



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Logistično inženirstvo
Modul: Poslovna logistika

VLOGA LOGISTIKE IN NAPREDNE TEHNOLOGIJE V INDUSTRIJI 4.0

Mentor: Jošt Šmajdek dipl.inž.teh.prom.
Lektorica: mag. Nataša Koražija, prof. slov.

Kandidat: Elvis Palamar

Kranj, julij 2024

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju Joštu Šmajdku za pomoč in podporo pri izdelavi diplomske naloge.

Iskrena hvala družini za podporo in razumevanje pri izdelavi diplomskega dela.

Hvala pa tudi vodstvu podjetja LTH Castings za financiranje šolanja.

IZJAVA

Študent Elvis Palamar izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom profesorja Jošta Šmajdka.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

V tem delu raziskujemo vlogo logistike in naprednih tehnologij v Industriji 4.0. Skozi analizo literature in primerov podjetij ugotavljamo, kako se logistika spreminja v digitalnem gospodarstvu ter kakšni so izzivi in priložnosti za podjetja.

Obravnavamo temeljne spremembe četrte industrijske revolucije in logističnih procesov.

Diplomska naloga predstavlja integracijo naprednih tehnologij v logistiki. Uporaba naprednih tehnologij bistveno izboljšuje delovanje posameznih logističnih operacij, kot so spremljanje in upravljanje zalog, optimizacija poti in izboljšanje učinkovitosti posameznih elementov v oskrbovalni verigi.

KLJUČNE BESEDE:

- logistika,
- Industrija 4.0,
- napredne tehnologije,
- digitalno gospodarstvo,
- kompetence.

ABSTRACT

In this study, we explore the role of logistics and advanced technologies in Industry 4.0. Through the analysis of literature and company case studies, we determine how logistics is changing in the digital economy and what challenges and opportunities exist for businesses.

We discuss the fundamental changes of the Fourth Industrial Revolution and logistics processes.

The thesis presents the integration of advanced technologies in logistics. The use of advanced technologies significantly enhances the performance of individual logistics operations, such as inventory tracking and management, route optimization, and improving the efficiency of individual elements in the supply chain.

KEYWORDS

- Logistics
- Industry 4.0
- Advanced technologies
- Digital Economy
- Competencies

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Opredelitev problema	1
1.2	Namen in cilj naloge.....	1
1.3	Omejitev naloge	2
1.4	Metodologija dela.....	2
2	RAZVOJ INDUSTRIJE	3
2.1	Industrija 1.0.....	3
2.2	Industrija 2.0.....	5
2.3	Industrija 3.0.....	7
2.4	Industrija 4.0.....	9
3	LOGISTIKA	11
3.1	Opredelitev pojma logistika.....	11
3.2	Vitka logistika.....	11
3.3	Logistični podsistemi	12
4	NAPREDNE TEHNOLOGIJE V INDUSTRIJI 4.0	13
4.1	Kibernetsko fizični sistemi	13
4.1.1	CPS v logistiki	13
4.2	Internet stvari	14
4.2.1	IoT v logistiki	15
4.3	Množični podatki	16
4.3.1	Big Data v logistiki.....	17
4.4	Umetna inteligenca	18
4.4.1	AI v logistiki	18
4.5	Strojno učenje	21
4.5.1	ML v logistiki	21
4.6	Digitalni dvojček.....	22
4.6.1	Digital twin v logistiki	22
4.7	Pametna tovarna	23
4.7.1	Smart factory v logistiki	23
5	KOMPETENCE ZA TOVARNE PRIHODNOSTI	25
5.1	Opis profilov.....	25
5.2	Skupne strokovne kompetence	28
5.3	Power kompetence	31
6	ZAKLJUČEK	33
7	LITERATURA IN VIRI	35

KAZALO SLIK

Slika 1: Industrijske revolucije	3
Slika 2: Mikroprocesor	8
Slika 3: Industrija 4.0	10
Slika 4: Pametna tovarna	24

KAZALO TABEL

Tabela 1: Prva industrijska revolucija (1760–1840)	5
Tabela 2: Druga industrijska revolucija (1870–1914)	7
Tabela 3: Tretja industrijska revolucija (1960-2000)	9
Tabela 4: Četrta industrijska revolucija (2000 do danes)	10
Tabela 5: Primeri pozitivnega delovanja umetne inteligence (AI)	21
Tabela 6: Skupne strokovne kompetence	30
Tabela 7: Power kompetence	32

POJMOVNIK

Mind Mapping (Mentalno preslikovanje):

Mind mapping je tehnika vizualnega organiziranja informacij, idej in konceptov. Običajno se začne z osrednjo temo ali idejo, nato pa se iz nje razvijejo veje, ki predstavljajo podrobnosti, povezave in relacije med različnimi elementi. Mind mapping omogoča pregledno predstavitev kompleksnih konceptov, olajšuje razumevanje in pomaga pri ustvarjanju novih idej.

Root Cause Analysis (Analiza osnovnih vzrokov):

Root Cause Analysis je sistematičen pristop k identifikaciji osnovnih vzrokov problema ali težave. Namesto obravnavanja simptomov problema se root cause analysis osredotoča na iskanje temeljnih vzrokov, ki ležijo pod površjem. Cilj je odpraviti te temeljne vzroke, da se prepreči ponovno pojavljanje istega ali podobnega problema v prihodnosti.

Drill Down (Podrobnejša analiza):

Drill down je tehnika analize podatkov, ki omogoča postopno poglobljeno pregledovanje podrobnosti na različnih ravneh. Začne se s pregledom visoke ravni podatkov, nato pa se postopoma spušča vse bolj podrobno na nižje ravni podrobnosti. Drill down omogoča boljše razumevanje kompleksnih podatkov in omogoča identifikacijo vzorcev ali trendov.

Affinity Diagrams (Diagrami pripadnosti):

Affinity diagrams so orodje za organizacijo in razvrščanje idej, informacij ali problemov v smiselne skupine na podlagi njihovih povezav ali podobnosti. Ta tehnika omogoča sodelovalno razmišljanje in organiziranje misli v hierarhično strukturo, kar olajšuje analizo in razumevanje kompleksnih problemov.

Cause-and-Effect Diagram (Diagram vzrokov in posledic):

Cause-and-Effect Diagram, znan tudi kot Ishikawa diagram ali "fishbone diagram", je orodje za analizo vzrokov in posledic. Uporablja se za identifikacijo možnih vzrokov za določen problem ali učinek. Glavna ideja je, da se različni vzroki predstavijo kot veje ribjega okostja, ki so povezane z glavnim problemom ali učinkom, kar omogoča sistematično analizo in identifikacijo ključnih vzrokov problema.

KRATICE IN AKRONIMI

AR	Razširjena resničnost (Augmented Reality)
XR	Razširjena resničnost (Extended Reality)
MR	Mešana resničnost (Mixed Reality)
CPS	Kibernetsko-fizični sistem (Cyber-Physical System)
PaaS	Platforma kot storitev (Platform as a Service)
IaaS	Infrastruktura kot storitev (Infrastructure as a Service)
SaaS	Programska oprema kot storitev (Software as a Service)
ENIAC	Electronic Numerical Integrator and Computer

IoT	Internet stvari (Internet of things)
ML	Strojno učenje (Machine Learning)
AI	Umetna inteligenca (Artificial intelligence)
HR	strokovnjak za kadrovske zadeve (Human resources)
M2M	maschine to maschine
ERP	programska oprema (Enterprise resource planning)
IKT	informacijsko komunikacijska tehnologija
UX	uporabniška izkušnja (user experience)
AWS	Amazon web services
ROS	Robot operating system

1 UVOD

Diplomska naloga govori o uporabi tehnologije, značilne za četrto industrijsko revolucijo.

V sodobnem času smo priča revolucionarnim spremembam v načinu delovanja industrijskih procesov, ki jih narekuje digitalna preobrazba in koncept industrije 4.0. Ta koncept predstavlja integracijo naprednih digitalnih tehnologij v proizvodnjo, kar omogoča avtomatizacijo, povezljivost in učinkovitost na način, ki ga do sedaj nismo poznali. Medtem ko se tehnološki napredek hitro razvija, se pojavljajo tudi nove priložnosti in izzivi za podjetja v logistiki, ki predstavlja hrbtenico oskrbovalnih verig.

V tem kontekstu postaja logistika ključnega pomena za uspešno delovanje industrijskih podjetij v današnjem času. Njena vloga sega preko tradicionalnih oskrbovalnih verig in postaja gonilna sila za učinkovito delovanje, prilagodljivost ter konkurenčnost. Vendar pa se postavlja vprašanje, kako se logistika prilagaja in izkorišča digitalne tehnologije, kot so IoT (internet stvari), AI (umetna inteligenca angl. Artificial intelligence), masovni podatki (Big Data) analitika in robotika ter kako te tehnologije spreminjajo način delovanja logističnih procesov.

Skozi analizo trenutnega stanja, primerov iz prakse in teoretičnih konceptov bomo raziskali ključne vidike, izzive in priložnosti, ki jih prinaša ta digitalna transformacija. Na koncu pa bomo skušali oblikovati smernice in priporočila za podjetja, ki želijo uspešno integrirati logistiko v Industrijo 4.0 ter izkoristiti potenciale digitalne dobe za izboljšanje svojih logističnih operacij.

1.1 Opredelitev problema

Digitalizacija je prinesla najnovejšo revolucijo v industriji, tako imenovano Industrija 4.0. Za tretjo industrijsko revolucijo je značilen začetek uporabe računalnikov in avtomatiziranih procesov, najnovejša revolucija pa prehod uspešno nadgrajuje z uporabo umetne inteligence, pametnimi avtonomnimi sistemi in strojnim učenjem.

To omogoča ustvarjanje bolj prilagodljivih, učinkovitih in povezanih tovarn ter celotnih verig oskrbe, kar lahko prinese številne nove priložnosti in izzive za industrijski sektor. Ta prehod predstavlja pomembno prelomnico v načinu, kako se proizvaja, dostavlja in upravlja izdelke ter postavlja temelje za novo dobo inovacij in gospodarske rasti.

1.2 Namen in cilj naloge

Nove tehnologije vplivajo na logistične procese. Namen diplomske naloge je predstaviti Industrijo 4.0 in vpliv logistike na njen razvoj. Logistika je prisotna v vseh

področjih življenja in gospodarstva, dobro načrtovanje pa je ključno za pozitivno poslovanje. Predstavili bomo sodobna orodja v industriji in potrebne kompetence za delo z novimi tehnologijami.

Glavni cilj raziskave je proučiti, kako lahko te tehnologije prispevajo k izboljšanju učinkovitosti, prilagodljivosti in konkurenčnosti logističnih operacij ter kako se lahko podjetja prilagodijo novim zahtevam okolja. Namen te diplomske naloge je osvetliti vlogo logistike v Industriji 4.0 ter raziskati, kako se logistični procesi prilagajajo in izkoriščajo napredne digitalne tehnologije.

1.3 Omejitev naloge

Zaradi omejenega časa in razpoložljivih sredstev bo težko zajeti vse relevantne vire in literaturo, kar lahko vpliva na obseg in celovitost analize. Podatki o implementaciji Industrije 4.0 v logističnih procesih podjetij niso vedno javno dostopni ali pa so zaupne narave, kar lahko omeji obseg analize. Hitro spreminjajoča se narava tehnologije lahko pomeni, da bodo rezultati raziskave hitro zastareli ali pa ne bodo zajeli najnovejših trendov v industriji.

Osredotočili se bomo samo na pozitivne učinke Industrije 4.0. Tema je opisana splošno z različnimi primeri.

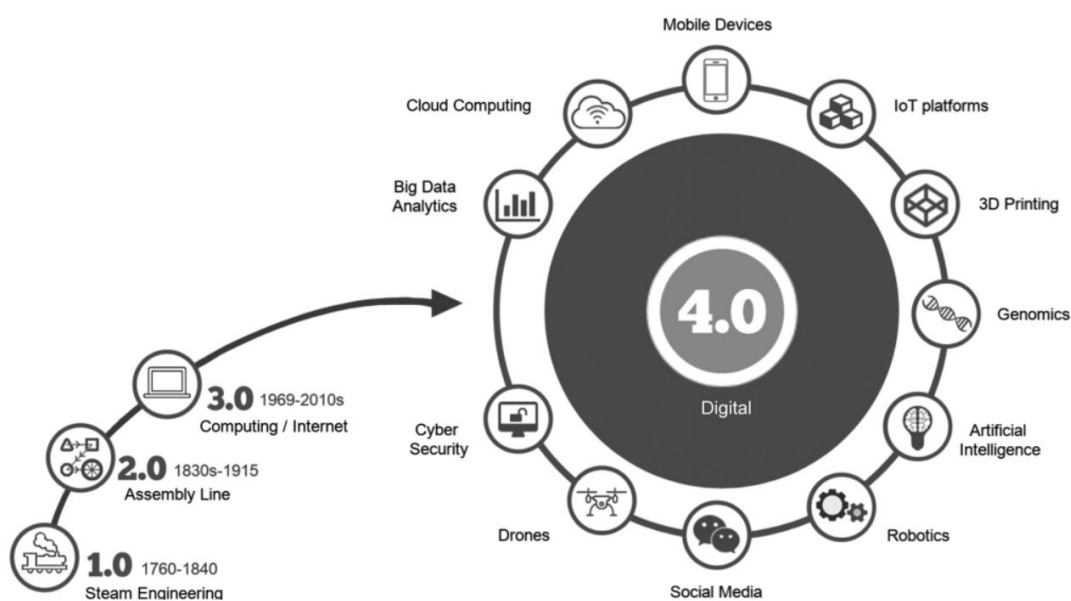
1.4 Metodologija dela

Metodologija dela, ki bo uporabljena v nalogi "Vloga logistike in napredne tehnologije v Industriji 4.0", temelji na analizi pisnih virov in literature. Izvedel se bo temeljit pregled obstoječe literature, ki zajema različne vidike Industrije 4.0 in njenega vpliva na logistiko. To vključuje znanstvene članke, knjige, poročila in druge strokovne vire.

2 RAZVOJ INDUSTRIJE

V nalogi smo oštevilčili industrijske stopnje, ker smo želeli prikazati časovni razvoj industrije skozi različna obdobja. Vsaka številka označuje določeno fazo razvoja, v kateri smo opisali glavne značilnosti, tehnološke napredke, spremembe v proizvodnih procesih, uporabe novih tehnologij in drugih pomembnih mejnikov, ki so zaznamovali določeno obdobje.

Poimenovanje različnih stopenj nam omogoča jasno ločevanje med različnimi obdobji in poudarja kontinuiteto razvoja od začetka do danes.



Slika 1: Industrijske revolucije
(Vir: Ebrary, 2024)

2.1 Industrija 1.0

Industrija predstavlja gospodarsko dejavnost, ki v večjih količinah predeluje surovine in proizvaja s pomočjo strojev (SSKJ, 2024).

Industrija 1.0, znana tudi kot obdobje industrijske revolucije, sega v časovno obdobje od začetka 18. stoletja do začetka 19. stoletja. Industrijska revolucija je temeljito spremenila življenjski slog ljudi in močno posegla v industrijsko proizvodnjo, kjer je dosegla bistvene spremembe v kakovosti in kvantiteti izdelkov, transportu ljudi, spremenila pa je tudi način vojskovanja (Prebilič, 2006, str. 125)

To obdobje je zaznamovalo prehod iz ročne proizvodnje v strojno proizvodnjo, kar je imelo izjemen vpliv na družbo, gospodarstvo in tehnologijo. Najbolj značilna lastnost industrijske revolucije je bila uporaba mehanskih strojev za avtomatizacijo proizvodnih procesov, predvsem v tekstilni industriji in rudarstvu. Eden najpomembnejših dogodkov tega obdobja je bila uvedba parnega stroja, ki je omogočil večjo zmogljivost in učinkovitost proizvodnje. To je privedlo do razcveta tovarn in množične proizvodnje ter spremenilo tradicionalno kmečko družbo v industrializirano družbo. Industrija 1.0 je imela tudi pomembne socialne in ekonomske posledice, med drugim je privedla do urbanizacije, množične migracije delavcev v industrijska središča ter spremembe v družbeni strukturi (Haradhan, 2019)

Razmah industrije je spodbudil tudi razvoj infrastrukture, kot so ceste, železnice in pristanišča, kar je omogočilo hitrejši pretok surovin in končnih izdelkov.

V prvi industrijski revoluciji so lastniki kapitala in industrijski mogotci igrali ključno vlogo, medtem ko so delavci večinoma delali v nevarnih in nehumanih delovnih pogojih, kar je privedlo do delavskih uporov in začetka sindikalnega gibanja za izboljšanje delovnih pogojev in pravic delavcev.

Skupaj z izumom parnega stroja in drugih ključnih tehnoloških inovacij je Industrija 1.0 postavila temelje za nadaljnje industrijske revolucije ter spremenila način, kako ljudje delajo, živijo in ustvarjajo vse do današnjih dni.

Pomembni dejavniki, ki so pripomogli k razvoju logistike v industrijski revoluciji, so:

- **Pomik od ročne k strojni proizvodnji:** Industrijska revolucija je prinesla prehod od ročne proizvodnje k strojni proizvodnji, kar je povečalo obseg in kompleksnost proizvodnih procesov. To je zahtevalo učinkovito organizacijo oskrbovalnih verig, da bi zagotovili nemoten pretok surovin in materialov v tovarne.
- **Razvoj transportnih sistemov:** Zahteva po premikanju surovin in končnih izdelkov med različnimi lokacijami je spodbudila razvoj transportnih sistemov, kot so železnice, parni stroji in ladjedelnice. To je omogočilo hitrejši in učinkovitejši transport blaga ter prispevalo k rasti industrijskih središč. Uporaba parnega stroja pri transportu je močno povečala količine in hitrost prepeljanega tovora tako na kopnem kot na morju in rekah (Prebilič, 2006)
- **Optimizacija skladiščenja in distribucije:** S povečanjem obsega proizvodnje se je povečala tudi potreba po učinkovitem skladiščenju in distribuciji izdelkov. Razvoj skladiščnih sistemov, organizacije prevoza in distribucijskih mrež je bil ključen za zagotovitev pravočasnega in učinkovitega dobavljanja izdelkov na trg.
- **Razvoj trgovinskih poti:** Z razcvetom industrije so se razvile tudi trgovinske poti in logistične mreže, ki so omogočile pretok surovin in končnih izdelkov med različnimi regijami in državami. To je spodbudilo mednarodno trgovino in globalno povezovanje gospodarstva.

- **Prvi koraki k standardizaciji:** Za zagotovitev nemotenega pretoka blaga in informacij so se začeli pojavljati prvi koraki k standardizaciji embalaže, transportnih sredstev in dokumentacije, kar je olajšalo logistične procese in prispevalo k večji učinkovitosti.

Leto	Pomembni dogodki
1767	Spinning Jenny James Hargreaves je izumil Spinning Jenny, kar je omogočilo večjo proizvodnjo niti in revolucioniralo tekstilno industrijo.
1769	Patentiranje Water frame Richard Arkwright je patentiral Water Frame, vodno gnano predenje, ki je omogočilo mehanizacijo proizvodnje tkanin.
1771	Prvi vodni mlin za predenje Richard Arkwright je odprl prvi vodni mlin za predenje v Cromfordu, kar je zaznamovalo začetek tovarniškega sistema.
1776	Izboljšava parnega stroja James Watt je bistveno izboljšal parni stroj, kar je povečalo njegovo učinkovitost in uporabnost v različnih industrijah.
1785	Power Loom Edmund Cartwright je izumil Power Loom, ki je avtomatiziral tkanje in še dodatno povečal produktivnost tekstilne industrije. Leta 1820 je bilo v Angliji 12.150 mehaničnih statev; to število se dvigne do leta 1829 na 45.500, kar je 274-% rast.

Tabela 1: Prva industrijska revolucija (1760–1840)
(Vir tabele: Encyclopaedia Britannica, 2024)

2.2 Industrija 2.0

Industrija 2.0, ki je potekala v drugi polovici 19. stoletja in zgodnjem 20. stoletju, je bila zaznamovana z nadaljnjim napredkom v industrijskih tehnologijah, zlasti z uvedbo množične proizvodnje in učinkovitega sistema proizvodnih linij. Glavni poudarki tega obdobja so bili na nadgradnji in optimizaciji proizvodnih procesov ter izboljšanju delovnih metod. Ključni so bili odkritje nafte, izum motorja na notranje izgorevanje in vpeljevanje telefona (Rifkin, 2014, str. 57). Skupaj so ustvarili nov komunikacijsko, energetski in transportni kompleks, ki je prevladoval v 20. stoletju.

Pomembna inovacija v Industriji 2.0 je bila uporaba tekočih trakov in montažnih linij v proizvodnji, ki jih je predstavil Henry Ford z uvedbo modela T. Ta nova metoda proizvodnje je omogočila hitrejšo in učinkovitejšo izdelavo izdelkov ter zmanjšala stroške proizvodnje. Poleg tega so se pojavile nove tehnologije, kot so električna energija, masovna proizvodnja jekla in izboljšani transportni sistemi, kar je še dodatno povečalo produktivnost in razširilo možnosti proizvodnje.

Elektrifikacija je bila ena najbolj revolucionarnih izumov, ki je spremenila svet za vedno. Velike zasluge pri razvoju elektrike je imel znanstvenik Michael Faraday. Uvedba električnih luči v tovarnah je izboljšala delovne pogoje, možnost požarov se je močno zmanjšala, prav tako sta se znatno zmanjšali vročina in onesnaženost zraka, ki ga je pred elektrifikacijo povzročalo izgorevanje plinov (Agarwal in Agarwal, 2017).

Druga industrijska revolucija je privedla do nadaljnje urbanizacije in industrializacije, saj so se mesta hitro razvijala zaradi potreb po delovni sili v tovarnah. V tem obdobju so se razvile tudi nove industrijske veje, kot so avtomobilska industrija, kemična industrija in elektronika.

Socialne posledice Industrije 2.0 so bile pomembne, saj so se delovni pogoji v tovarnah še naprej izboljševali, vendar so se pojavile tudi nove težave, kot so zlorabe delavcev in konflikti med lastniki in delavci, ki so privedli do oblikovanja sindikatov in delavskega gibanja za pravice delavcev.

Industrija 2.0 je bila ključna v razvoju sodobnega gospodarstva, saj je postavila temelje za množično proizvodnjo, ki je omogočila hitro rast industrijskih sektorjev in razvoj sodobne potrošniške družbe.

- **Množična proizvodnja in potreba po optimizaciji logističnih procesov:** Uvedba montažnih linij in tekočih trakov v proizvodnji je omogočila množično proizvodnjo izdelkov. S tem se je povečala potreba po optimizaciji logističnih procesov, da bi zagotovili nemoten pretok materialov skozi proizvodne linije in hitro distribucijo končnih izdelkov.
- **Razvoj transportnih sistemov in infrastrukture:** Nadaljnji razvoj transportnih sistemov, kot so ceste, železnice in ladjedelnice, je omogočil hitrejši in učinkovitejši prevoz blaga med proizvodnimi obrati in distribucijskimi centri ter na končne destinacije. To je povečalo dostopnost in dostopnost izdelkov za potrošnike. Pojavi se nov vir energije, leta 1897 Rudolf Diesel izumi dizelski motor, ki je še danes v uporabi (Mokyr, 1998). Drastične spremembe se zgodijo pri izdelavi ladij. Po letu 1870 se te začnejo izdelovati iz jekla, kar pomeni, da postanejo ladje lahko veliko večje, hitrejše in varnejše varne. Izum parne turbine Gustava de Laval in Charlesa Parsona leta 1884 vodi do revolucije na morju (Mokyr, 1998).
- **Uvedba novih tehnologij za izboljšanje logističnih operacij:** Industrija 2.0 je prinesla tudi uvedbo novih tehnologij, kot so telegrafija, telefonske komunikacije in računalništvo, ki so omogočile boljše upravljanje in nadzor logističnih operacij, hitrejšo komunikacijo med različnimi oddelki ter boljše sledenje in upravljanje zalog.
- **Razvoj distribucijskih mrež:** S povečanjem obsega proizvodnje so se razvile tudi bolj zapletene distribucijske mreže, ki so potrošnikom omogočale hitrejšo

dostavo izdelkov. Distribucijski centri in skladišča so postali ključni elementi v logistični verigi, ki so zagotavljali, da so izdelki pravočasno in učinkovito dostavljeni na tržišče.

- **Povečana pozornost na kakovost in učinkovitost logističnih procesov:** Zaradi konkurenčnosti na trgu je bila v Industriji 2.0 vedno večja pozornost namenjena kakovosti in učinkovitosti logističnih procesov. Podjetja so iskala načine za zmanjšanje stroškov, izboljšanje dobavne verige in povečanje zadovoljstva strank preko boljšega upravljanja logistike.

Ta dejstva so postavila temelje za nadaljnji razvoj logističnih praks in tehnologij v kasnejših industrijskih revolucijah ter pripomogla k oblikovanju sodobnega logističnega sistema, ki ga poznamo danes.

Leto	Pomembni dogodki
1870	Množična proizvodnja jekla (Bessemerjev postopek) Henry Bessemer je razvil postopek za množično proizvodnjo jekla, kar je omogočilo razvoj železnic, mostov in nebotičnikov.
1876	Izum telefona Alexander Graham Bell je patentiral telefon in s tem revolucioniral komunikacijo.
1879	Izum žarnice Thomas Edison je izumil žarnico, kar je omogočilo širjenje električne razsvetljave.
1886	Izum motorja na notranje izgorevanje Karl Benz je patentiral prvi avtomobil na notranje izgorevanje, kar je omogočilo dobo avtomobilske industrije
1903	Prvi polet bratov Wright Orville in Wilbur Wright sta izvedla prvi uspešen let z motornim letalom in s tem dobo letalskega prevoza.

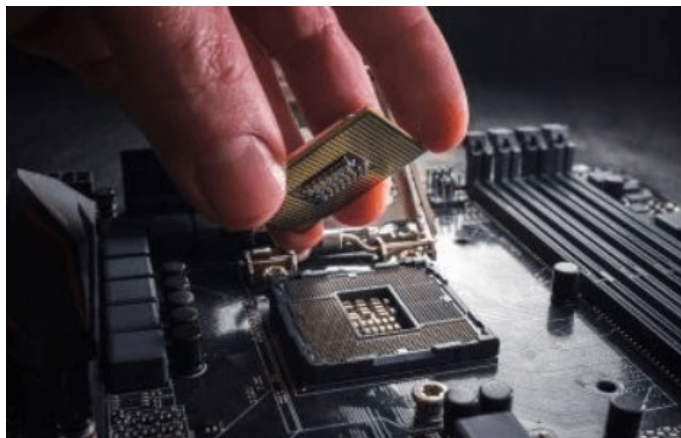
Tabela 2: Druga industrijska revolucija (1870–1914)
(Vir tabele: Encyclopaedia Britannica, 2024)

2.3 Industrija 3.0

Industrija 3.0 se je začela v drugi polovici 20. stoletja z uvajanjem računalniške tehnologije v proizvodnjo in upravljanje podjetij. Ta obdobja je zaznamovala več ključnih dogodkov in mejnikov, med katerimi so:

- **Začetek računalništva:** Razvoj prvega računalnika ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) leta 1946 v ZDA velja za začetek računalništva. ENIAC je bil prvi elektronski splošni namenski računalnik, ki je imel pomembno vlogo pri razvoju računalniške tehnologije.

- **Razvoj mikroprocesorjev:** Uvod mikroprocesorjev v 70. letih je omogočil izdelavo majhnih in cenovno dostopnih računalnikov, kar je pospešilo razvoj računalništva in omogočilo širjenje uporabe računalnikov v podjetjih.
- **Uvedba elektronskih podatkovnih sistemov (ERP)**
V 80. letih se je začela uvedba ERP-sistemov, ki so podjetjem omogočili boljše upravljanje poslovnih procesov, kot so proizvodnja, finance, logistika in distribucija.
- **Razvoj interneta:** Uvedba interneta za širšo uporabo v zgodnjih 90. letih je pomembno prispevala k digitalizaciji podjetij. Internet je omogočil globalno povezovanje in omogočil razvoj e-trgovine ter elektronskega poslovanja.
- **Razvoj sodobnih informacijskih tehnologij:** V 90. letih in v začetku 21. stoletja je prišlo do razvoja naprednih informacijskih tehnologij, kot so mobilna tehnologija, big data analitika, oblakom storitve, umetna inteligenca in internet stvari, ki so močno vplivale na razvoj industrije 3.0.
- **Uvedba avtomatizacije in robotike v proizvodnji:** V 70. in 80. letih se je začela uvedba avtomatizacije in robotike v proizvodnji, kar je omogočilo večjo avtomatizacijo proizvodnih procesov in povečalo učinkovitost proizvodnje.
- **Razvoj logističnih tehnologij:** V 80. in 90. letih so se razvile napredne logistične tehnologije, kot so črtne kode, čitalniki črtne kode, avtomatizirani sistemi skladiščenja in sledenje pošiljkam, ki so bistveno izboljšale učinkovitost in sledljivost logističnih procesov.



Slika 2: Mikroprocesor
(Vir: Metoree, 2024).

Leto	Pomembni dogodki
1969	The Advanced Research Projects Agency Network (APARNET) ustvari protokole internetne komunikacije, ki so še danes v uporabi
1971	Uvedba mikroprocesorja INTEL predstavi prvi mikroprocesor, kar je omogočilo razvoj osebnih računalnikov
1973	Inovatorji ustvarijo Ethernet, prvi način za izmenjavo informacij med računalniškimi sistemi.
1983	Uvedba interneta APARNET je prešel na internetni protokol (TCP/IP), kar je začelo dobo interneta.
1990	Izum svetovnega spleta Tim Berners-Lee je razvil svetovni splet, kar je omogočilo množično uporabo interneta in spletnih strani.

Tabela 3: Tretja industrijska revolucija (1960-2000)
(Vir: Dubai sensor, 2024)

2.4 Industrija 4.0

Ta revolucija se osredotoča na povezovanje fizičnega in digitalnega sveta ter izkoriščanje možnosti, ki jih prinašajo digitalne tehnologije, kot so internet stvari (angl. Internet of things-IoT), umetna inteligenca (angl. Artificial Intelligence-AI), analitika masovnih podatkov in avtomatizacija.

Industrija 4.0 temelji na konceptu tako imenovane pametne tovarne, kjer se proizvodni procesi avtomatizirajo, povežejo in prilagajajo v realnem času. To omogoča hitrejšo proizvodnjo, boljšo prilagodljivost na spremembe na trgu, večjo kakovost izdelkov in nižje stroške proizvodnje. Glavni poudarek te revolucije je na digitalizaciji in avtomatizaciji proizvodnje, kar omogoča boljšo sledljivost proizvodnega procesa, optimizacijo oskrbnih verig ter ustvarjanje bolj prilagodljivih in konkurenčnih poslovnih modelov.

V okviru Industrije 4.0 se pojavljajo tudi koncepti, kot so IoT, ki omogoča povezovanje naprav in senzorjev v realnem času ter zbiranje podatkov o delovanju in stanju proizvodnih procesov. S pomočjo umetne inteligence se ti podatki lahko analizirajo in uporabijo za napovedovanje težav, optimizacijo proizvodnih procesov in avtomatizacijo odločitvenih postopkov. Poleg tega se v Industriji 4.0 uporabljajo tudi napredne tehnologije, kot so 3D-tiskanje, virtualna (angl. Virtual reality-VR) in obogatena resničnost, (angl. Augmented reality – AR), ki omogočajo inovativne pristope k oblikovanju in proizvodnji izdelkov.

Industrija 4.0 ima pomembne vplive na gospodarstvo, družbo in okolje. Po eni strani omogoča večjo produktivnost in učinkovitost podjetij ter ustvarjanje novih poslovnih priložnosti, po drugi strani pa postavlja tudi izzive v smislu varovanja podatkov, zagotavljanja varnosti in etične uporabe tehnologij. Zato je pomembno, da se podjetja, vlade in družba kot celota pripravijo na izzive in priložnosti, ki jih prinaša Industrija 4.0, ter sodelujejo pri oblikovanju politik in regulativ, ki bodo omogočile trajnostni in vključujoči razvoj v digitalni dobi.



Slika 3: Industrija 4.0

(Vir: Marr, 2018)

Leto	Pomembni dogodki
2000	Uvedba prvih pametnih telefonov Prvi pametni telefoni so združili funkcionalnost mobilnih telefonov in računalnikov.
2007	Začetek množične uporabe pametnih telefonov Apple je predstavil prvi iPhone, kar je povzročilo revolucijo v mobilni tehnologiji in začelo obdobje množične uporabe pametnih telefonov.
2009	Uvedba blockchain tehnologije Satoshi Nakamoto je predstavil Bitcoin in blockchain tehnologijo, kar je revolucioniralo področje digitalnih valut in varnosti podatkov.
2010	Razvoj Interneta stvari Internet stvari (IoT) je začel povezovati vsakdanje naprave z internetom, kar je omogočilo pametne domove in mesta.
2016	Razvoj umetne inteligence Umetna inteligenca je dosegla pomembne mejnike, kot je zmaga programa AlphaGo nad svetovnim prvakom v igri Go.

Tabela 4: Četrta industrijska revolucija (2000 do danes)

(Vir: Encyclopaedia Britannica, 2024)

3 LOGISTIKA

3.1 Opredelitev pojma logistika

Poznamo več različnih definicij logistike iz ekonomskega in vojaškega okolja, vse pa imajo nekaj skupnega.

Logistika zajema fizični pretok materialov, kot so surovine, polproizvodi, končni izdelki in odpadki, ter pretok informacij od dobaviteljev surovin do končnih potrošnikov. Poleg prostorskih premikov vključuje tudi skladiščenje, kar omogoča premagovanje časovnih omejitev. Tako logistika omogoča premagovanje ovir v prostoru in času za učinkovit pretok materialov, energije in informacij.

Postaja ključni dejavnik v gospodarstvu in storitvenih dejavnostih. Poglavitna naloga logistike je ekonomska, torej zmanjšuje stroške. Izpolnjuje naloge po načelu 5P, kar pomeni, da je logistika veda, ki se ukvarja z načrtovanjem, vodenjem in nadzorom nad tokovi materiala, ljudi, energije in informacij s ciljem, da se znižajo stroški, izboljša kakovost (hitrost, točnost, zanesljivost itd.) ter varuje okolje.

Poglavitna naloga logistike je ekonomska, torej zmanjšuje stroške. Izpolnjuje naloge po načelu 5P, kar pomeni, da mora skrbeti za:

- pravi material,
- ob pravem času,
- v pravi količini,
- ob pravilni kakovosti,
- na pravem mestu,
- z minimalnimi stroški.

3.2 Vitka logistika

Zelo pomemben del Industrije 4.0 je vitka logistika. Pomeni cilj v vsaki panogi, saj je osredotočena na odstranitev izgub. Vitko podjetje ali vitka proizvodnja je delovanje brez odvečnega, nekoristnega dela in porabe materiala, sredstev. Glavni cilj je sistematično odpraviti vse izgube in zastoje tako, da s stalnimi izboljšavami delo poteka tekoče in enakomerno. Podjetje v okviru celotnega procesa porabi manj dela, manj proizvodnega prostora, manj orodij, manj vlaganj in manj časa (Gerič, 2016).

Vitka logistika je podprta z različnimi orodji, s katerimi se hitro odkrije odstopanja v kakovosti in zmanjšanje potrate.

Gerič (2016) navaja, da so med najbolj znanimi orodji:

- **Kaizen** – sprememba na bolje, ki pomeni stalno izboljševanje procesov. Je sistem prepoznavanja in odstranjevanja izgub v procesih.
- **Poka Yoke** (otročje lahko) – preprečuje vzroke za nastajanje napak.
- **5S** je sistematično organiziran pristop, ki pomeni red in čistočo v delovnih procesih, in sicer:
 - Seiri: sortiraj, sistemiziraj, poenostavi,
 - Seiton: spravi v red,
 - Seiso: zasij, počisti,
 - Seiketsu: standardiziraj,
 - Shitsuke: vztrajaj.
- **Six sigma** – orodje za nenehno izboljševanje kakovosti izdelkov, storitev, procesov, optimalno uporabo virov znotraj organizacije, hkrati pa zmanjševanje stroškov ter povečevanje produktivnosti.

3.3 Logistični podsistemi

Logistični sistem se deli na štiri podsisteme (Gerič, 2016).

- Nabavna logistika

Nabavna logistika preskrbuje vse porabnike v podjetju z ustreznimi količinami potrebnega materiala, ob planiranih časovnih terminih.

Pri tem upošteva načelo dobrega gospodarja.

- Notranja logistika

Zajema pretok materiala od njegovega prevzema do odpreme gotovih proizvodov. Skrbi za organizacijo, planiranje in kontrolo transporta in skladiščenja znotraj delovne organizacije. Njen namen je optimizacija delovnih procesov

- Distribucijska logistika

Distribucijska logistika obsega tok gotovih proizvodov od proizvajalca do kupca.

Njena naloga je pravilna dostava, pravemu kupcu, v pravi količini, ob pravem času, na dogovorjenem mestu z optimalnimi stroški-5P (Križman, 2008).

- Poprodajna logistika

Poprodajna logistika je najmlajši podsistem mikrologističnega sistema, kljub temu pa je pomemben vir konkurenčnih prednosti podjetja. Poudarek je na poglobljanju odnosov s strankami in s tem graditvi medsebojnega zaupanja (Logožar, 2002).

4 NAPREDNE TEHNOLOGIJE V INDUSTRIJI 4.0

4.1 Kibernetsko fizični sistemi

Kibernetsko-fizični sistemi (angl. Cyber physical Systems-CPS) so kombinacija računalniških in fizičnih komponent, ki so medsebojno povezane in delujejo skupaj. Ti sistemi omogočajo zbiranje podatkov, njihovo obdelavo v realnem času ter izvajanje akcij na fizičnih objektih. Kibernetsko-fizični sistemi so ključna tehnološka komponenta v Industriji 4.0. Gre za integracijo računalniških in fizičnih komponent, ki omogočajo povezavo med digitalnim in fizičnim svetom.

Vloga CPS v logistiki je izjemno pomembna, saj omogočajo avtomatizacijo, nadzor in optimizacijo logističnih procesov. S pomočjo CPS lahko logistični sistemi postanejo inteligentnejši in bolj prilagodljivi, saj omogočajo zbiranje in analizo podatkov v realnem času ter avtomatizacijo odločitvenih procesov, omogočajo upravljanje pametnih skladišč, kjer se lahko samodejno upravljajo zaloge, sledi pošiljkam in optimizirajo poti dostave.

Poleg tega lahko CPS prinašajo tudi inovativne rešitve za upravljanje transporta, na primer avtonomna vozila in droni, ki lahko pomagajo pri dostavi blaga na težko dostopna ali oddaljena območja. Skratka, CPS igrajo ključno vlogo pri transformaciji logistike v Industriji 4.0, saj omogočajo večjo učinkovitost, prilagodljivost in konkurenčnost logističnih operacij.

4.1.1 CPS v logistiki

CPS se lahko uporablja za nadzor in optimizacijo procesov s pomočjo senzorjev, IoT naprav, umetne inteligence in podatkovnih analiz.

- **Sledenje in nadzor pošiljk:** CPS omogoča sledenje pošiljk v realnem času, kar vključuje spremljanje lokacije, stanja, temperature, vlažnosti in drugih okoljskih pogojev. To je še posebej pomembno za občutljive pošiljke, kot so živila ali farmacevtski izdelki.
- **Optimizacija skladiščnih operacij:** CPS integrira robote, avtomatizirane vozila (AGV), senzorje in upravljalne sisteme za optimizacijo skladiščnih procesov, kot so prevzem, skladiščenje, zbiranje naročil in pakiranje.
- **Preventivno vzdrževanje:** CPS spremlja stanje opreme in vozil ter napoveduje morebitne okvare. S tem se zmanjša čas izpada in izboljša zanesljivost operacij.
- **Upravljanje voznega parka:** CPS omogoča optimizacijo uporabe vozil in poti s pomočjo realno-časovnih podatkov o prometu, stanju vozil in okoljskih pogojih.

CPS-tehnologija se učinkovito uporablja na področju logistike, še posebno v skladiščih, kjer so integrirani roboti, senzorji in nadzorni sistemi.

Podjetje Amazon uporablja tehnologijo s programom AWS (Amazon Web Services) IoT in ROS (Robot Operating system).

AWS je kratica za Amazon Web Services. Gre za celovito in široko uporabljano platformo za računalništvo v oblaku, ki jo ponuja podjetje Amazon. AWS ponuja širok nabor storitev, vključno s shranjevanjem podatkov, računalniško močjo, umetno inteligenco, strojno učenjem, internetom stvari (IoT), varnostjo in analitiko. AWS podjetjem, razvijalcem in vladnim organizacijam omogoča, da hitro in enostavno uvajajo in upravljajo aplikacije ter infrastrukturo v oblaku.

AWS IoT in ROS sta dve ključni komponenti za implementacijo CPS v logistiki. AWS IoT omogoča zbiranje in obdelavo podatkov iz senzorjev, medtem ko ROS omogoča nadzor in koordinacijo robotov.

Delovanje programa AWS IoT ROS:

- **Zbiranje podatkov:** Senzorji na robotih in skladiščni opremi zbirajo podatke o lokaciji, stanju in okolju. Ti podatki vključujejo informacije o temperaturi, vlagi, gibanjih in morebitnih ovirah v skladišču.
- **Obdelava podatkov:** Podatki se pošiljajo na AWS IoT, kjer se obdelujejo in analizirajo v realnem času. S tem se zagotavlja, da so vsi podatki hitro dostopni za nadaljnjo uporabo v optimizacijskih in nadzornih procesih.
- **Upravljanje in nadzor:** ROS upravlja gibanje robotov in avtomatiziranih vozil na podlagi analiziranih podatkov in optimizacijskih algoritmov. To omogoča učinkovito in varno premikanje znotraj skladišča, kar povečuje produktivnost.
- **Vizualizacija in nadzor:** Podatki so vizualizirani na nadzornih ploščah, ki omogočajo upravljavcem spremljanje in nadzor skladiščnih operacij v realnem času. Upravljavci lahko na ta način hitro reagirajo na morebitne težave ali spremembe v operacijah.

Kibernetsko-fizični sistemi v logistiki omogočajo realno časovno spremljanje in nadzor procesov, kar prinaša izboljšano učinkovitost, večjo zanesljivost in zmanjšanje stroškov. Integracija AWS IoT za obdelavo podatkov in ROS za upravljanje robotov omogoča avtomatizacijo in optimizacijo skladiščnih operacij, kar izboljšuje celotno upravljanje logistike

4.2 Internet stvari

Internet stvari (angl. Internet of things-IoT) predstavlja omrežje fizičnih naprav, ki so med seboj povezane in opremljene s senzorji, programsko opremo ter povezavo z internetom, najbolj pogosta pa je brezžična povezava. Tudi v domačem okolju se vsak

dan srečujemo z napravami IoT. To so lahko hladilniki, pečice, pralni stroji, klimatske naprave ipd. Razširjen primer uporabe interneta stvari so Google ali Apple zemljevidi. Število povezanih naprav se z razvojem tehnologije in interneta, vsak dan povečuje. Biometrični senzorji v pametnih urah merijo srčni utrip, raven kisika v krvi, korake, ki jih naredimo, natančno lahko določijo naše GPS-koordinate in še veliko več.

Številni avtorji uporabljajo različne definicije interneta stvari, vendar je glavna funkcija interneta stvari povezovanje vsakdanjih fizičnih stvari v svetovno omrežje.

Internet stvari je sistem, ki nam daje možnost zbiranja in prenosa podatkov, preko povezanih sistemov, brez človeškega posredovanja (Khan in Yuce, 2019).

Pri cestnih prevozih je tehnologija prisotna v velikem delu Evrope in sveta, saj pametni senzorji in kamere obračunavajo stroške cestnin. Vloga interneta stvari v logistiki je ključna pri zagotavljanju sledljivosti, nadzora in optimizacije logističnih procesov. Senzorji, ki so vgrajeni v logistične objekte, vozila in izdelke, omogočajo zbiranje in prenos podatkov in informacij v realnem času. To omogoča boljšo sledljivost in nadzor nad inventarjem, učinkovitejše upravljanje zalog ter optimizacijo transportnih poti in dostave. Na primer, senzorji za sledenje omogočajo natančno lociranje in sledenje pošiljkam v realnem času, kar omogoča hitro odzivanje na morebitne težave ali zamude. Poleg tega omogoča tudi avtomatizacijo procesov, na primer samodejno naročanje zalog na podlagi nivoja zalog ali avtomatsko upravljanje skladiščnih operacij. Skratka, internet stvari prispeva k večji transparentnosti, učinkovitosti in prilagodljivosti logističnih operacij v Industriji 4.0, kar omogoča boljšo storitev za stranke in večjo konkurenčnost podjetij.

Gillis (2020) pravi, da organizacije in podjetja vse pogosteje uporabljajo IOT, saj jim prinaša večjo konkurenčnost v primerjavi z drugimi podjetji. Skupne koristi uporabe omenjenega sistema pa so:

- prihranek na času in denarju,
- povečanje produktivnosti zaposlenih,
- višji prihodki,
- sprejemanje boljših poslovnih odločitev,
- izboljšanje uporabniške izkušnje,
- prilagajanje poslovnih modelov,
- lažje spremljanje poslovnih procesov.

4.2.1 IoT v logistiki

IoT tehnologija v logistiki omogoča boljše sledenje in nadzor nad pošiljkami, kar vodi k večji preglednosti, boljši kakovosti storitev in optimizaciji logističnih procesov. Pametni kontejnerji predstavljajo pomemben napredek v tem področju, saj omogočajo

spremljanje in prilagoditev logističnih operacij na podlagi natančnih podatkov iz terena, v realnem času.

Primer IoT v logistiki: Pametni ladijski kontejnerji za sledenje pošiljk

- Zbiranje podatkov

Pametni kontejnerji imajo nameščene senzorje, ki zbirajo podatke o lokaciji, vlažnosti, temperaturi, vibracijah in drugih pogojih. Podatki se beležijo v realnem času in se posredujejo preko omrežja.

- Obdelava podatkov

Zbrani podatki se pošiljajo v oblachno platform, kjer se obdelujejo in analizirajo, kar nam omogoča spremljanje pogojev pošiljke skozi celotno pot.

- Nadzor in upravljanje

Na podlagi analiziranih podatkov se lahko izvajajo samodejni ukrepi, kot je pošiljanje opozoril v primeru, da temperature ali vlažnost presežejo določene meje. Sistem lahko sproži tudi optimizacijske ukrepe, kot je prilagoditev poti dostave na podlagi prometnih razmer.

- Vizualizacija in nadzor

Podatki so jasno prikazani na nadzornih ploščah in tako omogočajo takojšnje ukrepanje v primeru težav in optimizacijo celotne dobavne verige.

Eno največjih ladjarskih podjetij Maersk Line, uspešno uporablja tehnologijo IoT za sledenje in spremljanje svojih kontejnerjev. Pametni kontejnerji so še posebno pomembni za prevoz občutljivega tovora, kot so farmacevtski izdelki in živila.

Napredna tehnologija zagotavlja visoko kakovost storitev, saj zmanjša tveganje za poškodbe tovora in poveča učinkovitost logističnih operacij. Pošiljke se lahko spremljajo v realnem času in prejemajo opozorila za morebitna odstopanja od običajnih razmer. Logistični procesi se prilagajajo na podlagi natančnih podatkov iz terena.

4.3 Množični podatki

Množični ali tudi masovni podatki niso nič večji od običajnih podatkov, bistvena razlika pa je v tem, da je teh podatkov ogromno. Glavne značilnosti masovnih podatkov so količina podatkov, hitrost in raznolikost. Količino podatkov organizacije zbirajo iz

različnih virov, ki vključujejo bančne transakcije, industrijsko opremo, video zapise itd. Spremembe na trgu se zaznajo v mikrosekundah s pomočjo hitrih algoritmov. Do izmenjav podatkov prihaja med milijardami naprav. Zajeto je obnašanje uporabnikov s hitrostjo na milijone klikov na sekundo. Raznolikost masovnih podatkov se izraža v geoprostorskih podatkih, 3D-podatkih, dnevnikih (log datoteke) in ne samo v številkah, nizih in datumih.

Analiza velikih količin podatkov iz različnih virov, kot so senzorji, družabna omrežja, mobilne aplikacije, bralniki, kamere itd., za odkrivanje vzorcev, trendov in pomembnih informacij, ki jih je težko obdelati s tradicionalnimi metodami analize podatkov. Trenutna uporaba masovnih podatkov se večinoma nanaša na napovedno analitiko. Uporablja pa se na področjih nadzora prometa, zdravstvenih raziskavah, širjenju pandemij, napovedovanju kriminala pri tržnih raziskavah itd.

4.3.1 Big Data v logistiki

Logistika lahko tehnologijo učinkovito uporabi za analizo podatkov v dobavni verigi. Podjetje lahko zbere ogromno podatkov o pretoku ali potovanju izdelka od proizvajalca do končnega potrošnika, pa tudi o proizvodnji, skladiščenju, prevozu, prodaji in povratnih informacijah strank. Množični podatki (angl. Big data) lahko podjetju pomagajo narediti analizo in tako omogočiti optimizacijo procesa. Analiza lahko razkrije časovne vzorce v povpraševanju po izdelkih, s pomočjo katerih lahko podjetje bolj natančno načrtuje zaloge, prilagodi proizvodnjo in dobavo glede na dejansko povpraševanje.

Podjetje DHL, eno največjih logističnih podjetij na svetu, uporablja Big Data za optimizacijo svojih logističnih operacij.

- **Napovedovanje povpraševanja:** Na podlagi zgodovinskih podatkov o prodaji, vremenskih vzorcih, praznikih in drugih dejavnikih, DHL lahko napoveduje prihodnje povpraševanje po svojih storitvah. To omogoča boljše načrtovanje virov in optimizacijo zalog.
- **Optimizacija poti:** S pomočjo aktualnih podatkov o prometu in vremenskih razmerah DHL optimizira poti svojih dostavnih vozil. To zmanjšuje čas dostave, porabo goriva in stroške.
- **Upravljanje zalog:** Big Data analize omogočajo boljše upravljanje zalog, saj lahko DHL predvidi, kdaj in kje bodo potrebne dodatne zaloge, ter jih pravočasno prerazporedi.
- **Opozorila in odziv:** Na podlagi analiz podatkov lahko DHL pravočasno zazna morebitne težave v logističnem procesu, kot so zamude pri dostavi ali pomanjkanje zalog, in ustrezno ukrepa.

Analiza velikih količin podatkov lahko podjetjem omogoči boljše razumevanje svojih procesov, najpomembnejša prednost pa je, da lahko predvidijo prihodnje potrebe.

4.4 Umetna inteligenca

Umetna inteligenca (angl. Artificial intelligence) se nanaša na sposobnost računalniških sistemov, da opravljajo naloge, ki običajno zahtevajo človeško inteligenco, kot so učenje, sklepanje, načrtovanje, razumevanje naravnega jezika itd. Definicija v Oxfordovem slovarju definira pomen umetne inteligence kot razvoj računalniških sistemov, ki lahko kopira inteligentno človeško obnašanje.

Naloge vključujejo učenje, sklepanje, načrtovanje, prepoznavanje govora, razumevanje naravnega jezika in vizualne zaznave. Umetno inteligenco delimo na različne pod discipline, kot so strojno učenje, kjer se sistemi učijo iz podatkov in naravno jezikovno procesiranje, ki omogoča razumevanje in generiranje človeškega jezika. Globoko učenje, podskupina strojnega učenja, uporablja nevronske mreže za obdelavo velikih količin podatkov in dosega nove razsežnosti pri prepoznavi slik in govora.

AI se uporablja v številnih industrijah, vključno z zdravjem, finančnimi storitvami, proizvodnjo, logistiko in avtonomno vožnjo. V zdravstvu AI pomaga pri diagnosticiranju bolezni in zdravljenju, medtem ko v financah omogoča avtomatizacijo trgovanja in preprečevanje goljufij. V proizvodnji AI optimizira procese, izboljšuje kakovost izdelkov in je zmožna napovedati vzdrževanje.

4.4.1 AI v logistiki

Kuprenko (2019) pravi, da je glavni namen integracije umetne inteligence v logistične procese, avtomatizirati časovno potratne procese in na ta način izboljšati produktivnost in prihraniti denar.

Nekaj primerov, ki kažejo, kako lahko AI pomaga optimizirati logistične procese, povečati učinkovitost in konkurenčnost ter izboljšati celotno upravljanje verige dobave v okviru industrije 4.0.

- **Napovedovanje povpraševanja:** AI lahko analizira velike količine podatkov o zgodovinskih prodajnih podatkih, vremenskih vzorcih, praznikih in drugih dejavnikih ter na podlagi tega napove prihodnje povpraševanje po blagu. To omogoča podjetjem, da bolje načrtujejo zaloge, optimizirajo proizvodne procese in zmanjšajo tveganje nezadostne ali čezmerne zaloge.
- **Optimizacija poti in dostave:** AI lahko analizira kompleksne podatke o dostavah, vključno s časovnimi rasporedi, razpoložljivostjo vozil, prometnimi pogoji in drugimi dejavniki ter na podlagi tega izbere najbolj učinkovite poti dostave. To omogoča zmanjšanje časa potovanja, zmanjšanje stroškov goriva in izboljšanje celotne učinkovitosti dostavnih operacij.
- **Sledenje in upravljanje zalog:** AI lahko analizira podatke o inventarju, prodajnih trendih, dobavah in drugih dejavnikih ter pomaga pri optimizaciji

upravljanja zalog. Na primer, AI lahko samodejno spremlja in posodablja inventar glede na dinamične spremembe povpraševanja in ponudbe, kar omogoča boljše upravljanje zalog in zmanjšanje tveganja za pomanjkanje ali presežek zalog.

- **Napredno načrtovanje skladiščnih operacij:** AI lahko optimizira skladiščne operacije, vključno s postopki prevzemanja in razvrščanja blaga, načrtovanjem skladiščnih prostorov in upravljanjem inventarja. To omogoča boljšo izrabo prostora, povečuje produktivnost delovne sile in zmanjšuje stroške skladiščenja.
- **Analiza tveganj in varnost:** AI lahko analizira podatke o varnosti, vključno s podatki o kraji, poškodbah in nesrečah, ter pomaga identificirati tveganja in izvajati preventivne ukrepe za izboljšanje varnosti v logističnih operacijah.

Področje	Naziv	Opis	Positivni doprinos
Interaktivna navigacija	Google maps, Waze, Bing Maps	Google Maps, Waze, Bing Maps so aplikacije satelitske navigacije s funkcionalnostjo navigacije zavoj za zavojem v realnem času, obveščanju o gostoti prometa, prometnih nesrečah in nepredvidenih prometnih dogodkih.	Z obdelavo podatkov iz senzorjev, pametnih telefonov in vozil se vozniku priporoča optimalna pot, opozorila na zastoje in nepredvidene dogodke v prometu.
Nakupovanje	Ceneje. Si, Honey	Portal ceneje.si je spletno mesto za primerjavo cen in nasveti za spletno nakupovanje. Spletno mesto je del platforme Heureka - največje platforme za primerjavo cen v srednji in vzhodni Evropi. Honey je orodje za iskanje kuponov in nagrad pri nakupih, ki uporabnikom omogoča iskanje najbolj ugodnih ponudb na spletu	Sistemi za nakupovanje in iskanje kuponov beležijo aktualne ponudbe spletnih trgovcev in njihove ugodnosti. Uporabnikom njihovih storitev predlagajo najbolj ugodne ponudbe za relevantne zadetke iskanja produktov oz. storitev.
Virtualni osebni pomočniki	Siri, Alexa, Cortana,	Virtualni osebni pomočniki z glasovnim upravljanjem omogočajo obveščanje,	Virtualni osebni pomočniki uporabnikom

	Google Assistant	nakupovanje, upravljanje pametnega doma, avtomatizacijo izvedbe storitev in podobno.	prihranijo čas in poenostavijo pridobivanje informacij ali izvedbo opravil.
Pretvorba slike in teksta v govorna sporočila	Aplikacije za osebe s senzorno oviranostjo: Seeing AI eBralec	Aplikacije uporabljajo algoritme strojnega učenja in nevronske mreže za prepoznavo slik in zvoka ter njihovo pretvorbo v tekst ali zvok. Slepe in slabovidne osebe uporabljajo aplikacije za pretvorbo slik v govor, gluhe osebe pa za pretvorbo govora v tekst ali pa celo pretvorbo kretanja v tekst oz. govor. Primer takšne aplikacije je Seeing AI. Aplikacija eBralec pretvori tekst v glasovno sporočilo.	Aplikacije osebam s senzorno oviranostjo omogočajo večjo samostojnost življenja in višajo kakovost njihovega življenja.
Raziskave	Raziskave novih spojin, zdravil in materialov	Novi raziskovalni principi omogočajo raziskovanje in zasnovanje novih zdravil in materialov z novimi principi simulacij, optimizacij in zasnov, ki jih omogočajo algoritmi AI.	Uporaba algoritmov AI omogoča hitrejše modeliranje, analizo in snovanje novih spojin, zdravil in materialov, česar v realnem svetu ni bilo mogoče izvesti.
Produktivnost	Microsoft 365	Z AI podprte aplikacije za pisanje teksta, izdelavo tabel, grafov in vizualizacije. Aplikacije omogočajo boljše sodelovanje in povečano varnost	Izboljšanje produktivnosti dela in večja varnost IT sistemov.
Zabavna omrežja	Meta AI	Zaznavanje deepfake lažnih novic (angl. Deepfake) posnetkov na platformi Meta (Facebook)	Onemogočanje širjenja lažnih novic in povzročitve škode.
Industrija	Digitalni dvojčki	Digitalni dvojčki s preslikavo vseh	V digitalnem svetu simuliran sistem, ki

		komponent sistema v digitalni sistem ustvarijo okolje za simulacije, reševanje težav, eksperimentiranje itd.	do podrobnosti ponazarja delovanje realnega sistema.
--	--	--	--

Tabela 5: Primeri pozitivnega delovanja umetne inteligence (AI)
(Vir: Dobre in slabe prakse AI, DIH Slovenia, 2024)

4.5 Strojno učenje

Strojno učenje (angl. Machine learning – ML) je področje umetne inteligence, ki se osredotoča na razvoj algoritmov in metod, s katerimi računalniki lahko samodejno učijo iz podatkov, prepoznajo vzorce v podatkih ter iz teh vzorcev naredijo smiselne napovedi ali odločitve, brez potrebe po eksplicitnem programiranju.

Strojno učenje obsega več različnih tehnik, med katerimi so nadzorovano učenje, nenadzorovano učenje, ojačitveno učenje in globoko učenje. Vsak tip učenja se uporablja za različne namene in ima svoje značilnosti.

Algoritmi strojnega učenja delujejo na podlagi prepoznavanja vzorcev v velikih količinah podatkov. Ti podatki se lahko nanašajo na različna področja, kot so slike, besedila, zvoki ali numerični podatki. Algoritmi se nato učijo iz teh podatkov in ustvarijo model, ki ga lahko uporabimo za napovedovanje ali klasifikacijo novih podatkov.

4.5.1 ML v logistiki

V logistiki se strojno učenje uporablja za številne namene, vključno z napovedovanjem povpraševanja po izdelkih, optimizacijo poti dostave, upravljanjem zaloga, prepoznavanjem nepravilnosti v dobavnih verigah in avtomatizacijo procesov.

Podjetje DHL uporablja strojno učenje za optimizacijo svojih logističnih operacij. Z uporabo algoritmov strojnega učenja analizirajo podatke o dostavi, prometnih poteh, povpraševanju po izdelkih in drugih dejavnikih ter na podlagi teh podatkov optimizirajo poti dostave, izboljšajo čas dostave in zmanjšajo stroške.

Python je priljubljen programski jezik za strojno učenje zaradi svoje enostavnosti in širokega nabora knjižnic. Ena najpogosteje uporabljenih knjižnic za strojno učenje v Pythonu je Scikit-learn.

Program deluje tako, da najprej zberemo podatke o preteklih dostavah, vključno z začetnimi in končnimi točkami, prometnimi pogoji, vremenskimi razmerami in časom dostave.

Nato izberemo ustrezen ML model, kot je Random Forest, ki je primeren za napovedovanje na podlagi številnih vhodnih spremenljivk.

Naslednji korak je usposabljanje ali trening modela. Uporabimo razpoložljive zgodovinske podatke, model se uči prepoznavati vzorce, ki vplivajo na učinkovitost dostave.

Sledi evalvacija modela, kjer se natančnost modela preveri na testnem naboru podatkov, da zagotovimo pravilno in natančno napovedovanje optimalnih poti.

Končna operacija je uporaba modela, uporabimo ga za napovedovanje najbolj učinkovitih poti za prihodnje dostave.

Ta primer prikazuje osnovno uporabo strojnega učenja za napovedovanje časa dostave na podlagi zgodovinskih podatkov. Natančno napovedovanje in optimizacija poti, lahko podjetjem pomaga izboljšati učinkovitost svojih logističnih operacij, zmanjšati stroške in povečati zadovoljstvo strank.

4.6 Digitalni dvojček

Digitalni dvojček je digitalna reprezentacija fizičnega objekta, procesa ali sistema, ki omogoča spremljanje, simulacijo in analizo njegovega delovanja v realnem času. Koncept imenovan Digitalni dvojček (angl. Digital twin) je virtualna reprezentacija fizičnega objekta, procesa ali sistema v digitalnem svetu. To je dinamičen model, ki združuje podatke v realnem času s simulacijo, kar omogoča realistično upodobitev in analizo dejanskega objekta ali procesa.

Digitalni dvojček se nenehno posodablja s podatki iz fizičnega sveta preko senzorjev, internet stvari naprav, strojne opreme ali ročnega vnosa podatkov. Ta povezava omogoča realistično upodobitev stanja in delovanja objekta ali procesa v realnem času.

4.6.1 Digital twin v logistiki

V logistiki se digitalni dvojčki lahko uporabljajo za simulacijo in analizo logističnih procesov, kot so skladiščenje, transport in upravljanje zalog. To omogoča predvidevanje učinkovitosti procesov, optimizacijo operacij in hitrejše odzivanje na spremembe v okolju.

Tehnologija omogoča boljše razumevanje kompleksnih logističnih sistemov, hitrejše odločanje in boljše upravljanje tveganj. Poleg tega lahko pomagajo pri načrtovanju in simulaciji novih logističnih procesov ter izboljšanju celotne učinkovitosti verige dobave.

Podjetje UPS uporablja digitalne dvojčke za simulacijo in analizo svojih distribucijskih centrov. Z uporabo digitalnih dvojčkov lahko UPS simulira različne scenarije, kot so spremembe v povpraševanju, optimizacijo poti dostave in načrtovanje prostorskih razporedov, kar omogoča boljše načrtovanje in upravljanje njihovih logističnih operacij.

4.7 Pametna tovarna

Koncept Pametna tovarna (angl. Smart factory) je proizvodni obrat, ki uporablja napredne tehnologije, kot so internet stvari, avtomatizacija, umetna inteligenca in digitalizacija, za avtomatizacijo in optimizacijo proizvodnih procesov. Namen pametne tovarne je povečanje učinkovitosti, prilagodljivosti, kakovosti in konkurenčnosti proizvodnje.

- Pametna tovarna integrira različne tehnologije in sisteme, kot so senzorji za zbiranje podatkov v realnem času, avtomatizirane proizvodne linije, roboti za montažo in pakiranje, napredni analitični sistemi za nadzor kakovosti ter sistemi za upravljanje proizvodnje v oblaku.
- Pametne tovarne imajo pomembne učinke na logistične procese, saj omogočajo boljšo sledljivost, optimizacijo zalogo, prilagodljivost proizvodnje glede na povpraševanje, avtomatizirano upravljanje zalog in učinkovitejše upravljanje dobavne verige.
- Pametne tovarne prinašajo številne prednosti, kot so zmanjšanje stroškov proizvodnje, povečanje produktivnosti delovne sile, izboljšanje kakovosti izdelkov, hitrejši odziv na spremembe na trgu in večja prilagodljivost proizvodnje.

4.7.1 Smart factory v logistiki

Siemensova tovarna uporablja vse, prej opisane tehnologije za optimizacijo proizvodnih procesov. Proizvaja krmilne sisteme za industrijsko avtomatizacijo in je v celoti digitalizirana, kar omogoča visok nivo avtomatizacije in prilagodljivosti.

Ključne tehnologije in procesi so

- Internet stvari

Tovarna je opremljena s številnimi napravami in senzorji, ki spremljajo različne parametre proizvodnega procesa. Zbirajo se različni podatki, ki so pomembni za proizvodnjo.

- Avtomatizacija in robotika

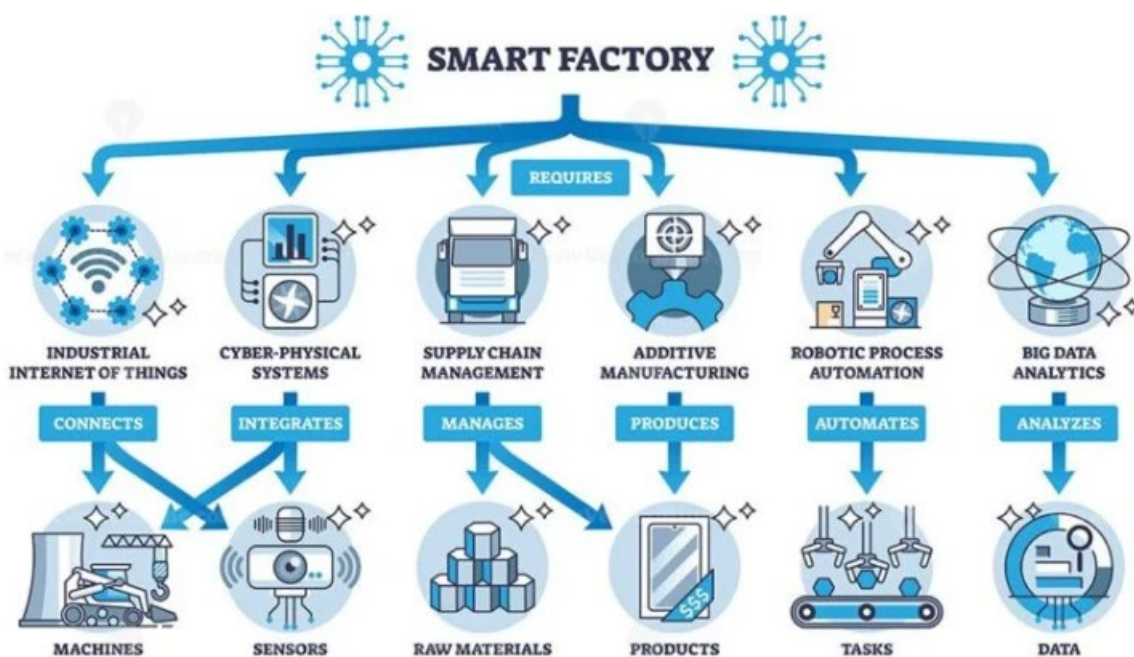
Proizvodnja uporablja napredne robote, ki izvajajo montaže, prevoz in pakiranje artiklov. Roboti so povezani v mrežo, kar omogoča koordinirano delovanje brez izgub.

- Umetna inteligenca in strojno učenje

Algoritmi umetne inteligence analizirajo zbrane podatke in predlagajo izboljšave v proizvodnih procesih. Strojno učenje na podlagi podatkov predvidi, kdaj bo potrebno vzdrževanje in tako zmanjša nepredvidene stroške.

- Digitalni dvojček

Vsi stroji in proizvodni procesi v tovarni imajo svoj digitalni dvojček, torej svojo natančno digitalno repliko, kar omogoča simulacije in analize brez vpliva na proizvodnjo.



Slika 4: Pametna tovarna
(Vir slike: Vectormine, 2024)

5 KOMPETENCE ZA TOVARNE PRIHODNOSTI

Kompetenca je izkazana zmožnost posameznika, da obvlada načine dela in uporablja spretnosti, kvalifikacije in znanje v običajnih in spremenljivih razmerah. Vključuje lahko formalne kvalifikacije, sposobnost prenosa spretnosti in znanja v nove poklicne razmere ter zmožnost inoviranja.

Industrija 4.0 se osredotoča na uporabo naprednih tehnologij, kot so umetna inteligenca, avtomatizacija, robotika in internet stvari, zato so zanjo zelo pomembne kompetence prihodnosti. Delo zahteva strokovnjake, ki imajo sposobnost in znanje za obvladovanje in nadgradnjo teh tehnologij. Ključne kompetence prihodnosti so inovativnost, kreativnost, kritično razmišljanje, timsko delo in reševanje problemov. Strokovnjaki lahko pomagajo podjetjem doseči večjo produktivnost, zmanjšati stroške in pospešiti inovacije.

Razvoj kompetenc se mora načrtovati v skladu z Industrijo 4.0, saj bo vpliv na delovna mesta zelo močan. Načrtovanje kompetenc je ključno za razvoj podjetja in zaposlenih. Potrebno je vlaganje v usposabljanje in izobraževanje zaposlenih, da bodo lahko učinkoviti v novem delovnem okolju in se bodo lahko prilagajali spremembam

5.1 Opis profilov

Predstavljamo kratek opis profilov, ki so pomembni za prehod v Industrijo 4.0 (Gergorić idr., 2023).

NAČRTOVANJE

- ARHITEKT PAMETNIH TOVARN

Strokovnjak na področju načrtovanja in upravljanja pametnih proizvodnih obratov. Ustvarja ekosistem pametne tovarne in skupaj s partnerji in kupci soustvarja digitalne rešitve

- ORGANIZATOR PAMETNIH POSLOVNIH SISTEMOV

Strokovnjak za organizacijo poslovnih sistemov je specialist na področju načrtovanja in optimizacije poslovnih procesov ter sistemov. Njegova vloga obsega razvoj, izboljševanje in upravljanje poslovnih procesov in sistemov. Pomembno je, da razvija metode in tehnike za uspešno ter učinkovito načrtovanje v poslovnih in produkcijskih sistemih, hkrati pa zagotavlja nemoteno in uspešno delovanje organizacije.

PODPORA (specialisti za IKT)

- **PODATKOVNI ANALITIK**

Strokovnjak za podatkovno analizo se specializira v obdelavi, interpretaciji in analizi obsežnih podatkovnih zbirk. Njegovo delo vključuje obdelavo podatkov ter njihovo uporabo pri reševanju poslovnih izzivov in izboljšanju procesov v podjetju. S svojim znanjem analizira poslovna področja ter optimizira poslovno učinkovitost z izkoriščanjem podatkovnih tehnologij.

- **SPECIALIST ZA OMREŽJA IN SISTEME**

Strokovnjak za omrežja in sisteme je specializiran za načrtovanje, nameščanje, vzdrževanje ter nadzor računalniških omrežij in sistemov. Skrbi za optimalno delovanje omrežij, vključno s telekomunikacijsko in/ali računalniško infrastrukturo, tako da je le-ta prilagojena potrebam komunikacije v organizaciji.

Njegova glavna naloga je zagotavljanje nemotenega delovanja informacijske tehnologije, skrb za omrežja in sisteme ter vse vidike računalniških omrežij, vključno s strojno in programsko opremo, varnostjo, vzdrževanjem in nadzorom.

PODPORA (SPECIALISTI ZA PODROČJE AVTOMATIZACIJE IN ROBOTIKE)

- **INŽENIR ZA PODROČJE ROBOTIKE**

Inženir na področju robotike je strokovnjak, ki se specializira v razvoju in upravljanju robotskih sistemov. Njegovo delo zajema načrtovanje, konstruiranje, testiranje in vzdrževanje robotskih naprav ter programiranje njihovega delovanja. Poleg tega oblikuje prototipe, izvaja konstrukcijo in preizkušanje strojev ter vzdržuje programsko opremo, ki nadzoruje njihovo delovanje. Pomembno je, da izvaja tudi raziskave, s katerimi ugotavlja najbolj stroškovno učinkovite in varne postopke za izdelavo robotskih sistemov.

- **SPECIALIST ZA VIZUALNE TEHNOLOGIJE / STROJNI VID**

Strokovnjak za vizualne tehnologije, znan tudi kot specialist za strojni in računalniški vid, se osredotoča na uporabo tehnologije za zajemanje in analizo vizualnih informacij. Izvaja implementacijo strojnega in globoko učenja ter računalniškega vida, pri čemer sodeluje z drugimi strokovnjaki za uresničitev novih vgrajenih arhitektur. Poleg tega ima obsežne izkušnje z vizualizacijo in tehnologijami razširjene resničnosti. Njegova glavna naloga je razvijati, načrtovati in izvajati sisteme, ki uporabljajo vizualne tehnologije, kot so kamere, senzorji in algoritmi, za analizo slik, video posnetkov in drugih vizualnih informacij.

- SPECIALIST ZA OPTIMIZACIJO PROIZVODNIH PROCESOV IN AVTOMATIZACIJO

Specialist za optimizacijo proizvodnih procesov in avtomatizacijo je strokovnjak na področju industrijske avtomatizacije, ki je odgovoren za načrtovanje, razvoj, nadzor nad vzpostavitvijo in vzdrževanja avtomatiziranih sistemov v proizvodnih procesih. Ukvarja se s programiranjem in integracijo avtomatiziranih sistemov, ki omogočajo procesom, da potekajo samodejno brez človeškega posredovanja. Vključuje lahko tudi nadzor kakovosti proizvodnje ter pripravo poročil o učinkovitosti sistema.

- XR-RAZVIJALEC

XR-razvijalec (Extended reality) je strokovnjak za razvoj aplikacij in programov, ki temeljijo na tehnologijah obogatene resničnosti (angl. Augmented Reality), virtualne resničnosti (angl. Virtual Reality) in mešane resničnosti (angl. Mixed Reality). Razvija nove rešitve in obenem (po)ustvarja realne in navidezne scenarije v XR-okolju. Njegovo delo vključuje programiranje, oblikovanje, testiranje in implementacijo različnih vrst XR-aplikacij, kot so igre, simulatorji, orodja za izobraževanje in usposabljanje ter druge aplikacije, ki omogočajo uporabnikom interakcijo z virtualnimi svetovi. Poleg tehničnih spretnosti je XR razvijalec običajno dober tudi v načrtovanju uporabniške izkušnje (angl. User Experience-UX).

IZVEDBA

- PROIZVODNI INŽENIR

Proizvodni inženir je specialist, ki ima v pristojnosti načrtovanje, razvoj, konstruiranje, izvajanje in nadzor proizvodnih procesov v različnih industrijskih panogah. Njegova osnovna naloga je vodenje in optimizacija proizvodnih procesov ter zagotavljanje, da so proizvodi izdelani na učinkovit in visokokakovostni način. Odgovoren je za nadzor delovne sile, skladnost z zdravstvenimi in varnostnimi standardi, predlaganje usposabljanja delavcem za varno delovanje strojev, prepoznavanje težav v proizvodni liniji ter odpravljanje napak na opremi.

OMOGOČANJE IN POSPEŠEVANJE

- INŽENIR I4.0

Inženir industrije 4.0 je strokovnjak, specializiran za povezovanje digitalnih tehnologij s tradicionalnimi proizvodnimi procesi v okviru Industrije 4.0. Sledi trendom tako na strokovnem področju kot na trgu, kjer prepozna in ustrezno predstavi izzive vpeljevanja Industrije 4.0 v podjetje. Skupaj s strokovnjaki na področju analizira rešitve in jih usklajuje. Povezuje različne deležnike znotraj podjetja z namenom

oblikovanja in implementacije rešitev. Njegovo delo zajema uporabo naprednih tehnologij, kot so umetna inteligenca, strojno učenje, internet stvari (IoT/M2M), robotika in druge, z namenom izboljšanja produktivnosti, kakovosti, fleksibilnosti in varnosti v industrijskih procesih. Poleg tega je odgovoren za načrtovanje, izvedbo in nadzor različnih projektov, povezanih z uvajanjem digitalnih tehnologij v industrijsko okolje.

- **DOMENSKI STROKOVNJAK**

Sodeluje pri vpeljevanju Industrije 4.0 v podjetje. Svoje delo izvaja na svojem domenskem področju.

- **HR STROKOVNJAK**

Strokovnjak za kadrovske zadeve (angl. Human resources-HR) v Industriji 4.0 je posameznik, ki sodeluje pri pripravi strategije uvajanja Industrije 4.0 v podjetju na področju upravljanja človeških virov. Na podlagi zastavljene strategije oblikuje ustrezne aktivnosti za pripravo podjetja na integracijo Industrije 4.0. Poleg tega upravlja kadrovske in izobraževalne procese ter rešuje morebitne konflikte med zaposlenimi v organizaciji. Ima obsežno znanje in razumevanje vpliva tehnoloških inovacij na delovne procese ter organizacijsko strukturo, prav tako pa ima izkušnje v uporabi različnih orodij in tehnologij, ki jih ponuja Industrija 4.0, kot so umetna inteligenca, virtualna in obogatena resničnost, podatkovna analitika ter avtomatizacija.

5.2 Skupne strokovne kompetence

Poleg specializiranih znanj za določene profile so za uspešen prehod v industrijo 4.0 pomembne tudi kompetence, ki so skupne vsem profilom. Te kompetence so ključne za uspešno delo v različnih vlogah in industrijskih sektorjih ter se pogosto lahko prenašajo med njimi.

Razumevanje osnov kibernetске varnost	Poznavanje in razumevanje osnov s področja kibernetске varnosti, in sicer s področja zaščite računalniških sistemov, omrežij in naprav pred različnimi nevarnostmi, kot so vdori, zlonamerna programska oprema, kraja identitete in drugi kibernetски napadi.
Poznavanje AI-tehnologij	Osnovno razumevanje in zmožnosti AI tehnologij, metod strojnega in globokega učenja.
Poznavanje in uporaba operacijskega sistema Linux	Poznavanje in uporaba operacijskega sistema Linux

Programiranje	Obvladovanje konceptov programiranja ter uporabe posameznih programskih jezikov. Suvereno programiranje v vsaj enem programskem jeziku. Razumevanje razlik in prednosti uporabe različnih programskih jezikov.
Delo s podatki v oblaku	Obvladovanje dela s podatki v oblaku, shranjevanja podatkov, povrnitve izgubljenih podatkov, dostopanja do podatkov, upravljanja s podatki v oblaku. Poznavanje in uporaba oblaknih sistemov in storitev (IaaS, Paas, SaaS) ter različnih platform v oblaku (Google cloud, Azure, Amazon Web Services).
Poznavanje namenskosti in zmožnosti XR-tehnologije	Razumevanje koncepta Virtualne/obogatene/razširjene resničnosti in aplikacije v različne namene. Zajema sposobnost uporabe različnih tehnologij, kot so razširjena resničnost (AR), virtualna resničnost (VR) in mešana resničnost (MR). To pomeni, da posameznik s to kompetenco razume tehnologije, ki simulirajo in/ali integrirajo digitalne elemente v resnični svet in zna ustvariti in uporabljati aplikacije, ki temeljijo na XR-tehnologiji.
Poznavanje mrežnih sistemov	Osnovno poznavanje načrtovanja, vzpostavljanja in upravljanja računalniških omrežij. To vključuje razumevanje arhitekture omrežij, protokolov, varnosti in uporabe orodij za konfiguracijo in upravljanje omrežnih naprav.
Razumevanje koncepta trajnosti	Razumevanje pomena trajnosti in delovanja v skladu s trajnostnim razvojem. Vključuje zavedanje o pomembnosti varovanja okolja, družbeni odgovornosti ter gospodarskem razvoju. Integracija trajnostnih vidikov v vseh fazah proizvodnega / tehnološkega procesa na svojem področju delovanja.
Spremljanje tehnoloških trendov	Raziskovanje in spremljanje najnovejšega razvoja digitalnih tehnologij v povezavi s prihodnjimi potrebami trga (naročnikov). Poznavanje potreb podjetja kot tudi zmožnosti in vpliv tehnologij na domenske poslovne procese. Oblikovanje inovativnih rešitev za vključevanje novih tehnologij v obstoječe procese, izdelke,

	aplikacije ali storitve ali za ustvarjanje novih rešitev na svojem strokovnem področju.
Identifikacija potreb naročnika	Aktivno poslušanje notranje / zunanje stranke, artikuliranje in pojasnjevanje njihovih potreb. Upravljanje odnosov z vsemi zainteresiranimi stranmi, za zagotavljanje skladnosti rešitve s poslovnimi zahtevami. Predlaganje različnih rešitev (npr. naredi ali kupi) z izvedbo analize v podporo na uporabnika fokusirano načrtovanje sistema. Svetovanje stranki glede ustrezne izbire rešitve. Deluje kot zagovornik ter se vključuje v postopke izvedbe ali konfiguracije izbrane rešitve.
Komunikacija z naročniki za potrebe projektov razvoja sistema	Komuniciranje s tehničnimi in poslovnimi strokovnjaki pri preslikavi potreb končnih uporabnikov v dobro opredeljene zahteve ter vodenje skupin različnih profilov v projektih razvoja sistema.
Inoviranje	Oblikovanje kreativnih rešitev za zagotavljanje novih konceptov, idej, izdelkov ali storitev. Uporabljanje odprtega razmišljanja, ki predvideva izkoriščanje tehnološkega napredka, ki nagovarja potrebe podjetja / družbe ali raziskovalne usmeritve.
Reševanje kompleksnih problemov	Sposobnost kompleksnega razmišljanja v povezavi s prepoznavanjem temeljnih vzrokov problemov in medsebojne odvisnosti vzrokov in problemov. Poznavanje tehnik, kot so: funkcionalna dekompozicija, Mind mapping, Root Cause Analysis. Vztrajnost pri iskanju alternativnih rešitev za kompleksne probleme, ki bodo te rešile v temeljnem vzroku in v celoti. Poznavanje tehnik kot so npr.: Drill Down, Affinity Diagrams, Cause-and-Effect Diagram.
Sistemske razmišljanje	Sposobnost celovitega pogleda na sistem, posamezne elemente sistema ter njihove medsebojne vplive. Uporaba metod, ki podpirajo sistemsko razmišljanje: vzročno-posledične diagrame, mehko sistemsko metodologijo in druge primerne metode.

Tabela 6: Skupne strokovne kompetence
(Vir: Kompetence za tovarne prihodnosti, 2023)

5.3 Power kompetence

Gergorić idr. (2023) navajajo tudi, da ne smemo pozabiti na splošne ali tako imenovane power kompetence, ki so ključnega pomena tako v Industriji 4.0, kot za prihodnost. Način dela se spreminja, zahteva pa sposobnost učenja skozi vse življenje. Industrija 4.0 zahteva več avtomatizacije in digitalizacije, zato se bo večina delovnih mest osredotočala na naloge, ki jih ni mogoče avtomatizirati. V te naloge spadajo: vodenje projektov, sodelovanje s strankami, vodenje skupin, reševanje problemov itd. Nova doba zahteva proaktivne, prilagodljive in kreativne ljudi, ki se lahko prilagajajo novim tehnologijam in situacijam in so sposobni delati v timih. Tako so power kompetence in strokovne kompetence ključne za uspeh v industriji 4.0 in za konkurenčnost podjetja.

Analitsko razmišljanje	<ul style="list-style-type: none"> • Iskanje informacij • Osmišljanje • Kritično razmišljanje • Upravljanje z miselnimi napori (cognitive load management)
Odločanje	<ul style="list-style-type: none"> • Reševanje problemov • Presojanje in sprejemanje rešitev • Obvladovanje novosti in sprememb
Strateško delovanje	<ul style="list-style-type: none"> • Strateško upravljanje • Strateško načrtovanje • Finančna pismenost • Pravna pismenost
Komunikacija	<ul style="list-style-type: none"> • Medsebojna komunikacija
	<ul style="list-style-type: none"> • Podajanje povratne informacije • Aertivno reševanje konfliktov • Ustno in pisno izražanje
Sodelovanje	<ul style="list-style-type: none"> • Timsko delo • Virtualno sodelovanje • Socialna inteligentnost • Povezovanje in mreženje • Medkulturno sodelovanje • Motiviranje zaposlenih
Podjetno ravnanje	<ul style="list-style-type: none"> • Podjetniška naravnost • Usmerjenost k strankam • Trženje/prodaja • Pogajanja • Vodenje zaposlenih • Vodenje projektov

Ustvarjalni pristopi	<ul style="list-style-type: none">• Inovativnost in ustvarjalnost• Vizionarstvo• Oblikovanje ciljev• Motivacija za dosežke
Motivirano delovanje	<ul style="list-style-type: none">• Samoiniciativnost• Samostojnost• Razumevanje in upoštevanje navodil• Organizacija dela in časa• Odgovorno ravnanje in odgovornost• Skrb za kakovost
Osebni razvoj	<ul style="list-style-type: none">• Etično ravnanje in integriteta• Odpornost, obvladovanje stresa in prilagodljivost• Čustvena pismenost• Strokovni razvoj in vseživljenjsko učenje

Tabela 7: Power kompetence
(Vir: Kompetence za tovarne prihodnosti, 2024)

6 ZAKLJUČEK

Svet se spreminja. Napredne tehnologije in logistika sta, v sodobnem času, gonilni sili, ki omogočata prehod tradicionalnih proizvodnih procesov v sodobnem industrijskem okolju. Napredne tehnologije bistveno spreminjajo način logističnih procesov v podjetjih, obenem pa zahtevajo nove kadre, ki imajo strokovne in splošne kompetence. Vlaganje v prihodnost na obravnavanem področju je zelo pomembna, saj prinaša številne priložnosti za razvoj in rast. Podjetja morajo razumeti pomen stalnega učenja, prilagajanja in sprejemanja novih tehnologij in praks.

Logistični sistemi se v današnjem digitalnem svetu prilagajajo in izkoriščajo napredne tehnologije. Ena izmed večjih sprememb je uvedba pametnih sledilnih sistemov, ki omogočajo realno časovno sledenje pošiljkam in inventarju, kar zmanjšuje možnost napak in izboljšuje celotno oskrbovalno verigo. Uporaba algoritmov za napovedovanja povpraševanja in optimizacijo zalog omogoča boljše usklajevanje ponudbe s povpraševanjem in tako zmanjšuje stroške skladiščenja.

Digitalizacija omogoča avtomatizacijo naročil, kar pospešuje procese in zmanjšuje možnosti za človeške napake. Napredne digitalne platforme in aplikacije omogočajo boljše upravljanje dokumentacije, sledljivost in varnost podatkov. Digitalizacija logističnih procesov omogoča tudi integracijo različnih informacijskih sistemov, kar poenostavlja komunikacijo med členi oskrbovalne verige.

Poleg operativnih izboljšav omogočajo nove tehnologije boljši nadzor nad celotnim logističnim omrežjem. Razvoj naprednih analitičnih orodij in umetne inteligence omogoča boljše načrtovanje in optimizacijo poti z manjšim vplivom na okolje.

CPS v logistiki je izjemno pomembna, saj omogočajo avtomatizacijo, nadzor in optimizacijo logističnih procesov. S pomočjo CPS lahko logistični sistemi postanejo inteligentnejši in bolj prilagodljivi, saj omogočajo zbiranje in analizo podatkov v realnem času ter avtomatizacijo odločitvenih procesov.

IoT tehnologija v logistiki omogoča boljše sledenje in nadzor nad pošiljkami, kar vodi k večji preglednosti, boljši kakovosti storitev in optimizaciji logističnih procesov.

Množični podatki se lahko na področju logistike učinkovito uporabijo za analizo podatkov v dobavni verigi. Podjetje lahko zbere ogromno podatkov o pretoku ali potovanju izdelka od proizvajalca do končnega potrošnika, pa tudi o proizvodnji, skladiščenju, prevozu, prodaji in povratnih informacijah strank.

Umetna inteligenca in njena integracija v logistične procese avtomatizira časovno potratne procese in na ta način izboljša produktivnost in prihrani denar.

Strojno učenje se v logistiki uporablja za številne namene, vključno z napovedovanjem povpraševanja po izdelkih, optimizacijo poti dostave, upravljanjem zalog, prepoznavanjem nepravilnosti v dobavnih verigah in avtomatizacijo procesov.

Digitalni dvojčki se v logistiki uporabljajo za simulacijo in analizo logističnih procesov, kot so skladiščenje, transport in upravljanje zalog. To omogoča predvidevanje učinkovitosti procesov, optimizacijo operacij in hitrejše odzivanje na spremembe v okolju.

Pametna tovarna je proizvodni obrat, ki uporablja napredne tehnologije, kot so internet stvari, avtomatizacija, umetna inteligenca in digitalizacija, za avtomatizacijo in optimizacijo proizvodnih procesov.

Implementacija omenjenih naprednih tehnologij v tem delu prinaša podjetjem številne prednosti, čeprav se srečuje tudi z nekaterimi omejitvami in slabostmi. Ena izmed največjih slabosti je visoka začetna naložba za nakup in implementacijo novih tehnologij. Potrebne so tudi obsežne naložbe izobraževanje zaposlenih, da bodo lahko učinkovito uporabljali napredne tehnologije, sisteme in orodja.

Obstaja tudi pomembno vprašanje kibernetске varnosti. Digitalizacija povečuje količino občutljivih podatkov, ki se prenašajo in shranjujejo v omrežjih, kar povečuje tveganje za kibernetске napade. Prekomerna odvisnost od tehnologije lahko povzroči težave v primeru tehničnih okvar ali izpadov sistema, kar lahko začasno ohromi logistične procese.

Hiter tehnološki napredek lahko povzroči hitro zastarelost nekaterih rešitev, kar zahteva nenehno posodabljanje in prilagajanje, kar lahko predstavlja velik izziv za podjetja.

The future belongs to those who learn more skills and combine them in creative ways
(Robert Greene)

7 LITERATURA IN VIRI

Agarwal, H., & Agarwal, R. (2017). *First Industrial Revolution and Second Industrial Revolution: Technological Differences and the Differences in Banking and Financing of the Firms*. ISSN 2415-6248. Pridobljeno 12. 4. 2024 z naslova <https://saudijournals.com/media/articles/SJHSS-211A1062-1066.pdf>

Clark, G. (2001). *The long march of history: Farm laborers wages in England*. Pridobljeno 15. 5. 2024 z naslova https://www.researchgate.net/publication/4821218_The_Long_March_of_History_Farm_Laborers_Wages_in_England_1208-1850/link/004635212992303dfe000000/download

C-TOP – Center odličnosti za integrirane tehnologije procesov. (2024). *Kompetence za tovarne prihodnosti*. Pridobljeno 24. 5. 2024 z naslova <https://ctop.ijs.si/wp-content/uploads/2023/03/Kompetence-za-tovarne-prihodnosti-e-verzija.pdf>

Fran. (2024). *Industrija*. Pridobljeno 25. 5. 2024 z naslova <https://fran.si/iskanje?View=1&Query=industrija>

Gerič, T. (2016). *Poslovna logistika*. Pridobljeno 26. 4. 2024 z naslova <https://dk.um.si/lzpisGradiva.php?id=67083>

Gillis, A. S. TechTarget. (2024). *Internet of Things (IoT)*. Pridobljeno 25. 5. 2024 z naslova <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/Internet-of-Things-IoT>

GZS - Gospodarska zbornica Slovenije. (2024). *Internet stvari in vgrajeni sistemi*. Pridobljeno 19. 5. 2024 z naslova <https://www.gzs.si/ikthm/vsebina/Podro%C4%8Dja/Internet-stvari-in-vgrajeni-sistemi>

Kuprenko, V. (2019). *5 obetavnih primerov uporabe umetne inteligence v logistiki*. SupplyChainBeyond. Pridobljeno 26. 5. 2024 z naslova: <https://supplychainbeyond.com/artificial-intelligence-in-the-logistics-industry/>

Marr, B. (2017). *What is Industry 4.0 heres a super easy explanation for anyone*. Pridobljeno 20. 5. 2024 z naslova <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/09/02/what-is-industry-4-0-heres-a-super-easy-explanation-for-anyone/>

McKinsey & Company. (2015). *Manufacturing's Next Act*. Pridobljeno 21. 3. 2024 z naslova <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/manufacturings-next-act>

Mohajan, H. K. (2019). *The First Industrial Revolution: Creation of a New Global Human Era*. Pridobljeno 15. 5. 2024 z naslova <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/96644/1/MPRA>

Mokyr, J. (1998). *The Second Industrial Revolution, 1870-1914*. Pridobljeno 24. 4. 2024 z naslova <https://bpb-us-e1.wpmucdn.com/sites.northwestern.edu/dist/3/1222/files/2016/06/The-Second-Industrial-Revolution-1870-1914-Aug-1998-1ubah7s.pdf>

MusicLab. (2024). *Množični podatki*. Pridobljeno 14. 5. 2024 z naslova http://sasa.musiclab.si/eri1/INFORMATIKA/Podatki_in_informacije/masovniPodatki/masovniPodatki.html

Oxford Advanced Learner's Dictionary. (2024). *Artificial intelligence*. Pridobljeno 9. 5. 2024 z naslova: <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/artificial-intelligence?q=artificial+intelligence>

Prebilič, V. (2006). *Vojaška logistika: teorija in zgodovina*. Fakulteta za družbene vede.

Rifkin, J. (2014). *Družba ničelnih mejnih stroškov: Internet stvari in ekonomija souporabe*. Modrijan založba.

SAS Institute Inc. (2024). *What is big data?* Pridobljeno 13. 5. 2024 z naslova https://www.sas.com/en_us/insights/big-data/what-is-big-data.html

Tabela 1: Encyclopaedia Britannica. (2024). *Prva industrijska revolucija (1760-1840)* Pridobljeno 25. 5. 2024 z naslova: <https://www.britannica.com>

Tabela 2: Encyclopaedia Britannica. (2024). *Druga industrijska revolucija (1870-1914)* Pridobljeno 25. 5. 2024 z naslova: <https://www.britannica.com>

Tabela 3: Dubai sensor. (2024). *Tretja industrijska revolucija (1960-2000)* Pridobljeno 10. 7. 2024 z naslova: <https://www.dubai-sensor.com/blog/the-third-industrial-revolution-a-brief-description-and-timeline/>

Tabela 4: Encyclopaedia Britannica. (2024). *Četrta industrijska revolucija (2000- do danes)* Pridobljeno 3. 6. 2024 z naslova: <https://www.britannica.com>

Tabela 5: DIH Slovenia. (2024a). *Umetna inteligenca*. Pridobljeno 29. 3. 2024 z naslova: <https://dihislovenia.si/baza-znanja/umetna-inteligenca>

Tabela 6: DIH Slovenia. (2024b). *Dobre in slabe prakse umetne inteligence*. Pridobljeno 22. 5. 2024 z naslova: <https://dihislovenia.si/assets/images/docs/Dobre-in-slabe-prakse-AI-V1.pdf>

Tabela 7: DIH Slovenia. (2024c). *Razvoj človeških virov: Kompetence za tovarne prihodnosti*. Pridobljeno 23. 5. 2024 z naslova <https://dih-slovenija.si/assets/images/razvoj-%C4%8Dlove%C5%A1kih-virov-kompetence-za-tovarne-prihodnosti-134.pdf>

Tao, F., Qi, Q., & Nee, A. Y. C. (2019). *Digital Twins and Cyber–Physical Systems toward Smart Manufacturing and Industry 4.0: Correlation and Comparison*. Pridobljeno 20. 5. 2024 z naslova <https://www.engineering.org.cn/en/article/26582/detail>