovito uporabo specifičnih proizvodnih podatkov [65].



(a)



(b)



(c)

Slika 37 a) Lahki, na poškodbe odporni strukturirani materiali, ki jih navdihuje mikrostruktura kristalov [63]; b) optimizirana podporna struktura, ustvarjena z genskim algoritmom [64]; c) primer arhitekture za sistem načrtovanja in nadzora aditivne proizvodnje z dinamičnim načrtovanjem in omrežjem komponent [65]

4.8 Energetske tehnologije

Energetska tehnologija je interdisciplinarna veda o učinkovitem, varnem, okolju prijaznem in ekonomičnem pridobivanju, pretvorbi, transportu, shranjevanju ter uporabi energije, usmerjena v doseganje visoke učinkovitosti ob hkratnem preprečevanju stranskih učinkov na ljudi, naravo in okolje [66]. Največji vpliv na preoblikovanje trga energije bodo imele naslednje tehnologije [67]:

- **Sončna energija**
S kombinacijo perovskita in običajnih silicijevih sončnih celic so raziskovalci dosegli učinkovitost pretvorbe do 29,1 % (s čimer so presegli rekord 27 % za tradicionalne silicijeve celice). Čeprav se tandemske sončne celice še ne tržijo, smo že korak bližje trajnostni zeleni energiji [68]. Še en naraščajoči trend je lebdeča sončna energija. Kot je razvidno že iz imena, so sončni paneli nameščeni na konstrukciji, ki plava na vodnem telesu; glavna prednost tega je, da ne zavzamejo površine na kopnem [69].
- **Vetrna energija**
Velikost turbin se bo še povečevala, morska vetrna energija pa bo omogočila razvoj novih regij. Trajnostnost bo ključnega pomena v času, ko industrija raziskuje, kako reciklirati lopatice z uporabo trajnostnih rešitev [70].
- **Skladiščenje**
Kot dopolnilo k vse večji proizvodnji sončne in vetrne energije ter za kompenzacijo nihanja energije v energetskih omrežjih se po vsem svetu gradijo novi objekti za baterijsko shranjevanje energije [71].
- **Digitalizacija**
Potreba po razvoju ustrezne infrastrukture je ključna za vzpostavitev omrežja, ki je odporno, prožno in trajnostno. Toda če želimo uresničiti sanje o pametnih, čistih mestih, potrebujemo učinkovitejše sisteme zaščite, nadzora, avtomatizacije in komunikacije - ne le za upravljanje omrežja, ampak nešteti naprav, ki so z njim povezane [67].
- **Umetna inteligenca (AI)**
Z vse pametnejšim omrežjem se bo povečalo povpraševanje po rešitvah umetne inteligence za upravljanje zapletenih postopkov. To bo omogočilo okolju prijaznejše postopke pri izvajanju napovednega vzdrževanja sončnih in vetrnih nizov. Prav tako bi lahko imelo pomembno vlogo na korporativnem trgu energije, saj bi podjetjem omogočilo zmanjšanje porabe energije in celo zmanjšanje emisij z upravljanjem dinamičnega omrežja virov energije. To bi lahko pomagalo ne le pri pametnem upravljanju stroškov, ampak tudi pri ogljičnem profilu virov energije [67].
- **Industrija vodika**
Industrija vodika je prešla že več ciklov priljubljenosti, toda veliko opazovalcev meni, da je tokrat drugače, in pričakujejo se velike spremembe. Zeleni vodik je opredeljen kot vodik, proizveden s cepitvijo vode na vodik in kisik z uporabo obnovljive električne energije, zaradi česar je to obnovljiv vir energije. Velja za ključen način pospešitve prizadevanj za razogljičenje, zlasti za sektorje, v

katerih je težko zmanjšati emisije in kjer elektrifikacija ni izvedljiva (npr. težka industrija, kemikalije in transport) [72].

- **Zajemanje in shranjevanje ogljika**

Zajemanje in shranjevanje ogljika je proces zajemanja in shranjevanja ogljikovega dioksida (CO₂), preden se sprosti v ozračje. Tehnologija lahko zajame do 90 % CO₂, ki se sprosti pri sežiganju fosilnih goriv med proizvodnjo električne energije in izvajanjem industrijskih procesov (emisijsko intenzivni sta predvsem jeklarska in cementna industrija). Sedanjo količino letno zajetega in shranjenega CO₂, ki znaša približno 40 megaton (kar ustreza približno 0,1 % trenutnih emisij v svetu), bo treba do leta 2050 povečati za vsaj 100-krat, da bi uresničili scenarije, ki jih je predstavil Medvladni panel za podnebne spremembe (IPCC).

4.9 Novi materiali

Tehnologija materialov je disciplina, ki se nenehno razvija, in novi materiali oziroma njihove kombinacije z zanimivimi lastnostmi ustvarjajo nove načine uporabe. Trendi zajemajo rešitve za trajnostnost, proizvodnjo lahkih vozil, aditivno proizvodnjo in inženiring površin ter razvoj inteligentnih materialov, nano-formulacij in naprednih kompozitov z izboljšanimi značilnostmi in fizikalnimi lastnostmi (npr. biorazgradljiva plastika, toplotno prilagodljiva tkanina ali upogljivi zasloni). Aditivna proizvodnja, napredni kompoziti in 2D-materiali omogočajo tudi razvoj različnih lahkih materialov. Inženiring površin, skupaj z informatiko in upravljanjem materialov, vpliva na več sektorjev - od energetike, avtomobilske industrije in gradbeništva do biotehnologije, zdravstva in tekstilne industrije [73]:

- **Trajnostni materiali**

Zaradi ogromnih količin odpadkov, ki nastanejo med uporabo in proizvodnjo materialov, so vlade prisiljene sprejemati različne okoljske predpise. Praktično vse panoge se soočajo z izzivi pri preoblikovanju notranjih procesov z vidika življenjskega cikla materialov. Podjetja v gradbenem, avtomobilskem in proizvodnem sektorju ter sektorju embalaže v svoje procese vključujejo trajnostne materiale in obnovljive vire energije, s čimer želijo zmanjšati breme, ki ga odpadki pomenijo za planet. Trajnostni materiali poleg tega spodbujajo uvedbo krožnih sistemov in omogočajo izvajanje krožnega gospodarstva.

- **Odzivni in pametni materiali**

Za doseganje skladnosti z zahtevami določenih industrijskih primerov uporabe imajo novi materiali, ki so trenutno v razvoju, lastnosti, specifične za posamezno vrsto uporabe. Napredek na področju znanosti o materialih omogoča ustvarjanje pametnih materialov s programirljivimi lastnostmi, tako da se vedejo ali odzivajo glede na dražljaje zunanjih dejavnikov. Podjetja v vzponu se med drugim ukvarjajo z oblikovanjem materialov in izdelkov z različnimi lastnostmi, od termo-, elektro- in fotokromizma do piezoelektričnosti, oblikovnega spomina, samovzdrževanja in faznih sprememb.

- **Nanotehnologija**

Napredek v nanotehnologiji kaže, da se lastnosti materialov na ravni „nano” razlikujejo od lastnosti enakovrednih materialov v razsutem stanju. Večja količina nanovlaken, nanocevk, alotropov, kvantnih pik in drugih nanostruktur je koristna, da se zmogljivost industrijskih izdelkov ohranja na atomski ravni. Z izkoriščanjem zmogljivosti nanodelcev si sodobna podjetja zagotovijo konkurenčno prednost, zlasti na področjih elektronike, energetike, mobilnosti in proizvodnje.

- **Materiali za aditivno proizvodnjo**

Obrati za aditivno proizvodnjo v vzponu si prizadevajo za razvoj, ki presega tradicionalne termoplaste, in uporabo materialov, ki zagotavljajo večjo prožnost, prilagodljivost in funkcionalnost ter obenem proizvedejo manj odpadkov. Napredek tehnologij 3D-tiskanja spodbuja nadgradnjo kovin, zlitin, keramike, vlaken in njihovih spojin. Spodbuja tudi nastanek povsem novih in trpežnih polimernih filamentov z izboljšano prevodnostjo, odpornostjo na taljenje, ultravijolične žarke in kemikalije ter drugimi lastnostmi.

- **Proizvodnja lahkih vozil**

Različne industrije, od letalstva in vesolja do mobilnosti, iščejo inovativne načine, kako zmanjšati odvečno težo ter posledično zagotoviti vrhunsko učinkovitost in upravljanje goriv. To spodbuja raziskave materialov, kot so aluminij, magnezij in titan, ter visoko trdne plastike in ogljikovih vlaken. S temi materiali lahko panoge zmanjšajo svoje okoljske in operativne obremenitve, ki izhajajo iz njihovih težjih delov.

- **Informatika materialov**

Velika podjetja danes uporabljajo pristop k materialom, ki temelji na podatkih in je okrepljen z načeli informatike, računalniških tehnik ter strojnega učenja in umetne inteligence. To jim omogoča, da natančno uredijo in modelirajo podatke o materialih ter pospešijo časovne načrte za raziskave in razvoj, s čimer prihranijo vire pri predhodno zamudnih in delovno intenzivnih praksah.

- **Napredni kompoziti**

Posledica hitrega naraščanja uporabe v industrijskem sektorju je tudi razvoj različnih kompozitnih oziroma hibridnih materialov. V prizadevanju za izboljšanje učinkovitosti in skladnosti z zakonodajo, zmanjšanje stroškov in upoštevanje preferenc strank nameravajo podjetja v vzponu uvesti inovacije na področju smol, vlaken, substratov, matrik in zaključkov za izdelavo kompozitov po meri. Te rešitve zagotavljajo napredne, uporabniku prilagojene načine uporabe, predvsem za trge infrastrukture, energije, industrije 4.0 in mobilnosti.

- **Grafen in dvodimenzionalni (2D) materiali**

Preboji v nanotehnologiji omogočajo podjetjem, ki se ukvarjajo z znanostjo o materialih, da konfigurirajo poti za 2D- ali enoslojne materiale. Zaradi lastne toplotne prevodnosti in mehanske trdnosti zagotavljajo 2D-materiali izboljšane zmogljivosti za industrijsko rabo. Večina 2D-materialov (npr. germanen, silicen, stanen in fosforen) je še vedno v razvoju, razen grafena. Grafen kot prvi 2D-material, ki se je začel uspešno tržiti, izboljšuje natezno trdnost, trdnost znotraj plošče, trpežnost površine, mobilnost elektronov, prožnost in toplotno odpornost na številnih komercialnih

trgih. Ti sektorji zajemajo elektronske zaslone, superkondenzatorje, avtomobilsko industrijo, barve za gradbeništvo in proizvodnjo plastike.

- Upravljanje materialov 4.0

Industrija 4.0 spreminja podobo vrednostnih verig proizvodnje ter spodbuja izvajanje svojih praks pri upravljanju, rokovanju in obdelavi materialov. Od avtonomnega rudarjenja in napredne avtomatizirane proizvodnje do robotske manipulacije in računalništva v oblaku - sektor materialov se hitro digitalizira in povezuje. Posledično razvoj novih materialov poteka vzporedno z njihovim industrijskim prilagajanjem prek četrte generacije industrijskih tehnologij.

4.10 Tehnologije za mobilnost

Mobilnost vključuje tehnologije in storitve, ki omogočajo bolj prost pretok oseb in blaga. Urbanizacija, sodelovalno gospodarstvo, storitve na zahtevo ter večja uporaba mobilne tehnologije in tehnologije interneta stvari med splošno javnostjo vplivajo na trende na področju mobilnosti [73]:

- **Avtonomna mobilnost**
Tehnologija avtonomne vožnje je bila vedno eno najobetavnejših področij v sektorju mobilnosti in še naprej raste. Ta pomembna smer razvoja mobilnosti s pomočjo obsežnih algoritmov umetne inteligence zmanjšuje človeško nepazljivost in napake med vožnjo, zaradi česar so ceste varnejše.
- **Internet stvari (IoT)**
Vozila si prek mobilne, brezžične in satelitske komunikacije izmenjujejo podatke z osrednjim vozliščem ter med seboj. Povezljivost interneta stvari omogoča preprosto sledenje podatkov o vozilih za različne primere uporabe, kot so zavarovanje, varnost voznikov, napovedno vzdrževanje in upravljanje voznega parka. Skupna raba podatkov o vozilih ni le v pomoč posameznim strankam, ampak spreminja celoten ekosistem mobilnosti.
- **Električna mobilnost**
Za pospešitev razvoja e-mobilnosti in promocijo trajnostne mobilnosti je treba spodbujati napredek na področju rešitev električnega pogona, polnjenja in infrastrukture za električna vozila ter podatkovne analitike in varnosti. Kljub številnim prednostim uporabe električnih vozil za okolje še vedno obstaja veliko ovir pri njihovem uvajanju. Zagonska podjetja po vsem svetu razvijajo rešitve, ki bi omogočile široko uporabo električnih vozil, in sicer z zagotavljanjem učinkovitih baterij in infrastrukture za polnjenje. Obenem podjetja v vzponu proizvajajo električna vozila vseh velikosti, da bi racionalizirala procese v sektorju logistike in zmanjšala škodljive emisije.
- **Mobilnost kot storitev**
Integracija različnih načinov prevoza v enotno storitev mobilnosti predstavlja v uporabnika usmerjen pristop k mobilnosti. Mobilnost kot storitev (MaaS) zagotavlja storitve z dodano vrednostjo z uporabo ene same aplikacije z namenom sprejetja in vzdrževanja pristopa, ki je usmerjen v uporabnika. Stranke namesto več različnih postopkov izdajanja vozovnic in plačevanja uporabljajo en način plačila, kar zagotavlja udobje in učinkovito načrtovanje. Mobilnost kot storitev uvaja tudi nove poslovne modele za upravljanje različnih možnosti prevoza, zmanjšanje zastojev in odpravo omejitev zmogljivosti. Med številnimi prednostmi, ki jih zagotavlja mobilnost kot storitev, sta preprosto načrtovanje poti in poenostavljeno plačevanje ključna dejavnika, zaradi katerih je to trend v vzponu na področju mobilnosti.
- **Mikromobilnost**
Mikromobilnost postaja zaradi udobja in okoljskih koristi po svetu vse bolj priljubljena. Je učinkovito orodje v boju proti emisijam toplogrednih plinov vozil in za povečanje dostopa do poceni načinov prevoza. Rešitve za mikromobilnost odlikujeta tudi učinkovita poraba goriva in neuporaba energije, ki temelji na fosilnih gorivih. Kolesa, ki so tradicionalno priljubljena za vožnjo po mestu, prav tako

predstavljajo rešitev za izzive na začetnem in zadnjem delu dnevnih migracij ter dostave. Toda električna kolesa, ki so lahka in hitrejša od običajnih koles, spodbudijo vedno več prebivalcev mest k temu, da se odločijo za priročajšo obliko vsakdanjega prevoza.

- Umetna inteligenca

Umetna inteligenca z izpopolnjevanjem algoritmov strojnega učenja pridobiva na funkcionalnosti in uporabnosti. Z robotsko avtomatizacijo in napredno analitiko podatkov ustvarja nove načine uporabe na področju mobilnosti. Umetna inteligenca je osnova predvsem za avtonomno vožnjo na ravneh 4 in 5, prepoznavanje slik, napovedno vzdrževanje in izkušnje v vozilu. Te rešitve usmerjajo samovozeča vozila, upravljajo vozne parke ter pomagajo voznikom izboljšati varnost in storitve (npr. pregled vozil ali zavarovanje). Umetna inteligenca se uporablja tudi v avtomobilskem sektorju, kjer pospešuje proizvodnjo in pomaga zmanjšati stroške.

- Pametna infrastruktura

Pametna infrastruktura je splošno priznana kot temelj za gradnjo pametnih mest. Njeno področje uporabe zajema ne le pametne ceste, avtomatizirano parkiranje in internet stvari, ampak tudi vse različne signale in znake ob cesti, ki zagotavljajo informacije voznikom in avtomatiziranim vozilom. Sistemi vožnje, ki temeljijo na umetni inteligenci, uporabljajo širok nabor naprednih senzorjev za razumevanje okolja in sprejemanje odločitev na podlagi podatkov.

- Velepodatki in analitika

Sektor mobilnosti nenehno ustvarja velike količine podatkov. Urejanje, razumevanje in ustvarjanje vpogledov iz takih nestrukturiranih podatkov je ključno za uspeh na hitro razvijajočem se področju mobilnosti.

- Obogatena in navidezna resničnost

Velik izziv za sektor mobilnosti je zmanjšanje števila prometnih nesreč zaradi človeške nepazljivosti. Zagonska podjetja razvijajo rešitve za obogateno resničnost, da bi omejila število motenj za voznika. Dovidniki (HUD) na primer preusmerijo pozornost voznikov z armaturne plošče na vetrobransko steklo, tako da zagotovijo potrebne informacije na vetrobranskem steklu. Aplikacije, ki temeljijo na obogateni resničnosti, poleg tega avtomobilskim podjetjem omogočajo, da zagotovijo simulacije, kadar stranke ali vozila niso prisotna v razstavnem prostoru. Te aplikacije izboljšajo izkušnje strank, tako da lastnikom vozil omogočijo pregled njihovega vozila na daljavo.

- Aditivna proizvodnja

Aditivna proizvodnja z uporabo različnih materialov omogoča oblikovanje vsestranskih komponent in nadomestnih delov. To vključuje materiale z različnimi lastnostmi (npr. elastičnost, prevodnost, toplotna odpornost), ki se uporabljajo v avtomobilski industriji. Avtomobilska podjetja uporabljajo izdelavo prototipov posameznih delov ali celotnih modelov za več namenov, vključno s preizkušanjem oblik. 3D-tiskanje takšnih prototipov vključuje bistveno nižje stroške kot njihova dejanska izdelava. S tem se odpirajo nove priložnosti za zagonska podjetja za preizkušanje novih kombinacij materialov s cenovno ugodnimi ponovitvami, kar omogoča hitro izdelavo prototipov.

4.11 Izboljšanje človeka

Izboljšanje človeka lahko opišemo kot naravno, umetno ali tehnološko spreminjanje človeškega telesa z namenom nadgradnje, izboljšanja in/ali spreminjanja človekovih fizičnih ali duševnih sposobnosti. Primeri takih izdelkov so pametne ure, naglavni prikazovalniki, pametna oblačila, merilniki telesne pripravljenosti, kamere za uporabo na telesu, zunanji skeleti, medicinski pripomočki, oznake RFID, vdelane v človeško telo itd. [74]

Tehnologija prihodnosti se v osnovi ukvarja z brisanjem meja med ljudmi in njihovim tehnološkim napredkom. V prihodnjih letih bo na delovnem mestu prevladovala tehnologija z računalniško inteligenco in pametnimi pomočniki, ki bodo v tem okolju povsem običajni, medtem ko se bo z uporabo razširjene in navidezne resničnosti kot ključni element tehnologij v vzponu še naprej nadgrajevalo izboljševanje človeka. Ne pomaga izboljšati zgolj fizičnih lastnosti trenutnega človekovega stanja, temveč tudi kognitivno in čustveno stanje.



Slika 38 Zunanji skelet FORTIS omogoča prenos teže orodja za zunanje „noge“, ki to težo nato prenesejo zunaj telesa na tla. To upravljavcu omogoča, da se osredotoči izključno na natančno opravljanje dela, ne da bi ga skrbela obremenitev zaradi orodja.



Slika 39 Očala za podprto resničnost RealWear Navigator 500 izboljšajo produktivnost delavca, saj ima med opravljanjem dela proste roke ter dostop do digitalnih podatkov in vizualne podpore na daljavo.

4.12 Tehnologije za življenje in zdravje

Medicinska tehnologija je od izuma očal in stetoskopa močno napredovala. Zaradi širše razpoložljivosti mobilnega interneta, širitve premožnejšega srednjega razreda in starajočega se svetovnega prebivalstva prihaja do sprememb v zdravstvenem sektorju, s tem povezana tehnologija pa se spreminja hitreje kot kdaj koli prej. Nekaj primerov tehnologij za življenje in zdravje, ki so v porastu:

- Napredna telemedicina

Telemedicina je med pandemijo COVID-19 dosegla velik napredek. Med pandemijo je telezdravje ponudilo most do zdravstvene oskrbe, zdaj pa ponuja priložnost za preoblikovanje virtualnih in hibridnih modelov oskrbe ter modelov oskrbe v živo s ciljem izboljšati dostop do oskrbe, izide zdravljenja in cenovno dostopnost storitve [75].

- **Nove metode za razvoj zdravil**
Razvoj več varnih in učinkovitih cepiv proti bolezni COVID-19 v manj kot enem letu si lahko zapomnimo kot enega največjih znanstvenih dosežkov v človeški zgodovini. Postopka ni pospešilo zgolj hitro izdajanje dovoljenj za zdravila, ampak tudi uvajanje novosti pri izvajanju medicinskih preizkusov.
- **Zdravstveno varstvo na podlagi podatkov**
Zbiranje zdravstvenih podatkov je vedno hitrejše, zato postaja njihova uporaba vse bolj razširjena, njihov potencial za izboljšanje možnosti za zdravljenje in izidov zdravljenja pa skokovito narašča. Največja ovira je pomanjkanje skupne uporabnosti: podatkov ene zdravstvene organizacije namreč ni enostavno prenesti v drugo organizacijo (in jih tam enostavno obdelati).
- **Nanomedicina**
Nanomedicina je uporaba nanotehnologije v medicinske namene, tj. tehnologija, ki deluje na atomski, molekularni oziroma supramolekularni ravni. Za nekaj tako majhnega ima ogromen potencial: nanomedicina se uporablja pri slikanju, zaznavanju, diagnosticiranju in dovajanju zdravil prek medicinskih pripomočkov.
- **Naprave, ki lahko uporabljajo tehnologijo 5G**
Največje gonilne sile najnovejše tehnologije (umetna inteligenca, IoT in velepodatki) potrebujejo zanesljivo in hitro internetno povezavo, da lahko razvijejo svoj polni potencial v zdravstvu. Z zanesljivo povezavo v realnem času bodo takojšnje koristi vidne na področju telemedicine, ki bo omogočila dostop do zdravstvene oskrbe milijonom uporabnikov. Poleg tega lahko bolj povezane naprave z bolj verodostojnimi tokovi podatkov povzročijo pravo revolucijo v sistemu zdravstvenega varstva.
- **Digitalni pomočniki v zdravstvu**
Digitalni pomočniki, kot sta Alexa in Google Home, so spremenili način interakcije med ljudmi in tehnologijo. Obdelava naravnega jezika in poslušanje okoljskih zvokov se uporabljata pri zajemanju, analizi in uporabi zdravstvenih podatkov.

5 OKOLJSKI DEJAVNIKI

Ti dejavniki zajemajo predvsem učinek bližnjega okolja in vpliv ekoloških vidikov. Sem spadajo zakoni o odlaganju odpadkov, zakoni o varstvu okolja in predpisi glede porabe energije.

5.1 Podnebne spremembe

Podnebne spremembe ogrožajo ljudi zaradi pomanjkanja hrane in vode, pogostejših poprav, izjemne vročine, več bolezni in gospodarskih izgub, kar povzroča preseljevanje in konflikte med ljudmi. Svetovna zdravstvena organizacija (SZO) je podnebne spremembe označila za največjo grožnjo globalnemu zdravju v 21. stoletju. Četudi bodo prizadevanja za zmanjšanje segrevanja ozračja v prihodnosti uspešna, se bodo nekateri učinki nadaljevali še stoletja. Sem spadata dvig morske gladine in toplejši, bolj kisli oceani. Temperatura na kopnem narašča približno dvakrat hitreje od svetovnega povprečja. Puščave se širijo, vročinski valovi in gozdni požari pa postajajo vse pogostejši. Povečano segrevanje na Arktiki prispeva k taljenju permafrosta, taljenju ledenikov in zmanjševanju morskega ledu. Višje temperature povzročajo tudi močnejša neurja in druge ekstremne vremenske pojave. Zaradi hitrega spreminjanja okolja v gorskem svetu, koralnih grebenih in na Arktiki se številne živalske vrste preselijo ali izumrejo. Strokovnjaki menijo, da lahko še vedno preprečimo najbolj negativne posledice, tako da omejimo segrevanje in čim hitreje zmanjšamo emisije na ničelno vrednost. Za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov bo treba vlagati v novo tehnologijo in infrastrukturo, kar bo spodbudilo ustvarjanje delovnih mest [76].

5.2 Obremenitev okolja

Okoljska obremenitev je območje, na katerem nevarna snov, ki je posledica človeških dejavnosti, predstavlja znatno tveganje za zdravje ljudi oziroma okolje, tla in podtalnico, razen okoljske škode (Direktiva 2004/35/ES).

Okoljska učinkovitost evropske industrije se je v zadnjih desetletjih izboljšala. Do sprememb je prišlo iz več razlogov - zaradi strožje okoljske zakonodaje, izboljšanja energetske učinkovitosti, splošne težnje evropske industrije, da opušča težko proizvodnjo in proizvodnjo, ki bolj onesnažuje okolje, ter zaradi sodelovanja podjetij v prostovoljnih shemah, katerih cilj je zmanjšanje negativnih vplivov na okolje. Kljub temu industrija še vedno predstavlja veliko okoljsko breme, predvsem zaradi onesnaževanja in proizvodnje odpadkov. Za prehod v bolj zelen evropski industrijski sektor v prihodnosti je potreben celostni pristop h krepitvi nadzora nad onesnaževanjem pri viru, ki zagotavlja spodbude za spremembo delovnih praks in uporabo novih inovativnih tehnologij.

5.3 Pomanjkanje naravnih virov

Pomanjkanje virov je opredeljeno kot situacija, ko povpraševanje po naravnem viru presega njegovo ponudbo, posledica česar je zmanjšanje razpoložljivih virov. Ko govorimo o omejenih virih, običajno mislimo, da je trenutna raba dolgoročno nevzdržna. Pomanjkanje lahko vključuje neobnovljive vire, kot so nafta, plemenite kovine in helij. Vključuje lahko tudi potencialno obnovljive vire, katerih poraba je hitrejša kot njihova zmožnost obnavljanja (npr. prelov, prekomerna uporaba sladke vode). Želja je, da bo tržni mehanizem ob zmanjšanju zalog virov spodbudil razvoj alternativ. Nafta je na primer vedno manj, zato obstaja spodbuda za razvoj električnih avtomobilov, ki za svoje delovanje uporabljajo sončno ali vetrno energijo.

Pomanjkanje je resnejši problem, kadar tehnološka zamenjava ni na voljo. Alternativa za nafto je na primer pogosto na voljo, v primeru pomanjkanja vode pa primerna alternativa ne obstaja [77].

6 PRAVNI DEJAVNIKI

Pravni dejavniki zajemajo spremembe zakonodaje, ki vplivajo na zaposlovanje, dostop do materialov, kvote, vire, uvoz/izvoz in obdavčenje. Ti dejavniki imajo tako zunanjo kot notranjo dimenzijo. Nekateri zakoni vplivajo na poslovno okolje v posamezni državi.

6.1 Zakoni o varstvu potrošnikov

Zakoni o varstvu potrošnikov so niz zakonov, ki ščitijo kupce blaga in storitev pred izdelki z napako, lažnim oglaševanjem in zavajajočimi poslovnimi praksami. Zakoni o varstvu potrošnikov se v posameznih državah razlikujejo, vendar večina ščiti kupce pred napačnim prikazovanjem ali goljufijo, tatvino ali izgubo blaga ter kršenjem garancij in sporazumov o nerazkritju podatkov.

V zadnjih letih je EU posodobila svoj okvir za varstvo potrošnikov in to delo se še nadaljuje [78].

6.2 Zakoni o intelektualni lastnini

Kot vsaka druga poslovna panoga v svetu se mora tudi intelektualna lastnina prilagoditi trenutnim potrebam, zlasti glede na izrazito poudarjeno potrebo po inovacijah med to epidemijo. Nekatere panoge so zelo uspešne (npr. digitalna in maloprodajna tehnologija), medtem ko se druge (npr. proizvodnja in trg blaga) spopadajo s težavami.

V Evropi bo kmalu ustanovljeno Enotno sodišče za patente (UPC) v 17 državah članicah, ki so ratificirale sporazum o njegovi ustanovitvi. Poleg Enotnega sodišča za patente bo ustvarjen evropski patent z enotnim učinkom („enotni patent“), ki bo veljaven v vseh 17 državah članicah, ki so ratificirale sporazum. Enotno sodišče za patente bo kot prvo sodišče v EU, ki je pristojno za odločanje o zasebnih sporih, obravnavalo primere v zvezi z evropskimi in enotnimi patenti. Enotni patent bo zagotovil močnejši, enotnejši in finančno ugodnejši pravni okvir za izumitelje in inovatorje. Enotno sodišče za patente bo pomagalo zagotoviti večjo skladnost s pravicami intelektualne lastnine v skladu z zakonodajo EU prek enotne patentne sodne pristojnosti, ki bo olajšala zaščito teh pravic. Glavni namen te nove strukture je boljše zaščititi raziskave in razvoj ter inovacije v podjetjih in obenem zmanjšati stroške [79].

6.3 Socialni in okoljski predpisi

Evropska okoljska politika temelji na načelih previdnosti, preprečevanja in odpravljanja onesnaževanja pri viru ter na načelu „onesnaževalec plača“. Večletni okoljski akcijski programi določajo okvir za ukrepanje v prihodnosti na vseh področjih okoljske politike. Vplivi podnebnih sprememb, onesnaženosti zraka in obremenitve s hrupom na okolje ter zdravje ljudi so še vedno zaskrbljujoči.

Številne države v Evropi, vključno s Francijo, Nemčijo in Norveško, so že začele z določanjem nacionalnih standardov za izvajanje obveznega skrbnega pregleda spoštovanja človekovih pravic in varstva okolja. Svoje načrte pripravljata tudi Nizozemska in Belgija. Ta prizadevanja je smiselno uskladiti in poenotiti po vsej EU, s čimer bi Evropa postala prva regija na svetu, ki je izvršljivo predpisala takšne prakse. S tem bi evropska podjetja znatno dvignila standarde na področju obravnave človekovih pravic in okoljskih vplivov po svetu ter hkrati zagotovila enake pogoje v regijah in med deležniki. Potrebna bo tudi mednarodna usklajenost, da podpremo ta prizadevanja v zadostnem obsegu.

7 REFERENCE

[1]	J. F. Richard Wike, «Global Public Opinion in an Era of Democratic Anxiety,» 7 December 2021. [Online]. Available: https://www.pewresearch.org/global/2021/12/07/global-public-opinion-in-an-era-of-democratic-anxiety/ .
[2]	IDEA, «The State of Democracy in Europe 2021,» IDEA, Stockholm, 2022.
[3]	C. W. C., D. A. e J. T., «Welfare systems without economic growth: A review of the challenges and next steps for the field,» Ecological Economics, vol. 186, 2021.
[4]	The World Bank, «Global Wealth Has Grown, But at the Expense of Future Prosperity: World Bank,» 27 October 2021. [Online]. Available: https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2021/10/27/global-wealth-has-grown-but-at-the-expense-of-future-prosperity-world-bank .
[5]	The Editors, «Europe Is Heading Toward a New Financial Crisis,» 12 April 2021. [Online]. Available: https://www.bloomberg.com/opinion/articles/2021-04-12/europe-is-heading-toward-a-new-financial-crisis .
[6]	G. W. Alison Angus, «Top 10 global consumer trends 2022,» Euromonitor International, January 2022.
[7]	P. Khanna, «How Asia Is Shaping the World's Future,» Asia Society, 28 January 2019. [Online]. Available: https://asiasociety.org/blog/asia/how-asia-shaping-worlds-future . [Consultato il giorno 02 09 2022].
[8]	B.-G. U. e V. S., «Positive Effects of Ageing and Age-Diversity in,» Human Resource Management Journal, vol. 23, n. 3, pp. 279-295, 2013.
[9]	H. Mosley e D. K., «PES Strategies in Support of an Ageing Workforce,» European Commission, Brussels, 2019.
[10]	G. A. J., «Political polarisation: the phenomenon that should be on everyone's lips,» Caixa Bank, 14 May 2019. [Online]. Available: https://www.caixabankresearch.com/en/economics-markets/public-sector/political-polarisation-phenomenon-should-be-everyones-lips . [Consultato il giorno 11 06 2022].
[11]	European Commission, «Continuing urbanisation,» 11 November 2021. [Online]. Available: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/continuing-urbanisation_en .
[12]	S. L. T. F. A. L. Martin Reeves, «Taming Complexity,» January - February 2020. [Online]. Available: https://hbr.org/2020/01/taming-complexity .
[13]	A. Picincu, «bizfluent,» 31 March 2020. [Online]. Available: https://bizfluent.com/facts-4927387-what-supply-chain.html .
[14]	B. Wireless, «How LTE/5G is disrupting maritime connectivity,» 2 December 2021. [Online]. Available: https://www.maritimejournal.com/maritime-equipment/how-lte/5g-is-disrupting-maritime-connectivity/1467054.article .

[15]	A. Androjna, T. Brcko, I. Pavic e H. Greidanus, « https://www.mdpi.com/2077-1312/8/10/776/htm ,» Journal of Marine Science and Engineering, vol. 8, n. 10, 2020.
[16]	S. Buchholz, C. Brown e D. Golden, «A business leader’s guide to quantum technology,» Deloitte Insights, 15 April 2021. [Online]. Available: https://www2.deloitte.com/us/en/insights/topics/innovation/quantum-computing-business-applications.html . [Consultato il giorno 2022].
[17]	DAC Digital, «Blockchain potential in the Maritime industry,» DAC Digital, 1 April 2021. [Online]. Available: https://dac.digital/blockchain-potential-in-the-maritime-industry/ . [Consultato il giorno 2022].
[18]	D. Vatsaraj, « https://blog.ipleaders.in/role-of-artificial-intelligence-in-maritime-economy/ ,» iPleaders, 1 May 2021. [Online]. Available: https://blog.ipleaders.in/role-of-artificial-intelligence-in-maritime-economy/ . [Consultato il giorno 2022].
[19]	H. Ding, R. X. Gao, A. J. Isaksson, R. G. Landers, T. Parisini e Y. Yuan, «State of AI-Based Monitoring in Smart Manufacturing and Introduction to Focused Section,» IEEE/ASME Transactions on Mechatronics (Volume: 25, Issue: 5) , pp. 2143 - 2154, 2020.
[20]	International Federation of Robotics , «Robot Density nearly Doubled globally,» International Federation of Robotics , 14 December 2021. [Online]. Available: https://ifr.org/ifr-press-releases/news/robot-density-nearly-doubled-globally . [Consultato il giorno 2022].
[21]	International Federation of Robotics, «IFR presents World Robotics Report 2020,» International Federation of Robotics, 24 September 2020. [Online]. Available: https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-2.7-million-robots-work-in-factories-around-the-globe . [Consultato il giorno 2022].
[22]	International Federation of Robotics, «Executive Summary World Robotics 2021 Industrial Robots,» International Federation of Robotics, 2020.
[23]	K.-S. Min, «Automation and control system technology in korean shipbuilding industry: the state of the art and the future perspectives,» IFAC Proceedings, vol. 41, n. 2, pp. 7185-7190, 2008.
[24]	Z. N., D. N. e M. S., «Challenges in human-robot collaborative assembly in shipbuilding and ship maintenance, repair and conversion (SMRC) industry,» Procedia CIRP, vol. 106, pp. 120-125, 2022.
[25]	Coroma, [Online]. Available: https://www.coroma-project.eu/ . [Consultato il giorno 2022].
[26]	Fraunhofer Institute for Manufacturing Technology and Advanced Materials IFAM, «Mobile robotic system for highly flexible production,» IFAM, Bremen, 2020.
[27]	R. Bogue, «The growing use of robots by the aerospace industry,» Industrial Robot, vol. 45, n. 6, pp. 705-709, 2020.
[28]	D. Aschenbrenner, A. F. Berglund, M. Netten, Z. Rusak e J. Stahre, «Sustainable human-robot co-production for the bicycle industry,» Procedia CIRP, vol. 104, pp. 857-862, 2021.

[29]	T.-R. Team, «Emerging trends of bicycle parking- The Cobot Way,» Tailwind Racing, 18 June 2019. [Online]. Available: https://www.tailwind-racing.com/emerging-trends-bicycle-parking-cobot-way/ . [Consultato il giorno 2022].
[30]	European Product Design Award, «CanguRo (Partner Robot),» European Product Design Award, 2020. [Online]. Available: https://www.productdesignaward.eu/winners/epda/2020/10166/ . [Consultato il giorno 2022].
[31]	E. Ackerman, «Inflatable E-Bike Fits in a Backpack,» IEEE Spectrum, 12 May 2020. [Online]. Available: https://spectrum.ieee.org/inflatable-ebike-fits-in-a-backpack#toggle-gdpr . [Consultato il giorno 2022].
[32]	H. Sato, Y. ah Seong, Y. R. H. Hayashi, K. Hata, H. Ogata, R. Niiyama e K. Y., «Soft yet Strong Inflatable Structures for a Foldable and Portable Mobility,» CHI Conference on Human Factors in Computing Systems Extended Abstracts, p. 25-30, 2020.
[33]	McKinsey, «Skill shift: Automation and the future of the workforce,» McKinsey, 2018.
[34]	International Federation of Robotics (IFR), «Next Generation Skills Enabling today's and tomorrow's workforce to benefit from automation,» IFR, 2020.
[35]	M. Altaweel, «The Spatial Internet of Things,» GIS Industry, 26 August 2020. [Online]. Available: https://www.gislounge.com/the-spatial-internet-of-things/#_ftn1 . [Consultato il giorno 2022].
[36]	N. Gardner, «Brief guide to extended reality in the maritime industry,» July 2020. [Online]. Available: https://thetius.com/brief-guide-to-extended-reality-in-the-maritime-industry/ .
[37]	B. Laughlin, «XR Drives Aerospace Excellence at Boeing,» 23 July 2018. [Online]. Available: https://www.sme.org/xr-drives-aerospace-excellence-at-boeing .
[38]	PTC, «Cannondale Leverages Augmented Reality for Differentiation,» 21 April 2022. [Online]. Available: https://www.ptc.com/en/case-studies/cannondale .
[39]	K. V. Wong e A. Hernandez, «A review of additive manufacturing.,» International scholarly research notices, 2012.
[40]	B. Roland, «Additive manufacturing: A game changer for the manufacturing industry?,» Roland Berger Strategy Consultants GmbH, Munich, 2013.
[41]	F. Matos, R. Godina, C. Jacinto, H. Carvalho, I. Ribeiro e P. Paulo, «Additive manufacturing: Exploring the social changes and impacts.,» Sustainability 11(14), 3757, 2019.
[42]	R. M. Elavarasanab, R. Pugazhendhi, M. Irfan, L. Mihet-Popa, I. A. Khan e P. E. Campana, «State-of-the-art sustainable approaches for deeper decarbonization in Europe - An endowment to climate neutral vision,» Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 159, n. 112204, 2022.
[43]	Roland Berger, «Additive manufacturing taking metal 3 d printing to the next level study by roland berger,» Roland Berger Strategy Consultants GmbH, Munich, 2019.

[44]	K.-M. Park, K.-S. Min e Y.-S. Roh, «Design Optimization of Lattice Structures under Compression: Study of Unit Cell Types and Cell Arrangements,» <i>Materials</i> , vol. 15(1), p. 97, 2021.
[45]	A. Álvarez-Trejo, E. Cuan-Urquizo, A. Roman-Flores, L. Trapaga-Martinez e J. Alvarado-Orozco, «Bézier-based metamaterials: Synthesis, mechanics and additive manufacturing,» <i>Materials & Design</i> , vol. 199, 2021.
[46]	R. Gupta, C.-H. Chen e W. Anderson, «Progress on 3D Printed Loop Heat Pipes,» In <i>Proceedings of the 50th International Conference on Environmental Systems ICES-2021-154</i> , pp. 12-15, 2021.
[47]	A. George, M. Ali e N. Papakostas, «Utilising robotic process automation technologies for streamlining the additive manufacturing design workflow,» <i>CIRP Annals</i> , vol. 70, n. 1, pp. 119-122, 2021.
[48]	R. McCann, M. A. Obeidi, C. Hughes, É. McCarthy, D. S. Egan, R. K. Vijayaraghavan, A. M. Joshi, V. D. D. P. Acinas Garzon, P. J. McNally e D. Brabazon, «In-situ sensing, process monitoring and machine control in Laser Powder Bed Fusion: A review,» <i>Additive Manufacturing</i> , vol. s45, n. 102058, 2021.
[49]	G. A. V., G. S. N., V. M. A., M. Y. A., L. A., K. D. V. e O. A. A., «On productivity of laser additive manufacturing,» <i>Journal of Materials Processing Technology</i> , vol. 261, pp. 213-232, 2018.
[50]	V. J. C., «Additive manufacturing for the automotive industry,» In <i>Additive Manufacturing</i> , n. Elsevier, pp. 505 - 530, 2021.
[51]	A. S., H. J. e Z. C. J., «Printing and coating MXenes for electrochemical energy storage devices,» <i>Journal of Physics: Energy</i> , vol. 2, n. 3, 2020.
[52]	R. E., T. M. e Z. K., «Hydrogen storage for mobility: a review,» <i>Materials</i> , vol. 12, n. 12, 2019.
[53]	F. Z., H. M., M. M. e M. K., «A Review on Advanced Manufacturing for Hydrogen Storage Applications,» <i>Energies</i> , vol. 14, n. 24, 2021.
[54]	L. M., P. J. e S. R., «The role of laser additive manufacturing methods of metals in repair, refurbishment and remanufacturing - enabling circular economy,» <i>Physics Procedia</i> , vol. 83, pp. 752 - 760, 2016.
[55]	H. M. S., G. J. A., H. R. M., S. M. A. I., M. J., C. A., L. Y. e W. R. B., «Fabrication of smart parts using powder bed fusion additive manufacturing technology,» <i>Additive Manufacturing</i> , vol. 10, pp. 58-66, 2016.
[56]	A. O. P., L. C. A. e F. O. S. I., «Evaluation of anti-biofouling progresses in marine application.,» <i>Journal of Bio-and Tribo-Corrosion</i> , vol. 5, n. 1, pp. 1-8, 2019.
[57]	R. M., C. M., P. R., S. A. J. e S. J., «Comparison of biofouling on 3D-printing materials in the marine environment,» <i>International Biodeterioration & Biodegradation</i> , vol. 164, 2021.
[58]	D. A., C. Y., P. D. B., L. X. e T. G., «Fabrication of microstructured surfaces by additive manufacturing with simulation of dynamic contact angle,» <i>Materials & Design</i> , vol. 176, n. 107839, 2019.

[59]	C. M., S. A. e S. J., «Effects of surface texture and interrelated properties on marine biofouling: a systematic review,» <i>Biofouling</i> , vol. 35, n. 6, pp. 597-617, 2019.
[60]	B.-M. B., G. P., S. G., B. M., P. J., L. E., L. M., B. F. e d. P. A., «Metal additive manufacturing in aerospace: a review,» <i>Materials & Design</i> , vol. 209, n. 110008, 2021.
[61]	L. V., C. A. R., P. P. C., S. A., A. E., M. S., I. L. e S. L., «Additive manufacturing for an urban vehicle prototype: re-design and sustainability implications.,» <i>Procedia CIRP</i> , vol. 99, pp. 364-369, 2021.
[62]	A. Rindfleisch, A. J. Malter e G. J. Fisher, «Self-manufacturing via 3D printing: Implications for retailing thought and practice,» Emerald Publishing Limited, 2019.
[63]	M. S. Pham, C. Liu, I. Todd e J. Lertthanasarn, «Damage-tolerant architected materials inspired by crystal microstructure,» <i>Nature</i> , vol. 565, n. 7739, pp. 305-311, 2019.
[64]	B. Vaissier, J. P. Pernot, L. Chougrani e P. Véron, «Genetic-algorithm based framework for lattice support structure optimization in additive manufacturing,» <i>Computer-Aided Design</i> , vol. 110, pp. 11-23, 2019.
[65]	W. Baumung, «Design of an architecture of a Production Planning and Control System (PPC) for Additive Manufacturing (AM),» in <i>International Conference on Business Information Systems</i> , Springer, Cham, 2020.
[66]	National Science & Technology Park, «Energy Tech,» 29 November 2018. [Online]. Available: https://nstp.pk/energy-tech/ .
[67]	F. Jackson, «Top Technologies Transforming Energy In 2021,» 27 January 2021. [Online]. Available: https://www.forbes.com/sites/feliciajackson/2021/01/27/top-technologies-transforming-energy-in-2021/ .
[68]	University of Washington, «Perovskite Solar Cell,» [Online]. Available: https://www.cei.washington.edu/education/science-of-solar/perovskite-solar-cell/ .
[69]	Wikipedia, «Floating Solar,» [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Floating_solar .
[70]	J. Agyepong-Parsons, «Ørsted-led consortium researching blade decommissioning,» 26 January 2021. [Online]. Available: https://www.windpowermonthly.com/article/1705573/orsted-led-consortium-researching-blade-decommissioning .
[71]	L. Ronken, «Large-Battery Storage Facilities - Understanding and Underwriting the Risks,» October 2021. [Online]. Available: https://www.genre.com/knowledge/publications/pmint21-3-en.html .
[72]	E. T. Abhinav Chugh, «What is green hydrogen and why do we need it? An expert explains,» 21 December 2021. [Online]. Available: https://www.weforum.org/agenda/2021/12/what-is-green-hydrogen-expert-explains-benefits/ .
[73]	StartUs Insights, «Top 10 Materials Industry Trends & Innovations in 2022,» February 2022. [Online]. Available: https://www.startus-insights.com/innovators-guide/top-10-materials-industry-trends-innovations-2020-beyond/ .

[74]	Geeks for Geeks, «An Introduction to Human Augmentation,» 19 October 2021. [Online]. Available: https://www.geeksforgEEKS.org/an-introduction-to-human-augmentation/ .
[75]	G. G. A. H. J. R. Oleg Bestsenyy, «Telehealth: A quarter-trillion-dollar post-COVID-19 reality?,» 9 July 2021. [Online]. Available: https://www.mckinsey.com/industries/healthcare-systems-and-services/our-insights/telehealth-a-quarter-trillion-dollar-post-covid-19-reality .
[76]	National Oceanic and Atmospheric Administration, «Climate change impacts,» 13 August 2021. [Online]. Available: https://www.noaa.gov/education/resource-collections/climate/climate-change-impacts .
[77]	P. T., «Causes of resource scarcity,» Economicshelp, 17 Oktober 2019. [Online]. Available: https://www.economicshelp.org/blog/151207/economics/causes-of-resource-scarcity/#:~:text=Resource%20scarcity%20is%20defined%20as,unsustainable%20in%20the%20long%20term . [Consultato il giorno 2022].
[78]	«Consumer protection laws,» Cornell Law School, Junij 2021. [Online]. Available: https://www.law.cornell.edu/wex/consumer_protection_laws . [Consultato il giorno 2022].
[79]	Council of the European Union, «Europe creates harmonised intellectual property system,» Council of the European Union, 20 Januar 2022. [Online]. Available: https://presidence-francaise.consilium.europa.eu/en/news/europe-creates-harmonised-intellectual-property-system/ . [Consultato il giorno 20 05 2022].
[80]	M. Pustišek, N. Živić e A. Kos, Blockchain: Technology and Applications for Industry 4.0, Smart Energy, and Smart Cities, Berlin, Boston: De Gruyter, 2021.
[81]	European Commission, «2021 Strategic Foresight Report,» European Union, EU, 2021.
[82]	m. T. Č. d. T. G. Š. m. M. H. m. M. H. K. I. m. M. K. m. R. K. Z. m. J. K. U. L. m. M. P. U. S. B. T. mag. Barbara Bratuž Ferik, P. Wostner e A. mag. Vidrih, «Poročilo o produktivnosti 2021,» UMAR, Ljubljana, 2022.
[83]	J. Bughin, E. Hazan, S. Lund, P. Dahlström, A. Wiesinger e A. Subramaniam, «Skill shift: Automation and the future of the workforce,» McKinsey & Company, 2018.
[84]	J. Müller, «Enabling Technologies for Industry 5.0,» European Union, Luxembourg, 2020.
[85]	C. Brecher, A. Müller, Y. Dassen e S. Storms, «Automation technology as a key component of the Industry 4.0 production development path,» The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, pp. 2287-2295, 2021.
[86]	European Commission, «Digital Economy and Society Index (DESI) 2021 - Italy,» European Union, 2021.
[87]	European Commission, «Digital Economy and Society Index (DESI) 2021 - Slovenia,» European Union, 2021.

[88]	K. John, 26 01 2022. [Online]. Available: https://tulip.co/blog/big-data-for-manufacturing/ .
[89]	P. Brosset, A.-L. Thieullent, S. Patsko, J. Buvat, Y. Khemka, A. Khadikar e A. Jain, «Scaling AI in Manufacturing Operations: A Practitioners' Perspective,» Capgemini, 2019.
[90]	StartUs Insights, «Discover Top 10 Mobility Industry Trends & Innovations in 2022,» 2022. [Online]. Available: https://www.startus-insights.com/innovators-guide/top-10-mobility-industry-trends-innovations-in-2021/ . [Consultato il giorno 20 05 2022].