

# UPORABA UMETNE INTELIGENCE (UI) PRI PLANIRANJU PROIZVODNJE V SLOVENIJI

JELISAVETA KERVIĆ,<sup>1</sup> DUŠAN MEŽNAR,<sup>1</sup>  
MATJAŽ ROBLEK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede, Kranj, Slovenija  
jelisaveta.kerovic@student.um.si, dusan.meznar@um.si

<sup>2</sup> Domel, Železniki, Slovenija  
matjaz.roblek@domel.si

Umetna inteligenca (UI) je postala sestavni del naprednega poslovanja. V okviru iniciative Industrije 4.0 je namenjena proizvodnim sistemom za podporo proizvodnih procesov od planiranja do izvajanja. Z raziskavo smo ugotavljali stanje na vključenosti umetne inteligence v slovenskih podjetjih, specifično v procesih planiranja proizvodnje. V začetnem delu raziskave smo analizirali definicije o UI iz strokovne literature in o procesih planiranja proizvodnje, na podlagi katerih smo pripravili anketni vprašalnik. Raziskava je obsegala stanje o prisotnosti UI leta 2024 v 21 večjih proizvodnih podjetij v Sloveniji. Na podlagi rezultatov ugotavljamo, da leta 2024 24% proizvodnih podjetij že uporablja UI. Kot glavne razloge za neuporabo UI ugotavljamo interno pomanjkanje strokovnjakov in težko prepoznane koristi za podjetje.

DOI  
[https://doi.org/  
10.18690/um.fov.1.2025.1](https://doi.org/10.18690/um.fov.1.2025.1)

ISBN  
978-961-286-947-2

**Ključne besede:**  
umetna inteligenca,  
planiranje proizvodnje,  
implementacija,  
anketa,  
Slovenija



Univerzitetna založba  
Univerze v Mariboru

DOI  
[https://doi.org/  
10.18690/um.fov.1.2025.1](https://doi.org/10.18690/um.fov.1.2025.1)

ISBN  
978-961-286-947-2

# USAGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) IN PRODUCTION PLANNING IN SLOVENIA

JELISAVETA KERVIČ,<sup>1</sup> DUŠAN MEŽNAR,<sup>1</sup>  
MATJAŽ ROBLEK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> University of Maribor, Faculty of Organizational Sciences, Kranj, Slovenia  
[jelisaveta.kerovic@student.um.si](mailto:jelisaveta.kerovic@student.um.si), [dusan.meznar@um.si](mailto:dusan.meznar@um.si)

<sup>2</sup> Domel, Železniki, Slovenia  
[matjaz.roblek@domel.si](mailto:matjaz.roblek@domel.si)

**Keywords:**  
artificial intelligence,  
production planning,  
implementation,  
survey,  
Slovenia

Artificial intelligence (AI) has become an integral part of advanced business practices. Within the framework of the Industry 4.0 initiative, it is intended for manufacturing systems to support production processes from planning to execution. This research aimed to investigate the state of AI integration in Slovenian companies, specifically in production planning processes. In the initial phase of the study, we analysed definitions of AI and production planning processes from professional literature, based on which we prepared a questionnaire. The research encompassed the state of AI presence in 2024 in 21 major manufacturing companies in Slovenia. Based on the results, we found that in year 2024, 24% of manufacturing companies already use AI. The main reasons for not using AI were identified as an internal lack of experts and the difficulty in recognizing the benefits for the company.



## 1 Uvod

Koncept umetne inteligence (UI) omogoča proizvodnemu sistemu, da z uporabo tehnik strojnega učenja lahko samostojno analizira svoje obstoječe proizvodno okolje in se prilagaja novim nastalim razmeram (Dellermann idr., 2019). Z raziskavo smo želeli odkriti trenutno prisotnost UI v procesih planiranja proizvodnje v slovenskih podjetjih. Procesi planiranja proizvodnje so vmesnik med razvojem izdelka in njegove tehnologije izdelave ter realizacijo prodajnih naročil, katerega podproces je proizvodnja izdelka (Xiao idr., 2023).

## 2 Pregled raziskav

Na podlagi pregleda literature od 2017 do 2023 ugotavljamo, da se UI uporablja v proizvodnji, manj pa v procesih planiranja proizvodnje. Spodnja tabela 1 prikazuje izvelek poizvedb raziskav po ključnih besedah iz baz podatkov: Science Direct, Scopus in Web of Science.

Tabela 1: Število raziskav o UI po ključnih besedah

	SCIENCE DIRECT	WEB OF SCIENCE	SCOPUS
ai	159 110	266 423	29 503
artificial intelligence	149 042	280 692	211 535
manufacturing planning	152 345	25 191	4 882
production planning	240 541	65 285	41 449
artificial intelligence and manufacturing planning	16 693	1 034	189
ai and manufacturing planning	12 288	584	242
artificial intelligence and production planning	25 931	1 297	261
ai and production planning	20 911	922	399

Vir: lasten

S pregledom raziskav o uporabi UI v proizvodnji je bilo ugotovljeno, da je večina raziskav usmerjenih v industrijo 4.0. Tehnologije UI so sestavni del industrije 4.0, zato je logično, da so glavni predmet raziskovanja. V raziskavi Zhong idr. iz leta 2017 se omenja UI kot gradnik inteligentne proizvodnje, proizvodnje s podporo interneta stvari in oblachno podprte proizvodnje. Inteligentna proizvodnja, ki temelji na UI, omogoča tudi napredno planiranje proizvodnje. Li idr. leta 2017 raziščejo uporabo UI v inteligentni proizvodnji. V prispevku zaključijo, da prihaja novo obdobje UI

2.0. Ugotovijo, da je področje planiranja proizvodnje slabo raziskano in da bi bilo potrebno temo obravnavati v nadaljnjih raziskavah. Frank idr. so leta 2019 v Braziliji izvedli raziskavo o implementaciji tehnologij UI v Industriji 4.0. Avtorji potrjujejo hipotezo, da je inteligentna proizvodnja ključna za Industrijo 4.0. Rezultati tudi kažejo, da zelo majhen odstotek podjetij uporablja tehnologije UI.

Moeuf idr. so leta 2017 izvedli raziskavo na temo industrijskega managementa v dobi Industrije 4.0. in ugotovijo, da mala in srednja podjetja uporabljajo tehnologiji računalništvo v oblaku in internet stvari (ang. IoT) za spremljanje industrijskih procesov, dejanske uporabe UI pri planiranju proizvodnje pa je zelo malo. Zheng idr. so se v pregledu literature leta 2021 dotaknili vseh načinov, kako uporaba tehnologij industrije 4.0 vpliva na razvoj podjetij. Ne odkrijejo, da bi bil zastopan proces planiranja proizvodnje, medtem ko je omenjeno integrirano planiranje oskrbovalne verige (ang. Integrated Business Planning ali IBP, tudi Integrated Supply chain Planning ali ISP). Zaključijo, da se lahko za planiranje proizvodnje uporabi koncepte inteligentnega razvrščevalnika (ang. Smart Scheduling). Ko smo iskanje zožili na uporabo umetne inteligence pri planiranju proizvodnje, smo našli raziskavo (Daniel idr., 2019), ki tudi poudarja koncept inteligentnega razvrščevalnika kot rešitve za planiranje proizvodnje v dobi industrije 4.0. Cilj tega sistema je avtomatizirati razvrščanje/razporejanje v integriranem okviru kibernetско-fizičnih proizvodnih sistemov (ang. Cyber-physical Production Systems ali CPPS).

Raziskava »Automated Process Planning and dynamic scheduling for Smart Manufacturing: A Systematic Literature Review« ugotavlja, da se trenutno za planiranje proizvodnje največ uporablja računalniško podprto planiranje ali Computer-aided process planning (CAPP). Predlagajo uporabo sistemov Automated Process Planning and Scheduling (APPS), ki s pomočjo tehnik UI, kot sta strojno učenje in globoko učenje, samostojno izvajajo procese planiranja proizvodnje (Marzia idr., 2023). Raziskava Bueno idr. (2020) se ukvarja s podobno tematiko. Trdijo, da bi na proces planiranja proizvodnje lahko vplivala IoT tehnologija, ki pretežno podpira večino aktivnosti v procesih planiranja in nadzora proizvodnje. Zaključijo, da je IoT mogoče dobro integrirati z drugimi gradniki industrije 4.0, kot so proizvodnja v oblaku, kibernetско-fizični sistemi, uporaba velikih podatkov in UI.

Postavlja se vprašanje, ali je potrebno dano področje dodatno raziskati in kako je s stanjem v Sloveniji? Po analizi obstoječe literature smo dobili informacije, kako s pomočjo različnih tehnik uporabiti UI. Če bi iskanje v bazah člankov še bolj zožili na procese strateškega, letnega ali mesečnega planiranja, bi bilo število zadetkov večinoma blizu nič. Ugotavljamo, da so obstoječe raziskave izvedene na območjih Južne Amerike - Brazilije, Združenih držav Amerike in Evrope. Zanima nas Slovenija, ki je ne omenja nobena raziskava. Statistični urad RS navaja, da je leta 2023 11 % podjetij uporabljalo pri poslovanju tehnologijo UI. V obstoječih raziskavah ni omenjeno, koliko podjetja v Sloveniji uporabljajo tehnologijo UI pri planiranju proizvodnje, niti kaj so razlogi za neuporabo UI (Kerović, 2024).

Cilj raziskovalnega vprašanja je bil, koliko je UI prisotna v procesih planiranja proizvodnih procesov v Sloveniji v letu 2024, ter kaj so ovire, ki preprečujejo močnejšo prisotnost UI v proizvodnih podjetjih v Sloveniji. Odgovore smo pridobili iz vzorca 21 večjih slovenskih proizvodnih podjetij (Kerović, 2024).

### **3 Izhodišča raziskave**

Leta 2011, v okviru Industrije 4.0, ki je bila predstavljena v Hannoveru v Nemčiji, se omenja UI. Nemčija je leta 2013 to naznanila kot nemško strateško razvojno pobudo za prevzem vodilne vloge v proizvodnem sektorju (Xu idr., 2018). Leto po napovedi Nemčije, Kitajska napove iniciativo za proizvodna podjetja "Made in China 2025", s čimer predstavlja svoj desetletni plan, ki bo državo spremenil iz globalne *delavnice* v globalno proizvodno silo. Sočasno Združene države Amerike napovedo proizvodno strategijo »Industrial Internet«, katere cilj je povezovanje UI, baz podatkov in fizične, industrijske proizvodnje (Tao idr., 2018).

Nato se začne izvajati raziskave o vključenosti in implementaciji gradnikov pametne proizvodnje, da bi proizvodna podjetja dobila smernice za izvedbo digitalne preobrazbe. Avtorji Bueno idr. (2020) ugotovijo, da sta ključna procesa za uvajanje pametne proizvodnje planiranje in nadzor proizvodnje. Zaključijo, da je Industrija 4.0 ključna za prihodnjo konkurenčnost podjetij in je sestavljena iz večjega nabora novih tehnologij. Trdijo, da gre za novo tehnološko revolucijo, ki omogoča doseganje večje proizvodne zmogljivosti ob povečanih izkoristkih materiala. Minimizirajo se stroški proizvodnje in izgube proizvodnih kapacitet (Lee idr., 2018). Kljub različnim interpretacijam te nove tehnološke revolucije, jim je skupno, da se

stalno ponavljajo določene digitalne tehnologije: računalništvo v oblaku, internet stvari, industrijski internet stvari, tehnologija obdelave velikih podatkov, tehnologija veriženja blokov (ang. Blockchain), kibernetiski fizični sistemi, digitalni dvojček, UI (Zeba idr., 2021). Skupno je tudi, da Industrija 4.0 integrira inteligentne senzorje, UI in podatkovno analitiko za optimizacijo proizvodnje v realnem času (Xu idr., 2018).

V nadaljevanju se sprašujemo, kako je UI vključena v proizvodna podjetja? Proizvodnja je le eno izmed poslovnih področij z aplikacijami tehnologije UI (Zeba idr., 2021). UI apliciramo v proizvodnjo s tehnologijami strojnega učenja (Xu idr., 2018). Pri tem izrabljamo zmožnost računalnikov za izvajanje kognitivnih funkcij, povezanih s človekom, kot so zaznavanje, sklepanje, učenje in reševanje problemov (Arinez idr., 2020). John McCarthy je leta 1956 definiral UI kot sposobnost stroja, ki se je sposoben samostojno odločati, sklepati in reševati probleme in tako posnemati človeka in njegovo razmišljanje. Temelji na učenju in je sposoben interpretacije, samo-izboljševanja, komunikacije in predikcije (Kumar, 2017).

Tehnologija strojnega učenja, ki naj bi bila mehanizem UI, najprej ni dajala potenciala širše uporabnosti (Lee idr., 2018), toda danes predstavlja vodilni trend v aplikacijah UI. ZDA so leta 2016 objavile, da lahko UI uporabimo za znižanje stroškov, izboljšanje kakovosti izdelkov in kar je pomembno zaradi naše raziskave, za planiranje proizvodnih procesov (Yang idr., 2021). Spoznanje, da lahko UI s pomočjo strojnega učenja rešuje tudi kompleksnejše naloge, kot je analiza sprememb v okolju podjetja, pomeni preboj v potencialni uporabi UI (Dellermann idr., 2019). Izpostavlja se uporaba pri samostojnem odločanju (Kumar, 2017). Koristna lastnost UI je tudi sposobnost obdelave velikih količin podatkov in njihovega preoblikovanja v koristne informacije preko različnih kanalov (Arinez idr., 2020). UI je ključna za prehod iz klasične avtomatizirane proizvodnje v pametno proizvodnjo, ki je sposobna samo-adaptacije (Xiao idr., 2023).

Čeprav je UI že uveljavljena v proizvodnji, so težave z njeno uporabo v procesih planiranja proizvodnje. Leo Kumar (2017) se je ukvarjal z raziskovanjem vidikov uporabnosti UI. S pregledom raziskav od 1981 do 2016 odkrije možnosti njene uporabe tudi v procesu planiranja proizvodnje, konkretno pri procesu planiranja in razporejanja proizvodnih operacij (terminiranje proizvodnje), to je pri določanju optimalnega zaporedja in pri dodeljevanju proizvodnih virov znotraj krajšega časovnega horizonta. Trdi, da lahko UI ojača in nadomesti znanje in izkušnje

planerjev proizvodnje in tako nadomesti »ročno« planiranje in planiranje procesov. To potrjuje tudi kasnejša raziskava Xiao idr. (2023).

### **3.1 Uporaba UI pri planiranju proizvodnih procesov**

UI omogoča izdelavo podjetju prilagojenega oz. individualiziranega modela planiranja. S procesi planiranja in nadzora proizvodnje definiramo količine, ki jih je treba proizvesti, da lahko zadovoljimo kupčeva potrebe na način, da se doseže poslovne cilje, kot je oskrbovalna zanesljivost (Usuga idr., 2020).

#### a) Strojno in globoko učenje

Strojno učenje je bilo označeno kot eden glavnih dejavnikov, ki omogočajo prehod iz tradicionalne industrije v industrijo 4.0 (Bertolini idr., 2021). Strojno učenje je ena glavnih tehnik za implementacijo UI v proizvodnjo (Busch idr., 2019). Tehnika vključuje nabor metodologij in algoritmov, ki so sposobni pridobiti znanje iz podatkov in nenehno izboljševati svoje zmogljivosti, pri čemer se učijo iz izkušenj. Ključni faktorji za delovanje modelov strojnega učenja so algoritmi in podatki (Kang idr., 2020). Najprej se je strojno učenje v proizvodnji uporabilo na področjih vzdrževanja in kakovosti, nato na področju planiranja (Bertolini idr., 2021). Strojno učenje okrepi planiranje in nadzor proizvodnje z zmogljivostjo učenja iz zgodovinskih podatkov in podatkov v realnem času, da se lahko bolje odzove na predvidljive in nepredvidljive dogodke pri sami proizvodnji izdelkov (Usuga idr., 2020). Globoko učenje je podkategorija strojnega učenja, ki poveča točnost in natančnost obdelanih podatkov: povečajo natančnost klasifikacije ali zmanjšajo napako pri težavah z regresijo, če so na voljo ustrezno veliki nabori podatkov, ki opisujejo težavo (Kamilaris idr., 2018).

#### b) Na znanju temelječi sistemi (ang. Knowledge-based systems ali KBS)

KBS je podsistem UI, ki integrira tri dejavnike; baze podatkov in znanja ter mehanizem sklepanja (Li idr., 2017). Kot programska koda ima KBS lastno sposobnost odločanja pri reševanju problemov in temeljijo na strokovnem znanju (Kumar, 2018). KBS se v praksi kombinira z evolucijskimi algoritmi, oboji pa predstavljajo gradnike pametnega planiranja proizvodnje (Kumar, 2017).

### c) Ekspertni sistemi

Ekspertni sistemi so orodje za ohranjanje znanja in posnemajo sposobnost ljudi pri sprejemanju odločitev. Uporabljamo jih v robotiki in v proizvodnji za upravljanje protokolov (Kumar, 2018). V procesih planiranja proizvodnje se uporabljajo na področju planiranja in terminiranja proizvodnje za odločanje o velikosti proizvodne serije in/ali izbiri alternativne izdelave (Goorajipour idr., 2021).

## 3.2 Procesi planiranja proizvodnje

Skupno večini literature je, da planiranje proizvodnje nastopa v štirih procesih planiranja: v procesu strateškega planiranja, (kjer je del tudi strategija proizvodnje), v procesu letnega planiranja, (kjer je del tudi letno planiranje proizvodnih virov), v procesu mesečnega planiranja, (kjer je del poslovnih funkcij prodaje, nabave in proizvodnje) in v procesu mikroplaniranja. Zadnji proces je v grobem lasten le proizvodni funkciji.

### a) Proces strateškega planiranja

Strateško planiranje je večletni proces planiranja in avtorji se strinjajo, da 100-odstotna uporaba umetne inteligence v strateškem planiranju ni najboljša rešitev. Navajajo, da lahko kognitivne tehnologije, kot je umetna inteligenca, zagotovo pomagajo, vendar strateško razmišljanje zlasti zahteva raven smisla in razumevanja sveta, ki presega specifične odločitvene kontekste, česar smo sposobni le ljudje (Jarrahi, 2018). Trenutno potekajo raziskave o tem, kako in v kolikšni meri bo umetna inteligenca vplivala na proces strateškega planiranja z namenom ohranjanja konkurenčnosti organizacije (Keding, 2020). Ljubič (2000) poudarja, da čim dlje v prihodnost gledamo - planiramo, toliko več je možnih nepredvidenih dogodkov. Sklepamo torej, da se uporaba umetne inteligence pri planiranju proizvodnje zmanjšuje z oddaljenostjo planskega horizonta.

### b) Proces osnovnega - letnega planiranja

Tudi pri letnem planiranju proizvodnje ni zaznane pomembne uporabe metod umetne inteligence. Splošno prepričanje managerjev je, da je proces letnega planiranja kompleksna naloga, ki je odvisna od številnih dejavnikov (Kerović, 2024).



Zato se v organizacijah pogosto planira intuitivno in kaotično, brez uporabe naprednih digitalnih tehnologij (Oleinik idr., 2017). Metodi, ki lahko podpirata proces letnega planiranja, sta strojno učenje in mehka logika (González idr., 2019). Uporabni so tudi ekspertni sistemi (Duan, idr., 2019). Raziskovali so njihovo uporabo pri polletnem planiranju ter prišli do zaključka, da so lahko učinkovit pripomoček managerjem.

c) Proces mesečnega planiranja

Mesečno planiranje proizvodnje uporablja dejanska naročila in kratkoročne napovedi kupcev, ter jih primerja z razpoložljivimi proizvodnimi viri v drsnem večmesečnem planskem horizontu. Raziskovalni članki pojasnjujejo, da so ekspertni sistemi uporabni tudi v procesih mesečnega planiranja proizvodnje (Duan idr., 2019).

d) Proces terminiranja

Proces mikroplaniranja je tudi sinonim za kratkoročno terminiranje in razporejanje delovnih operacij po strojih upoštevajoč preteklo in trenutno realizacijo (nadzor proizvodnje). Planski horizont obsega nekaj dni ali tednov. Ko govorimo o procesih mikroplaniranja, so Jiang idr. (2023) raziskovali implementacijo tehnike UI – učenje s krepitvijo. Prišli so do zaključka, da je model stabilen in svojo funkcijo opravlja z zadovoljivo hitrostjo. Ista skupina avtorjev meni, da bo v prihodnosti ta metoda, skupaj z verjetnostnim napovedovanjem, še bolj natančna in bo zmanjšala vpliv negotovosti v procesu mikroplaniranja (Jiang idr., 2023).

### **3.3 Ovire pri implementaciji UI**

Raziskave kažejo, da na splošno obstajajo izzivi, ki ovirajo implementacijo UI. Izpostavljen je strah ljudi nad nekontroliranim dostopom naprednih sistemov do večje količine podatkov in posledično njihova zloraba. Dostop je potreben, če želimo, da sistem napreduje v razvojnem smislu (Quan idr., 2019). Zelo pomemben faktor je velikost podjetja. Pri implementaciji UI v mala in srednje velika podjetja sta prepoznani težavi kibernetiska varnost (ang. Cyber security) in pomanjkanje znanja o digitalnih tehnologijah pri lastnikih in managerjih teh podjetij. Določeni programi (npr. Microsoft Azure) imajo v svoji sestavi že vgrajene tehnike strojnega učenja

(Hansen idr., 2021). Na področju planiranja in odločanja ni zadovoljivega dostopa do podatkov v realnem času (Quan idr., 2019). Bertolini idr. (2021) menijo, da je na splošno implementacija tehnologij UI redka, in trdijo, da bo težko doseči, da bo 100% samostojno opravljala naloge planiranja proizvodnje.

### 3.4 Potencial za uporabo UI v prihodnosti

Gartnerjeva raziskava o možnostih uporabe UI prihaja do zaključka, da bo ta v prihodnosti našla svojo aplikacijo v vseh procesih podjetja. Največji učinek naj bi dosegli z medsebojnim sodelovanjem ljudi in UI (Gartner, 2023.). Druge raziskave kažejo, da bo do leta 2024 70 % podjetij, ki se zanašajo izključno na strojno učenje, porabilo več denarja za podporo UI kot tista, ki uporabljajo več različnih tehnik UI, ker naj bi bile te koristnejše od univerzalnih (Gartner, 2023). UI presega človeka pri obdelavi velikih količin podatkov in v planiranju procesov na podlagi teh obdelav. UI je sposobna analizirati tveganja, trende in negotovosti bolje kot ljudje (Kerović, 2024). V prihodnosti se pričakuje izenačevanje sposobnosti ljudi in UI ter optimiziranje njihovega medsebojnega delovanja (Gartner, 2022.). UI bi lahko nadomestila človeka s samo-učečimi algoritmi, ki temeljijo na izkušnjah, znanju in učenju, in raziskave »prijazno človeku« zaključijo, da jih (še) ne nadomesti, temveč jih naredi boljše (Gartner, 2023).

Po pregledu literature ugotavljamo, da UI v določeni meri pomaga pri planiranju proizvodnje, ne more pa (še) popolnoma nadomestiti človeka, kot so že primeri v drugih proizvodnih procesih, npr. uporaba strojnega učenja pri strojnem vidu za prepoznavanje kakovosti proizvedenih izdelkov.

## 4 Metodološka izhodišča

V prvem delu je bil o cilju raziskave opravljen pregled strokovne in znanstvene literature, povzete iz podatkovnih baz Web of Science, Scopus, Science Direct v obdobju od leta 2017 do 2023. V drugem delu je narejen anketni vprašalnik, sestavljen iz 17 vprašanj (zaprtega tipa), čigar cilj je bil raziskati, kako močno se UI uporablja v proizvodnih podjetjih v procesih planiranja v Sloveniji (vprašalnik se lahko uporabi univerzalno glede na proučevano državo). Ciljna skupina anketnega vprašalnika so bili zaposleni na delovnih mestih, ki sodelujejo v procesih planiranja. Anketni vprašalnik je bil izveden v programu 1KA - spletnem orodju za izdelavo

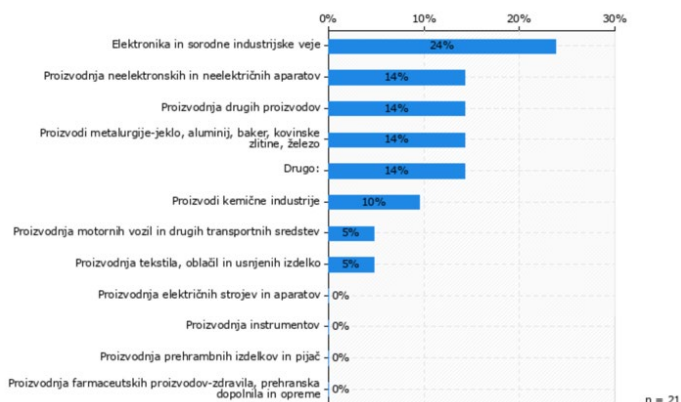
anketnih vprašalnikov. Rezultati raziskave so bili analizirani in obdelani v programu SPSS.

## 5 Rezultati

Anketni vprašalnik je anonimen in izveden med 4. 3. 2024 in 26. 3. 2024. Vprašanja so bila razdeljena v tri sklope. V prvem sklopu smo spraševali o podjetju, delovni dobi anketiranca in ali podjetje uporablja umetno inteligenco pri planiranju proizvodnje. V primeru, da se UI ne uporablja, je v naslednjem delu dobil dva vprašanja o razlogih neuporabe in zaključil anketo. Če je anketiranec odgovoril pritrdilno na to vprašanje, v naslednjem koraku dobi različna vprašanja o stopnji uporabe UI pri planiranju. Analiza podatkov je narejena v programu SPSS 23.0, od opisnih statistik do Hi-kvadrat testa. V nadaljevanju so predstavljene analize rezultatov ankete.

### 5.1 Deskriptivna analiza anketnega vprašalnika v slovenskih podjetjih

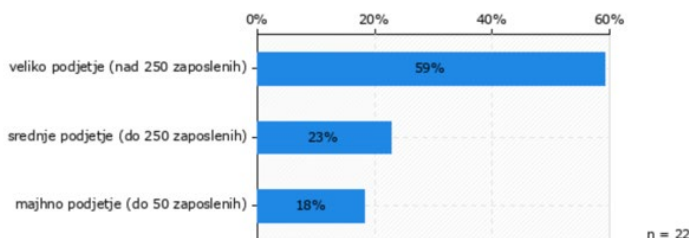
Slika 1 prikazuje stolpični diagram odgovorov na prvo vprašanje o poslovnem področju poslovnega sistema. Največ anketirancev je zaposlenih v poslovnem sistemu, ki deluje v elektroniki in njej sorodni industriji (24%). Opcijo »Drugo« so izbrali trije anketiranci z naslednjimi odgovori: proizvodnja brizganja avtodielov, proizvodnja gum in proizvodnja komponent za avtomobile in industrijske aplikacije.



Slika 1: Primarna industrija anketiranih podjetij

Vir: lasten

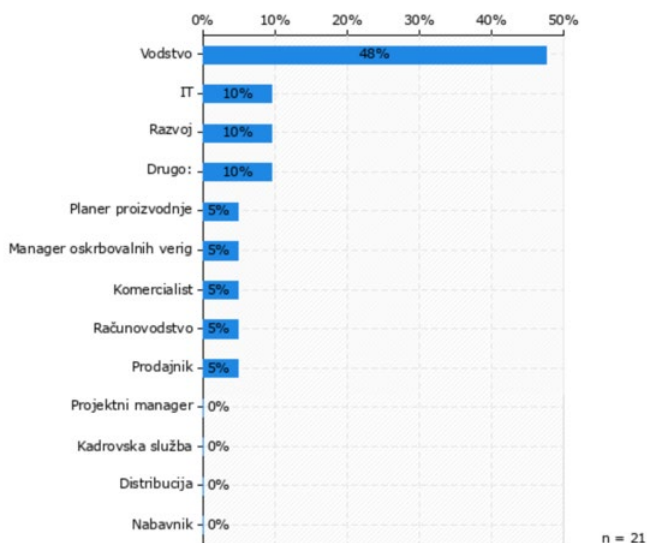
Slika 2 prikazuje odgovore na vprašanje o velikosti podjetja, v katerem je anketiranec zaposlen, in opazno je, da je odgovarjalo največ zaposlenih iz velikih proizvodnih podjetij (nad 250 zaposlenih) - 59% odgovorov.



**Slika 2: Velikost anketiranih podjetij po številu zaposlenih**

Vir: lasten

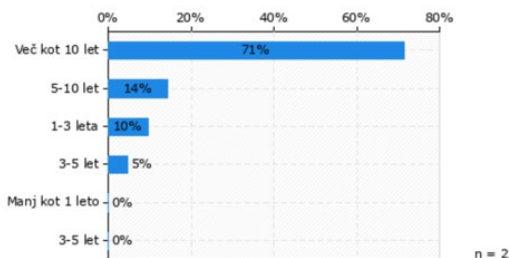
Največ anketirancev opravlja vodstveno delo (Slika 3), delo v IT sektorju in v razvoju. Dva anketiranca sta izbrala opcijo »Drugo« in opravljata delo: vodja oddelka za planiranje proizvodnje in vodja montaže.



**Slika 3: Funkcije anketiranca v podjetju**

Vir: lasten

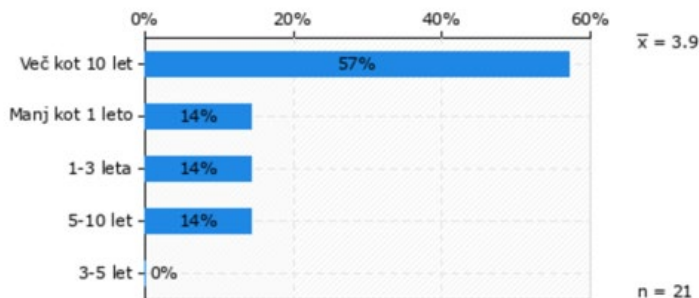
Pri analizi odgovorov na vprašanje o delovnih dobi je opazno, da ima večina anketirancev (71%) delovne dobe več kot 10 let, manjši odstotek (14%) pa predstavljajo delavci s 5 - 10 let izkušenj, 10% anketirancev ima 1 - 3 leta delovne dobe in najmanjši odstotek (5%) ima 3 - 5 let delovne dobe (Slika 4).



Slika 4: Delovna doba anketiranca

Vir: lasten

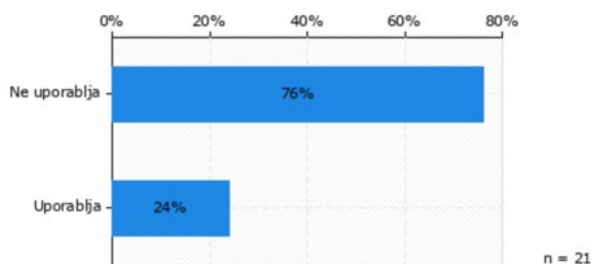
Večina zaposlenih (57%) ima več kot 10 let izkušenj v podjetju, kjer so trenutno zaposleni. To kaže na visoko stabilnost delovne sile. Manjši odstotek zaposlenih (14%) dela manj kot 1 leto, 1 - 3 leta in 5 - 10 let v izbranem podjetju (Slika 5).



Slika 5: Stalnost zaposlitve anketiranca v trenutnem podjetju

Vir: lasten

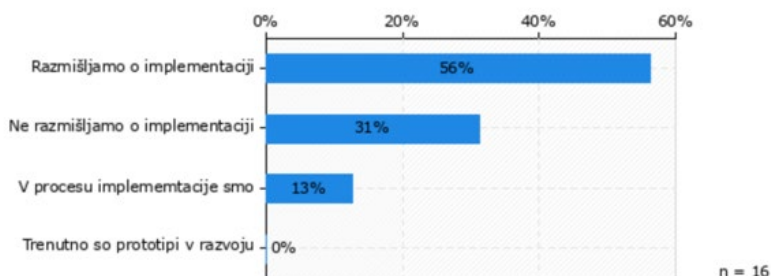
Iz odgovorov na šesto vprašanje je razvidno, da večina podjetij (76%) ne uporablja UI v procesih planiranja proizvodnje. Leta 2024 uporablja UI v procesih planiranja 24% proizvodnih podjetij (Slika 6).



**Slika 6: Uporaba UI v procesih planiranja proizvodnje**

Vir: lasten

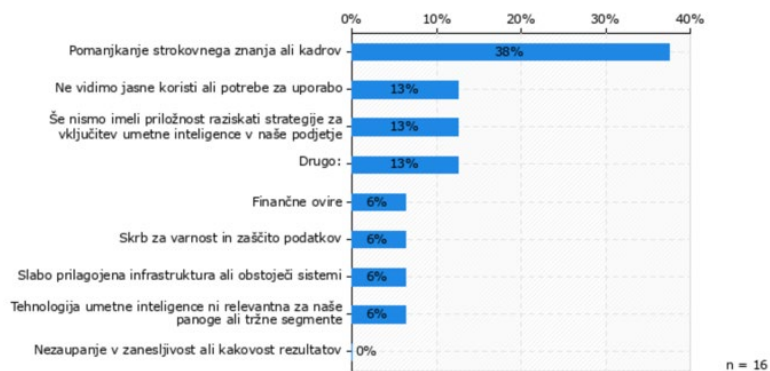
Največji odstotek (56%) podjetij, ki še ne uporabljajo UI v procesih planiranja proizvodnje, razmišlja o implementaciji, ostali so v procesu implementacije (13%), ali sploh ne razmišljajo o njeni uporabi na tem področju (31%) (Slika 7).



**Slika 7: Stopnja implementacije UI v procesih planiranja proizvodnje**

Vir: lasten

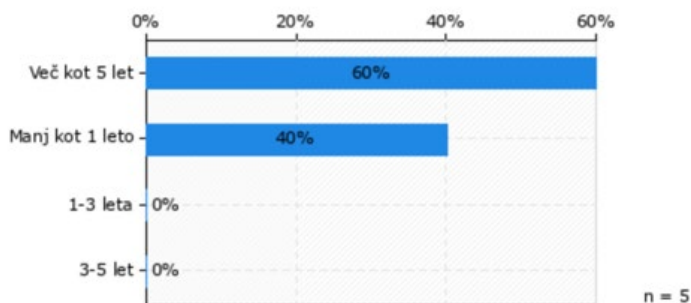
Najpogostejši razlogi za neuporabo UI v procesih planiranja so pomanjkanje strokovnega znanja ali kadrov (38%), ne vidijo jasnih koristi ali potreb za uporabo (13%), niso imeli priložnosti raziskati strategije za vključitev UI v podjetje (13%) (Kerović, 2024). Opcijo »Drugo« sta izbrala 2 anketiranca (13%) z naslednjimi odgovori: pri planiranju ne uporabljajo UI zaradi implementacije drugih principov, implementacija je zaradi kompleksnosti sistemov težavna.



Slika 8: Glavni razlogi ne-uporabe UI v procesih planiranja

Vir: lasten

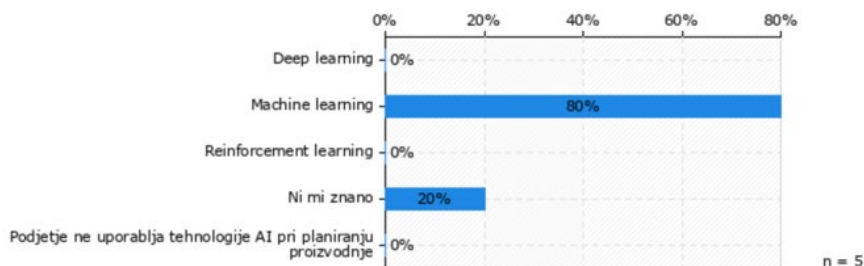
Na drugi strani so podjetja, katera uporabljajo UI, in večina jih UI uporablja že več kot 5 let. Preostali odgovori kažejo, da se UI uporablja manj kot 1 leto (Slika 9).



Slika 9: Čas uporabe UI v podjetjih, ki uporabljajo UI za planiranje proizvodnje

Vir: lasten

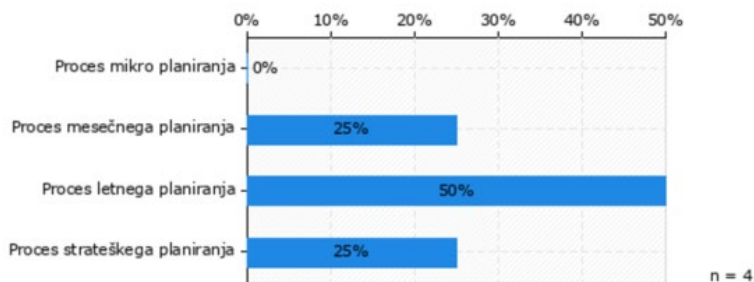
Tehnologija UI, ki se najbolj uporablja pri planiranju proizvodnje, je strojno učenje. 20% anketirancev je odgovorilo, da jim uporabljena tehnologija ni znana (Slika 10).



Slika 10: Tehnologije UI v podjetjih, ki uporabljajo UI

Vir: lasten

Iz Slike 11 je razvidno, da se UI največ uporablja v procesih letnega planiranja, v manjšem odstotku pa pri procesih mesečnega in strateškega planiranja.

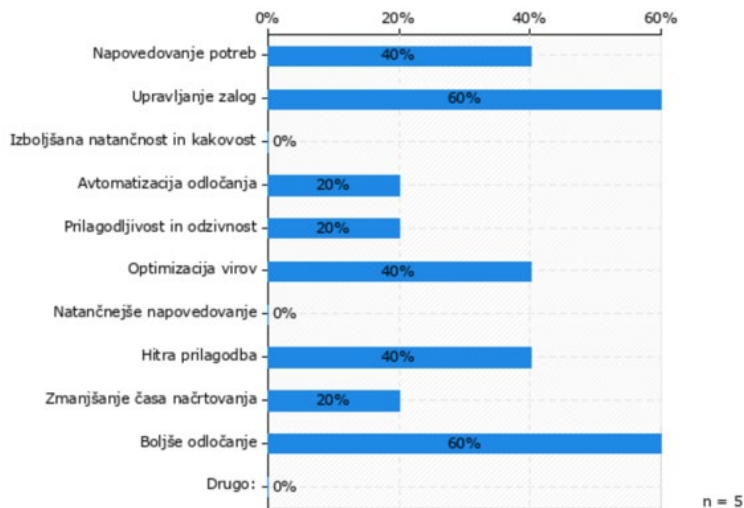


Slika 11: Uporaba UI po vrstah procesov planiranja v podjetjih, ki uporabljajo UI

Vir: lasten

Koristi (Slika 12), ki so jih podjetja pridobila z implementacijo UI v procesih planiranja, so različne: boljše upravljanje zalog, boljše odločanje, napovedovanje potreb, optimizacija virov, hitro prilagajanje na spremembe, zmanjšanje vloženga časa v proces planiranja, avtomatizacija odločanja, prilagodljivost in odzivnost (Kerović, 2024).

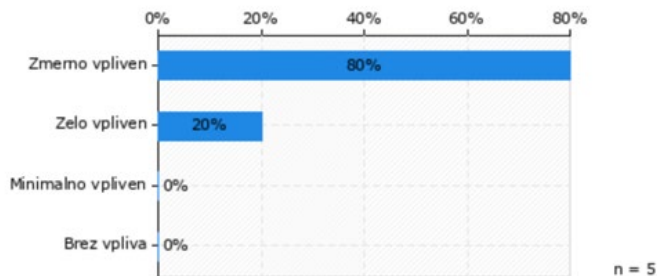




Slika 12: Koristi uporabe UI v podjetjih, ki uporabljajo UI

Vir: lasten

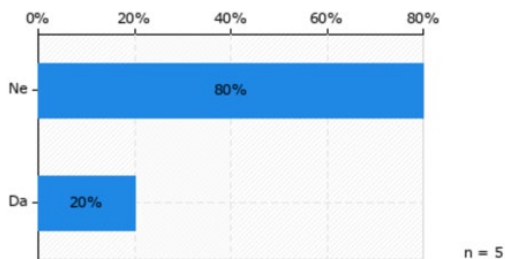
Tehnologije UI v večini primerov (80%) zmerno vplivajo na odločanje v procesih planiranja proizvodnje; ostali anketiranci (20%) pa menijo, da tehnologije UI zelo vplivajo (Slika 13).



Slika 13: Vpliv UI na odločanje v procesih planiranja proizvodnje v podjetjih

Vir: lasten

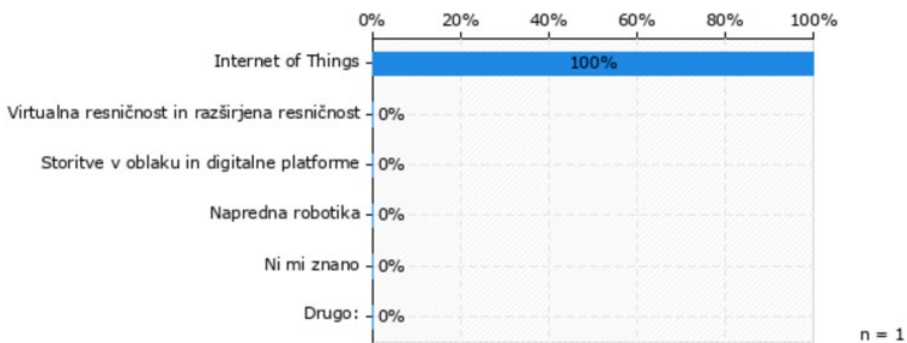
V večini podjetjih UI ni integrirana z drugimi nastajajočimi tehnologijami, kot so IoT in tehnologija veriženja blokov (Slika 14).



Slika 14: Integracija tehnologij UI z drugimi naprednimi tehnologijami

Vir: lasten

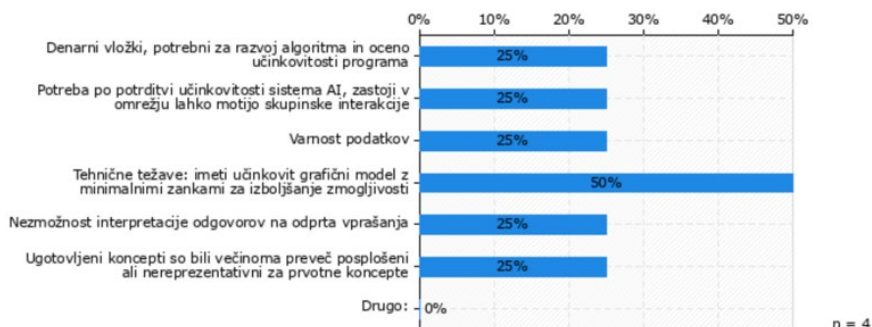
Na vprašanje, s katero drugo tehnologijo je UI integrirana, je odgovoril le en anketiravec, in sicer z tehnologijo IoT (Slika 15).



Slika 15: Tehnologije s katerimi je UI integrirana v podjetju

Vir: lasten

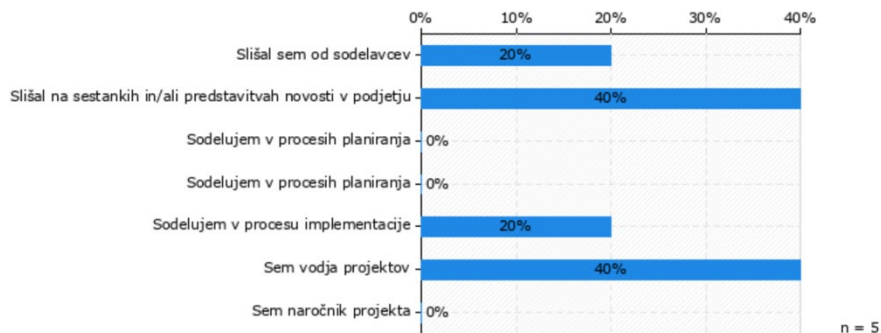
Izzivi (Slika 16), s katerimi so se podjetja soočila pri implementacij tehnologij UI so: tehnične težave, denarni vložki, potreba po potrditvi učinkovitosti sistema umetne inteligence, varnost podatkov, nezmožnost interpretacije odgovorov na odprta vprašanja, prevelika posplošenost ugotovljenih konceptov (Kerović, 2024).



Slika 16: Izzivi pri implementaciji tehnologij UI v podjetjih, ki uporabljajo UI

Vir: lasten

Obstajajo različni načini obveščanja zaposlenih (anketirancev) v poslovnih sistemih o uvajanju novih tehnologij, kot je UI.



Slika 17: Načini seznanjanja z uvajanjem novih tehnologij v podjetje

Vir: lasten

## 5.2 Deskriptivna analiza anketnega vprašalnika v podjetju »Domek«

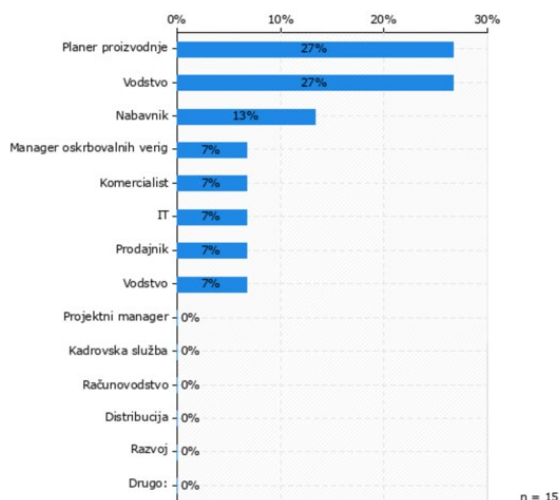
Da bi preverili kvaliteto odgovorov anketirancev v prejšnji anketi, in preverili, ali se lahko zanesljivo sklepa iz odgovora enega zaposlenega na dejansko stanje v podjetju z uporabo UI pri planiranju proizvodnje, smo naredili še ločeno anketo v podjetju »Domek«, ki se ukvarja s proizvodnjo elektro motorjev, sesalnih enot, puhal in komponent, in trenutno zaposluje več kot 1500 zaposlenih ter posluje od leta 1946.

Njihov odgovor ni zabeležen v prvi anketi. Dejansko stanje uporabe UI v podjetju (pravilen odgovor) smo preverili z obiskom v podjetju Domel, kjer smo »v živo« preverili uporabo UI v procesu mikroplaniranja proizvodnje. Odgovor podjetja Domel ni zajet v anketnem vprašalniku v slovenskih podjetjih.

Enak anketni vprašalnik je bil izveden v podjetju Domel in izpolnilo ga je 15 različnih oseb, na različnih funkcijah v podjetju. Zaradi nastavitve vprašalnika v določenih vprašanjih, manjka en odgovor. Anketni vprašalnik je izveden med 26. 2. 2024 in 15. 3. 2024. V nadaljevanju so predstavljeni odgovori na anketni vprašalnik.

Na prvo in drugo vprašanje so vsi anketiranci odgovorili Proizvodnja električnih strojev in aparatov (odgovor na vprašanje o primarnem sektorju podjetja) in veliko podjetje (nad 250 zaposlenih). Torej je konsistentnost odgovorov anketirancev 100%. S preverjanjem v podjetju smo tudi preverili, da sta odgovora pravilna.

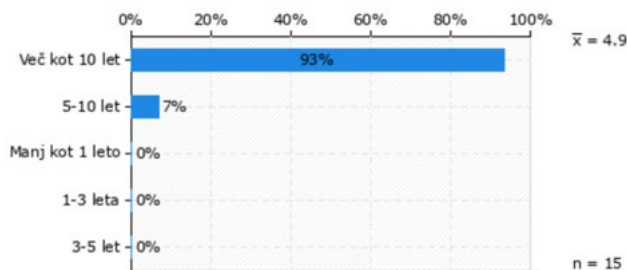
Slika 18 prikazuje stolpčni diagram odgovorov na vprašanje o funkciji anketiranca v podjetju; iz diagrama je razvidno, da je večina anketirancev zaposlenih na vodstvenih pozicijah. Ker so odgovori anonimni, ne moremo potrditi, ali so se anketiranci pravilno opredelili.



Slika 18: Funkcije anketirancev iz podjetja Domel

Vir: lasten

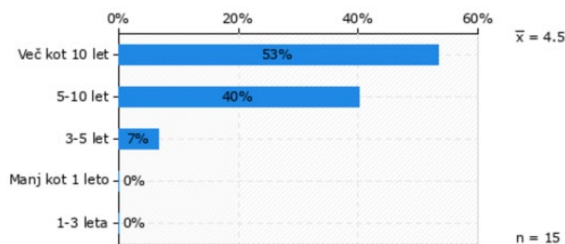
Vsi anketiranci imajo več kot 5 let delovne dobe, od tega ima 1 anketiranec 5 - 10 let delovne dobe, ostali imajo več kot 10 let (Slika 19). Ker so odgovori anonimni, tudi tu ne moremo potrditi, ali so se anketiranci pravilno opredelili.



Slika 19: Delovna doba anketirancev iz podjetja Domel

Vir: lasten

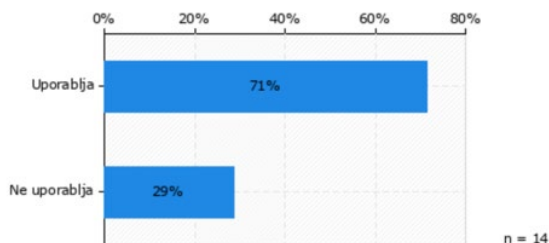
Slika 20 prikazuje stolpčni diagram odgovorov na vprašanje: Koliko časa delajo v podjetju, kjer trenutno delajo. Razvidna je stabilnost in lojalnost pri zaposlenih. Ker so odgovori anonimni, tudi tu ne moremo potrditi, ali so se anketiranci pravilno opredelili.



Slika 20: Čas zaposlitve anketirancev iz podjetja Domel

Vir: lasten

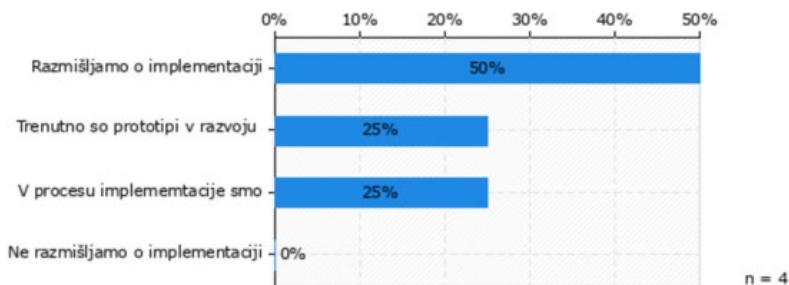
Naslednja slika prikazuje odgovor na vprašanje, ali podjetje uporablja tehnologije UI. S preverjanjem v podjetju smo tudi preverili, da je pravi odgovor: uporablja. Obstajata dve vrsti odgovorov; do tega je mogoče prišlo zaradi tega, ker nekateri anketiranci v svojem delu ne uporabljajo tehnologije UI. Mogoče je tudi, da niso seznanjeni s celotnim poslovanjem podjetja, v katerem so zaposleni (Slika 21).



**Slika 21: Uporaba UI v procesih planiranja proizvodnje, anketiranci iz podjetja Domel**

Vir: lasten

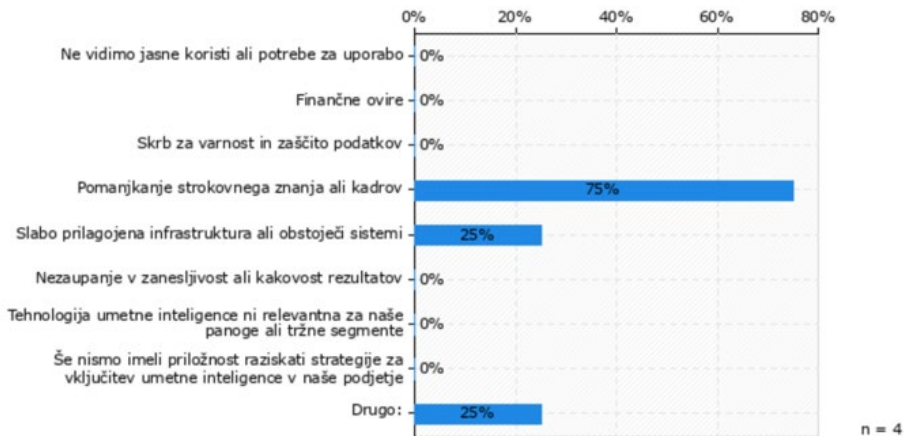
Naslednje vprašanje so dobili le tisti anketiranci, ki so obkrožili »Ne« v prejšnjem vprašanju, torej napačno glede na realno stanje v podjetju. Tukaj je razvidno kako »predvidevajo«, na kateri stopnji je Domel glede implementacije tehnologij UI (Slika 22).



**Slika 22: Anketiranci Domela, ki ne vedo, da Domel uporablja UI**

Vir: lasten

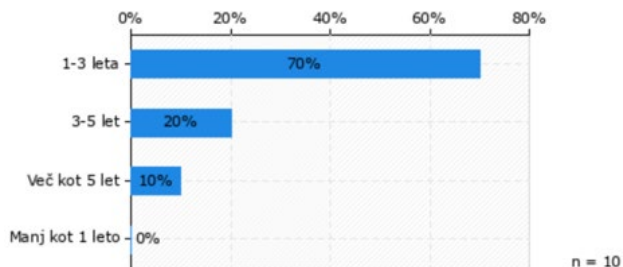
Kar se tiče razlogov za neuporabo tehnologij UI (tudi to vprašanje je bilo postavljeno le tistim anketirancem, ki so obkrožili »Ne« o uporabi UI v podjetju Domel, torej napačno glede na realno stanje v podjetju), je najbolj pogost odgovor »Pomanjkanje strokovnega znanja ali kadrov« (Slika 23). En anketiranec je izbral opcijo »Drugo« in napisal, da je podjetje, v katerem je zaposlen, v fazi uvajanja tehnologij UI.



Slika 23 Anketiranci Domela, ki ne vedo, da Domel uporablja UI, o razlogih zakaj Domel ne uporablja tehnologije UI

Vir: lasten

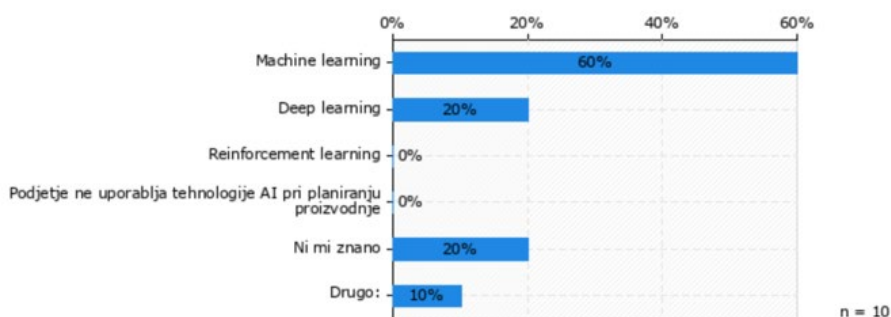
Na vsa naslednja vprašanja so odgovorili le anketiranci Domela, ki so izbrali, »Da« podjetje uporablja UI, kar je pravilen odgovor. Slika 24 prikazuje koliko časa podjetje uporablja tehnologije UI; standardni odklon je 0,7, kar pomeni, da so odgovori zelo koncentrirani okoli 1 (1 - 3 leta). S preverjanjem v podjetju smo tudi preverili, da je ta pravilen odgovor označilo 70% anketirancev. Mogoče je, da so nekateri anketiranci sodelovali tudi že v prejšnjih fazah projekta implementacije UI (priprava projekta, razvoj prototipa, pilotni projekt) in so to interpretirali kot »uporabo«.



Slika 24: Koliko časa Domel uporablja UI

Vir: lasten

Naslednji diagram prikazuje, katere tehnologije UI se uporabljajo v podjetju. Razvidno je, da se največ uporablja strojno učenje (Machine learning), poleg tega globoko učenje (Deep learning). 20% anketirancev ni seznanjenih s tem, katere tehnologije uporablja izbrano podjetje (Slika 25). S preverjanjem v podjetju smo tudi preverili, da je raztros odgovorov pričakovan: podjetje uporablja kot UI orodje Leap (Redek idr., 2023.), pri razvoju katerega je sodelovalo s podjetjem Qlector in ker so razviti algoritmi konkurenčna prednost in poslovna tajnost, je »laično« prepoznano ime uporabljene tehnologije »strojno učenje«.



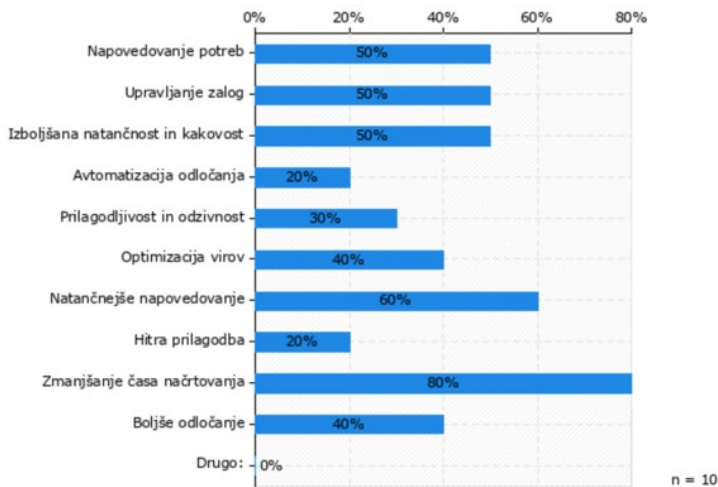
**Slika 25: Mnenje anketirancev Domela o tehnologijah UI, ki jih Domel uporablja**

Vir: lasten

Naslednje vprašanje se nanaša na proces planiranja proizvodnje, v katerem se uporabljajo tehnologije UI. Anketiranci, ki vedo, da se uporablja UI (n=7), so vsi enako in pravilno odgovorili, da se UI uporablja pri procesu mikroplaniranja proizvodnje.

Iz naslednjega diagrama je razvidno, da anketiranci Domela menijo, da je podjetje, z implementacijo tehnologij UI pridobilo veliko različnih tipov koristi (Slika 26). Večina (80 %) se jih je odločila, da je to tudi prihranek pri času dela planerja. Ta odgovor smo preverili v podjetju in je pravilen.

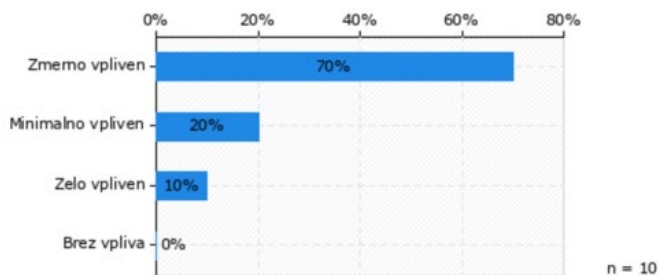




Slika 26: Koristih uporabe tehnologij UI v Domelu pri planiranju proizvodnje

Vir: lasten

Večina anketirancev meni, da tehnologije UI zmerno vplivajo na odločanje v procesih planiranja proizvodnje v Domelu (Slika 27).

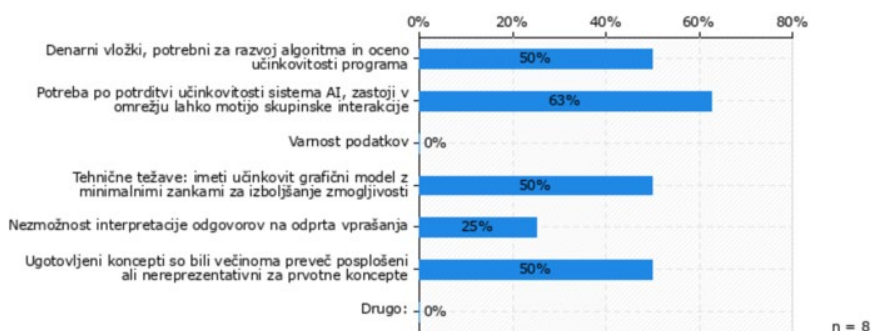


Slika 27: Vpliv UI na odločanje v procesih planiranja podjetja Domel

Vir: lasten

Sledi vprašanje o integraciji tehnologij umetne inteligence z drugimi nastajajočimi tehnologijami (npr. IoT, Blockchain). Vsi anketiranci so odgovorili »Ne«, tako da naslednjega vprašanja niso dobili. Odgovor je po preverjanju v podjetju pravilen.

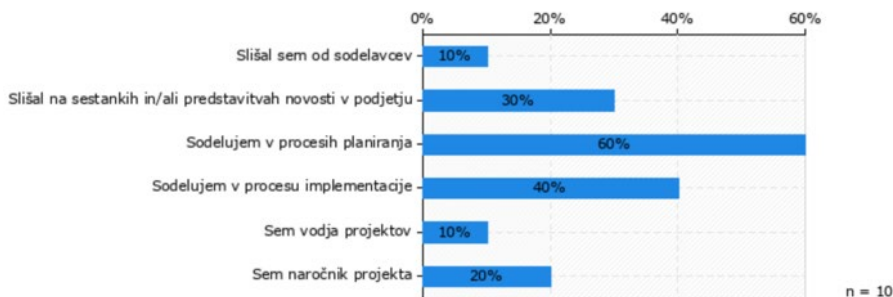
Izzivov pri implementaciji tehnologij UI v Domelu je bilo veliko; najbolj pogost odgovor je »Potreba po potrditvi učinkovitosti sistema umetne inteligence, zastoji v omrežju lahko motijo skupinske reakcije« (Slika 28). Najbolj pogost odgovor ustreza tudi dejanskemu stanju v podjetju, ki ima zaradi tega trenutno v izdelavi kvantitativno analizo kvalitete algoritma strojnega učenja (ali je njegov doprinos statistično pomemben pri mikroplaniranju proizvodnje).



Slika 28: Izzivi podjetja Domel pri implementaciji tehnologij UI

Vir: lasten

Anketiranci so na več načinov seznanjeni z novicami o implementaciji novih tehnologij v podjetje, kamor spada tudi UI za planiranje proizvodnje. Večina je seznanjena, ker sodeluje v procesih planiranja, tako da so direktno seznanjeni z izzivi in koristmi.



Slika 29: Načini seznanjanja z uvajanjem novih tehnologij v Domelu

Vir: lasten

V odgovorih anketirancev Domela se pojavlja nekaj zanimivih razlikovanj. Glede na to, da so vsi anketiranci zaposleni v istem podjetju, sklepamo, da bi tudi vsi morali enako odgovoriti. Interpretacije ujemanj in neujemanj v odgovorih anketirancev Domela smo podali že sproti, izpostavljam razlike v odgovorih na zadnje vprašanje o seznanjenosti zaposlenih z novicami glede tehnologij UI. Sklepamo lahko, da če podjetje nima dobro razvitega sistema za prenos notranjih informacij o novostih v poslovanju med zaposlenimi, potem je tvegano sklepati na podlagi enega anketiranca iz podjetja o dejanskem stanju v podjetju (Kerović, 2024). Iz te ugotovitve Domela lahko sklepamo, s kolikšnim zaupanjem lahko interpretiramo odgovore iz glavne ankete o uporabi UI v procesih planiranja v slovenskih podjetjih.

### 5.3 Analiza raziskovalnih vprašanj

Omeniti je treba, da je podatkov za zanesljivo statistično analizo premalo, a smo jo kljub temu izpeljali do konca.

Raziskovalno vprašanje 1: Ali velikost podjetja vpliva na uporabo UI pri planiranju proizvodnje?

Za odgovor na raziskovalno vprašanje potrebujemo odgovore na vprašanja o velikosti podjetja po številu zaposlenih in uporabi/neuporabi UI v procesih planiranja, kjer se planira tudi proizvodnja. Odgovor na raziskovalno vprašanje dobimo s pomočjo hi-kvadrat testa za neodvisnost.

**Tabela 2: Hi-kvadrat test**

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	1.890 <sup>a</sup>	2	.389
Likelihood Ratio	2.772	2	.250
Linear-by-Linear Association	1.779	1	.182
N of Valid Cases	21		

a. 5 cells (83.3%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .95.

Vir: lasten

Sklepamo da p-vrednost  $\chi^2$  testa je enaka 0,389 > 0,05 ( $\chi^2 = 1,890$ ), kar pomeni, da velikost podjetja statistično pomembno ne vpliva na uporabo UI pri planiranju proizvodnje.

Raziskovalno vprašanje 2: Ali je uporaba tehnologij UI pri planiranju proizvodnje odvisna/povezana z industrijsko panogo podjetja?

Za odgovor na to raziskovalno vprašanje bomo ponovno uporabili hi-kvadrat test neodvisnosti. Iz Tabele 3 je razvidno da je Pearsonov hi-kvadrat 2,809 in da p-vrednost znaša 0,902. Ker je  $p > 0,05$ , sledi, da sta spremenljivki neodvisni, oziroma ni statistično pomembne povezave med uporabo tehnologij UI in industrijsko panogo podjetja.

**Tabela 3: Hi-kvadrat test**

Chi-Square Tests			
	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
Pearson Chi-Square	2.809 <sup>a</sup>	7	.902
Likelihood Ratio	3.819	7	.800
Linear-by-Linear Association	.144	1	.704
N of Valid Cases	21		

a. 16 cells (100.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .24.

Vir: lasten

Raziskovalno vprašanje 3: Kateri razlogi najpogosteje vplivajo na odločitev podjetij za neuporabo tehnologij UI v svojem poslovanju?

Za odgovor na tretje raziskovalno vprašanje je uporabljeno anketno vprašanje o glavnih razlogih, zakaj podjetje ne uporablja tehnologije UI v svojem poslovanju. V tabeli spodaj so razvidni statistični podatki: ustreznih odgovorov je 16 (pet jih manjka). Razvidno je, da je najpogostejši odgovor četrti v vrsti (Pomanjkanje strokovnega znanja ali kadrov) označilo 37,5% anketirancev.

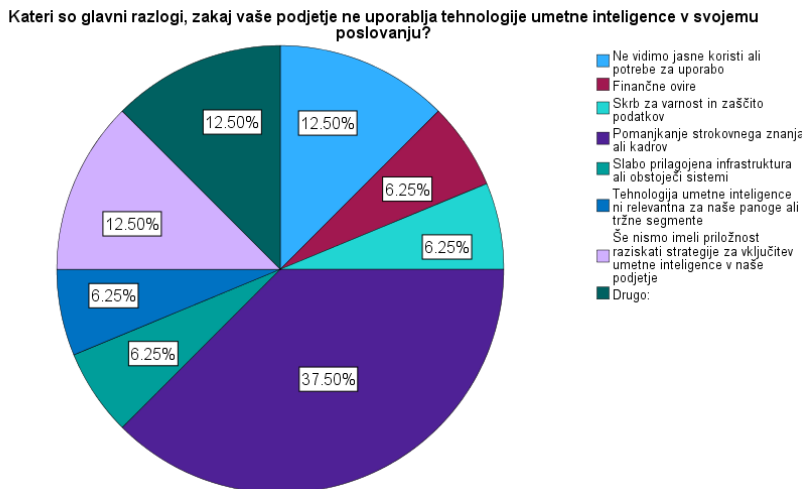
Tabela 4: Deskriptivna analiza odgovorov na vprašanje o glavnih razlogih za neuporabo UI

**Kateri so glavni razlogi, zakaj vaše podjetje ne uporablja tehnologije umetne inteligence v svojem poslovanju?**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ne vidimo jasne koristi ali potrebe za uporabo	2	9.5	12.5	12.5
	Finančne ovire	1	4.8	6.3	18.8
	Skrb za varnost in zaščito podatkov	1	4.8	6.3	25.0
	Pomanjkanje strokovnega znanja ali kadrov	6	28.6	37.5	62.5
	Slabo prilagojena infrastruktura ali obstoječi sistemi	1	4.8	6.3	68.8
	Tehnologija umetne inteligence ni relevantna za naše panoge ali tržne segmente	1	4.8	6.3	75.0
	Še nismo imeli priložnost raziskati strategije za vključitev umetne inteligence v naše podjetje	2	9.5	12.5	87.5
	Drugo:	2	9.5	12.5	100.0
	Total	16	76.2	100.0	
Missing	Preskok (if)	5	23.8		
Total		21	100.0		

Vir: lasten

Krožni diagram prikazuje odgovore in njihov medsebojni odnos.



Slika 30: Krožni diagram odgovorov na vprašanje o glavnih razlogih za neuporabo UI

Vir: lasten

Raziskovalno vprašanje 4: Kakšne koristi podjetje dobi z uporabo UI pri planiranju proizvodnje?

Tu smo naredili analizo frekvenc; Tabela 5 prikazuje tabelo frekvenc, iz katere je razvidno, da je pet anketirancev odgovorilo na vprašanje. Med njimi so po trije anketiranci (60 % uporabnikov UI) kot odgovor navedli upravljanje zalog in boljše odločanje. Po dva anketiranca sta odgovorila optimizacija virov, hitro prilagajanje in napovedovanje potreb, medtem ko je samo en anketiranec izbral koristi, ki se odražajo v avtomatizaciji odločanja, prilagodljivosti in odzivnosti in zmanjšanju časa odločanja (Kerović, 2024).

**Tabela 5: Deskriptivna analiza odgovorov na vprašanje o koristih uporabe tehnologij UI**

	Case Summary					
	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
\$Koristi <sup>a</sup>	5	23.8%	16	76.2%	21	100.0%

a. Dichotomy group tabulated at value 1.

		Responses		Percent of Cases
		N	Percent	
13 <sup>a</sup>	Kakšne koristi je vaše podje: Napovedovanje potreb	2	13.3%	40.0%
	Kakšne koristi je vaše podje: Upravljanje zalog	3	20.0%	60.0%
	Kakšne koristi je vaše podje: Avtomatizacija odločanja	1	6.7%	20.0%
	Kakšne koristi je vaše podje: Prilagodljivost in odzivnost	1	6.7%	20.0%
	Kakšne koristi je vaše podje: Optimizacija virov	2	13.3%	40.0%
	Kakšne koristi je vaše podje: Hitra prilagodba	2	13.3%	40.0%
	Kakšne koristi je vaše podje: Zmanjšanje časa načrtovanja	1	6.7%	20.0%
	Kakšne koristi je vaše podje: Boljše odločanje	3	20.0%	60.0%
	<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>100.0%</b>	<b>300.0%</b>

Vir: lasten

## 6 Diskusija in zaključek

Cilj raziskave je bil ugotoviti kako in v katerih procesih planiranja proizvodnje se uporablja UI leta 2024 v slovenskih proizvodnih podjetjih. Za sodelovanje v raziskavi smo pridobili 21 podjetij, ki so ustrezno izpolnila anketo. Anketni vprašalnik je sestavljen na podlagi pregleda najnovejših raziskav (Kerovič, 2024). Postavljena so štiri raziskovalna vprašanja. Podatki so obdelani s pomočjo spletnega orodja za izdelavo anket »Ika« in programa »SPSS«. Uporabljena je statistična obdelava podatkov in hi-kvadrat test v programu »SPSS«. S Hi-kvadrat testom smo prišli do naslednjih rezultatov: ne obstaja značilna povezava med velikostjo podjetja in uporabo ali neuporabo tehnologij UI v poslovanju proizvodnega podjetja, ne obstaja značilna povezava med uporabo tehnologij UI v poslovanju proizvodnega podjetja in industrijsko panogo. Za preostali dve raziskovalni vprašanji smo uporabili deskriptivno statistiko.

Izpostavljamo slabo odzivnost anketirancev, zaradi česar je vzorec ( $n=21$ ) majhen, vendar je narejena dodatna anketa v podjetju Domel. Anketa iz podjetja Domel je analizirana in dobljeni rezultati so primerjani z anketo, narejeno v slovenskih podjetjih, da bi lahko sklepali o resničnosti odgovorov malega vzorca.

V primeru glavne ankete je več kot pol anketirancev zaposlenih v velikem podjetju in največji odstotek anketirancev je zaposlenih v podjetju, ki se ukvarja s proizvodnjo elektronskih proizvodov, preostali so zaposleni v podjetjih, ki se ukvarjajo s proizvodnjo ne-električnih in ne-elektronskih aparatov, proizvodov metalurgije, proizvodov kemične industrije, proizvodov tekstilne industrije, motornih vozil, drugih proizvodov (Kerovič, 2024). Iz tega je razvidno, da so anketni vprašalnik reševali anketiranci iz različnih industrijskih panog. Glede njihove delovne pozicije v podjetju je največji odstotek anketirancev vodij oddelkov (40%) in imajo več kot 10 let delovne dobe (70%). Velik odstotek (57%) dela več kot 10 let v podjetju. Od 21 anketirancev jih je 16 odgovorilo, da njihovo podjetje ne uporablja UI, ampak večina od tistih, ki je ne uporabljajo (56%), razmišlja o implementaciji. Kot glavni razlog za neuporabo UI so navedli pomanjkanje strokovnega znanja ali kadrov. Na drugi strani je pet podjetij, katera uporabljajo UI, štiri jo uporabljajo več kot 5 let in eno podjetje, katero jo uporablja manj kot 1. 80% od teh jih uporablja tehnologijo strojnega učenja. Tehnologije UI se uporabljajo v vseh procesih planiranja proizvodnje (vključujoč odgovore podjetja Domel). Najpogostejše koristi uporabe

UI so: boljše vodenje zalog, upravljanje zalog, boljše odločanje, napovedovanje potreb, optimizacija virov, sposobnost hitrega prilagajanja. Večina meni, da UI zmerno vpliva na odločanje v procesih planiranja proizvodnje. V večini primerov UI ni integrirana z drugimi nastajajočimi tehnologijami, v enem primeru je integrirana z Internet of Things (Kerović, 2024). Priložnosti za integracijo UI z drugimi tehnologijami je veliko in integracija ponuja veliko priložnosti, ampak se podjetja niso odločila za ta korak. Najpogostejši izziv z implementacijo UI so tehnične težave. Ta odgovor je lahko povezan z odgovorom, da zaradi pomanjkanja strokovnega znanja podjetja ne uporabljajo UI. Iz ankete je razvidno, da tudi anketirana velika podjetja v Sloveniji ne uporabljajo UI. Zadnje vprašanje anketnega vprašalnika se nanaša na seznanjenost anketirancev o projektih umetne inteligence, večina jih je slišala na sestankih in/ali predstavitev o novostih v podjetju.

Na podlagi raziskave ugotavljamo, da bodo podjetja v Sloveniji glede na leto 2024 morala začeti več vlagati v izobraževanje zaposlenih o uporabnosti UI v procesih planiranja proizvodnje (Kerović, 2024). S tem bodo povečala znanje in razumevanje zaposlenih ter zmanjšala odpor in strah pred implementacijo UI. Bistveno je, da podjetja definirajo jasne in vsem razumljive strategije za implementacijo UI. V okviru strategij je potrebno narediti analizo potreb, določitev ciljev in načrtovanje postopne implementacije. Jasna strategija bo zaposlenim dala smernice in povečala verjetnost uspešne integracije. Bistven element uspešnosti implementacije je spodbujanje sodelovanja med posameznimi funkcijskimi področji, zlasti med IT in funkcijskimi enotami. Sodelovanje vsekakor olajša reševanje tehničnih težav in omogoči boljše razumevanje potreb poslovanja, kar vodi v bolj učinkovito uporabo UI tudi na področju planiranja proizvodnje.

## Literatura

- Arinez, J. F., Chang, Q., Gao, R. X., Xu, C., & Zhang, J. (2020). Artificial intelligence in advanced manufacturing: Current status and future outlook. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 142(11). <https://doi.org/10.1115/1.4047855>
- Bertolini, M., Mezzogori, D., Neroni, M., & Zammori, F. (2021). Machine Learning for Industrial Applications: A comprehensive literature review. *Expert Systems with Applications*, 175, 114820. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.114820>
- Bueno, A., Godinho Filho, M., & Frank, A. G. (2020). Smart production planning and control in the industry 4.0 context: A systematic literature review. *Computers & Industrial Engineering*, 149, 106774. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106774>
- Busch, M., Schuh, G., Kelzenberg, C., & de Lange, J. (2019). Short paper: Development of production planning and control through the empowerment of Artificial Intelligence. 2019



- Second International Conference on Artificial Intelligence for Industries (AI4I)*.  
<https://doi.org/10.1109/ai4i46381.2019.00037>
- Dellermann, D., Ebel, P., Söllner, M., & Leimeister, J. M. (2019). Hybrid intelligence. *Business & Information Systems Engineering*, 61(5), 637–643. <https://doi.org/10.1007/s12599-019-00595-2>
- Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210, 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>
- Fu, Y., Hou, Y., Wang, Z., Wu, X., Gao, K., & Wang, L. (2021). Distributed scheduling problems in Intelligent Manufacturing Systems. *Tsinghua Science and Technology*, 26(5), 625–645. <https://doi.org/10.26599/tst.2021.9010009>
- IBM Corp. (2022). IBM SPSS Statistics (Version 29.0.1.0) [Statistical software; macOS]. IBM Corp.
- Ivanov, D., Tang, C. S., Dolgui, A., Battini, D., & Das, A. (2020). Researchers' perspectives on industry 4.0: Multi-disciplinary analysis and opportunities for operations management. *International Journal of Production Research*, 59(7), 2055–2078. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1798035>
- 1KA (Verzija 23.06.20) [programska oprema]. (2023). Ljubljana: Fakulteta za družbene vede. Dostopno na: <https://www.1ka.si>
- Hansen, E. B., & Bogh, S. (2021). Artificial intelligence and Internet of things in small and medium-sized enterprises: A survey. *Journal of Manufacturing Systems*, 58, 362–372. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2020.08.009>
- Helen, P. (3.3.2022). Workforce Planning — How to Use Technology to Support Planning Processes <https://www.gartner.com/document/4012061?ref=solrAll&refval=384242810&>
- Jiang, W., Liu, Y., Fang, G., & Ding, Z. (2023). Research on short-term optimal scheduling of Hydro-Wind-solar multi-energy power system based on Deep Reinforcement Learning. *Journal of Cleaner Production*, 385, 135704. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135704>
- Ljubič, T. (2000). Planiranje in vodenje proizvodnje. Univerza v Mariboru-Fakulteta za Organizacijske vede.
- Kang, Z., Catal, C., & Tekinerdogan, B. (2020). Machine learning applications in production lines: A systematic literature review. *Computers & Industrial Engineering*, 149, 106773. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106773>
- Kerović, J. (2024) *Vključenost tehnologij umetne inteligence v procese planiranja proizvodnje* [Diplomsko delo]. Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede.
- Lee, J., Davari, H., Singh, J., & Pandhare, V. (2018). Industrial artificial intelligence for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 18, 20–23. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2018.09.002>
- Leo Kumar, S. P. (2018). Knowledge-based expert system in manufacturing planning: State-of-the-art review. *International Journal of Production Research*, 57(15–16), 4766–4790. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1424372>
- Leo Kumar, S. P. (2017). State of the art-intense review on Artificial Intelligence Systems Application in process planning and manufacturing. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 65, 294–329. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2017.08.005>
- Li, Bh., Hou, Bc., Yu, Wt. *et al.* Applications of artificial intelligence in intelligent manufacturing: a review. *Frontiers Inf Technol Electronic Eng* 18, 86–96 (2017). <https://doi.org/10.1631/FITEE.1601885>
- Linden A., Choudhary F. (10.1.2023). Uncovering Artificial Intelligence Business Opportunities in Over 20 Industries and Business Domains <https://www.gartner.com/document/4000992?ref=solrAll&refval=384241775&>
- Liu, B., Xu, W., Liu, J., Yao, B., Zhou, Z., & Pham, D. T. (2019). Human-robot collaboration for disassembly line balancing problem in Remanufacturing. *Volume 1: Additive Manufacturing; Manufacturing Equipment and Systems; Bio and Sustainable Manufacturing*. <https://doi.org/10.1115/msec2019-2919>

- Marzia, S., Alejandro Vital-Soto, & Azab, A. (2023). Automated Process Planning and dynamic scheduling for Smart Manufacturing: A Systematic Literature Review. *Manufacturing Letters*, 35, 861–872. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2023.07.013>
- Moeuf, A., Pellerin, R., Lamouri, S., Tamayo-Giraldo, S., & Barbaray, R. (2017). The industrial management of smes in the era of industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(3), 1118–1136. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1372647>
- Möhring, H., Wiederkehr, P., Erkorkmaz, K., & Kakinuma, Y. (2020). Self-optimizing machining systems. *CIRP Annals*, 69(2), 740–763. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2020.05.007>
- Redek, T., Komar, M., & Muren, P. D. The use of artificial intelligence in Slovenian companies: main facts and research agenda. *Beyond Bits and Algorithms*, 2023.
- Rossit, D. A., Tohmé, F., & Frutos, M. (2018). Industry 4.0: Smart scheduling. *International Journal of Production Research*, 57(12), 3802–3813. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1504248>
- Sallam, R., Ramos L., Miclaus, R., Mullen A (17.8.2023.). Research Roundup: Realizing Value From Artificial Intelligence (AI). <https://www.gartner.com/document/4643999?ref=solrAll&refval=384242703&>
- Statistični urad Republike Slovenije (2024). Dostopno na: <https://www.stat.si/statweb>
- Tao, F., Qi, Q., Liu, A., & Kusiak, A. (2018). Data-driven smart manufacturing. *Journal of Manufacturing Systems*, 48, 157–169. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2018.01.006>
- Toorajipour, R., Sohrabpour, V., Nazarpour, A., Oghazi, P., & Fischl, M. (2021). Artificial Intelligence in Supply Chain Management: A systematic literature review. *Journal of Business Research*, 122, 502–517. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.009>
- Usuga Cadavid, J.P., Lamouri, S., Grabot, B. *et al.* Machine learning applied in production planning and control: a state-of-the-art in the era of industry 4.0. *J Intell Manuf* 31, 1531–1558 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10845-019-01531-7>
- Xiao, Y., Zheng, S., Shi, J., Du, X., & Hong, J. (2023). Knowledge graph-based manufacturing process planning: A state-of-the-art review. *Journal of Manufacturing Systems*, 70, 417–435. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2023.08.006>
- Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941–2962. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>
- Yang, T., Yi, X., Lu, S., Johansson, K. H., & Chai, T. (2021). Intelligent manufacturing for the process industry driven by industrial artificial intelligence. *Engineering*, 7(9), 1224–1230. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2021.04.023>
- Yan, B., Brethenoux, E., Fang, M., Hamer, P. (26.9.2023.) Go Beyond Machine Learning and Leverage Other AI Approaches. <https://www.gartner.com/document/4014117?ref=solrAll&refval=384241775&>
- Zeba, G., Dabić, M., Čičak, M., Daim, T., & Yalcin, H. (2021). Technology mining: Artificial intelligence in manufacturing. *Technological Forecasting and Social Change*, 171, 120971. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120971>
- Zheng, T., Ardolino, M., Bacchetti, A., & Perona, M. (2020). The applications of Industry 4.0 technologies in manufacturing context: A systematic literature review. *International Journal of Production Research*, 59(6), 1922–1954. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1824085>
- Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent Manufacturing in the context of industry 4.0: A Review. *Engineering*, 3(5), 616–630. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2017.05.015>