

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

ZAKLJUČNA STROKOVNA NALOGA VISOKE POSLOVNE ŠOLE
**VPELJAVA ČRTNE KODE V SKLADIŠČNO POSLOVANJE
IZBRANEGA PODJETJA**

Ljubljana, avgust 2025

MATIC MAJNIK

IZJAVA O AVTORSTVU

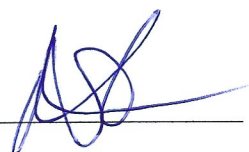
Podpisani Matic Majnik, študent Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, avtor predloženega dela z naslovom Vpeljava črtne kode v skladiščno poslovanje izbranega podjetja, pripravljenega v sodelovanju s svetovalko asist. dr. Barbaro Hvalič Erzetič

IZJAVLJAM

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

V Ljubljani, dne 11. 08. 2025

Podpis študenta: _____



KAZALO

1	UVOD	1
2	ČRTNA KODA	2
2.1	Koncept črtne kode.....	2
2.2	Tipi črtnih kod	3
2.3	Prednosti črtne kode.....	4
3	VZPOSTAVITEV TEMELJEV ZA UVEDBO ČRTNE KODE	4
3.1	Predstavitev problema.....	4
3.2	Cilj projekta	5
4	ANALIZA STANJA V PODJETJU	6
4.1	Predstavitev podjetja.....	6
4.2	Opis skladiščnih ter proizvodnih enot	7
4.2.1	Skladišče vhodnih materialov.....	7
4.2.2	Skladišče vnetljivih snovi in lakov.....	8
4.2.3	Lakirnica in tiskarna	8
4.2.4	Proizvodnja.....	8
4.2.5	Skladišče gotovih izdelkov	8
4.3	Analiza in predstavitev obstoječega informacijskega sistema	8
4.4	Analiza obstoječega stanja in postopkov	9
5	UVEDBA ČRTNE KODE V PODJETJU	11
5.1	Code 128.....	11
5.2	Označevanje lokacij	12
5.3	Planiranje procesa	13
5.3.1	Delovanje sistema za upravljanje proizvodnje	15
5.4	Definiranje deležnikov pri implementaciji	19
5.5	Izbira izvajalca	20
5.6	Usklajevanje obstoječe celovite programske rešitve z drugimi aplikacijami	20
6	REZULTATI UVEDBE ČRTNE KODE	21
6.1	Možnost nadaljnjega razvoja in dodelav sistema	22
7	SKLEP	22
	LITERATURA IN VIRI	23

KAZALO SLIK

Slika 1: Primerjava 1D in 2D	3
Slika 2: Tlorisna razporeditev skladiščnih in proizvodnih prostorov	7
Slika 3: Regalne označbe v regalnem skladišču.....	12
Slika 4: Talne označbe v skladiščih brez regalov	13
Slika 5: Primer čitalnika za črtne kode ter tabličnega računalnika	14
Slika 6: Črtna koda prevzema vhodnega materiala	14
Slika 7: Primer delovnega naloga, opremljenega s črtno kodo naloga, materialov ter medfaznih polproizvodov.....	16
Slika 8: Primer črtne kode polizdelka	17
Slika 9: Primer črtne kode končnega izdelka	17
Slika 10: Diagram poteka procesa nabave, proizvodne in prodaje	18

SEZNAM KRATIC

angl. – angleško

API – (angl. Application Programming Interface); aplikacijski programski vmesnik

ERP – (angl. Enterprise Resource Planning); celovita programska rešitev

IT – (angl. Information Technology); informacijska tehnologija

MES – (angl. Manufacturing Execution System); sistem za upravljanje proizvodnje

RFID – (angl. Radio Frequency Identification); radiofrekvenčna identifikacija

SQL – (angl. Structured Query Language); strukturirani poizvedovalni jezik

1 UVOD

V sodobnem poslovnem okolju, kjer se podjetja soočajo s pritiski hitrejšega odzivanja, stroškovne učinkovitosti in popolne sledljivosti proizvodnih procesov, postajajo digitalne rešitve nepogrešljiv del logistike in proizvodnje. Ena izmed tehnologij, ki bistveno prispeva k optimizaciji skladiščnih in proizvodnih procesov, je črtna koda. Kot ugotavljajo Istiqomah in drugi (2020, str. 1), je črtna koda postala ključna tehnologija, ki »poenostavi in pohitri vsako nalogo«, medtem ko McCathie in Michael (2005, str. 1) poudarjata, da gre za zrelo tehnologijo samodejne identifikacije, ki se že desetletja uporablja pri upravljanju dobavne verige.

Učinkovito upravljanje zalog, sledenje materialom in nadzor nad proizvodnjo niso več le konkurenčna prednost, temveč nuja. Z naraščajočo kompleksnostjo globalne trgovine in povpraševanja se potreba po robustnih sistemih za upravljanje skladišč samo še krepi (Deepali in drugi, 2024). Tehnologija identifikacije zaposlenim omogoča skoraj takojšne vpoglede v vse tekoče proizvodne procese (Koudelková in Pospisil, 2017, str. 193), kar izboljšuje operativno učinkovitost in zmanjšuje možnost človeških napak.

V podjetju, kjer vpeljujemo črtno kodo v skladiščno poslovanje, se srečujemo z izzivi, kot so netočne zaloge, zamude pri planiranju proizvodnje in omejena sledljivost materialov. Vpeljava črtnih kod se v tem primeru kaže kot strateška poteza za izboljšanje poslovanja, saj, kot navajajo Deepali in drugi (2024, str. 9), omogoča avtomatizacijo postopkov zajema in vnosa podatkov, s čimer se zmanjšajo napake in izboljša natančnost.

V zaključni strokovni nalogi je prikazan proces uvedbe sistema črtnih kod v skladiščno in proizvodno poslovanje izbranega podjetja. Najprej so predstavljene temeljne teoretične osnove črtnih kod, njihovi tipi ter ključne prednosti. Sledita analiza obstoječega stanja skladiščnega poslovanja v podjetju in predstavitev projekta implementacije črtnih kod v skladiščno poslovanje podjetja. Prikazana je uvedba sistema v podjetju, z vsemi potrebnimi postopki, vključno z izbiro simbologije, označevanjem lokacij, planiranjem proizvodnih procesov in integracijo s sistemom za upravljanje proizvodnje (angl. Manufacturing Execution System, v nadaljevanju MES).

Sledita ocena rezultatov uvedbe in prikaz možnosti nadaljnjega razvoja sistema. Namen naloge je torej pokazati, kako lahko vpeljava sodobne identifikacijske tehnologije bistveno prispeva k preglednejšemu, hitrejšemu in zanesljivejšemu poslovanju.

2 ČRTNA KODA

To poglavje podaja uvod v koncept črtne kode, njihovo vlogo pri hitri in zanesljivi identifikaciji izdelkov v preskrbovalni verigi ter vrste podatkov, ki jih črtne kode vsebujejo. Predstavljene so različne vrste črtnih kod, njihove značilnosti, prednosti ter razlike v načinih uporabe, ki tvorijo osnovo za razumevanje nadaljnjih vsebin.

2.1 Koncept črtne kode

Črtne kode omogočajo hitro in zanesljivo identifikacijo v katerikoli točki preskrbovalne verige. Zaradi svoje preproste in relativno poceni tehnologije so črtne kode najbolj razširjena tehnologija avtomatske identifikacije (GS1 Slovenija, brez datuma).

Oznaka s črtno kodo je vizualna podoba, ki je sestavljena iz vrstic, pod katerimi je nabor števil v strojno berljivi obliki (Istiqomah in drugi, 2020, str. 2). Črtne kode, ki so bile prvotno razvite v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja kot sredstvo za avtomatizacijo blagajniških procesov v supermarketih, so se od takrat razvile v vseprisotno značilnost sodobnih dobavnih verig, ki prežema vse vidike skladiščnih operacij (Deepali in drugi, 2024, str. 9–10). Črtne kode so enostavne za uporabo, zato se tehnologija lahko neopazno implementira v številne poslovne aplikacije. To je pomagalo utreti pot številnim drugim prednostim, kot sta boljše upravljanje zalog in nadzor kakovosti (McCathie in Michael, 2005, str. 3).

Uporaba identifikacijskih tehnologij v proizvodnih podjetjih ne pomaga samo identificirati izdelka in določiti, iz katerega materiala je izdelan, temveč zagotavlja tudi informacije o tem, kdo je njihov dobavitelj ali druge lastnosti izdelka in tako preprečuje morebitno zmedo (Koudelková in Pospíšil, 2017, str. 194).

Informacije, zapisane v črtni kodi, se lahko razlikujejo glede na namen in način uporabe. Najpogosteje vključujejo:

- identifikacijsko številko izdelka: je edinstvena koda, ki omogoča identifikacijo izdelka na vseh točkah dobavne verige. Le-ta omogoča boljše sledenje izdelkov, natančnejše upravljanje zalog in preprečuje krajo. Kot poudarja McCue (2022), črtne kode poenostavijo in pohitrijo sledenje zalogam v skladiščih ter omogočajo avtomatizacijo delovnih tokov;
- ceno izdelka: črna koda običajno oz. lahko vključuje tudi informacijo o ceni izdelka, kar omogoča hitro in natančno obračunavanje na prodajnih mestih. Liberto (2021) navaja, da črtne kode omogočajo takojšen dostop do podatkov o ceni in zalogi, kar je ključno za maloprodajo;
- količino izdelka: v nekaterih primerih sistem črtne kode omogoča tudi kodiranje količine izdelka, kar dodatno podpira natančnost pri vnosu zalog in spremljanju inventarja.

Dickinson (2025) pravi, da simbologija, kot je Code 128, omogoča vključevanje podatkov, kot so serijska številka, količina in datum veljavnosti;

- datum proizvodnje in poteka veljavnosti: pri izdelkih z omejenim rokom trajanja, kot so prehranski ali farmacevtski izdelki, je vnos datuma ključnega pomena (Jarret, 2025).

2.2 Tipi črtnih kod

Obstaja več tipov oziroma simbologij črtnih kod. Vsaka od njih ima določene prednosti in slabosti. Nekatere vrste so se razvile zaradi zgodovinskih in političnih razlogov, druge zaradi dejanskih tehničnih prednosti uporabe, kot so gostota zapisa, velikost, zanesljivost pri odčitavanju, možnost kodiranja raznovrstnih znakov tako števil kot črk in simbolov (Leoss, d. o. o., brez datuma a).

Glede na potrebe označitve in okolja uporabe se uporabljajo različne kodne simbologije. Kodna simbologija je skupek pravil, ki določa pravila za pretvorbo števil in/ali znakov v niz grafičnih elementov (GS1 Slovenija, brez datuma).

Po navedbah podjetja Leoss, d. o. o., (brez datuma b) je poznanih več tipov črtnih kod, ki se jih v osnovi deli na linearne (1D) in sestavljene (2D):

- enodimenzionalne 1D (linearne) črtne kode: simbologija Code 128, simbologija Code 128 B, simbologija Code93 full ASCII, simbologija Code93, simbologija Code 39, družina simbologij GS1 DataBar, simbologija ISBN, simbologija EAN-13 idr.;
- dvodimenzionalne 2D (sestavljene) črtne kode: simbologija QR, simbologija Micro QR, simbologija Data Matrix, simbologija PDF-417, simbologija Aztec Code, simbologija MaxiCode.

Po Leoss, d. o. o., (brez datuma b) se med seboj kodi 1D- in 2D- razlikujeta predvsem v treh ključnih elementih, vizualno pa sta prikazani na sliki 1:

- po količini podatkov – ta je v sestavljenih kodah znatno večja,
- po površini – ta je v primeru sestavljenih črtnih kod neprimerno manjša in
- po načinu zajema podatkov.

Slika 1: Primerjava 1D in 2D



Vir: BarcodeLive (2022).

2.3 Prednosti črtne kode

Prednosti uporabe informacijskega sistema s črtno kodo so očitne za skladiščne operacije, zlasti v prometnih skladiščnih sistemih, kjer so koristi še bolj izrazite. Delo s črtnimi kodami je preprosto, zaposleni se osvobodijo podvajanja in dodatnega dela (Hong–Ying, 2009). Implementacija črtne kode v sistem za upravljanje skladišča ima številne prednosti, kot so pospešitev vstopa in izstopa blaga v skladišču v realnem času, prepoznavanje blaga in lokacije za poenostavitev odlaganja in komisioniranja, izboljšanje točnosti podatkov, izboljšanje storitev za stranke, zmanjšanje možnosti razprodaje zalog, zmanjšanje stroškov, ravnanje v skladiščih in zmanjšanje človeških napak, ki nastanejo zaradi ročnega ravnanja; vse te stvari lahko povečajo učinkovitost v skladišču (Istiqomah in drugi, 2020, str. 2).

Raziskave kažejo, da lahko uvedba rešitve s črtno kodo pozitivno vpliva na kakovost vodenja skladišča tako v smislu prihranka časa, izgube dohodka zaradi reklamacij kupcev, kakovosti podatkov v sistemu, stroškov osebja, kot tudi na imidž podjetja pri zagotavljanju visoko kakovostnih dostavnih storitev strankam (Frusman in Wibisono, 2014, str. 230–238). Prav tako pa uvedba črtne kode v podjetje prinaša naslednje ključne principe sledljivosti: identifikacijo izdelkov, proizvodov in logističnih enot, beleženje vseh zaporednih povezav med proizvodnimi serijami in logističnimi enotami, beleženje podatkov za sledljivost preko celotne preskrbovalne verige ter zagotovitev vseh potrebnih podatkov za sledljivost za naslednjega partnerja (komunikacija) (GS1, 2017).

3 VZPOSTAVITEV TEMELJEV ZA UVEDBO ČRTNE KODE

V podjetju, v katerem sem zaposlen, uvajamo črtno kodo v poslovanje. V nadaljevanju predstavljam, zakaj je treba uvesti digitalne rešitve v podjetje, s katerimi konkretnimi težavami in izzivi se srečujemo v proizvodnji in skladišču, kaj si želimo doseči s projektom ter katere omejitve in pogoje moramo upoštevati pri izvedbi. Opise posameznih korakov ter njihovo pravilnost dopolnjujem z ugotovitvami in razlago iz obstoječe literature.

3.1 Predstavitev problema

V izbranem podjetju se srečujemo s težavo sledenja v proizvodnem procesu in pri samem materialu v skladišču. Istiqomah in drugi (2020, str. 1) pravijo, da bo razporeditev blaga oziroma artiklov v skladišču vplivala na organizacijo poslovanja v smislu pretoka blaga, kakovosti, zmogljivosti, fleksibilnosti, tako da bo povečala učinkovitost skladiščnega procesa.

Občasno se pojavi težava pri reklamacijah končnih izdelkov, saj le s težavo pridemo do podatkov, iz katerih vhodnih materialov je bil izdelek narejen in kdaj smo ga prejeli v skladišče. Prav tako se srečujemo s pavšalnimi podatki o sami porabi surovin, saj se nekatere

surovine razknjižujejo po normirani porabi namesto po dejanski porabi, saj ni sprotnega odčitavanja porabe materialov in dejanskega razknjiževanja.

Posledica tega so netočne dejanske zaloge materialov in odstopanja pri rednih inventurah. Kot navajajo tudi Deepali in drugi (2024, str. 9), je ena glavnih prednosti črtnih kod v njihovi zmožnosti avtomatiziranja postopkov zajema in vnosa podatkov, s čimer se čim bolj zmanjšajo človeške napake in izboljša točnost podatkov. Pri samem planiranju proizvodnje se srečujemo s težavami povečanih zastojev z določenimi materiali in s težavo ugotavljanja, točno kateri materiali to so. Deepali in drugi (2024, str. 9) pravijo, da s pritrjevanjem edinstvenih nalepk s črtno kodo na izdelke, palete, police in druga sredstva lahko skladišča učinkovito digitalizirajo svoj inventar in sledijo gibanju blaga z izjemno natančnostjo in učinkovitostjo. Prav tako je težava pri planiranju same proizvodnje, saj v podjetju ne uporabljamo nobenega planiranega programa, ki bi nam omogočal smiselno in realno planiranje proizvodnje in spremljanje zasedenosti samih strojev. Tudi tu Deepali in drugi (2024, str. 10) navajajo, da s skeniranjem črtnih kod na različnih stičnih točkah vzdolž dobavne verige organizacije lahko sledijo gibanju blaga od proizvodnje do distribucije, kar omogoča boljše napovedovanje povpraševanja, upravljanje zalog in storitve za stranke. Posledično se pogosto pojavljajo zamude pri dobavah zaradi prezasedenosti strojev, hkrati pa se težko držimo načela, ravno še pravočasno (angl. just in time) pri sami nabavi materialov.

3.2 Cilj projekta

V izbranem podjetju smo se odločili digitalizirati proizvodni in skladiščni proces – vse od nabave vhodnih surovin, proizvodnega procesa in sledenja končnim artiklom ter skladiščnih lokacij, kot podporo celoviti programski rešitvi oz. prvotnemu sistemu (angl. Enterprise Resource Planning, v nadaljevanju ERP).

Z uvedbo črtne kode v skladiščno poslovanje naj bi bila boljša kontrola nad samim proizvodnim procesom in tudi skladiščnim poslovanjem. Ves vhodni material bomo opremili s svojimi unikatnimi črtnimi kodami, ki bodo spremljale surovine vse od prejema v skladišče, preko litografske operacije, proizvodnega procesa do končne pakirne enote. Končni proizvodi bodo opremljeni s črtno kodo, da zagotovimo lažje povratno sledenje.

Cilj uvedbe črtne kode je, da bomo lažje spremljali sam proizvodni proces določenega izdelka z vsemi vmesnimi operacijami, zastoji po strojih in v predvidenem času dokončanja posameznega delovnega naloga. Sama vpeljava črtne kode najprej v skladiščni, v nadaljevanju pa tudi v proizvodni proces bo omogočila boljše sledljivost po posameznih delovnih nalogah in projektih. Posledično bo izboljšala skladiščno poslovanje, hkrati pa nam bo omogočila tudi nadaljnji razvoj in implementacijo nalog kontrolne službe v sam delovni proces.

Pomemben vidik vpeljave črtne kode je sama sledljivost vse od prejema blaga, sledenja skozi proizvodnjo do izdaje končnih produktov naročniku oz. kupcu. Sledljivost mora biti mogoča skozi daljša obdobja in podprta z zapisi in podrobnostmi o porabljenem materialu ter s podrobnostmi na samem delovnem nalogu. Sledenje in podporo črtnim kodam bomo zagotovili z dodatnim sistemom za upravljanje proizvodnje, torej z MES, ki bo služil kot podpora glavnemu ERP, ki se uporablja v podjetju.

4 ANALIZA STANJA V PODJETJU

V četrtem poglavju je predstavljeno izbrano podjetje (2024), njegovo delovanje na področju proizvodnje in skladiščenja, kateri informacijski sistemi podpirajo poslovne procese ter katere izzive in omejitve trenutno zaznava pri vodenju proizvodnje in materialnega toka, kar je ključno za razumevanje, zakaj je uvedba črtne kode nujna za izboljšanje učinkovitosti in preglednosti poslovanja.

4.1 Predstavitev podjetja

Izbrano podjetje je specializirano za izdelavo vseh vrst zapork na področju prehranske, farmacevtske in kemične industrije. Ustanovljeno je bilo leta 1912 in je v letih svojega razvoja postalo ugleden evropski in svetovni proizvajalec zapork, z lastnim znanjem (angl. know-how), tehnološko sodobnimi sistemi in procesi, integralnim transportom, inženiringom, vključno s servisiranjem in merilno tehniko. Zaradi priznane visoke kakovosti proizvodnje, razvoja in poslovanja je izbrano podjetje julija 1992 pridobilo certifikat ISO 9001. Junija 2000 je izbrano podjetje prešlo v last Gruppe Rauh – Nemčija (Gornik, 2019).

Oddelek za zagotovitev kakovosti tovarne ima najsodobnejše laboratorije za testiranje materialov in proizvodov. Kontrola kakovosti je prisotna v vseh proizvodnih fazah, kjer je vsak trenutek proizvodnje strogo kontroliran (Izbrano podjetje, 2021).

Na spletni strani izbranega podjetja (2024), predstavljajo le osnovni proizvodni program, vendar je po dogovoru možno izdelati tudi izvenserijska in maloserijska naročila po željah, s svetovanjem in oblikovanjem. Na voljo je naslednji osnovni program zapork:

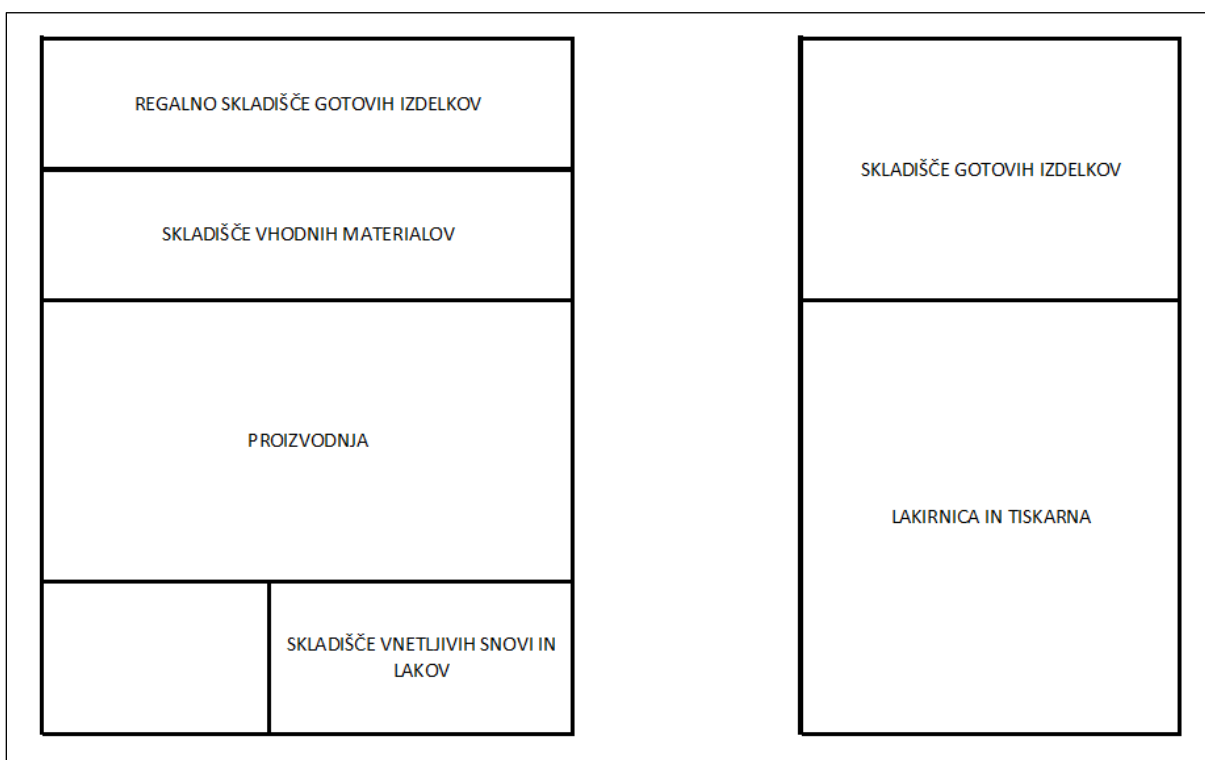
- navojne zaporke so izdelane iz posebno tanke aluminijaste pločevine. Površina je lakirana ali litografirana po naročilu kupca. Po želji je na zaporki lahko natisnjen napis ali znak. Navojne zaporke imajo varnostni obroček s perforacijo (po nepoškodovani perforaciji uporabnik pijače ali farmacevtskega izdelka spozna, da steklenica ni bila odprta);
- plinotesne navojne zaporke so izdelane iz legirane aluminijaste pločevine. Površina je lakirana ali litografirana po izbiri kupca. Po želji je na zaporki lahko natisnjen znak ali napis. Večina plinotesnih zapork ima varnostni obroček s perforacijo (VP-...). Na varnostnem obročku se po želji lahko naredi tudi šest prečnih zarez;

- navojne dekorativne zaporke se razlikujejo po tem, da imajo spodnji del podaljšan in tako je na njem dovolj prostora za napis ali znak po želji kupca. Ker je zaporka zelo dekorativna, se uporablja za pakiranje ekskluzivnih žganih pijač, v zadnjem času tudi za vina.

4.2 Opis skladiščnih ter proizvodnih enot

Izbrano podjetje ima vse proizvodne in skladiščne prostore na eni lokaciji, in sicer v Ljubljani. Za samo proizvodnjo ne uporablja nobenega zunanjega skladišča ali proizvodnje, tako da so lahko vsi postopki in skladišča pod nadzorom, torej centralizirano. Na sliki 2 je prikazana sama razporeditev proizvodnje in skladiščnih prostorov, ki so v nadaljevanju tudi opisani.

Slika 2: Tlorisna razporeditev skladiščnih in proizvodnih prostorov



Vir: lastno delo.

4.2.1 Skladišče vhodnih materialov

Za glavne vhodne materiale uporabljamo aluminijaste plošče, lake in redčila ter razne granulate in tesnila. Poleg omenjenih uporabljamo tudi pomožne materiale, kot so kartoni, palete, lepilni trakovi ter ovijalne folije. Ti materiali, z izjemo lakov in redčil, se skladiščijo v skladišču vhodnih materialov na paletah. Vhodno skladišče ne vsebuje regalne namestitve, temveč le talne označbe po koridorjih, kamor skladiščniki odlagajo prispele pošiljke.

4.2.2 Skladišče vnetljivih snovi in lakov

Za proizvodnjo barvnih zapork uporabljamo različne barvne lake in redčila, ki zahtevajo protieksplzijske standarde skladiščenja teh snovi. Zato imamo posebej opremljeno in od ostalih proizvodnih in skladiščnih prostorov ločeno skladišče, ki je namenjeno le vnetljivim snovem ter lakom in barvam.

4.2.3 Lakirnica in tiskarna

Prvi korak pri proizvodnji aluminijastih zapork je barvanje ter lakiranje aluminijastih plošč na zeleno barvo z zelenim tiskom. Za ta postopek uporabljamo proizvodni prostor tiskarne in lakirnice, v kateri se nahajata dve tiskarsko–lakirni liniji, ki barvata in lakirata aluminijaste plošče z že izrisano grafiko in predvidenim izsekom.

4.2.4 Proizvodnja

Drugi in hkrati zadnji korak pri proizvodnji aluminijastih zapork pa je sama proizvodnja zapork. V proizvodni hali se tako uporabljajo aluminijaste plošče, ki so prispele iz tiskarne. V tej fazi se aluminijaste plošče preoblikujejo v zaporke skozi različne proizvodne postopke, prav tako pa se v zaporke vložijo tudi tesnila. Po končanem vlaganju tesnil se zaporke pakirajo v škatle v različnih količinah, same škatle pa se zložijo na palete.

4.2.5 Skladišče gotovih izdelkov

V podjetju uporabljamo dva namenska skladišča gotovih izdelkov. Prvo skladišče je regalno skladišče in je namenjeno velikoserijskim izdelkom, ki jih izdelujemo tudi na zalogo in je pričakovano, da bodo izdelki tudi nekaj časa na zalogi. Drugo skladišče pa je samostojno skladišče gotovih izdelkov, katerega namen je takojšnja oz. čimprejšnja odprema. To skladišče ne vsebuje regalnega skladišča zaradi hitre odpreme ali prevelike teže za regalno skladišče po posameznem paletnem mestu.

4.3 Analiza in predstavitev obstoječega informacijskega sistema

V podjetju uporabljamo dve programski rešitvi. Prvi sistem je Microsoft Navision 2009, ki predstavlja ERP. ERP pomeni, da gre za centralni integrirani poslovni sistem, ki omogoča celovito vodenje podjetja in predstavlja celovito programsko rešitev informatizacije poslovanja podjetja. Kovačič in Bosilj Vukšić (2005, str. 227) pravita, da je glavni cilj programske rešitve ERP povezati vse oddelke in enote podjetja z enim samim računalniškim sistemom – s centralno bazo podatkov. ERP zagotavlja enoten uporabniški vmesnik za izvajanje in upravljanje temeljni aktivnosti znotraj podjetja.

Poleg ERP v podjetju uporabljamo še drugo programsko rešitev – različico MES. Kot navajata Kovačič in Bosilj Vukšić (2005, str. 302–303), MES zagotavlja informacije, ki omogočajo optimizacijo proizvodnih aktivnosti od izdaje proizvodnega naloga do njegove realizacije. MES zagotavlja sledljivost skozi proizvodnjo, obvladuje proizvodni proces vključno s spremljanjem zastojev ter ključnih kazalnikov proizvodnega procesa, hkrati pa spremlja kakovost proizvodov. Navedene funkcionalnosti v največji možni meri temeljijo na realnih podatkih iz proizvodnega procesa, ki se obdelujejo v realnem času.

Prvi sistem ERP Microsoft Navision 2009 se v podjetju uporablja v vseh glavnih ter podpornih službah podjetja (finance, računovodstvo, nabava, prodaja in delno tudi proizvodnja), kot tudi za izdelavo in planiranje delovnih nalogov ter temelji na strukturiranem poizvedovalnem jeziku (angl. Structured Query Language, – SQL). V tem programu vodijo tudi kadrovske delovne enote in plače, komercialni del poslovanja, tudi skladiščno poslovanje, a le do neke mere, izdeluje nabavne, proizvodnje in prodajne naloge, prav tako pa v tem programu določajo tudi kosovnice in proizvodne postopke za posamezen izdelek.

Drugi informacijski sistem, MES, pa je program slovenskega podjetja, v preteklosti razvit za takratne potrebe našega podjetja. Ta sistem uporabljamo v tiskarni in proizvodnji kot podporo papirnatim delovnim nalogom, kamor zaposleni vpisujejo proizvedene količine po posameznem delovnem nalogu ter hkrati deluje kot arhiv vseh delovnih nalogov.

Sistema med seboj nista povezana, razen na način, da MES prejema iz ERP delovne naloge, tako da je za preverjanje in zaključevanje delovnih nalogov treba uporabljati obe programski rešitvi. Delovni nalogi se namreč zaključujejo v ERP.

4.4 Analiza obstoječega stanja in postopkov

V izbranem podjetju uporabljamo že zelo utečen proizvodni postopek, in sicer že več kot 20 let. V grobem se deli na nabavno službo, ki zagotovi surovine za izdelavo, prodajno službo, ki prejema naročila in organizira Transporte, ter službo vodij proizvodnje, ki organizirata samo proizvodnjo in tiskarno, ki kreirata delovne naloge. Na koncu skladišče poskrbi za skladiščno poslovanje in odpreme.

V prvem koraku se začne proces odvijati v programu Microsoft Navision 2009, v katerem se za potrebe nabave kreira nabavni nalog, ki ga pošljemo dobaviteljem za specifičen material z želenim datumom dobave. Ko v skladišče prispe naročeno blago, ga prevzamemo na zalogo in fizično opremimo z "govorečo šifro prevzema". V praksi to pomeni, da vsak prevzem prejme svojo oznako, ki je sestavljena iz zaporedne številke prevzema v tekočem mesecu, s črko, ki označuje mesec, ter dodatno številko, ki označuje leto prevzema (primer: 87C23 – zaporedna številka 87 pomeni 87. prevzem blaga, črka C označuje mesec marec, številka 23 pa označuje leto prevzema blaga, torej 2023). Hkrati vodimo še svojo evidenco vseh prevzemov. Blago se odloži v skladišču na prosto mesto.

V prodajnem oddelku se kreira prodajni nalog, ki vsebuje podrobnosti kupčevih specifikacij za posamezne zaporse z določeno ceno, rokom dobave, pogoji plačila in naslovom dostave. Iz nabavnega naloga se nato kreirata dva delovna naloga za vsak izdelek – za litografijo in proizvodnjo. Prvi delovni nalog je delovni nalog za litografijo, ki vsebuje potrebe aluminijastih plošč, lakov ter redčil, drugi delovni nalog pa je delovni nalog proizvodnji, ki vsebuje dokončan material iz litografskega delovnega naloga, kot tudi ostale materiale za izdelavo končnega proizvoda – zaporse. V obeh delovnih nalogih se določita proizvodni postopek in kosovnica potrebnih surovin z njihovo količino za izdelavo proizvodov.

Oba delovna naloga morata vsebovati točno določen proizvodni postopek ter morebitne recepture za izdelavo proizvoda, hkrati pa vsebujeta tudi točno določene delovne stroje, na katerih se bo proizvajal nalog. Izbira proizvodnega procesa je vnaprej točno definirana, ker sta za vsak tip zaporse potrebna določen proces in lasten skupek delovnih strojev.

Ko sta oba delovna naloga pravilno izpolnjena, se delovni nalog preko sistema Navision pošlje v MES-programsko rešitev, ki služi kot pomožni elektronski list delovnega naloga, hkrati pa se nalogu spremeni status v "izdano". Delovni nalog se fizično natisne in služi kot list za sledenje procesa ter porab v sami proizvodnji.

Oba delovna naloga, litografski in proizvodni, služita kot navodilo skladiščnikom, da pripravijo vhodni material za izdelavo zaporse, ki je definirana na delovnih nalogih, ter zagotovijo premik materiala na določeno lokacijo – v litografski oddelek ali proizvodni oddelek.

Delavci na ta način lahko začnejo s samim proizvodnim procesom izdelovanja zapork. Ko je potrebna količina za dokončanje delovnega naloga narejena, delavci na fizični list delovnega naloga vpišejo porabo materiala ter proizvedeno količino.

Delovni nalog se zaključi, ko se proizvedena količina prestavi v skladišče dokončanih proizvodov. Skladiščnik preveri količino na listu delovnega naloga in porabo materiala ter jih ročno vnese v ERP, hkrati pa se nalog označi kot "dokončan" v sistemih ERP in MES. S tem se delovni nalog zapre, na zalogi v MES se prikaže proizvedena količina in zmanjšana količina vhodnega materiala ter posodobi stanje aktualnih zalog. Na prodajnem nalogu se pojavi oznaka, da je zahtevana količina na voljo za odpremo. Prodajna služba obvesti kupca o pripravljenosti blaga za izdajo in se dogovori o načinu dostave.

Slabost obstoječega sistema in postopkov je, da nimamo vpogleda v trenutno stanje proizvodnje (v kateri fazi in proizvodnem postopku se nahaja določen delovni nalog) in porabe. Prav tako imamo zelo slabo sledenje materialom in proizvodom pri samih postopkih ter porabi, saj se kot porabe vpisujejo le porabe porabljenih količin, ne pa tudi številke prevzemov oz. šarže prevzema, hkrati pa se zaloga porabljenih materialov posodobi šele ob zaključevanju naloga. Težavo predstavlja tudi sledenje in lociranje vhodnih materialov in dokončanih proizvodov, ker nikjer ni zapisano, kje točno se material ali proizvod nahaja v

skladišču, saj sistemska evidenca lokacij posameznih materialov ne obstaja zaradi odsotnosti vpisovanja lokacij pri prevzemu vhodnih materialov ali dokončanih proizvodov.

5 UVEDBA ČRTNE KODE V PODJETJU

Pri načrtovanju uvedbe črtne kode v poslovanje našega podjetja smo se soočili z dejstvom, da obstaja široka paleta različnih tipov črtnih kod, ki se uporabljajo po svetu. Vsaka od teh ima svoje specifične lastnosti in je prilagojena določenim potrebam – od enostavnih linearnih kod, kot je Code 39, do kompleksnejših, kot je QR-koda, ki omogoča shranjevanje večjih količin podatkov.

5.1 Code 128

Po temeljitem premisleku in analizi naših poslovnih procesov smo se kljub tej raznolikosti odločili za uvedbo črtne kode Code 128. Razlogi za to izbiro so njena preprostost, zanesljivost in prilagodljivost, ki popolnoma ustrezajo našim specifičnim zahtevam. V našem podjetju bomo črtno kodo Code 128 uporabljali izključno za notranje namene – predvsem za sledenje izdelkom skozi proizvodni proces ter za učinkovito upravljanje skladiščnih zalog. Za zunanje partnerje in kupce ne bo imela posebne vrednosti oziroma jim ne bo posredovala uporabnih informacij, ker je njena uporaba omejena na interno poslovanje. Prav tako ne bo del komunikacije s strankami ali vključena v prodajne procese, saj je naš cilj z uvedbo črtnih kod izboljšati predvsem notranjo organizacijo in preglednost, ne pa zagotavljati podatkov za zunanje uporabnike. Izbrali smo rešitev, ki je optimalna za naše potrebe, hkrati pa ostaja enostavna za implementacijo in uporabo.

Code 128 je ena izmed najbolj razširjenih črtnih kod. Pogosto se uporablja v različnih panogah, vključno s proizvodnjo. Scandit (brez datuma) navaja naslednje prednosti njene uporabe v proizvodnji:

- velika gostota podatkov: Code 128 omogoča shranjevanje velike količine podatkov na majhni površini črtne kode. To je še posebej koristno v proizvodnji, kjer je treba shranjevati in slediti velikemu številu podatkov, kot so serije, količine in roki uporabnosti izdelkov;
- podpora alfanumeričnim znakom: Code 128 podpira alfanumerične znake, kar omogoča shranjevanje različnih vrst podatkov, vključno s tekstom, številkami in simboli. To je še posebej koristno v proizvodnji, kjer je treba shranjevati in slediti različnim vrstam podatkov, kot so serijske številke, imena izdelkov in opisi;
- visoka natančnost branja: Code 128 omogoča visoko natančno branje črtne kode, kar zmanjšuje možnost napak pri branju podatkov. To je še posebej pomembno v proizvodnji, kjer lahko že majhne napake pri branju podatkov povzročijo velike stroške in zamude.

Učinkovitost: uporaba Code 128 omogoča učinkovitejše in hitreje procese v proizvodnji, kar zmanjšuje stroške in povečuje produktivnost. Z uporabo Code 128 se izboljša sledljivost izdelkov, kar je pomembno za spremljanje proizvodnih procesov in zagotavljanje kakovosti izdelkov (Scandit, brez datuma).

5.2 Označevanje lokacij

Da bi uvedba črtne kode v samo poslovanje podjetja prinesla učinkovitost na najvišji možni ravni, moramo v sam proces poslovanja vnesti še nekaj ključnih korakov. S tem bo delovanje sistemov uspešno in konstantno.

Za učinkovito delovanje in sledenje samega procesa je treba zagotoviti fizično označenost vseh lokacijskih mest. To v praksi pomeni, da je treba v vseh skladiščnih in proizvodnih prostorih označiti lokacijska mesta posameznih paletnih mest, določiti transportne poti in sistemsko smiselno razdeliti posamezne lokacije.

V podjetju smo se odločili, da bomo v prvem koraku sistemsko in fizično razdelili proizvodnji in skladišča na posamezne enote. S talnimi in regalnimi nalepkami ter oznakami bomo označili posamezna paletna mesta v vseh skladiščih in proizvodnji. Na ta način bomo zagotovili, da bomo v vsakem trenutku vedeli, kje se določeno blago nahaja in kakšna je njegova količina na določeni lokaciji.

Prostore smo sistemsko razdelili v naslednje skupine, kot je razvidno na sliki 2:

- skladišče vhodnih materialov,
- regalno skladišče,
- šotor oz. skladišče končnih izdelkov,
- skladišče lakov,
- tiskarna in
- proizvodnja.

Znotraj teh skupin smo določili posamezna mesta in lokacije ter jih opremili s šifro lokacije in črtno kodo. Izdelali smo regalne označbe za celotno regalno skladišče in z njimi opremili vsako paletno mesto kot prikazuje slika 3.

Slika 3: Regalne označbe v regalnem skladišču



Vir: lastno delo.

V skladiščih brez regalov smo izdelali talne označbe, kot prikazuje slika 4, s čimer smo omogočili identifikacijo posameznih polj. Na ta način smo omogočili neovirane prehode med talnimi polji, saj talne označbe ne predstavljajo fizičnih ovir za viličarje.

Slika 4: Talne označbe v skladiščih brez regalov



Vir: lastno delo.

Sistemske in fizične smo označili tudi posamezne stroje, ker želimo vedeti, kaj se v nekem trenutku dela na posameznem stroju. Označba strojev nam bo omogočila spremljanje zasedenosti posameznih strojev in linij ter njihove proizvedene količine v določenem časovnem obdobju. Hkrati bomo s tem zagotovili, da ne bo prihajalo do internih napak ob uporabi napačnega delovnega stroja.

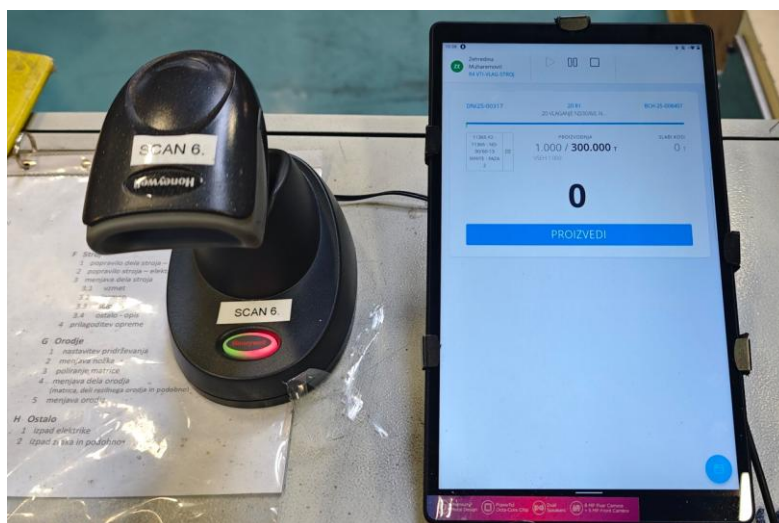
Za učinkovitost in nemotenost procesa uporabe črtne kode v proizvodnji bomo potrebovali novo strojno opremo, ki bo nameščena na samih lokacijah. Med pomembnejšo strojno opremo spada nakup novih tabličnih računalnikov, na katerih se bo uporabljal novi MES-program, in nakup čitalcev črtnih kod, ki jih bodo zaposleni uporabljali pri vpisovanju porabe in proizvedene količine. Za lažje fizično sledenje smo se odločili za tiskanje črtnih kod po posameznih fazah proizvodnje, tako da bomo po vsaki operaciji natisnili svojo oz. posebno črtno kodo.

5.3 Planiranje procesa

Prvi korak k uvedbi črtne kode v proces poslovanja podjetja bo komunikacija med ERP in MES. To pomeni, da lahko iz ERP pošiljamo podatke v novi MES, prav tako pa lahko iz MES prejmemo podatke v ERP. S tem bomo zagotovili potrebo po sledenju aktualne proizvodnje ter zaloge tudi v MES, kar bo omogočilo sinhronizacijo obeh sistemov.

V drugem koraku bomo vse proizvodne prostore opremili s čitalniki črtnih kod, s katerimi bodo operaterji strojev skenirali črtne kode porabljenega vhodnega materiala. Poleg tega bodo operaterji strojev uporabljali tablične računalnike za vnos porabe materiala in proizvedenih količin, kot prikazuje slika 5. Tako bomo vedno vedeli, kaj se nahaja na posamezni lokaciji.

Slika 5: Primer čitalnika za črtne kode ter tabličnega računalnika



Vir: lastno delo.

V trenutku, ko bomo imeli označene vse stroje in paletna mesta, moramo zagotoviti označitev vhodnega materiala, kar bomo storili z uvedbo črtne kode posameznih prevzemov vhodnega materiala – v praksi to pomeni, da bo vsaka pošiljka dobila svojo unikatno črtno kodo, ki je ponazorjena s sliko 6. Vhodni material se bo nato skladiščil na točno določenih paletnih mestih z natančno sledljivostjo dokumentacije prevzema.

Slika 6: Črtna koda prevzema vhodnega materiala



Vir: lastno delo.

Označevanje posameznih operacij je interna zahteva v proizvodnem procesu delovnega naloga, zato bomo zagotovili tiskalnike črtnih kod, da bodo operaterji strojev lahko za vsako operacijo natisnili novo črtno kodo, ki bo označevala fazo v proizvodnem postopku oziroma polizdelek.

Zaradi nakupa novih tabličnih računalnikov in čitalcev črtne kode, ki delujejo preko brezžične internetne povezave, bomo morali investirati v novo strojno opremo omrežnih dostopnih točk in pokritosti vseh proizvodnih ter skladiščnih prostorov, saj v preteklosti v teh prostorih ni bilo zagotovljene brezžične internetne povezave. Večje število novih tabličnih računalnikov in zahteva po hitri odzivnosti sistema sta pokazala potrebo po nadgraditvi in pohitritvi same internetne povezave v optično internetno povezavo. Z

nadgraditvijo internetne povezave se je pokazala potreba po nakupu novih usmerjevalnikov in razdelilnikov internetne povezave.

V ERP bo potrebna dodelava za izpis črtne kode delovnega naloga, ki jo bodo operaterji skenirali in vnesli v MES za zagon naloga. Poleg tega bodo izpisane tudi črtne kode materialov, ki jih bodo operaterji skenirali pri vpisovanju porabe materiala. S tem bomo zmanjšali tveganje človeških napak pri izbiri naloga in porabi materiala. V želji po boljši sledljivosti delovnih nalogov bomo vsem zaposlenim dodelili svojo unikatno številko, s katero se bodo prijavi v MES in s katero bodo zagnali dodeljen delovni nalog.

Po končanem delovnem nalogu bomo končne izdelke opremili s svojo unikatno črtno kodo in jih prestavili v skladišča končnih izdelkov. S tem bomo zagotovili sledljivost in vpogled v zgodovino posameznega končnega izdelka.

Za sledljivost in varnost bomo vzporedno pripravili Excel tabelo v pisarni vodje proizvodnje, kjer bodo operaterji ob koncu izmene sporočili proizvedene količine po posameznih delovnih nalogih in pripadajoče serijske številke. Kasneje bo ta postopek opuščen.

5.3.1 Delovanje sistema za upravljanje proizvodnje

Proces delovanja MES s podporo črtnim kodam poteka po postopku, ki ga opisujem v nadaljevanju. Nabavna služba izdela nov nabavni nalog z določenim materialom, ki ga pošlje dobavitelju, hkrati pa ga pošlje tudi v MES. Ko material prispe v skladišče, skladiščnik prevzame blago v MES, ki prevzetemu blagu samodejno dodeli novo serijsko številko. Skladiščnik natisne črtno kodo in označi blago z nalepkami. Po zaključku prevzema v MES se podatki o prejetem blagu (količina in črna koda) samodejno pošljejo v ERP. Prodajna služba ob prejetem novem naročilu v ERP ustvari nov prodajni nalog. Ko vnese vse potrebne informacije o artiklu, ki ga stranka želi, ga zaključi in pošlje v izdelavo delovnih nalogov.

Za posamezen prodajni nalog se v ERP vedno kreirata dva delovna naloga: litografski in proizvodni. Vsak delovni nalog mora vsebovati: številko delovnega naloga, šifro izdelka, ki ga proizvajamo, potrebne materiale za izdelavo (kosovnica) in proizvodni postopek (faze izdelave). Vodja litografske proizvodnje pregleda prodajni nalog in odpre nov litografski delovni nalog, v katerem določi potrebe materiala, proizvodno kosovnico ter proizvodni postopek (faze) za izdelavo lakiranih in tiskanih aluminijastih plošč. Vodja proizvodnje ustvari proizvodni delovni nalog, v katerem določi potrebne materiale, vključno s polakiranimi in potiskanimi aluminijastimi ploščami iz litografskega dela proizvodnje. Poleg tega v kosovnico doda tudi druge potrebne materiale za dokončanje končnega proizvoda ter določi proizvodni postopek (faze). Oba delovna naloga se pošljeta iz ERP v MES in hkrati fizično natisneta, saj vsebujeta črtne kode delovnega naloga in materialov, kar vidimo na sliki 7.

Slika 7: Primer delovnega naloga, opremljenega s črtno kodo naloga, materialov ter medfaznih polproizvodov

NALOG PROIZVODNJI
Za izdelek **DNI25-00318** torek, 04. februar 2023 1/1
PLUTAL-2000/LBOLE

Proizvajalec: Andraj Maček
Št. PN / PNI25-00207 Datum nar.: 28.01.23, Naročnik: 10299 KUTJEVO d.d.
Customer PO Number: ; Customer stock code: ; Št. nezvrižnega sklicevanja: DNI25-00318
Vežano na DN: _____

PRODUCTION ORDER

Št. artikla	Opis	Planirana količina	Dokončana količina	EM	Paliranje	Sarža	Končni datum
15307	ND-30/60-13 DAKOVAČKA VINA B bela	300			3T	2F	12.02.25

Št. naročila: _____

COMPONENTS

Št. artikla	Barcode	Opis	EM	Planirana koli.	Dokončana koli.	Sarža	Poraba
35613	35613	ND30 AL 988x832,5x0,23 PE BELA	PLO	3.000	0		
57341	57341	VLOŽEK EPE-13 28,7 + 2,0 SARANEX ALK.300	3T	302	0		
5320	5320	KARTON_ZL_585X80X320 (ALU)BREZ HAPISA	KOS	302	0		
8642	8642	VREČKE PE HD 1100x900x0,02 ALU	KOS	302	0		
8920	8920	PALETA 1200X1000 (nosilnost 1200 kg)	KOS	13	0		
8579	8579	LEPILNI TRAK	KOS	16	0		
5067	5067	FOLIA PVC ZA STROJNO OVIVIANJE PALET STRECH FOLIA	KG	4	0		

ROUTINGS

Št. operacije	Št.	Opis	Čas (od - do)
10	31	SEKANJE MAICA 1+2+3 VLEK	17,15
20	365	BOČNI TISK	34,30
30	81	VLAGANJE ND30/60, ND28/44	30,00
40	510	Kamera ND	10,00

535
10. 02. 2025

NALEPKA: _____ Sprejel: _____ Potrditev kontrole: _____
Izdelano: _____ Datum: _____ Datum: _____
UNIČENO: _____

000026278
DNI25-00318
15307-F1 - 15307 - ND-30/60-13
DAKOVAČKA VINA - Faza 1

000026278
DNI25-00318
15307-F2 - 15307 - ND-30/60-13
DAKOVAČKA VINA - Faza 2

Vir: lastno delo.

Ker delovna naloga vključujeta materiale, MES zazna potrebo po premiku materiala iz skladišča na novo lokacijo. Skladišče na podlagi tega pripravi in premakne material v proizvodnjo ali tiskarno.

Ko je material na voljo, operaterji strojev prijavijo svojo unikatno številko v MES, izberejo (skenirajo) črtno kodo stroja in naloga, ki jo dobijo na natisnjem delovnem nalogu. Za dodatno varnost poskenirajo tudi črtne kode materiala, da zagotovijo pravilno uporabo materiala iz kosovnice. Po tem pritisnejo tipko za začetek in začnejo s proizvodnjo.

Vsak delovni nalog ima specifičen proizvodni postopek, zato vsaka operacija dobi svojo črtno kodo in serijsko številko, ki jo zagotovi MES. Operater nalepi nalepko s serijsko številko na zbirnik polproizvoda in delovni nalog, kar omogoča natančno spremljanje pripadnosti polizdelka določenemu delovnemu nalogu kar prikazuje slika 8.

Slika 8: Primer črtne kode polizdelka



Vir: lastno delo.

Po vsaki operaciji operater vpiše proizvedene količine, ponovno poskenira uporabljene materiale in vpiše njihovo porabo. Polizdelek nato nadaljuje pot na naslednjo operacijo, kjer se postopek ponovi. Po zadnji operaciji operater opremi končne izdelke z nalepkami končnih črtnih kod, kot prikazuje slika 9 in zaključí nalog.

Slika 9: Primer črtne kode končnega izdelka



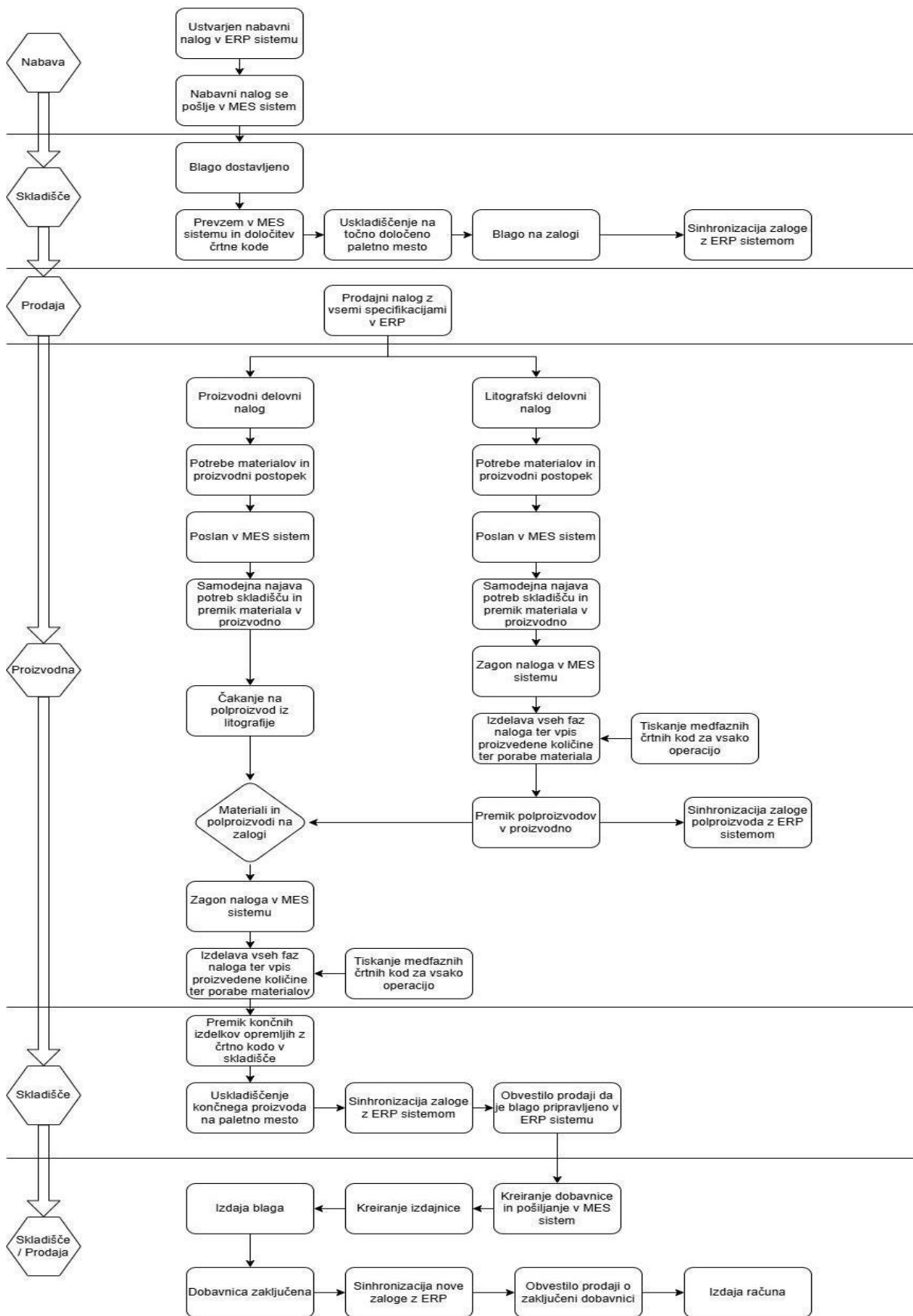
Vir: lastno delo.

V vsakem koraku imajo operaterji strojev možnost kreiranja zastojev v proizvodnem procesu. Operaterji strojev vpišejo razlog in čas zastoja ter kako in kdaj je bil zastoj odpravljen.

Skladiščnik prestavi končane proizvode v skladišče, poskenira črtno kodo proizvoda in paletnega mesta ter opravi premik v MES. Proizvod se nato prikaže v zalogi, podatek pa se pošlje v ERP, kjer prodajna služba prejme obvestilo o zaključku naloga oz. razpoložljivi količini blaga.

Prodajna služba obvesti kupca, da je blago pripravljeno, in v ERP ustvari dobavnico s serijsko številko ter količino, ki jo pošlje v MES, kjer skladišče prejme obvestilo o odpremi. Ko kupec pride po blago, skladišče iz dobavnice ustvari izdajnico, poskenira blago in preveri, ali se količina ujema z dobavnico. Če je količina enaka, se dobavnica samodejno zaključí, podatki o zaključeni dobavnici pa se pošljejo v ERP, hkrati pa se zmanjša zaloga v obeh sistemih. Na koncu prodajna služba izda račun kupcu. Grafični prikaz poteka nabave, proizvodnje in prodaje je prikazan na sliki 10.

Slika 10: Diagram poteka procesa nabave, proizvodne in prodaje



Vir: lastno delo.

5.4 Definiranje deležnikov pri implementaciji

Pred uvedbo črtne kode je ključno natančno definirati vse deležnike, ki bodo sodelovali v projektu. Jasno določene vloge in odgovornosti zagotavljajo boljše komuniciranje, hitrejšo reševanje težav ter omogočajo učinkovito vključevanje specifičnega znanja vsakega deležnika. S tem lahko že v fazi načrtovanja predvidimo izzive in upoštevamo zahteve posameznih poslovnih procesov. Z zgodnjo vključitvijo bodo deležniki bolj motivirani za uporabo sistema in se bodo lažje prilagodili spremembam ter nudili podporo končnim uporabnikom.

Vloge in odgovornosti deležnikov pri uvedbi črtne kode v podjetju:

- vodja nabavnega oddelka bo z uvedbo črtne kode zagotovil, da bodo vsi materiali pravilno označeni z unikatno serijsko številko, ki bo omogočila boljši pregled nad zalogami in sledljivost materialov ter njihovih certifikatov;
- vodja prodajnega oddelka bo z uporabo črtne kode izboljšal obdelavo naročil in spremljanje končnih zalog. Hitrejšo skeniranje izdelkov bo pospešilo odpremo in zmanjšalo napake pri izdaji blaga. Prodajni oddelek bo imel jasen vpogled, v kateri fazi proizvodnje se nahaja posamezen izdelek;
- vodja skladišča bo skrbel za opremljanje materialov in izdelkov s črtno kodo ter imel jasen vpogled v zasedenost skladišča in lokacije izdelkov. Odgovoren bo tudi za medskladiščne premike preko serijskih števil. Uvedba črtne kode bo poenostavila in pospešila manipulacijo z blagom, izboljšala natančnost zalog ter povečala učinkovitost premikov z uporabo čitalnikov za hitro evidentiranje prejetega in izdanega blaga;
- vodji proizvodnje in litografije, ki skrbita za optimizacijo proizvodnih procesov in dodeljevanja nalogov, bosta s črtno kodo lahko natančno spremljala proizvodni proces. S tem bosta imela vpogled v porabo surovin, napredovanje v proizvodnji, zasedenost strojev in lahko bosta učinkovito razporejala operaterje strojev, da dosežeta najbolj optimalen delovni proces;
- skrbnik ERP bo sodeloval pri implementaciji s skrbnikom sistema MES. Njuna naloga bo, da zagotovita pravilno in pravočasno izmenjavo podatkov. Skrbnik ERP bo izvedel potrebne dodelave v ERP za boljšo sinhronizacijo med obema sistemoma. Če bodo potrebne spremembe pri prikazovanju podatkov, jih bo skomuniciral z ostalimi deležniki;
- skrbnik MES, ki ga uvajamo z uvedbo črtne kode, bo skrbel za pravilno implementacijo in tehnično podporo ter usposabljanje zaposlenih za uporabo sistema. Prilagodil bo sistem poslovnim procesom in izvedel potrebne dodelave glede na proizvodne in lokacijske specifikke;
- V podjetju ne razpolagamo s samostojnim oddelkom za informacijsko tehnologijo (angl. Information Technology, v nadaljevanju IT), zato bo zunanje podjetje skrbelo za prenos podatkov med skrbnikom ERP in MES. Poleg tega bo podjetje zagotovilo strojno opremo

za delovanje čitalnikov, tabličnih računalnikov in baz podatkov ter izvedlo nadgradnjo interne omrežne povezave.

5.5 Izbira izvajalca

Pri izbiri izvajalca za implementacijo MES s črtno kodo smo iskali zanesljivega partnerja, ki bo zagotovil stabilno, prilagodljivo in dolgoročno rešitev. Ker smo vnaprej definirali procese, zahteve in omejitve, smo postopek izbire izvajalca vodili ciljno in premišljeno, upoštevajoč naslednje ključne kriterije:

- eden ključnih pogojev je bila lokalna (slovenska) podpora, ker smo želeli partnerja, ki zagotavlja hitro odzivnost, neposredno komunikacijo in hitro reševanje težav ali prilagoditev sistema. Naše izkušnje potrjujejo, da je lokalna prisotnost ključna za nemoteno delovanje sistema, še posebej v proizvodnem okolju, kjer mora podpora delovati brez zamud, da preprečimo motnje in napake v procesu;
- drugi ključni kriterij so bile pretekle izkušnje ponudnika sistema v proizvodnih podjetjih. Ker je implementacija črtno kodo specifičen proces, ki zahteva natančno integracijo s fizičnimi in digitalnimi procesi podjetja, smo želeli partnerja, ki že razume to področje ter lahko ponudi preverjene rešitve in najboljše prakse. Pomembno nam je bilo, da izvajalec ne prinaša zgolj programskih rešitev, temveč tudi znanje in praktične izkušnje, ki bodo pripomogle k optimalni implementaciji;
- poseben poudarek smo dali tudi kompetencam in prilagodljivosti sistema. Ker naše podjetje deluje s specifičnimi procesi in ima določene posebne zahteve, je bilo ključno, da sistem ni rigidna, standardna rešitev, temveč omogoča dodatni razvoj in prilagoditve glede na naše specifične potrebe. To pomeni, da mora biti platforma dovolj fleksibilna, da se lahko nadgrajuje in prilagaja morebitnim prihodnjim spremembam, hkrati pa mora izvajalec imeti znanje in resurse za razvoj po meri;
- nenazadnje smo upoštevali tudi cenovni segment, pri čemer nismo iskali najcenejše rešitve, temveč optimalno razmerje med kakovostjo storitev, tehnično podporo, prilagodljivostjo sistema in stroški implementacije. Zavedali smo se, da je dolgoročna stabilnost sistema pomembnejša od začetnega prihranka, zato smo v izboru dali prednost ponudnikom, ki so lahko zagotovili robustno rešitev s konkurenčno ceno in minimalnimi tveganji za skrite dodatne stroške v prihodnosti.

Z upoštevanjem teh kriterijev smo izbrali ustreznega izvajalca, ki bo zagotovil, da bo MES s črtno kodo uspešno uveden, podpiral obstoječe procese ter ostal prilagodljiv za prihodnje potrebe podjetja.

5.6 Usklajevanje obstoječe celovite programske rešitve z drugimi aplikacijami

Za dobro delovanje ERP z novim MES sta ključna učinkovita komunikacija med obema sistemoma in sposobnost ERP za upravljanje ter prikazovanje podatkov iz MES. Implementacija novega MES je zahtevala analizo in prilagoditev obstoječega ERP za

omogočanje nemotene izmenjave podatkov. Po podrobnem pregledu smo skupaj z izvajalci MES odkrili pomanjkljivosti in omejitve obstoječega ERP, ki bi lahko vplivale na delovanje MES. Zaradi pomanjkanja ključnih funkcionalnosti in tehnološke zastarelosti smo se odločili za nadgradnjo ERP na najnovejšo različico.

Zamenjava ERP med obratovanjem podjetja je bila zahtevna, saj smo morali zagotoviti nemoteno delovanje poslovnih procesov in se izogniti motnjam v poslovanju. Dodatno kompleksnost je povzročala odsotnost internega IT-oddelka, kar je pomenilo, da smo bili odvisni od zunanjih IT-izvajalcev. To je zahtevalo natančno načrtovanje, usklajevanje in izvedbo, da bi se izognili napakam, ki bi lahko vplivale na poslovanje, hkrati pa smo morali integrirati nove rešitve in dodelave na ERP za komunikacijo z novim MES.

Za pravilno komunikacijo med ERP in MES je bilo treba prilagoditi nov ERP, vključno z nadgradnjo baze podatkov za obvladovanje dodatnih podatkov iz MES. To je zahtevalo optimizacijo prenosa podatkov preko aplikacijskih programskih vmesnikov (angl. Application Programming Interface – API), ter testiranje pravilnosti prikaza v obeh sistemih, torej v ERP in MES.

S prehodom na nov MES se je povečal obseg zajetih podatkov, kar je zahtevalo zamenjavo strežniških in hrambenih kapacitet. Obstoječe kapacitete niso bile dovolj zmogljive, kar je povzročalo počasno delovanje in občasne izpade sistema, kar je za podjetje nedopustno.

Integracija MES in nadgradnja ERP sta bili časovno zahtevni, ker je bilo treba uskladiti vsak korak med različnimi deležniki, vključno z zunanjimi izvajalci in internimi uporabniki. Ker je podjetje ves čas delovalo, smo migracijo podatkov in testiranja izvajali postopoma, da smo preprečili prekinitev ključnih poslovnih procesov. To smo dosegli z vzpostavitvijo testnih poslovnih okolij v obeh sistemih, kjer smo simulirali poslovanje z novimi funkcionalnostmi.

6 REZULTATI UVEDBE ČRTNE KODE

Kljub kompleksnosti projekta smo s skrbnim načrtovanjem, dobro komunikacijo med deležniki in postopnim izvajanjem vseh potrebnih prilagoditev zagotovili uspešno integracijo ERP in MES. Posledično smo zagotovili osnovo za izboljšanje sledljivosti proizvodnih procesov, proizvodov in materialov, optimizirali zajem podatkov in povečali učinkovitost poslovanja. Vse našteto je podjetju omogočilo večjo prilagodljivost in boljše upravljanje proizvodnih virov v prihodnosti ter hkrati zagotovilo robustno in prilagodljivo platformo za prihodnje potrebe podjetja.

Uspešnost uvedbe črtne kode v poslovanje podjetja se je v prvi fazi pokazala v boljši organiziranosti in ažurnosti v proizvodnji in skladišču. Časovni zamiki in vpliv človeškega faktorja pri čakanju podatkov so se zmanjšali, sledljivost materialov in končnih izdelkov pa

se je močno izboljšala. Delo z vpisovanjem porabljenih surovin in izdelanih količin je poenostavljeno, možnosti napak pri napačni rabi materialov pa omejene.

Uvedba črtne kode je tako olajšala delo skladiščnih enot z omogočanjem hitrega dostopa do podatkov o lokaciji blaga, zasedenosti skladišča ter poenostavljenim sprejemom in izdajo blaga. Prav tako je omogočila natančnejšo analizo proizvodnih dogodkov in zagotavljala zanesljive informacije za podporne službe.

6.1 Možnost nadaljnjega razvoja in dodelav sistema

Glede na nenehne spremembe v informacijski tehnologiji in nove rešitve, ki se pojavljajo skoraj vsakodnevno, izbrani MES omogoča prilagoditve in razvoj, ki ustrezajo našim potrebam in željam. Prav tako omogoča nadaljnji razvoj in prenos nekaterih procesov v digitalno obliko.

Delo kontrolne službe, ki trenutno beleži kontrolne zapise in meritve končnih izdelkov na fizičnih listih delovnega naloga, bi lahko z digitalizacijo prenesli v novi MES. Tako bi vse meritve spremljale delovni nalog skozi celoten proizvodni postopek in omogočile povzetek ter pregled dogodkov v procesu.

Stroji v proizvodnji ne omogočajo povezave v internetno omrežje, zato zahtevajo ročno vpisovanje podatkov o proizvedeni in porabljeni količini v tablične računalnike. Smiselna bi bila rešitev povezav strojev z zunanji števci v MES za spremljanje proizvedene in porabljene količine. To bi zmanjšalo potrebo po ročnem vpisovanju količin in napake človeškega faktorja ter omogočilo samodejno beleženje učinkovitosti, zasedenosti in zastojev strojev. Povezava bi pripomogla k boljšemu planiranju proizvodnih linij ter še izboljšala analizo gibanja zalog in proizvodnih zmogljivosti.

7 SKLEP

Uvedba črtne kode v obstoječe podjetje, kot je bila prikazana v zaključni strokovni nalogi, predstavlja pomemben korak k optimizaciji poslovnih procesov. Z uvedbo se povečata učinkovitost in sledljivost v nabavni, proizvodni in prodajni verigi.

V teoretičnem delu sem predstavil osnove črtnih kod, njihove tipe in ključne prednosti, ki jih prinašajo podjetjem, kot so hitrejša evidentiranje, manj napak in boljša preglednost nad zalogami ter proizvodnimi postopki. Analiza obstoječega stanja v podjetju je pokazala, da so skladiščni in proizvodni procesi sicer delovali, a so imeli prostor za izboljšave, zlasti na področju sledenja, ažurnega ter pravilnega razknjiževanja zalog ter povezljivosti z obstoječim informacijskim sistemom.

Proces uvedbe črtne kode, ki je vključeval natančno planiranje, izdelavo diagramov poteka procesov, izbiro ustreznega izvajalca in uskladitev ter posodobitev z obstoječim ERP, je

zahteval celovit pristop in prilagajanje specifičnim potrebam podjetja. Rezultati uvedbe so pokazali, da uporaba črtnih kod prinaša konkretne koristi, kot so skrajšanje časa obdelave naročil, zmanjšanje človeških napak in izboljšana sledljivost materialov ter izdelkov skozi celoten proces. Poleg tega sistem omogoča nadaljnji razvoj, saj ga je mogoče dopolnjevati z novimi tehnologijami in prilagoditi prihodnjim zahtevam podjetja.

Potrdil sem, da je uvedba črtne kode smiselna naložba, ki ne le izboljša trenutno stanje, temveč tudi odpira možnosti za dolgoročno konkurenčnost podjetja na trgu. Kljub začetnim izzivom, povezanim z omejitvami obstoječe infrastrukture in stroški implementacije, se koristi pokažejo v povečani produktivnosti in zadovoljstvu zaposlenih in strank ter tudi doseganju visokih proizvodnih standardov. Zaključna naloga tako potrjuje, da lahko preišljena uvedba sodobnih tehnologij, kot sta črtna koda in spremljajoč MES, bistveno prispeva h konkurenčnosti in uspehu podjetja v današnjem hitro spreminjajočem se poslovnem okolju.

LITERATURA IN VIRI

1. BarcodeLive. (2022, 21. november). *1D vs 2D Barcode: Which one is better for your business?* <https://barcodelive.org/1d-vs-2d-barcode>
2. Deepali, C., Monika, P. in Dharmendra, S. (2024). Integrating barcode technology into warehouse management systems for enhanced efficiency and inventory accuracy. *Journal of Computer Science and Research (JoCoSiR)*, 2(1), 8–14.
3. Dickinson, A. (2025). *The importance of barcode labels in the supply chain* [objava na blogu]. <https://orcascan.com/blog/the-importance-of-barcode-labels-in-the-supply-chain-17bf2d57>
4. Frusman, P. in Wibisono, D. (2014). *Design and implementation of warehouse management improvement strategy using barcode systems approach at PT Latinusa Tbk. V Proceedings of the 4th International Conference on Technology and Operations Management (ICTOM 04)* (str. 230–238). School of Business and Management, Institut Teknologi Bandung.
5. Gornik, I. (2019). *Poslovník izbranega podjetja za leto 2019*. Izbrano podjetje.
6. GS1. (2017, avgust). *GS1 Global traceability standard* (2. izd.). <https://www.gs1.org/standards/gs1-global-traceability-standard/current-standard>
7. GS1 Slovenija. (brez datuma). *Kodni simboli*. <https://www.gs1si.org/standardi/kodni-simboli>
8. Hong-Ying, S. (2009, marec). The application of barcode technology in logistics and warehouse management. V *2009 First International Workshop on Education Technology and Computer Science* (Vol. 3, str. 732–735). IEEE.
9. Istiqomah, N. A., Sansabilla, P. F., Himawan, D. in Rifni, M. (2020, Julij). The implementation of barcode on warehouse management system for warehouse efficiency. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1573, No. 1, p. 012038). IOP Publishing.
10. Izbrano podjetje. (2024). *Spletna stran izbranega podjetja*.

11. Jarret, M. (2025). *QR code vs barcode: Which is right for your business?* [objava na blogu]. <https://orcascan.com/blog/qr-code-vs-barcode-1baf268>
12. Koudelková, J. in Pospíšil, R. (2017). Introducing Identification Technology in Manufacturing Companies and Their Impact on Business Economics. *Global Economic Observer*, 5(1), 193.
13. Kovačič, A. in Bosilj Vukšič, V. (2005). *Management poslovnih procesov: Prenova in informatizacija poslovanja*. GV Založba.
14. Leoss d.o.o. (brez datuma a). *Kaj je črna koda*. https://leoss.si/strokovnjak_svetuje/24/kaj_je_crna_koda/
15. Leoss d.o.o. (brez datuma b). *Črna koda: tipi (simbologije)*. https://leoss.si/strokovnjak_svetuje/8/crna_koda_tipi_simbologije/
16. Liberto, D. (2021, 25. september). *Barcode: What it means, benefits, history*. <https://www.investopedia.com/terms/b/barcode.asp>
17. McCathie, L. in Michael, K. (2005). Is it the end of barcodes in supply chain management? In Proceedings of the Collaborative Electronic Commerce Technology and Research Conference LatAm (str. 1–19). University of Talca.
18. McCue, I. (2022, 5. september). *Barcodes Defined—How They Work, Benefits & Uses*. <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/inventory-management/barcode.shtml>
19. Scandit. (brez datuma). *Code 128*. <https://www.scandit.com/products/barcode-scanning/symbologies/code-128/>