

# Uloga ERP i MES sustava u upravljanju operacijama malih i srednjih proizvodnih tvrtki

---

Mihaljević, Mateo

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Engineering / Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:190:824501>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-31**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Engineering](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI

TEHNIČKI FAKULTET

Diplomski sveučilišni studij strojarstva

Diplomski rad

**ULOGA ERP I MES SUSTAVA U UPRAVLJANJU  
OPERACIJAMA MALIH I SREDNJIH PROIZVODNIH  
TVRTKI**

Rijeka, studeni 2024.

Mateo Mihaljević

0069082487

SVEUČILIŠTE U RIJECI

TEHNIČKI FAKULTET

Diplomski sveučilišni studij strojarstva

Diplomski rad

**ULOGA ERP I MES SUSTAVA U UPRAVLJANJU  
OPERACIJAMA MALIH I SREDNJIH PROIZVODNIH  
TVRTKI**

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Sandro Doboviček

Komentor: Asist. Elvis Krulčić

Rijeka, studeni 2024.

Mateo Mihaljević

0069082487



## **IZJAVA**

Izjavljujem da sam ovaj diplomski rad izradio samostalno, koristeći se znanjem, literaturom i vještinama stečenim tijekom studiranja na Tehničkom fakultetu u Rijeci. Rad je izrađen pod voditeljstvom mentora izv. prof. dr. sc. Sandra Dobovičeka i komentora asist. Elvise Krulčića.

## ZAHVALA

Ovim putem želim izraziti iskrenu zahvalnost svom mentoru, izv. prof. dr. sc. Sandru Dobovičeku, koji je svojim znanjem, savjetima i stručnošću omogućio realizaciju ovog diplomskog rada. Zahvaljujem se i komentoru asist. Elvisu Krulčiću na prenesenom znanju kroz kolegije i predanom radu, koji su značajno obogatili moje razumijevanje struke.

Također, želim izraziti zahvalnost direktoru tvrtke Termo Sušak, g. Predragu Kosanoviću, na razumijevanju i podršci tijekom mog studiranja.

Na kraju, najdublje zahvaljujem svojoj obitelji i djevojci Katarini, čija su podrška, razumijevanje i motivacija bili neizmjerne snaga kroz cijelo moje školovanje.

## SADRŽAJ

|   |    |
|---|----|
| 1. UVOD.....  | 1  |
| 2. ERP I MES SUSTAVI .....  | 2  |
| 2.1. Povijest i razvoj ERP sustava.....                             | 2  |
| 2.2. Uloga ERP sustava u poslovanju malih i srednjih poduzeća ..... | 2  |
| 2.3. Primjeri ERP sustava.....                                      | 4  |
| 2.3.1. SAP ERP.....   | 5  |
| 2.3.2. Oracle ERP.....  | 5  |
| 2.3.3. Microsoft Dynamics 365.....                                  | 6  |
| 2.3.4. Odoo ERP .....   | 6  |
| 2.4. Povijest i razvoj MES sustava.....                             | 6  |
| 2.5. Uloga MES sustava u poslovanju malih i srednjih poduzeća ..... | 7  |
| 2.6. Usporedba MES i ERP sustava .....                              | 9  |
| 3. TVRTKA TERMO SUŠAK D.O.O. ....                                   | 10 |
| 3.1. Osnovni podaci o tvrtki .....                                  | 10 |
| 3.2. Ključne operacije u tvrtki.....                                | 11 |
| 3.3. Izazovi u poslovanju.....                                      | 14 |
| 3.4. Strategija i budući razvoj.....                                | 17 |
| 3.5. Sudjelovanje u projektima.....                                 | 18 |
| 4. PRIPREMA ZA IMPLEMENTACIJU ERP i MES SUSTAVA.....                | 20 |
| 4.1. Analiza utroška materijala i popis operacija .....             | 21 |
| 4.1.1. Proizvod A .....   | 21 |
| 4.1.2. Proizvod B .....   | 23 |
| 4.1.3. Proizvod C .....   | 25 |
| 4.1.4. Proizvod D .....   | 27 |
| 4.2. Radne stanice i resursi.....                                   | 29 |
| 4.2.1. Konfiguracija sustava proizvoda A.....                       | 30 |
| 4.2.2. Konfiguracija sustava proizvoda B.....                       | 39 |
| 4.2.3. Konfiguracija sustava proizvoda C.....                       | 44 |
| 4.2.4. Konfiguracija sustava proizvoda D.....                       | 53 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 5.     | IMPLEMENTACIJA ERP I MES SUSTAVA .....         | 59  |
| 5.1.   | Odoo ERP sustav.....                           | 60  |
| 5.2.   | Unos osnovnih podataka u Odoo ERP sustav ..... | 62  |
| 5.2.1. | Unos osnovnih informacija o tvrtki .....       | 62  |
| 5.2.2. | Unos podataka o dobavljačima i kupcima .....   | 65  |
| 5.3.   | Unos proizvoda u Odoo ERP sustav .....         | 66  |
| 5.3.1. | Lista materijala proizvoda.....                | 68  |
| 5.3.2. | Radne stanice i popis operacija proizvoda..... | 71  |
| 5.3.3. | Definiranje cijene proizvoda.....              | 73  |
| 5.4.   | Izrada ponude u Odoo ERP sustavu.....          | 77  |
| 5.4.1. | Kreiranje ponude.....                          | 80  |
| 5.4.2. | Potvrda narudžbe .....                         | 83  |
| 5.5.   | Narudžba i skladištenje materijala .....       | 84  |
| 5.5.1. | Izrada narudžbenice .....                      | 84  |
| 5.5.2. | Zaprimanje naručenih proizvoda .....           | 87  |
| 5.6.   | Pokretanje proizvodnje.....                    | 93  |
| 5.6.1. | Evidencija radnih sati.....                    | 94  |
| 5.6.2. | Pokretanje radnog naloga.....                  | 97  |
| 5.6.3. | Analiza proizvodnje i izvještavanje .....      | 104 |
| 5.7.   | Isporuka narudžbe i kreiranje računa .....     | 105 |
| 5.8.   | Integracija interneta stvari (IoT) .....       | 111 |
| 6.     | OCJENA POBOLJŠANJA POSLOVANJA .....            | 113 |
| 6.1.   | Ključni pokazatelji uspješnosti (KPI) .....    | 113 |
| 6.2.   | Ocjena učinka kroz tvornicu za učenje .....    | 117 |
| 7.     | ZAKLJUČAK.....                                 | 125 |
|        | LITERATURA .....                               | 126 |
|        | POPIS SLIKA.....                               | 127 |
|        | POPIS TABLICA .....                            | 130 |
|        | SAŽETAK .....                                  | 131 |
|        | SUMMARY .....                                  | 132 |
|        | PRILOZI.....                                   | 133 |



# 1. UVOD

Male i srednje tvrtke danas su suočene s izazovnim poslovnim okruženjem koje karakteriziraju sve veći zahtjevi tržišta, povećana konkurencija i potreba za optimizacijom resursa. U takvim uvjetima, učinkovitost poslovnih i proizvodnih procesa postaje ključno pitanje za osiguranje konkurentne prednosti i održivog rasta. Upravo zbog toga, posljednjih godina raste interes za implementacijom naprednih informatičkih sustava poput ERP (*Enterprise Resource Planning*) i MES (*Manufacturing Execution System*) sustava, koji omogućuju bolju koordinaciju i upravljanje poslovnim operacijama.

ERP sustavi nude cjelovitu integraciju poslovnih funkcija unutar jednog softverskog rješenja, uključujući prodaju, nabavu, financije, proizvodnju i skladištenje. Korištenjem ERP sustava, poduzeća mogu objediniti podatke iz različitih odjela, što omogućava pravovremeno donošenje odluka, poboljšanje učinkovitosti te smanjenje operativnih troškova. S druge strane, MES sustavi omogućuju detaljan nadzor i upravljanje proizvodnim procesima u realnom vremenu, čime se postiže veća fleksibilnost i kontrola nad operacijama u proizvodnji.

Ovaj rad istražuje ulogu ERP i MES sustava u unapređenju operativnih funkcija malih i srednjih tvrtki kroz studiju slučaja implementacije Odoo ERP sustava u tvrtki Termo Sušak d.o.o.. Tvrtka specijalizirana za termotehničke instalacije, prepoznala je potrebu za digitalizacijom poslovanja, čime bi optimizirala upravljanje projektima, skladištenje i koordinaciju među odjelima. Uz teorijski pregled ERP i MES sustava, rad se usmjerava na specifične prilagodbe ERP sustava potrebama tvrtke, uključujući procese planiranja, praćenja troškova i vođenja projektnih radova. Također, provedena je SIPOC analiza poslovnih procesa tvrtke kako bi se prikazao utjecaj ERP-a i MES-a na ključne operacije i procijenile prilike za optimizaciju.

Primjenom ERP sustava očekivana su poboljšanja u preciznosti praćenja resursa, integraciji financijskog i operativnog upravljanja te smanjenju zastoja u proizvodnim aktivnostima. Cilj ovog rada jest prikazati kako sveobuhvatan pristup digitalizaciji kroz ERP i MES sustave može optimizirati poslovne procese, smanjiti troškove i osigurati dugoročnu konkurentnost na tržištu.

## **2. ERP I MES SUSTAVI**

### **2.1. Povijest i razvoj ERP sustava**

ERP sustavi imaju dugu povijest razvoja koja započinje s ranijim oblicima računovodstvenih i poslovnih softverskih rješenja, a tijekom godina su evoluirali u složene sustave koji omogućuju integraciju svih ključnih poslovnih funkcija. Prvi ERP sustavi pojavili su se u kasnim 1960-ima, kada su tvrtke počele koristiti računala za automatizaciju financijskog upravljanja i proizvodnih procesa. U početku su ovi sustavi bili poznati kao MRP (*Material Requirements Planning*) sustavi, koji su se fokusirali na optimizaciju zaliha i planiranje proizvodnje [3].

Krajem 1980-ih i početkom 1990-ih, sustavi su se razvili u MRP II (*Manufacturing Resource Planning*) sustave, koji su proširili funkcionalnosti na upravljanje ljudskim resursima i proizvodnim kapacitetima. Ovi sustavi su pružali osnovu za daljnji razvoj ERP sustava kakve danas poznajemo. ERP sustavi omogućuju integraciju svih poslovnih funkcija, uključujući proizvodnju, nabavu, prodaju, financije, ljudske resurse i logistiku, unutar jedne platforme [3].

U 21. stoljeću, ERP sustavi su postali nezaobilazni alat za mala, srednja i velika poduzeća koja žele digitalizirati svoje poslovne procese. Osim toga, razvoj cloud tehnologije omogućio je široku primjenu ERP rješenja koja su pristupačnija i fleksibilnija u implementaciji, čime su ERP sustavi postali dostupni i manjim tvrtkama koje prije nisu mogle priuštiti složene on-premise sustave [4].

### **2.2. Uloga ERP sustava u poslovanju malih i srednjih poduzeća**

ERP (*Enterprise Resource Planning*) sustavi predstavljaju temeljne alate za upravljanje poslovnim operacijama unutar malih i srednjih tvrtki. Korištenjem ERP sustava, tvrtke mogu objediniti sve ključne poslovne funkcije unutar jedne integrirane platforme, što omogućuje bolju komunikaciju između različitih odjela te pristup točnim i ažuriranim informacijama u realnom vremenu. Time se značajno smanjuje mogućnost ljudskih pogrešaka i povećava učinkovitost poslovanja [3][5].

Tradicionalno, tvrtke su koristile odvojene sustave za različite poslovne funkcije. Modularna struktura ERP sustava omogućuje tvrtkama prilagodbu sustava specifičnim potrebama, birajući module kao što su nabava, prodaja, financije, skladište i proizvodnja, koji najbolje odgovaraju njihovom poslovanju. Integracija tih funkcija unutar jednog sustava omogućuje poduzećima da poboljšaju operativnu učinkovitost, ubrzaju proces donošenja odluka i smanje operativne pogreške [3][5]. Na slici 2.1 prikazane su glavne funkcije ERP sustava.



Slika 2.1. Dijagram glavnih funkcija ERP sustava [9]

U proizvodnim tvrtkama, ERP sustavi omogućuju praćenje cijelog životnog ciklusa proizvoda, od nabave sirovina do isporuke gotovih proizvoda. To tvrtkama pruža transparentnost u poslovnim procesima i omogućuje im brže donošenje odluka, temeljeno na preciznim podacima. Povezivanjem svih poslovnih funkcija, ERP sustavi smanjuju dupliciranje podataka i omogućuju centraliziranu kontrolu nad poslovanjem, što je ključni element za povećanje konkurentske sposobnosti [3].

Funkcije koje su ključne za optimizaciju poslovnih procesa unutar tvrtke su:

1. Upravljanje zalihama i nabavom. ERP sustavi omogućuju praćenje zaliha u realnom vremenu, što tvrtkama daje bolji uvid u stanje skladišta te omogućuje preciznije

planiranje narudžbi. Automatizirani procesi nabave omogućuju tvrtkama da pravovremeno naruče sirovine, čime se izbjegavaju zastoji u proizvodnji zbog nedostatka materijala [1].

2. Prodaja i CRM (*Customer Relationship Management*). ERP sustavi omogućuju praćenje prodajnih aktivnosti, upravljanje narudžbama i održavanje odnosa s kupcima putem CRM modula. Integracijom ovih funkcija, tvrtke mogu poboljšati korisničku podršku te osigurati pravovremenu isporuku proizvoda [1].
3. Proizvodnja i operacije. ERP sustavi omogućuju planiranje proizvodnje, raspodjelu resursa, praćenje proizvodnih kapaciteta te upravljanje radnim nalogima. To omogućuje tvrtkama da optimiziraju svoje proizvodne procese, smanje vrijeme proizvodnje te minimiziraju troškove povezane s neefikasnim korištenjem resursa [1].
4. Financijsko upravljanje. ERP sustavi omogućuju integraciju financijskih podataka i automatizaciju računovodstvenih procesa, što smanjuje mogućnost pogrešaka i povećava točnost financijskih izvještaja. Korištenjem ERP sustava, tvrtke mogu automatski generirati izvještaje o prihodima i troškovima, pratiti tokove novca te planirati proračune na temelju stvarnih podataka [5].
5. Analitika i izvještavanje. ERP sustavi pružaju napredne analitičke alate koji omogućuju praćenje ključnih pokazatelja uspješnosti (KPI) te generiranje izvještaja u stvarnom vremenu. Na taj način, menadžeri mogu pratiti performanse tvrtke te donositi strateške odluke na temelju preciznih podataka [1].

### **2.3. Primjeri ERP sustava**

Na tržištu postoji širok izbor ERP sustava, a svaki od njih dizajniran je tako da zadovolji specifične potrebe različitih industrija i veličina tvrtki. ERP sustavi su razvijeni kako bi integrirali ključne poslovne funkcije unutar jedne platforme, omogućujući tvrtkama učinkovitije upravljanje resursima, boljom kontrolom nad operacijama i preciznijim donošenjem odluka na temelju realnih podataka [3]. Ovi sustavi mogu varirati u svojoj kompleksnosti, cijenama te mogućnostima prilagodbe, ovisno o ciljanom tržištu i poslovnim potrebama tvrtki.

Jedan od glavnih faktora koji određuju odabir ERP sustava je veličina tvrtke i složenost njenih poslovnih procesa. Veće tvrtke često preferiraju ERP sustave koji nude širok spektar

funkcionalnosti i koji su dovoljno skalabilni da podrže visoku razinu integracije. Nasuprot tome, mala i srednja poduzeća traže sustave koji su fleksibilniji, pristupačniji i jednostavniji za implementaciju, bez potrebe za velikim financijskim ulaganjima [5]. Primjerice, veliki sustavi poput SAP ERP i Oracle ERP nude opsežne mogućnosti prilagodbe i podršku za kompleksne globalne operacije, dok su sustavi poput Microsoft Dynamics i Odoo ERP popularniji među manjim i srednjim tvrtkama koje traže skalabilna, ali pristupačna rješenja [3]. Izbor ERP sustava također ovisi o specifičnim zahtjevima industrije i poslovnih procesa,

### 2.3.1. SAP ERP

SAP je jedan od najraširenijih ERP sustava u svijetu, posebno u velikim tvrtkama. Njegova osnovna snaga leži u sveobuhvatnom spektru funkcionalnosti koji pokrivaju gotovo sve aspekte poslovanja, uključujući financije, logistiku, ljudske resurse, proizvodnju, opskrbne lance i upravljanje odnosima s kupcima (CRM). SAP ERP je visoko skalabilan sustav, što ga čini pogodnim za velike tvrtke koje imaju složene poslovne procese i rade na globalnoj razini. Njegova složenost i opsežne mogućnosti često dolaze s visokom cijenom i dugotrajnim implementacijskim procesima, što ga čini manje pristupačnim za mala i srednja poduzeća. Ipak, za tvrtke s potrebom za visokom razinom integracije i globalnim operacijama, SAP je dugoročno isplativa investicija [3].

### 2.3.2. Oracle ERP

Oracle ERP je prepoznat kao vodeće rješenje za upravljanje velikim količinama podataka i poslovnim procesima u realnom vremenu. Ovaj sustav nudi širok raspon funkcionalnosti koje pokrivaju područja financija, upravljanja ljudskim resursima, planiranja resursa i upravljanja opskrbnim lancima. Kao i SAP, Oracle ERP sustav je visoko skalabilan i prilagodljiv potrebama velikih tvrtki. Ono po čemu se Oracle ERP ističe je njegova snažna integracija s bazama podataka, budući da je Oracle prvenstveno poznat kao vodeći proizvođač baza podataka. Oracle ERP je također prepoznat po svojoj snažnoj cloud infrastrukturi koja omogućuje fleksibilniju implementaciju i brži pristup podacima. Međutim, kao i SAP, Oracle ERP sustavi često zahtijevaju značajne financijske resurse za implementaciju i održavanje [3].

### 2.3.3. Microsoft Dynamics 365

Microsoft Dynamics 365 ERP sustav prilagođen je prvenstveno malim i srednjim tvrtkama, iako se može koristiti i u većim organizacijama. Njegova glavna prednost je integracija s ostalim Microsoftovim alatima, kao što su Office 365, Azure i Power BI, što omogućuje korisnicima lakše upravljanje podacima i poslovnim procesima. Microsoft Dynamics nudi fleksibilna rješenja za industrije poput proizvodnje, maloprodaje, financija i distribucije. Osim toga, njegova korisnička sučelja omogućuju jednostavnije upravljanje poslovnim procesima, a njegov cloud model omogućuje bržu implementaciju u odnosu na druge ERP sustave poput SAP-a [3]. U usporedbi s tim sustavima, Microsoft Dynamics nudi pristupačnije rješenje za tvrtke koje žele izbjeći dugotrajan proces prilagodbe.

### 2.3.4. Odoo ERP

Odoo ERP sustav je open-source rješenje koje je iznimno popularno među malim i srednjim tvrtkama zbog svoje modularnosti i fleksibilnosti. Odoo nudi širok raspon modula koji pokrivaju različite poslovne funkcije, uključujući financije, prodaju, skladištenje, proizvodnju i ljudske resurse. Ono što Odoo izdvaja od ostalih ERP sustava je njegova open-source priroda, koja omogućuje tvrtkama da prilagode sustav svojim specifičnim potrebama po znatno nižim troškovima u usporedbi s rješenjima poput SAP-a ili Oraclea. Osim toga, Odoo ERP omogućuje jednostavnu implementaciju i postupno uvođenje novih modula, što ga čini idealnim za tvrtke koje žele rasti i razvijati svoj poslovni softver zajedno s razvojem tvrtke [9].

## 2.4. Povijest i razvoj MES sustava

MES (*Manufacturing Execution System*) sustavi razvijeni su kao odgovor na potrebe za boljom kontrolom i praćenjem proizvodnih procesa unutar tvrtki. Početkom 20. stoljeća, s razvojem masovne proizvodnje, postalo je jasno da tradicionalni načini praćenja proizvodnje više nisu dovoljni za učinkovito upravljanje složenim proizvodnim procesima. Kako bi zadovoljile rastuće potrebe za optimizacijom i nadzorom, tvrtke su počele tražiti softverska rješenja koja bi omogućila detaljno praćenje i upravljanje svakom fazom proizvodnje u realnom vremenu.

Prvi MES sustavi pojavili su se krajem 1980-ih i početkom 1990-ih. Oni su bili dizajnirani da popune prazninu između sustava za upravljanje proizvodnim resursima (MRP i kasnije ERP sustava) i fizičkih proizvodnih operacija. Dok su ERP sustavi omogućavali planiranje resursa na višoj, strateškoj razini, bilo je potrebno stvoriti sustave koji bi se bavili operativnim procesima na proizvodnim linijama. Prvi MES sustavi pružali su osnovne funkcionalnosti praćenja radnih naloga, raspodjele resursa i praćenja učinkovitosti opreme u stvarnom vremenu [2] [3].

Tijekom 1990-ih, MES sustavi su se proširili i postali sveobuhvatniji, uključujući alate za upravljanje kvalitetom i praćenje zaliha u realnom vremenu. Razvoj MES sustava u ovom razdoblju omogućio je tvrtkama da smanje vrijeme zastoja u proizvodnji, poboljšaju kvalitetu proizvoda te optimiziraju korištenje opreme. Istovremeno, uspon Lean proizvodnje i Six Sigma metodologije potaknuo je potrebu za dodatnim funkcionalnostima unutar MES sustava, uključujući detaljnu analizu podataka i praćenje operativne učinkovitosti [2].

U 2000-ima, s brzim razvojem informacijskih tehnologija, MES sustavi su se počeli povezivati s naprednim softverskim rješenjima, uključujući ERP sustave. Ova integracija omogućila je bolje povezivanje različitih poslovnih funkcija, čime se smanjila mogućnost ljudskih pogrešaka te omogućila optimizacija resursa i proizvodnih kapaciteta. MES sustavi su također proširili svoje funkcionalnosti na upravljanje ljudskim resursima i praćenje radne snage, omogućujući tvrtkama da prate učinkovitost zaposlenika i optimiziraju raspodjelu radnih zadataka [2].

U današnjem vremenu, moderni MES sustavi postaju još sofisticiraniji zahvaljujući integraciji s naprednim tehnologijama kao što su Internet stvari (IoT) i strojno učenje. Ove tehnologije omogućuju MES sustavima da prikupljaju još veće količine podataka s proizvodnih linija te pružaju detaljne analize u stvarnom vremenu. IoT senzori ugrađeni u strojeve omogućuju prikupljanje podataka o njihovom statusu, učinkovitosti i mogućim kvarovima, čime se omogućuje preventivno održavanje i smanjenje neočekivanih zastoja u proizvodnji [2].

## **2.5. Uloga MES sustava u poslovanju malih i srednjih poduzeća**

MES (*Manufacturing Execution System*) sustavi su softverska rješenja koja omogućuju praćenje, kontrolu i optimizaciju proizvodnih operacija u stvarnom vremenu. Njihova osnovna funkcija je pružanje detaljnog uvida u rad na proizvodnim linijama te omogućavanje tvrtkama

da nadziru proizvodne operacije od trenutka zaprimanja sirovina do isporuke gotovih proizvoda. MES sustavi prikupljaju podatke o radnim nalogima, operativnom statusu opreme, radnim učincima i kvaliteti proizvoda, čime se olakšava upravljanje proizvodnjom i donose bolje odluke temeljene na stvarnim podacima [2]. Za razliku od ERP sustava koji se bave upravljanjem cjelokupnim poslovanjem, MES sustavi su fokusirani isključivo na proizvodne operacije, osiguravajući detaljan nadzor nad svim proizvodnim aktivnostima i omogućujući tvrtkama optimizaciju svojih proizvodnih kapaciteta.

MES sustavi nude niz funkcija koje su ključne za upravljanje i optimizaciju proizvodnih procesa. Korištenjem MES sustava, tvrtke mogu smanjiti operativne troškove, povećati produktivnost i poboljšati kvalitetu proizvoda [2]. Neke od najvažnijih funkcionalnosti MES sustava uključuju:

1. Praćenje radnih naloga u realnom vremenu. MES sustavi omogućuju praćenje statusa radnih naloga od trenutka kada je posao započet pa sve do završetka. To uključuje praćenje napretka u proizvodnji, praćenje vremena trajanja operacija te identificiranje potencijalnih uskih grla u proizvodnji [2].
2. Upravljanje opremom i resursima. MES sustavi prikupljaju podatke o stanju proizvodnih strojeva i raspoloživosti resursa, čime se omogućuje bolja raspodjela radnih kapaciteta i pravovremeno održavanje strojeva kako bi se izbjegli zastoji u proizvodnji [2].
3. Upravljanje kvalitetom. MES sustavi integriraju alate za kontrolu kvalitete unutar proizvodnog procesa. To uključuje uspostavu kontrolnih točaka gdje se prati kvaliteta poluproizvoda ili gotovih proizvoda, kako bi se osigurala dosljednost i usklađenost s industrijskim standardima [4].
4. Praćenje zaliha u stvarnom vremenu. Jedna od ključnih funkcionalnosti MES sustava je praćenje potrošnje materijala i zaliha u realnom vremenu. To omogućuje tvrtkama bolju kontrolu nad korištenjem resursa i smanjuje mogućnost prekomjernih zaliha ili nedostatka materijala [4].
5. Integracija s ERP sustavima. MES sustavi često su povezani s ERP sustavima, što omogućuje usklađivanje strateškog planiranja s operativnim aktivnostima u proizvodnji [2].



## 2.6. Usporedba MES i ERP sustava

Iako se ERP i MES sustavi često integriraju kako bi pružili cjelokupnu kontrolu nad poslovnim i proizvodnim procesima, postoje značajne razlike u njihovim funkcijama i primjeni. ERP sustavi su primarno fokusirani na strateško upravljanje resursima i poslovnim procesima, dok MES sustavi upravljaju operativnim aktivnostima na proizvodnim linijama u stvarnom vremenu. ERP sustavi pružaju platformu za upravljanje financijama, nabavom, prodajom, zalihama i ljudskim resursima, dok MES sustavi pružaju detaljan nadzor nad proizvodnjom, praćenjem radnih naloga, resursa i opreme. Integracija ova dva sustava omogućuje tvrtkama usklađivanje planiranja proizvodnje s operativnim kapacitetima, čime se postiže bolja optimizacija resursa i smanjuje vrijeme zastoja u proizvodnji [1] [2].

U tvrtki Termo Sušak d.o.o., implementacija Odoo ERP sustava, zajedno s MES sustavom, mogla bi značajno unaprijediti njezino poslovanje. S obzirom na to da se tvrtka prvenstveno bavi pružanjem usluga izvođenja termotehničkih instalacija, ERP sustav bi bio ključan alat za optimizaciju i objedinjavanje različitih funkcija poslovanja, poput planiranja resursa, upravljanja zalihama, praćenja radnih naloga, analitike i izvještavanja. Kroz Odoo ERP sustav, tvrtka bi mogla učinkovito upravljati svim aspektima projekata, od inicijalne ponude do završnog obračuna, čime bi se osigurala bolja kontrola nad troškovima i resursima.

S druge strane, MES sustav bi mogao biti korišten za precizno praćenje specifičnih aktivnosti unutar tvrtke, poput kontrole kvalitete u segmentima koji uključuju izradu ključnih proizvoda potrebnih za instalacije. Iako MES sustav nije presudan za sve aspekte poslovanja tvrtke koja je fokusirana na uslugu, on može pružiti dodatnu vrijednost u onim dijelovima gdje je potrebna visoka razina kontrole i optimizacije specifičnih operativnih procesa.

Kombinacija ERP i MES sustava osigurava usklađivanje strateškog planiranja i operativnih aktivnosti prilikom pružanja usluga koje tvrtka nudi, omogućujući detaljan pregled nad resursima i bolju kontrolu nad projektima. Uvođenje ovih sustava moglo bi poboljšati učinkovitost rada i omogućiti tvrtki Termo Sušak d.o.o. bržu reakciju na promjene na tržištu, povećanu konkurentnost na tržištu te dugoročnu optimizaciju poslovnih procesa.

### **3. TVRTKA TERMO SUŠAK D.O.O.**

#### **3.1. Osnovni podaci o tvrtki**

Tvrtka Termo Sušak d.o.o. osnovana je 2017. godine s primarnim fokusom na projektiranje i izvođenje termotehničkih instalacija, što obuhvaća instalacije plinskih sustava, sustava grijanja i hlađenja te ventilacijskih sustava. Tvrtka nudi cjelokupnu uslugu, od projektiranja i savjetovanja, preko nabave i montaže opreme, do redovitog servisa i održavanja ugrađenih sustava. Tvrtka je od svog osnutka surađivala s brojnim klijentima, a većina njenih aktivnosti usmjerena je na komercijalne projekte. Poslovanje tvrtke temelji se na pružanju usluga izvođenja termotehničkih instalacija u raznim objektima, od komercijalnih prostora, stambenih zgrada, do manjih industrijskih postrojenja. Jedan od najvećih klijenata tvrtke je veliki trgovački lanac, kojem Termo Sušak d.o.o. uz izvođenje termotehničkih instalacija na novim objektima pruža i uslugu redovitog održavanja sustava grijanja, hlađenja i ventilacije u brojnim postojećim poslovnim objektima diljem Hrvatske.

S rastom poslovanja, tvrtka Termo Sušak d.o.o. proširila je svoj tim te danas zapošljava 18 radnika. Na čelu tvrtke nalazi se direktor, koji je odgovoran za strateško upravljanje, donošenje ključnih odluka, poslovni razvoj i nadzor nad ukupnim poslovanjem. Operativni timovi specijalizirani su za različite aspekte termotehničkih instalacija. Postoje tri glavna tima montera – tim za ventilaciju, tim za instalacije grijanja i hlađenja te novoformljeni tim zavarivača, koji su zaduženi za izvođenje radova na terenu. Uz terenske timove, tu je i administrativni dio tvrtke kojeg čini jedan zaposlenik za poslove računovodstva i voditelj projekta, koji upravlja nabavom, izradom ponuda, planiranjem resursa te praćenjem napretka projekata. Važnu ulogu u logistici ima skladištar, koji je zadužen za upravljanje skladištem i distribuciju materijala potrebnog za projekte, osiguravajući da svi resursi budu pravovremeno dostupni. Struktura opisana u tekstu prikazana je na slici 3.1 koja prikazuje hijerarhiju unutar tvrtke i podjelu odgovornosti među zaposlenicima.



*Slika 3.1 Organizacija struktura tvrtke Termo Sušak d.o.o.*

Sjedište tvrtke nalazi se u Rijeci, no usluge se pružaju diljem Hrvatske. Na adresi sjedišta smješteni su uredi, koji čine administrativni dio tvrtke, gdje se obavljaju poslovi računovodstva, planiranja projekata, nabave materijala i izrade ponuda. S druge strane, skladišni prostor nalazi se na zasebnoj lokaciji, odakle se upravlja zaprimljenim materijalima i opremom potrebnom za projekte. Timovi montera, podijeljeni u specijalizirane timove rade na različitim objektima diljem Hrvatske, ovisno o potrebama projekta.

### **3.2. Ključne operacije u tvrtki**

Poslovni procesi u tvrtki Termo Sušak d.o.o. organizirani su kroz nekoliko ključnih faza koje osiguravaju preciznost, kvalitetu i učinkovitost izvedenih projekata u sektoru termotehničkih instalacija. Ove operacije uključuju faze od izrade ponude, nabave, i proizvodnje dijelova, do montaže na terenu, te završno računovodstvo i održavanje. Redoslijed i priroda ovih faza ključni su za uspješno poslovanje te omogućuju učinkovito upravljanje složenim projektima. Operacije se odvijaju u sljedećim koracima:

1. Priprema ponude i planiranje. Proces započinje analizom troškova materijala, procjenom potrebnog vremena za izradu, i ispunjavanjem troškovnika. Tijekom ovog koraka, voditelj projekta provodi pregled tehničkih specifikacija projekta, analizira zahtjeve klijenata, te osigurava da su svi elementi realno procijenjeni u financijskom smislu. S obzirom na konkurentnost tržišta, ponuda mora biti precizno prilagođena potrebama klijenta kako bi osigurala povoljnu, ali održivu cijenu.
2. Nabava materijala i opreme. Nakon odobrenja ponude, slijedi faza nabave koja uključuje komunikaciju s dobavljačima i partnerima, prikupljanje ponuda za potrebne materijale, i definiranje cijena u skladu s ugovornim okvirima. Osim toga, svaki materijal, prolazi kroz kontrolu kvalitete pri zaprimanju. Skladištenje materijala odvija se prema unaprijed dogovorenim procedurama kako bi se omogućila jednostavna dostupnost tijekom sljedećih faza.
3. Proizvodnja dijelova. Proizvodnja dijelova i njihova priprema za montažu podrazumijeva različite aktivnosti poput rezanja, savijanja, zavarivanja i montaže komponenata u manje sklopove. Tehnički tim organizira radne stanice i provodi podjelu zadataka kako bi osigurao pravovremenu i kvalitetnu proizvodnju dijelova. Radnici koriste specijalizirane alate i druge mehaničke uređaje. Osigurava se kvaliteta svakog izrađenog dijela kroz internu kontrolu prije isporuke dijelova na gradilište.
4. Montaža na terenu. Montaža je faza projekta koja zahtijeva prisutnost na terenu, koordinaciju timova i prilagodbu uvjetima specifičnog prostora. Timovi koriste posebnu opremu kako bi postavili instalacije i uređaje prema projektantskim specifikacijama. Proces uključuje provjeru instalacija i završno testiranje funkcionalnosti kako bi se osiguralo da svi sustavi rade optimalno prije predaje klijentu.
5. Izdavanje računa i praćenje naplate. Nakon završetka montaže i kontrole kvalitete, pripremaju se računi za sve obavljene usluge. Aktivnosti uključuju kreiranje računa, praćenje uplata i bilježenje naplate. Ova faza osigurava transparentno vođenje poslovanja i omogućuje pravovremeni prihod koji podržava daljnje poslovanje tvrtke.
6. Održavanje i servisiranje. Za osiguranje dugovječnosti instalacija, tvrtka pruža redovite usluge održavanja i servisiranja ugrađenih sustava. Periodični pregledi i servisiranja pomažu u održavanju optimalne funkcionalnosti i dugotrajnosti sustava. Ključna operacija uključuje analizu rada sustava, identifikaciju potrebnih popravaka, te provođenje usluga kako bi se osigurala sigurnost i zadovoljstvo klijenta.

U nastavku je provedena detaljna SIPOC analiza koja obuhvaća ključne aspekte operacija unutar tvrtke Termo Sušak d.o.o. Ova analiza identificira dobavljače, ulaze, procese, izlaze i korisnike u svakom koraku poslovnog procesa, pružajući cjelovit pregled glavnih elemenata operacija. SIPOC analiza je koristan alat koji pomaže u razumijevanju svakog aspekta procesa, od početne nabave resursa do krajnje isporuke proizvoda korisnicima. Zbog organizacije poslovanja tvrtke u kojoj zaposlenici često obavljaju više različitih zadataka, kao i zbog zajedničkih resursa potrebnih za različite operacije, ulazi, izlazi i korisnici često se ponavljaju kroz različite faze. Iz tog razloga, analiza je provedena na sveobuhvatan način koji obuhvaća zajedničke elemente bez potrebe za zasebnim prikazom svake pojedine operacije.

*Suppliers (Dobavljači):* Tvrtka Termo Sušak d.o.o. oslanja se na pouzdane dobavljače koji kontinuirano osiguravaju visokokvalitetne komponente za termotehničke instalacije. Ključni dobavljači opskrbljuju tvrtku specijaliziranim materijalima kao što su bakrene, čelične i inox cijevi, ventili, prirubnice, ventilacijski kanali, vijčana roba, obujmice i izolacijski materijali potrebni za ugradnju sustava grijanja, hlađenja i ventilacije. Osim osnovnih komponenti, dobavljači osiguravaju opremu i alate potrebne za montažu na terenu, uključujući aparate za zavarivanje, pile, bušilice, brusilice i hidraulične alate za rezanje i savijanje cijevi. Neki od dobavljača specijalizirani su za isporuku opreme kao što su rashladni uređaji, bojleri i ventilatori, koji su ključni za industrijske i komercijalne projekte. Ovi dugogodišnji partneri pridonose stabilnosti nabavnog lanca, pružajući pouzdanu opskrbu prema ugovorenim standardima kvalitete.

*Inputs (Ulazi):* U poslovne procese tvrtke ulazi širok raspon materijala, opreme i informacija. Ključni ulazi uključuju tehničku dokumentaciju koja sadrži projektne planove i specifikacije potrebne za provedbu radova. Ova dokumentacija osigurava detaljan pregled svih potrebnih koraka, od materijala do montažnih postupaka. Osim tehničke dokumentacije, važni ulazi su materijali kao što su cijevi različitih dimenzija, ventili, ventilacijski kanali i izolacijski materijali za termotehničke instalacije. Izuzetno važan ulaz čine i zaposlenici tvrtke koji obavljaju ključne operacije, a njihova stručnost i organiziranost omogućuju kvalitetnu izvedbu svih projektnih zadataka. Također, ulaze čine i alati za montažu poput aparata za zavarivanje, bušilice, kao i pribor za rad na visini poput ljestava i skela. Proračuni i projektni nacrti te povratne informacije klijenata također su bitni ulazi jer omogućuju precizno prilagođavanje projekata specifičnim zahtjevima i optimizaciju resursa.

*Process (Proces):* Procesi tvrtke Termo Sušak d.o.o. počinju s pripremom ponude koja uključuje analizu troškova, formiranje troškovnika, te provjeru tehničke dokumentacije i projektnih nacrti. Kada klijent odobri ponudu, započinje faza nabave u kojoj se prikupljaju materijali od dobavljača, uz provjeru cijena i kontrolu kvalitete prilikom zaprimanja. Svi materijali se skladište na način koji omogućava jednostavan pristup i optimalne uvjete skladištenja. Proizvodnja dijelova obuhvaća aktivnosti poput rezanja, savijanja i zavarivanja cijevi te montaže manjih sklopova. Na terenu se provodi završna montaža i instalacija. Prije završetka montaže, sustavi se testiraju kako bi se osiguralo da svi dijelovi funkcioniraju ispravno. Nakon što se završi montaža, izrađuju se računi za obavljene usluge, prati se naplata i pohranjuje relevantna dokumentacija. Tvrtka nudi usluge redovnih pregleda, servisiranja i zamjene oštećenih dijelova, čime osigurava dugovječnost instaliranih sustava.

*Outputs (Izlazi):* Izlazni rezultati poslovnih procesa tvrtke uključuju potpuno funkcionalne sustave grijanja, hlađenja i ventilacije koji su isporučeni klijentu, testirani i spremni za dugotrajnu upotrebu. Svaki projekt završava s tehničkom dokumentacijom koja sadrži detalje o izvedenim radovima, završnim kontrolama i rezultatima testiranja, čime se klijentu omogućuje jednostavno praćenje rada i eventualno buduće održavanje. Izlazne komponente uključuju i završne račune te informacije za periodične preglede i održavanje. Ova dokumentacija je ključna za osiguranje kvalitete i sigurnosti sustava, a omogućuje klijentima da na jednostavan način upravljaju instalacijama i optimiziraju njihov rad.

*Customers (Korisnici):* Klijenti Termo Sušak d.o.o. obuhvaćaju širok spektar komercijalnih i industrijskih korisnika, uključujući trgovačke lance, poslovne zgrade, skladišne prostore i industrijska postrojenja. Tvrtka osigurava podršku kroz redovne servise i održavanje, čime pomaže korisnicima da očuvaju dugoročnu funkcionalnost sustava. Osim toga, klijenti se često uključuju u proces putem povratnih informacija, čime se poboljšava kvaliteta usluga i omogućuje prilagodba specifičnim potrebama svakog projekta. Uska suradnja s korisnicima doprinosi dugoročnom zadovoljstvu klijenata i održavanju profesionalne reputacije tvrtke na tržištu.

### **3.3. Izazovi u poslovanju**

Kao i mnoge tvrtke u rastu, Termo Sušak d.o.o. suočava se s nizom izazova koji proizlaze iz neadekvatne organizacije poslovnih procesa i nedostatka sustava za upravljanje ključnim

funkcijama poslovanja. Iako tvrtka već godinama uspješno djeluje na tržištu, sadašnja metoda rada, koja se oslanja na ručne procese i individualne procjene, ponekad stvara poteškoće u učinkovitoj organizaciji i praćenju projekata, resursa i financija. Jedan od glavnih izazova je upravljanje radnim nalogima i resursima. Trenutno se koordinacija timova i praćenje napretka projekata obavlja bez korištenja centraliziranog softverskog sustava, što dovodi do nejasnoća u raspodjeli zadataka, mogućih kašnjenja u izvršavanju radova i mogućnosti pogrešaka u praćenju resursa. Ovakav način rada otežava vođenje evidencije o napretku projekta.

Drugi izazov je upravljanje zalihama i materijalima. Trenutno se stanje zaliha u skladištu vodi na temelju osobne procjene skladištara, bez digitalnog sustava koji bi omogućio točan uvid u raspoložive količine materijala. To može dovesti do situacija u kojima tvrtka naručuje previše materijala, što povećava troškove skladištenja, ili premalo, što može uzrokovati kašnjenja na projektima zbog nedostatka opreme na terenu. S obzirom na to da su projekti često raspoređeni na različitim lokacijama diljem Hrvatske, točan pregled nad zalihama i logistička koordinacija ključni su za učinkovitost poslovanja.

Još jedan izazov s kojim se tvrtka suočava je nedostatak integracije između različitih poslovnih funkcija, kao što su nabava, financije i računovodstvo. Proces narudžbi materijala i praćenje troškova nije usklađen s računovodstvom, što otežava transparentno praćenje financijskih tokova i troškova po projektima. Također, zbog nedostatka centraliziranog sustava, nema brze dostupnosti povijesnih podataka o prijašnjim ponudama, prihvaćenim projektima i ostalim ključnim informacijama koje bi mogle olakšati donošenje strateških odluka.

S obzirom na to da se tvrtka oslanja na nekoliko ključnih zaposlenika za organizaciju i vođenje projekata, postoji rizik od preopterećenosti radom. Nedostatak automatizacije i alata za optimizaciju resursa dodatno komplicira svakodnevni rad, a rizik od grešaka je veći jer nema sustava koji bi omogućio jednostavan pregled svih aktivnosti i resursa na jednom mjestu.

Zbog svih ovih izazova, postalo je jasno da je tvrtki potreban sustav koji će objediniti sve poslovne procese i omogućiti bolju organizaciju poslovanja. Direktor tvrtke je prepoznao važnost modernizacije poslovanja i donio odluku o uvođenju ERP sustava kako bi se unaprijedili ključni poslovni procesi. Implementacija ERP sustava trebala bi omogućiti centralizirano upravljanje resursima, praćenje radnih naloga, transparentno upravljanje zalihama te bolju integraciju financijskih i operativnih aktivnosti. Voditelj projekta preuzet će

odgovornost za provedbu ove promjene, osiguravajući da ERP sustav bude prilagođen specifičnim potrebama tvrtke i da se svi zaposlenici obučavaju za korištenje novih alata. S obzirom na dugoročne ciljeve tvrtke i njezinu viziju rasta i razvoja, uvođenje ERP sustava predstavlja nužan korak kako bi tvrtka postala učinkovitija, bolje organizirana te konkurentnija na tržištu. Stanje poslovnih funkcija tvrtke u trenutku analize prikazani su u Tablici 3.1.

*Tablica 3.1 Stanje poslovnih funkcija tvrtke Termo Sušak d.o.o.*

| <b>Poslovna funkcija</b>            | <b>Opis trenutnog</b>  |
|-------------------------------------|--|
| Upravljanje radnim nalogima         | Ručno praćenje naloga, mogućnost grešaka i nejasnoća u podjeli zadataka.                                       |
| Praćenje napretka projekata         | Napredak se prati temeljem osobnih procjena, bez jasnih evidencija.  |
| Koordinacija timova                 | Koordinacija timova temelji se na osobnoj procjeni, bez digitalnog sustava.                                    |
| Upravljanje zalihama                | Stanje zaliha vodi se prema osobnim procjenama skladištara, bez točnog uvida u stvarne količine materijala.    |
| Logistička koordinacija             | Logističke aktivnosti, poput raspodjele materijala, koordiniraju se putem usmene komunikacije.                 |
| Praćenje troškova                   | Troškovi se prate odvojeno od računovodstva.   |
| Integracija poslovnih funkcija      | Poslovne funkcije nisu povezane, što rezultira sporom komunikacijom između odjela.                             |
| Uvid u povijesne podatke            | Podaci o prijašnjim projektima i ponudama nisu centralizirani, pa nema brzog pristupa arhivskim informacijama. |
| Automatizacija poslovnih procesa    | Većina zadataka se obavlja ručno, bez automatizacije.  |
| Transparentnost financijskih tokova | Nedostatak integracije između različitih poslovnih funkcija otežava pregled nad financijskim tokovima.         |
| Evidencija radnih sati              | Radni sati se prate ručno, mogućnost grešaka.  |



### 3.4. Strategija i budući razvoj

Vizija tvrtke Termo Sušak d.o.o. je postati vodeći pružatelj usluga termotehničkih instalacija u županiji, uz neprestano usavršavanje i prilagođavanje inovacijama u industriji. Kako bi ostvarila ovu viziju, tvrtka se fokusira na kontinuirani rast i razvoj svojih zaposlenika, modernizaciju poslovnih procesa te proširenje ponude usluga. Prvi korak u ovom smjeru je uvođenje ERP sustava, kojim se želi postići bolja kontrolu nad poslovanjem i optimizacija ključnih procesa. Međutim, ERP sustav nije jedini korak u modernizaciji poslovanja.

Širenje administrativnog tima jedan je od sljedećih koraka koji će osigurati veću operativnu učinkovitost. Plan je zaposliti dodatne stručnjake za nabavu, logistiku i financije, čime bi se olakšalo upravljanje sve većim brojem projekata te omogućila bolja kontrola nad troškovima i resursima. S povećanjem broja administrativnog osoblja, tvrtka bi mogla učinkovitije upravljati svakodnevnim operacijama, smanjiti opterećenje ključnih zaposlenika i omogućiti bolju raspodjelu zadataka. Također, jedan od glavnih prioriteta je ulaganje u edukaciju zaposlenika. Tvrtka prepoznaje da je znanje ključ uspjeha, te će kroz ciljane programe edukacije osigurati da zaposlenici prate najnovije tehnologije i standarde u industriji. Time će se osnažiti sposobnost tvrtke za rješavanje složenijih tehničkih izazova, čime se povećava kvaliteta izvedenih radova. Posebna pozornost bit će posvećena školovanju novih radnika, ali i kontinuiranoj edukaciji montera, zavarivača i administrativnog osoblja. Tako će tvrtka osigurati da uvijek nudi najmodernija rješenja u skladu s industrijskim standardima.

Sudjelovanje u većim projektima također je jedan od strateških ciljeva tvrtke. Aktivno sudjelovanje u složenijim i većim projektima, uključujući komercijalne i industrijske objekte, omogućit će jačanje portfelja tvrtke te proširenje mreže poslovnih partnera. S obzirom na dosadašnje iskustvo u radu na komercijalnim objektima diljem Hrvatske, tvrtka namjerava povećati broj projekata te se pozicionirati kao glavni izvođač za sve složenije termotehničke instalacije. Ova strategija će osigurati daljnji rast prihoda, i pomoći u jačanju ugleda i povećanju konkurentnosti na tržištu.

Tvrtka također planira modernizirati opremu i proširiti kapacitete skladišta, što će omogućiti bržu i efikasniju realizaciju projekata. Investiranje u novu tehnologiju, alate i skladišne kapacitete osigurat će da timovi na terenu imaju sve potrebne resurse na raspolaganju te da projekti teku glatko, bez zastoja ili kašnjenja.

### 3.5. Sudjelovanje u projektima

Tvrtka Termo Sušak d.o.o. ima bogato iskustvo u izvođenju radova na više od 100 različitih projekata. Bogato iskustvo tvrtki je donijelo reputaciju pouzdanog partnera. Zbog te prepoznatljivosti, tvrtka je zaprimila upit za sudjelovanje u velikom projektu izgradnje logističko-distributivnog centra jednog trgovačkog lanca. Projekt podrazumijeva izgradnju novog objekta površine oko 30.000 kvadratnih metara, a glavni izvođač, tvrtka FrigoTech d.o.o., pozvala je tvrtku Termo Sušak d.o.o. da sudjeluje u izvođenju termotehničkih instalacija.

Cilj ovog projekta je izgradnja logističko-distributivnog centra koji će objediniti skladišne centre trgovačkog lanca. Sam centar podijeljen je na nekoliko funkcionalnih cjelina, svaka sa specifičnim temperaturnim zahtjevima, prilagođenim za različite vrste robe. Planirane funkcionalne cjeline uključuju:

1. 15 zrionica za banane s kontroliranim temperaturnim uvjetima između  $+12^{\circ}\text{C}$  i  $+20^{\circ}\text{C}$ , ovisno o fazi zrenja. Ove prostorije opremljene su hladnjacima s ventilatorima i sustavom za distribuciju plina za zrenje.
2. Dva skladišta za zelene banane, gdje će se temperatura održavati između  $+12^{\circ}\text{C}$  i  $+14^{\circ}\text{C}$ , a koja služe za privremeno skladištenje nezrelih banana prije nego što uđu u zrionice.
3. 13 komora različite namjene, predviđenih za skladištenje mesa, voća, povrća i mliječnih proizvoda. Svaka komora ima specifične temperaturne zahtjeve, s rasponom od  $+0^{\circ}\text{C}$  do  $+10^{\circ}\text{C}$ , kako bi se osigurala optimalna kvaliteta skladištenih proizvoda.
4. Manipulacijski prostori, gdje će temperatura biti održavana na  $+12^{\circ}\text{C}$ . Ovi prostori imaju ključnu ulogu u logističkom procesu, služeći kao mjesta gdje se roba iz komora priprema za ukrcaj u kamione i distribuciju, ili gdje se roba iz kamiona priprema za skladištenje u komorama.

Glavni rashladni sustav logističkog centra bit će osiguran kroz instalaciju ukupno 72 glikolska hladnjaka koji će održavati zadane temperaturne uvjete u komorama, i manipulacijskim prostorima. Također, 15 hladnjaka s ventilatorima bit će postavljeno u zrionicama kako bi se osigurala pravilna kontrola temperature i distribucija plina za zrenje. Strojarnica, koja čini središnji dio rashladnog sustava, sastojat će se od pet rashladnih agregata.

U okviru ovog projekta, predloženo je da se tvrtka Termo Sušak d.o.o. zaduži za postavljanje cjevovoda glavnog voda glikola, koji će biti ključan za distribuciju rashladnog medija po cijelom objektu. Predviđeno je da će za ovu instalaciju biti potrebno ukupno 1970 metara inox cijevi za glavne vodove. Uz to, predviđeno je postavljanje dodatnih 580 metara cijevi za priključke između glikolskih hladnjaka i glavnog voda, čime će se osigurati pravilna distribucija rashladnog sredstva kroz sve funkcionalne cjeline. Osim cjevovoda, tvrtka bi preuzela odgovornost za montažu glikolskih hladnjaka unutar komora, zionica i manipulacijskih prostora te njihovo povezivanje s glavnim vodovima. Glavne vodove glikola potrebno je spojiti s uređajima pomoću pozicija 1, 2, 3 i 4, koje će u kasnijem dijelu rada biti detaljno obrađene. Zbog složenosti projekta, ove pozicije će poslužiti kao konkretan primjer kojim će se prikazati cjelokupni proces, od izrade ponude, preko nabave materijala, analize troškova, pa sve do same proizvodnje unutar ERP sustava. Ovim primjerom prikazat će se ključni aspekti organizacije i vođenja projekta

Sudjelovanje u ovom projektu predstavlja značajan izazov, ali i priliku za daljnji razvoj tvrtke Termo Sušak d.o.o. Iako tvrtka ima značajno iskustvo u izvođenju sličnih instalacija, ovaj projekt predstavlja iskorak u smislu složenosti i opsega radova. Radovi zahtijevaju nabavku specifične opreme, uključujući dodatne aparate za zavarivanje, brusilice, bušilice, reflektore i opremu za lemljenje. Prije početka radova, bit će potrebno provesti dodatna atestiranja zavarivača te osigurati svu tehničku i sigurnosnu dokumentaciju, kako bi se osigurala usklađenost s propisima i zahtjevima naručitelja. Predviđeno je da će radovi trajati 7 mjeseci, dok će točan početak ovisiti o dovršetku građevinskih radova na objektu.

## 4. PRIPREMA ZA IMPLEMENTACIJU ERP I MES SUSTAVA

Temeljem analize poslovnih procesa i izazova navedenih u Tablici 3.1, koji uključuju nedostatke u upravljanju radnim nalogima, praćenju napretka projekata, koordinaciji timova, upravljanju zalihama i transparentnosti financijskih tokova, tvrtka Termo Sušak d.o.o. prepoznala je potrebu za uvođenjem ERP sustava. Ti izazovi onemogućuju optimalnu organizaciju poslovanja, stvaraju prostor za operativne greške te povećavaju troškove poslovanja. Kao rješenje ovih problema, odlučeno je da će tvrtka uvesti Odoo ERP sustav, kako bi centralizirala svoje poslovne funkcije i omogućila bolju kontrolu nad svim segmentima poslovanja. ERP sustav će omogućiti optimizaciju ključnih poslovnih procesa kroz cjelovitu integraciju u jednu platformu.

Odluka o implementaciji Odoo ERP sustava posebno je važna s obzirom na složenost trenutnog projekta izgradnje logističko-distributivnog centra. U ovom projektu, tvrtka Termo Sušak d.o.o. prepoznala je priliku da bolje upozna Odoo ERP sustav i započne proces njegove implementacije. Kroz rad na četiri ključne pozicije, tvrtka će iskoristiti priliku za testiranje svih faza projekta unutar ERP sustava, uključujući izradu ponude za izradu i montažu pozicija, nabavu materijala potrebnog za njihovu izradu, praćenje troškova i resursa tijekom cijelog procesa, upravljanje proizvodnim operacijama, montažu opreme te naplatu nakon uspješne realizacije. Na temelju ovog primjera, tvrtka će ispitati sve prednosti i potencijalne nedostatke ERP sustava te odlučiti o njegovoj daljnjoj primjeni.

Glavni cilj implementacije ERP sustava u tvrtki je digitalizacija i centralizacija poslovnih procesa, što će omogućiti bolju koordinaciju između različitih odjela poput nabave, skladišta, proizvodnje i računovodstva. Time će se smanjiti operativni troškovi kroz optimizaciju resursa i preciznije praćenje radnih naloga, dok će transparentno upravljanje zalihama i materijalima smanjiti zastoje uzrokovane nedostatkom opreme. Osim toga, ERP sustav će omogućiti preciznije upravljanje projektima, od izrade početne ponude do konačne naplate, osiguravajući bolju kontrolu nad troškovima i učinkovito vođenje poslovnih operacija.

Prije same implementacije Odoo ERP sustava, potrebno je poduzeti niz pripremnih aktivnosti kako bi se osigurala uspješna integracija. Pripremnje aktivnosti za implementaciju ERP sustava uključuju analizu utroška materijala, gdje se definiraju svi potrebni materijali za izradu i

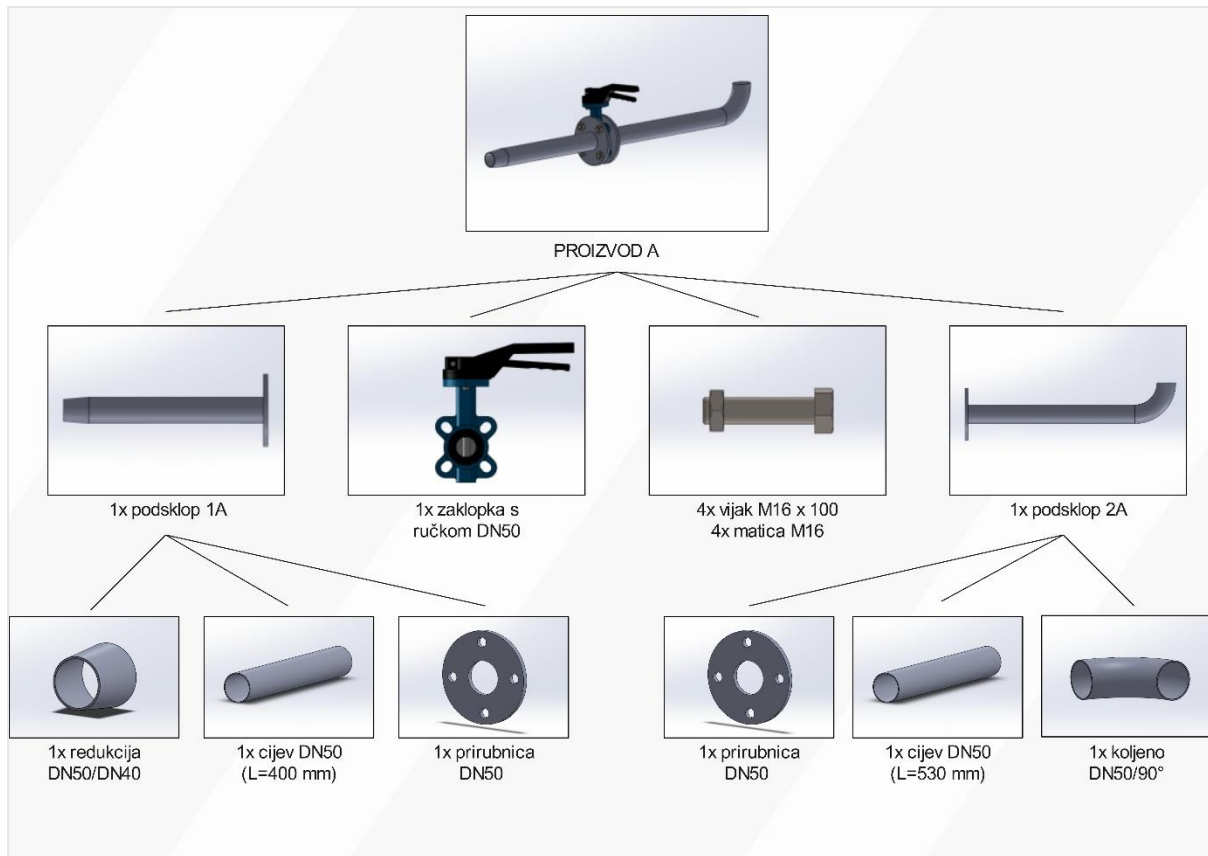
montažu ključnih pozicija. Na osnovu analize utroška materijala provesti će se troškova proizvodnje, što će poslužiti za izradu prve ponude unutar sustava. Također se definiraju radne stanice i resursi te određuju rokovi za svaki dio posla. Nakon toga, svi podaci o ponudi, nabavi materijala, troškovima i planu rada unose se u Odoo ERP sustav kako bi se omogućilo praćenje napretka projekta u stvarnom vremenu. Pripremna faza implementacije bit će ključna za razumijevanje sustava, a konkretnim primjerom na projektu izrade i montaže pozicija 1, 2, 3 i 4 tvrtka će testirati sve funkcionalnosti ERP sustava. Na temelju rezultata ove pripremne faze, tvrtka će donijeti odluku o punoj integraciji ERP sustava u sve poslovne procese.

#### **4.1. Analiza utroška materijala i popis operacija**

Prije početka implementacije, potrebno je razraditi proizvode koji će se integrirati u sustav te prikazati proces izrade ponude, naručivanja materijala, skladištenja, proizvodnje i isporuke na gradilište. Ključni korak u ovoj fazi je i priprema za uvođenje pozicija 1, 2, 3 i 4 u ERP sustav. Glavni izvođač, Frigo Tech d.o.o., dostavio je tehničku dokumentaciju i projekt, u kojima su definirane pozicije 1, 2, 3 i 4. Ove pozicije bit će ključne za daljnji tijek implementacije ERP sustava, a prvi zadatak bio je izraditi detaljnu listu materijala potrebnih za njihovu izradu. Pozicije će se dalje u tekstu nazivati proizvodima A, B, C i D. Prvi zadatak u ovoj fazi implementacije bio je izrada detaljne liste materijala i popis operacija potrebnih za izradu tih proizvoda. Ova lista ključna je za pravilno planiranje nabave materijala i opreme, izradu ponude i organizaciju skladištenja, kao i praćenje troškova unutar ERP sustava.

##### **4.1.1. Proizvod A**

Proizvod A sastoji se od nekoliko komponenti, organiziranih u dva glavna podsklopa, 1A i 2A. Podsklop 1A uključuje redukciju DN50/DN40, cijev DN50 duljine 400 mm, te priрубnicu DN50. Ovaj podsklop spojen je sa zaklopkom s ručkom DN50 koja služi za kontrolu protoka. S druge strane, podsklop 2A sastoji se od cijevi DN50 duljine 530 mm, priрубnice DN50 i koljena DN50/90°. Povezivanje dvaju podsklopova ostvareno je pomoću četiri vijka M16 x 100 i četiri matice M16. Kombinacija ovih komponenti čini funkcionalnu jedinicu koja je ključna za spajanje i regulaciju protoka unutar sustava, omogućujući povezivanje cjevovoda i uređaja te kontrolu protoka medija. Popis materijala za proizvod A prikazan je na slici 4.1.



*Slika 4.1 Popis materijala za proizvod A*

Također, potrebno je definirati i popis operacija, njihovo trajanje i opremu sa kojom će se te operacije izvoditi. Glavni izvođač, Frigo Tech d.o.o., zahtijevao je test kvalitete zavarivača tvrtke, i zatražio izradu uzorka svakog proizvoda. Tvrtka je iskoristila ovu priliku kako bi detaljno razradila sve operacije, definirala potrebnu opremu te odredila vrijeme trajanja svake operacije, što je omogućilo lakšu analizu troškova i definiranje cijene izrade.

Izrada proizvoda A sastoji se od ukupno 11 operacija. Te operacije uključuju rezanje inox cijevi, privremeno zavarivanje različitih dijelova, te konačno zavarivanje spojeva. Za izvođenje ovih operacija potrebne su dvije ključne vrste opreme: tračna pila Fervi 0362 za rezanje cijevi i aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC za postupke privremenog i završnog zavarivanja. Završna operacija uključuje spajanje podsklopova 1A i 2A s pomoću zaklopke DN50, a za to se koristi Milwaukee udarna bušilica. Ukupno trajanje svih operacija iznosi 101 minutu. Rezultati razrade operacija, opreme i vremena izrade dani su u Tablici 4.1.

Tablica 4.1 Popis operacija, opreme i vremena izrade za proizvod A

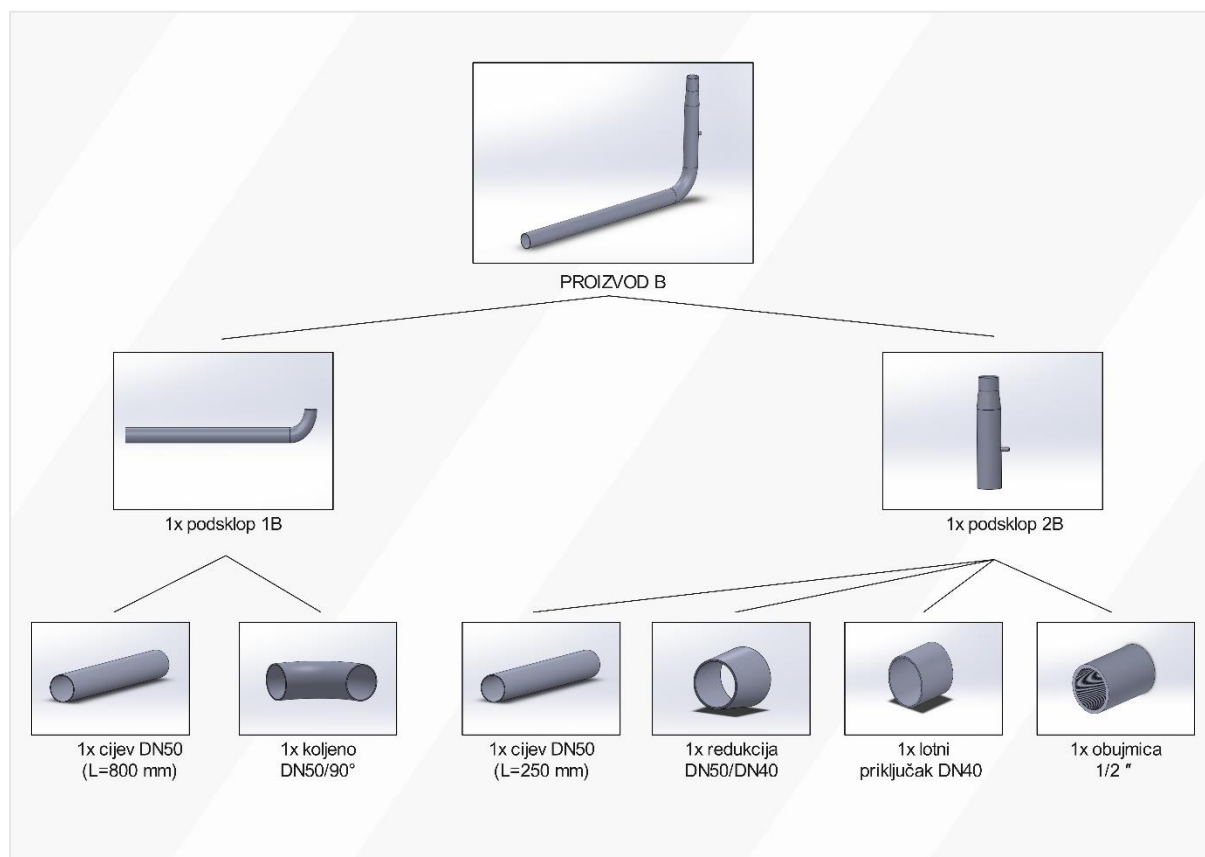
| <b>PROIZVOD A</b> |   |   |                      |
|-------------------|---|---|----------------------|
| <b>Operacija</b>  | <b>Oprema</b>                           | <b>Opis</b>   | <b>Vrijeme [min]</b> |
| 10                | Tračna pila Fervi 0362                  | Rezanje inox cijevi DN50 na duljinu 400 mm                                      | 4                    |
| 20                | Tračna pila Fervi 0362                  | Rezanje inox cijevi DN50 na duljinu 530 mm                                      | 4                    |
| 30                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Punktiranje inox cijevi duljine 400 mm sa inox redukcijom DN50/DN40 – prvi spoj | 9                    |
| 40                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Punktiranje inox cijevi duljine 400 mm sa inox prirubnicom DN50 – drugi spoj    | 7                    |
| 50                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Punktiranje inox cijevi duljine 530 mm sa inox prirubnicom DN50 – treći spoj    | 9                    |
| 60                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Punktiranje inox cijevi duljine 530 mm sa inox koljenom DN50 – četvrti spoj     | 7                    |
| 70                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Zavarivanje prvog spoja   | 14                   |
| 80                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Zavarivanje drugog spoja  | 14                   |
| 90                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Zavarivanje trećeg spoja  | 14                   |
| 100               | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Zavarivanje četvrtog spoja  | 14                   |
| 110               | Milwaukee udarna bušilica               | Spajanje podsklopa 1A i podsklopa 2A zaklopkom DN50                             | 6                    |

Kroz razradu operacija, definiranje potrebnih materijala i opreme, tvrtka je stekla jasnu sliku o procesu proizvodnje. Ukupno trajanje operacija iznosi 101 minutu, a popis materijala i operacija prikazan je kako bi se olakšala implementacija u ERP sustav. Detaljna analiza troška izrade i definiranje cijene ponude bit će provedeni kasnije, unutar ERP sustava, kada svi podaci budu uneseni i obrađeni.

#### 4.1.2. Proizvod B

Proizvod B sastoji se od nekoliko komponenti, organiziranih u dva glavna podsklopa, 1B i 2B. Podsklop 1B uključuje cijev DN50 duljine 800 mm, cijev DN50 duljine 250 mm, te koljeno DN50/90°. Podsklop 2B sastoji se od redukcije DN50/DN40, lotnog priključka DN40 i cijevne

obujmice 1/2". Povezivanje podsklopova 1B i 2B ostvaruje se putem zavarivačkog spoja. Popis materijala za proizvod B prikazan je na slici 4.2.



*Slika 4.2 Popis materijala za proizvod B*

Potrebno je definirati popis operacija, njihovo trajanje i opremu potrebnu za njihovu izvedbu. Izrada proizvoda B sastoji se od ukupno 13 operacija. Ove operacije uključuju rezanje inox cijevi, privremeno zavarivanje različitih dijelova, te konačno zavarivanje spojeva. Ključna oprema za ove operacije uključuje tračnu pilu Fervi 0362 za rezanje cijevi te aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC za privremeno i završno zavarivanje. Operacija bušenja otvora za cijevnu obujmicu 1/2" izvodi se pomoću Milwaukee bušilice s krunom za bušenje. Nakon bušenja, posljednja operacija je zavarivanje petog spoja, čime se proizvod B dovršava. Ukupno trajanje svih operacija za izradu proizvoda B iznosi 109 minuta. Rezultati razrade operacija, opreme i vremena izrade dani su u Tablici 4.2.



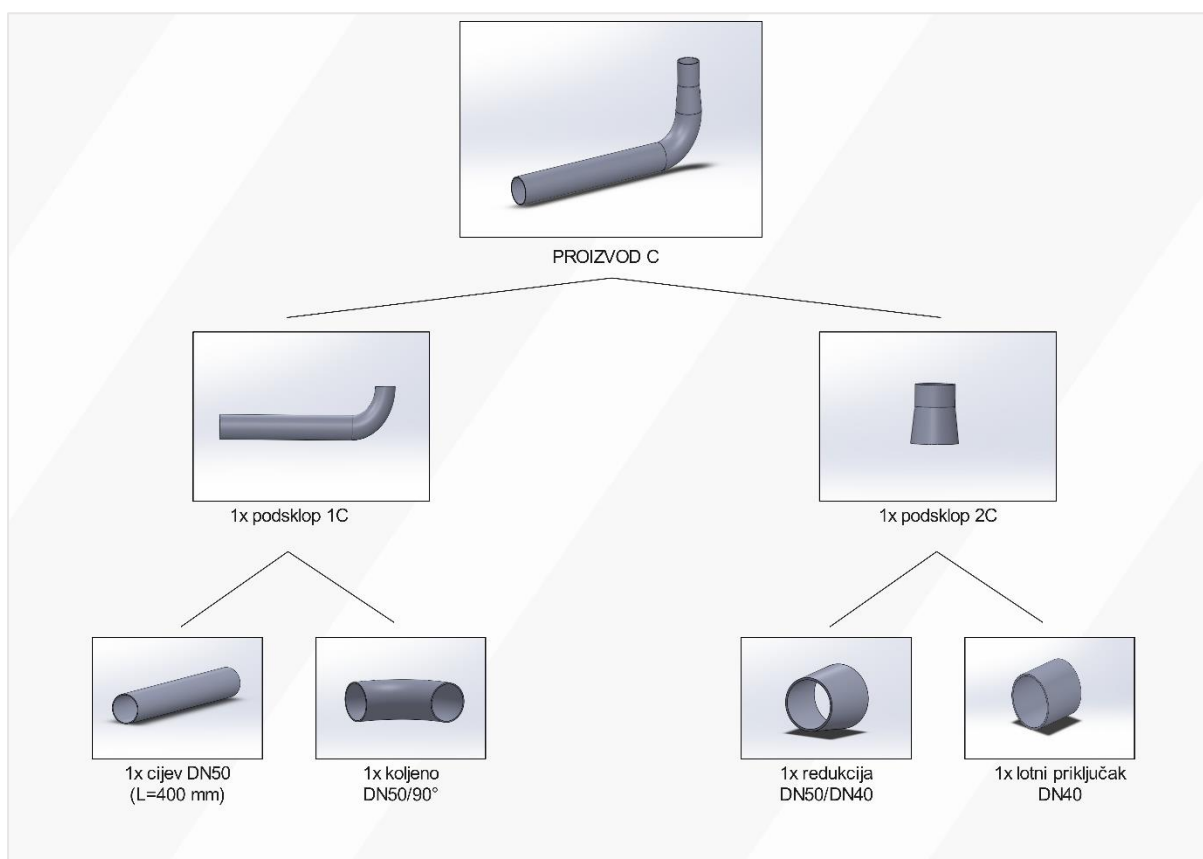
Tablica 4.2 Popis operacija, opreme i vremena izrade za proizvod B

| <b>PROIZVOD B</b> |   |  |                      |
|-------------------|---|--|----------------------|
| <b>Operacija</b>  | <b>Oprema</b>                           | <b>Opis</b>  | <b>Vrijeme [min]</b> |
| 10                | Tračna pila Fervi 0362                  | Rezanje inox cijevi DN50 na duljinu 800 mm                                       | 4                    |
| 20                | Tračna pila Fervi 0362                  | Rezanje inox cijevi DN50 na duljinu 250 mm                                       | 4                    |
| 30                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Punktiranje inox cijevi duljine 800 mm sa inox koljenom DN50 – prvi spoj         | 9                    |
| 40                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Punktiranje inox cijevi duljine 250 mm sa inox redukcijom DN50/DN40 – drugi spoj | 9                    |
| 50                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Punktiranje inox redukcije DN50/DN40 sa lotnim priključkom DN 40 – treći spoj    | 9                    |
| 60                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Punktiranje podsklopa 1B sa podsklopom 2B – četvrti spoj                         | 7                    |
| 70                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Zavarivanje prvog spoja  | 14                   |
| 80                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Zavarivanje drugog spoja   | 14                   |
| 90                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Zavarivanje trećeg spoja   | 14                   |
| 100               | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Zavarivanje četvrtog spoja   | 14                   |
| 110               | Milwaukee bušilica sa krunom Ø14 mm     | Bušenje otvora za cijevnu obujmicu 1/2"  | 4                    |
| 120               | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Punktiranje cijevne obujmice 1/2" sa sklopom B – peti spoj                       | 2                    |
| 130               | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Zavarivanje petog spoja  | 5                    |

Ukupno trajanje operacija iznosi 109 minuta, a popis materijala i operacija jasno je prikazan kako bi se olakšala kasnija implementacija u ERP sustav.

#### 4.1.3. Proizvod C

Proizvod C sastoji se od nekoliko komponenti raspoređenih u dva glavna podsklopa, 1C i 2C. Podsklop 1C uključuje cijev DN50 duljine 400 mm i koljeno DN50/90°, koji omogućuju spajanje uređaja sa glavnim vodom. Podsklop 2C sadrži redukciju DN50/DN40 i lotni priključak DN40. Popis materijala za proizvod C prikazan je na slici 4.3.



*Slika 4.3 Popis materijala za proizvod C*

Za proizvod C potrebno je definirati popis operacija, njihovo trajanje i opremu koja će se koristiti pri izvedbi. Izrada proizvoda C uključuje ukupno **7** operacija. Operacije obuhvaćaju rezanje inox cijevi, privremeno zavarivanje ključnih dijelova te konačno zavarivanje spojeva. Oprema koja se koristi za ove operacije uključuje tračnu pilu Fervi 0362 za rezanje cijevi te aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC za privremeno i konačno zavarivanje. Ukupno trajanje svih operacija za izradu proizvoda C iznosi 71 minutu, a popis operacija, opreme i vremena izrade dani su u Tablici 4.3.

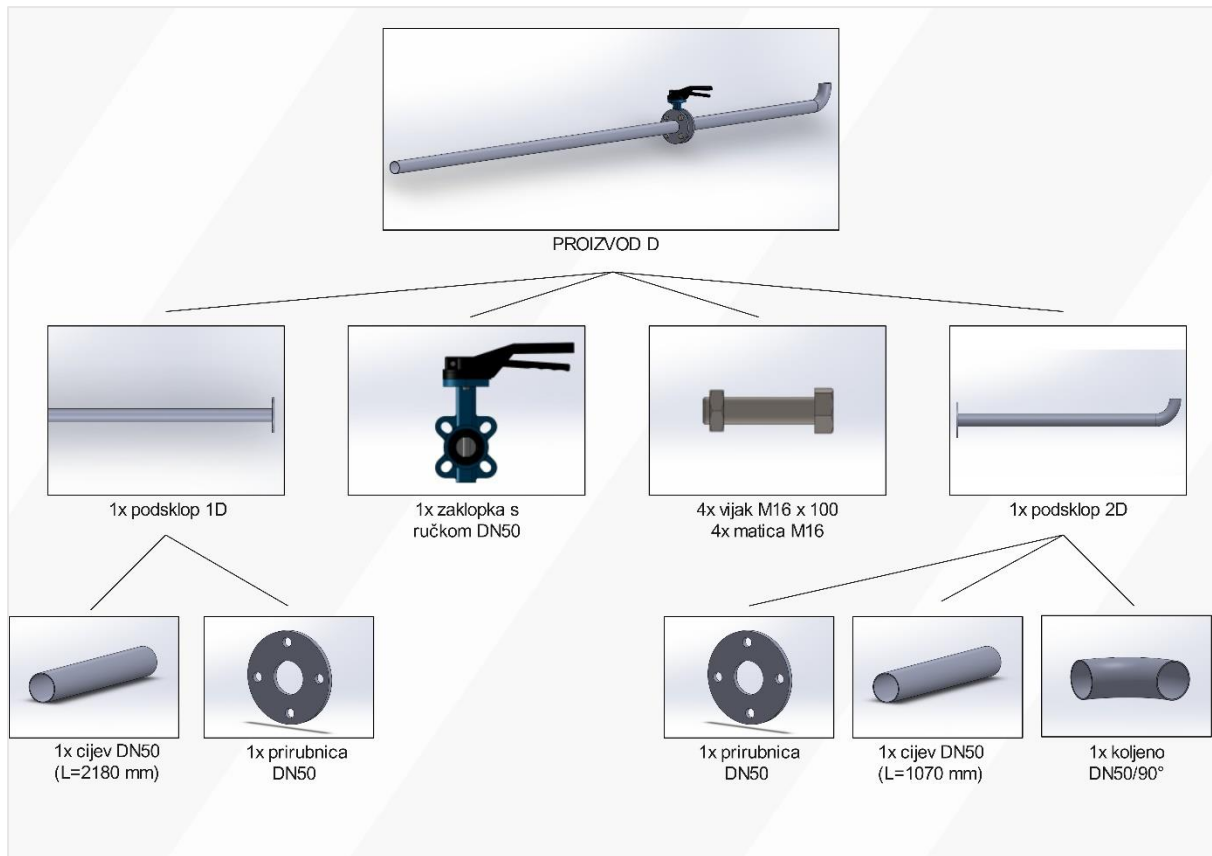
Tablica 4.3 Popis operacija, opreme i vremena izrade za proizvod C

| <b>PROIZVOD C</b> |   |  |                      |
|-------------------|---|--|----------------------|
| <b>Operacija</b>  | <b>Oprema</b>                           | <b>Opis</b>  | <b>Vrijeme [min]</b> |
| 10                | Tračna pila Fervi 0362                  | Rezanje inox cijevi DN50 na duljinu 400 mm                                   | 4                    |
| 20                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Punktiranje inox cijevi duljine 400 mm sa inox koljenom DN50 – prvi spoj     | 9                    |
| 30                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Punktiranje inox redukcije DN50/DN40 sa lotnim priključkom DN40 – drugi spoj | 9                    |
| 40                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Punktiranje podsklopa 1C i 2C – treći spoj                                   | 7                    |
| 50                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Zavarivanje prvog spoja  | 14                   |
| 60                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Zavarivanje drugog spoja   | 14                   |
| 70                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Zavarivanje trećeg spoja   | 14                   |

Kroz detaljnu analizu operacija, definiciju potrebnih materijala i opreme za proizvod C, tvrtka je dobila jasan uvid u proizvodni proces. Trajanje operacija iznosi 71 minutu, što omogućava precizno planiranje i optimizaciju resursa. Popis materijala i operacija bit će unesen u ERP sustav kako bi se olakšala analiza troškova izrade i definiranje konačne ponude, koje će biti provedene u kasnijoj fazi projekta.

#### 4.1.4. Proizvod D

Proizvod D predstavlja složeniji sklop koji se sastoji od dva glavna podsklopa, 1D i 2D. Podsklop 1D obuhvaća cijev DN50 duljine 2180 mm i prirubnicu DN50, dok podsklop 2D uključuje cijev DN50 duljine 1070 mm, prirubnicu DN50 i koljeno DN50/90°. Ovi podsklopovi zajedno čine sklop koji uključuje zaklopku s ručkom DN50, koja omogućuje kontrolu protoka unutar sustava. Popis materijala za proizvod D prikazan je na slici 4.4.



*Slika 4.4 Popis materijala za proizvod D*

Za izradu proizvoda D definirano je ukupno 9 operacija, koje uključuju rezanje inox cijevi na različite duljine, spajanje prirubnica, koljena i zaklopke te konačno zavarivanje i sklapanje podsklopova. Oprema koja se koristi u ovim operacijama uključuje tračnu pilu Fervi 0362 za rezanje cijevi, te aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC za sve zavarivačke operacije. Posljednja operacija uključuje spajanje podsklopova 1D i 2D s pomoću zaklopke DN50, gdje se koriste četiri vijka M16 x 100 i četiri matice M16, uz pomoć Milwaukee udarne bušilice. Detaljan prikaz operacija, vremena trajanja i korištene opreme prikazan je u Tablici 4.4.

Tablica 4.4 Popis operacija, opreme i vremena izrade za proizvod D

| <b>PROIZVOD D</b> |   |   |                      |
|-------------------|---|---|----------------------|
| <b>Operacija</b>  | <b>Oprema</b>                           | <b>Opis</b>   | <b>Vrijeme [min]</b> |
| 10                | Tračna pila Fervi 0362                  | Rezanje inox cijevi DN50 na duljinu 2180 mm                                   | 4                    |
| 20                | Tračna pila Fervi 0362                  | Rezanje inox cijevi DN50 na duljinu 1070 mm                                   | 4                    |
| 30                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Punktiranje inox cijevi duljine 2180 mm sa inox prirubnicom DN50 – prvi spoj  | 7                    |
| 40                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Punktiranje inox cijevi duljine 1070 mm sa inox prirubnicom DN50 – drugi spoj | 7                    |
| 50                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Punktiranje inox cijevi duljine 1070 mm sa sa inox koljenom DN50 – treći spoj | 9                    |
| 60                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Zavarivanje prvog spoja   | 14                   |
| 70                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Zavarivanje drugog spoja  | 14                   |
| 80                | Aparat za zavarivanje Lorch TIG T220 DC | Zavarivanje trećeg spoja  | 14                   |
| 90                | Milwaukee udarna bušilica               | Spajanje podsklopa 1D i podsklopa 2D zaklopkom DN50 i vijcima M16 x 100mm     | 6                    |

Proizvod D sastoji se od nekoliko komponenti koje omogućuju učinkovitu regulaciju protoka unutar cjevovodnog sustava. Proces izrade definiran je kroz 9 ključnih operacija, s ukupnim trajanjem od 87 minuta.

#### 4.2. Radne stanice i resursi

Nakon definiranja ključnih proizvoda i njihove pripreme za proizvodnju, važno je analizirati i organizirati radne stanice i resurse koji će biti ključni za izvođenje proizvodnih procesa unutar projekta. Kroz analizu radnih stanica i resursa, tvrtka će osigurati da MES sustav ima sve potrebne podatke za nadzor nad operacijama u stvarnom vremenu. U ovom poglavlju fokusirat ćemo se na analizu radnih stanica, potrebne resurse, te na način na koji će ERP sustav omogućiti bolju organizaciju i praćenje svih ključnih aktivnosti u poslovnom procesu. Fokus će biti na pripremu za proizvodnju 50 komada proizvoda A, B, C i D, gdje se od tvrtke očekuje isporuka jednog tipa proizvoda svakog tjedna, počevši od proizvoda A.

#### 4.2.1. Konfiguracija sustava proizvoda A

Kako bi se identificirala optimalna konfiguracija sustava koja maksimizira njegovu iskoristivost i minimizira gubitke, u daljnjoj analizi će se razmotriti različite konfiguracije proizvodnog procesa proizvoda A. Svaka konfiguracija bit će detaljno evaluirana prema ključnim kriterijima kao što su brzina protoka i tehnička iskoristivost. Proizvodnja proizvoda A sastoji se od ukupno 11 operacija s ukupnim trajanjem aktivnosti od 107 minuta. Cilj je identificirati rješenje koje optimalno odgovara specifičnim zahtjevima proizvodnje, omogućuje učinkovito korištenje resursa i osigurava postizanje željenih proizvodnih kapaciteta. Za preciznije planiranje proizvodnje ključno je definirati vrijeme ciklusa, što se izračunava prema formuli:

$$\text{Potrebno vrijeme ciklusa} = \frac{\text{raspoloživo vrijeme izrade}}{\text{potrebna količina proizvoda}} = \frac{450 \text{ min}}{10 \text{ kom}} = 45 \text{ min}$$

Na temelju ukupnog trajanja aktivnosti i potrebnog vremena ciklusa, izračunava se i potreban broj radnih stanica kako bi se osigurala maksimalna učinkovitost proizvodnog procesa. Formula za izračun broja radnih stanica je:

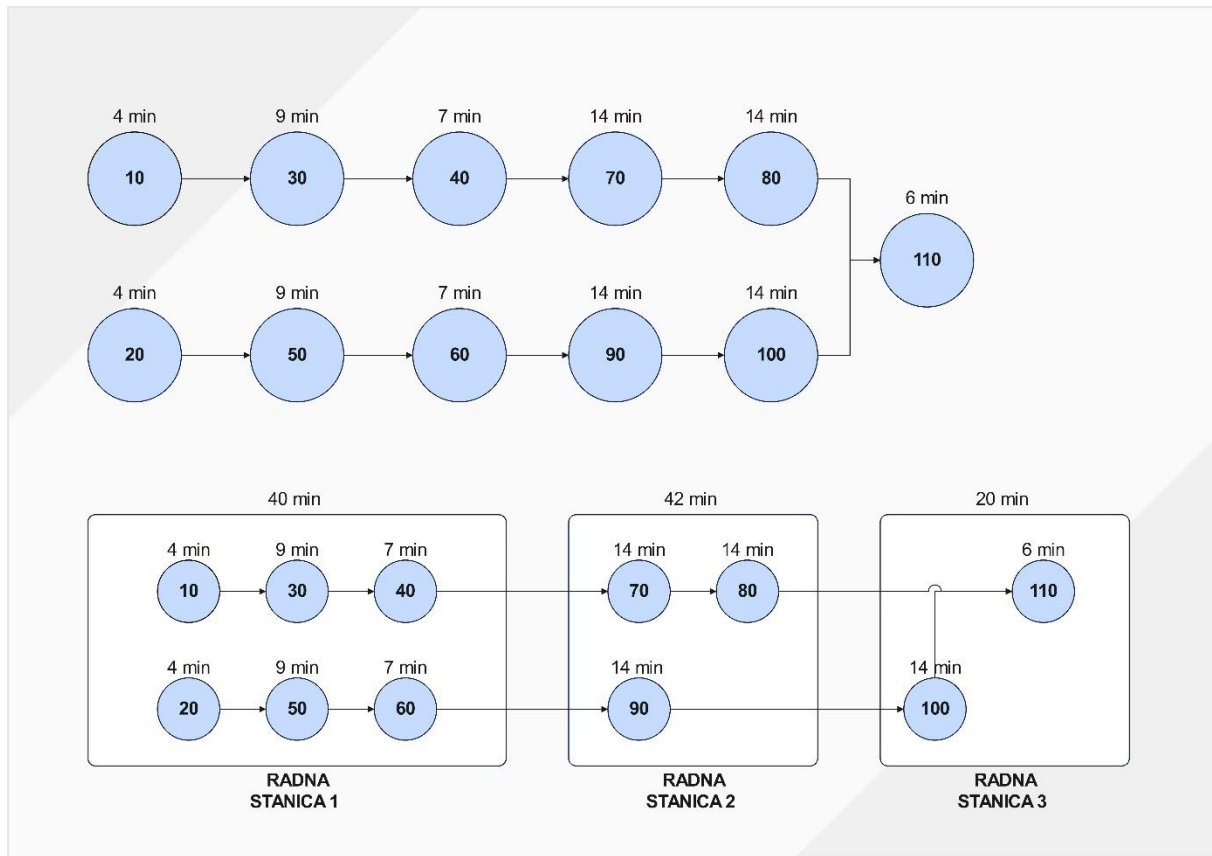
$$\text{Broj radnih stanica} = \frac{\text{ukupno trajanje aktivnosti}}{\text{potrebno vrijeme ciklusa}} = \frac{107 \text{ min}}{45 \text{ min}} = 2,37 \equiv 3$$

Nakon ovih izračuna, definirano je da će za proizvodnju proizvoda A biti dodijeljene tri radne stanice kako bi se optimalno iskoristili resursi i postigla maksimalna tehnička iskoristivost. Svaka radna stanica bit će odgovorna za dodijeljene operacije unutar proizvodnog procesa, čime će se osigurati neprekidni tok rada i minimizirati eventualni zastoje. Nakon definiranja potrebnog vremena ciklusa i broja radnih stanica, slijedi raspodjela aktivnosti unutar proizvodnog procesa. Popis aktivnosti, njihovo trajanje, te čekanje između operacija prikazani su u tablici 4.5.

Tablica 4.5 Prva konfiguracija sustava proizvoda A

| Potrebno vrijeme ciklusa = 45 min |                                   |           |                |               |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------|----------------|---------------|
| Radna stanica                     | Preostalo vremena za ciklus [min] | Aktivnost | Trajanje [min] | Čekanje [min] |
| 1                                 | 45                                | 10        | 4              | -             |
|                                   | 41                                | 20        | 4              | -             |
|                                   | 37                                | 30        | 9              | -             |
|                                   | 28                                | 40        | 7              | -             |
|                                   | 21                                | 50        | 9              | -             |
|                                   | 12                                | 60        | 7              | -             |
|                                   | 5                                 | -         | -              | 5             |
| 2                                 | 45                                | 70        | 14             | -             |
|                                   | 31                                | 80        | 14             | -             |
|                                   | 17                                | 90        | 14             | -             |
|                                   | 3                                 | -         | -              | 3             |
| 3                                 | 45                                | 100       | 14             | -             |
|                                   | 31                                | 110       | 6              | -             |
|                                   | 25                                | -         | -              | 25            |
|                                   | -                                 | -         | $\Sigma = 102$ | -             |

U tablici je prikazana prva moguća konfiguracija sustava za proizvodnju proizvoda A, koja daje detaljan pregled rasporeda aktivnosti, trajanja pojedinih operacija i vremena čekanja unutar proizvodnog ciklusa. Na temelju ovih podataka može se zaključiti da se usko grlo procesa pojavljuje na radnoj stanici broj dva. Grafički prikaz ove konfiguracije sustava može se vidjeti na slici 4.5, gdje su vizualno prikazane aktivnosti i njihov raspored po radnim stanicama, što olakšava uvid u tok proizvodnje.



Slika 4.5 Prva konfiguracija sustava proizvoda A

Analizom prve moguće konfiguracije sustava za proizvodnju proizvoda A, izračunavaju se ključni parametri koji doprinose boljoj optimizaciji proizvodnog procesa. Jedan od tih parametara je brzina protoka, koja se definira kao recipročna vrijednost ciklusa izrade. U ovom slučaju, brzina protoka izračunava se prema formuli:

$$\text{Brzina protoka} = \frac{1}{\text{ciklus izrade}} = \frac{1}{0,7 \text{ min}} = 1,43 \text{ kom/h}$$

Ova vrijednost pokazuje da je sustav sposoban proizvesti 1,43 komada proizvoda A po satu. Također, izračunava se i tehnička iskoristivost, koja predstavlja odnos ukupnog trajanja aktivnosti i proizvoda broja radnih stanica i ciklusa izrade. Tehnička iskoristivost u ovoj konfiguraciji iznosi:

$$\begin{aligned} \text{Tehnička iskoristivost} &= \frac{\text{ukupno trajanje aktivnosti}}{\text{broj radnih stanica} \times \text{ciklus izrade}} = \frac{102 \text{ min}}{3 \times 42 \text{ min}} \times 100 \\ &= 80,95 \% \end{aligned}$$



Ova tehnička iskoristivost ukazuje na mjeru balansiranosti procesa, gdje je 80,95% ukupnog vremena radnih stanica ispravno iskorišteno u procesu proizvodnje. Na temelju izračuna ključnih parametara za prvu moguću konfiguraciju sustava, može se analizirati i radna količina u procesu (WIP - *Work in Progress*). WIP predstavlja broj proizvoda koji se nalaze u procesu proizvodnje u određenom trenutku. Za ovu konfiguraciju sustava, WIP se izračunava pomoću formule:

$$WIP = \text{ukupno trajanje aktivnosti} \times \text{brzina protoka} = 1,7 \text{ h} \times 1,43 \frac{\text{kom}}{\text{h}} = 2,431$$

Ovaj rezultat ukazuje na to da se u prosjeku 2,431 komada proizvoda nalazi u procesu proizvodnje u bilo kojem trenutku. Održavanje optimalne razine WIP-a ključno je za postizanje efikasnosti, budući da prenizak WIP može usporiti proizvodnju, dok previsok WIP može dovesti do nepotrebnog gomilanja zaliha i zastoja unutar proizvodnog sustava.

U tablici 4.6, prikazane su sve relevantne karakteristike sustava, uključujući broj radnih stanica, ukupno trajanje aktivnosti, ciklus izrade, brzinu protoka, tehničku iskoristivost, radnu količinu u procesu (WIP) i raspoloživost.

*Tablica 4.6 Karakteristike sustava prve konfiguracije proizvoda A*

| <b>Karakteristika sustava</b> | <b>Vrijednost</b> |
|-------------------------------|-------------------|
| Broj radnih stanica           | 3                 |
| Ukupno trajanje aktivnosti    | 102 min           |
| Ciklus izrade                 | 42 min            |
| Brzina protoka                | 1,43 kom/h        |
| Tehnička iskoristivost        | 80,95 %           |
| WIP                           | 2,431             |

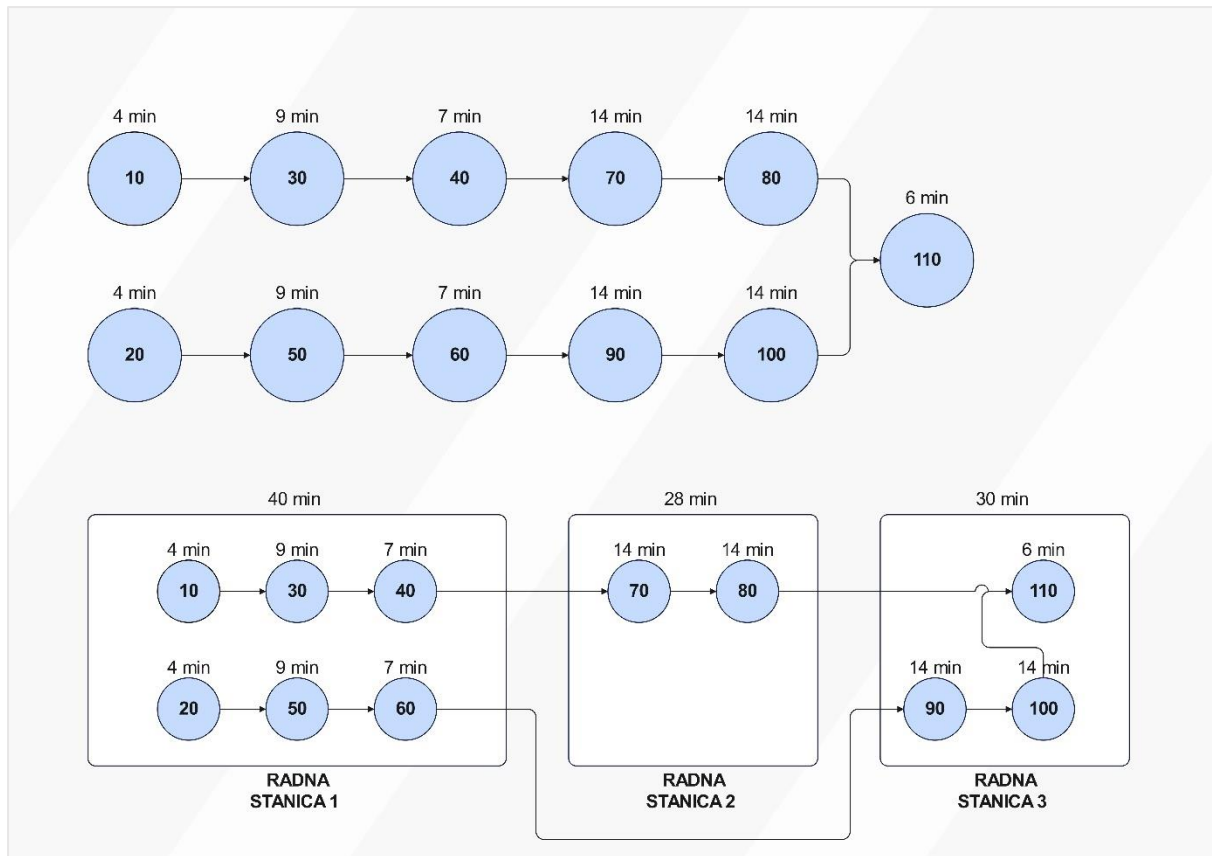
Ove specifikacije ukazuju na određene izazove u postizanju ciljanih proizvodnih kapaciteta, ali također pružaju temelj za analizu i optimizaciju. U daljnjoj analizi, razmotrit će se drugačije konfiguracije kako bi se pronašlo rješenje koje maksimizira iskoristivost sustava i poboljšava ukupnu produktivnost.

Druga konfiguracija sustava za proizvodnju proizvoda A, prikazana u tablici 4.7, uvodi promjenu u odnosu na prvu konfiguraciju tako što se operacija 90 premješta s radne stanice 2 na radnu stanicu 3. Ova izmjena je napravljena s ciljem smanjenja opterećenja na radnoj stanici 2. U ovoj konfiguraciji, radna stanica 2 sada ima kraći ciklus od 28 minuta, dok radna stanica 3 preuzima veću odgovornost s ciklusom od 30 minuta. Premještanjem operacije 90, pokušava se ravnomjernije raspodijeliti operacije između radnih stanica, smanjiti uska grla i poboljšati ukupnu efikasnost proizvodnog procesa.

*Tablica 4.7 Druga konfiguracija sustava proizvoda A*

| <b>Potrebno vrijeme ciklusa = 45 min</b> |  |                  |                       |                      |
|--|--|------------------|-----------------------|----------------------|
| <b>Radna stanica</b>                     | <b>Preostalo vremena za ciklus [min]</b> | <b>Aktivnost</b> | <b>Trajanje [min]</b> | <b>Čekanje [min]</b> |
| <b>1</b>                                 | 45                                       | 10               | 4                     | -                    |
|  | 41                                       | 20               | 4                     | -                    |
|  | 37                                       | 30               | 9                     | -                    |
|  | 28                                       | 40               | 7                     | -                    |
|  | 19                                       | 50               | 9                     | -                    |
|  | 12                                       | 60               | 7                     | -                    |
|  | 5  | -                | -                     | 5                    |
| <b>2</b>                                 | 45                                       | 70               | 14                    | -                    |
|  | 31                                       | 80               | 14                    | -                    |
|  | 17                                       | -                | -                     | 17                   |
| <b>3</b>                                 | 45                                       | 90               | 14                    | -                    |
|  | 31                                       | 100              | 14                    | -                    |
|  | 17                                       | 110              | 6                     | -                    |
|  | 11                                       | -                | -                     | 11                   |
|  | -  | -                | $\Sigma = 102$        | -                    |

Grafički prikaz ove konfiguracije sustava može se vidjeti na slici 4.6.



Slika 4.6 Druga konfiguracija sustava proizvoda A

U drugoj konfiguraciji sustava za proizvodnju proizvoda A, ključni parametri prilagođeni su novom rasporedu operacija. S obzirom na to da je operacija 90 premještena na radnu stanicu 3, ciklus izrade u ovoj konfiguraciji iznosi 40 minuta. Brzina protoka izračunava se na temelju ovog skraćenog ciklusa i iznosi:

$$\text{Brzina protoka} = \frac{1}{\text{ciklus izrade}} = \frac{1}{0,67 \text{ min}} = 1,49 \text{ kom/h}$$

Kraći ciklus izrade rezultirao je većom brzinom protoka, čime se povećava kapacitet sustava da proizvede više komada proizvoda u jedinici vremena. Tehnička iskoristivost u ovoj konfiguraciji iznosi:

$$\begin{aligned} \text{Tehnička iskoristivost} &= \frac{\text{ukupno trajanje aktivnosti}}{\text{broj radnih stanica} \times \text{ciklus izrade}} = \frac{102 \text{ min}}{3 \times 40 \text{ min}} \times 100 \\ &= 85 \% \end{aligned}$$

Zahvaljujući kraćem ciklusu i boljoj raspodjeli operacija, druga konfiguracija pokazuje veću tehničku iskoristivost i efikasniju proizvodnju u odnosu na prvu. U drugoj konfiguraciji sustava za proizvodnju proizvoda A također se izračunava radna količina u procesu:

$$WIP = \text{ukupno trajanje aktivnosti} \times \text{brzina protoka} = 1,7 \text{ h} \times 1,49 \frac{\text{kom}}{\text{h}} = 2,533$$

U usporedbi s prvom konfiguracijom, blago povećanje WIP-a doprinosi povećanoj produktivnosti jer sustav može održavati veću količinu proizvoda u procesu bez negativnog utjecaja na učinkovitost. Zaključno, u tablici 4.8, prikazane su sve relevantne karakteristike sustava, uključujući broj radnih stanica, ukupno trajanje aktivnosti, ciklus izrade, brzinu protoka, tehničku iskoristivost, radnu količinu u procesu (WIP) i raspoloživost.

*Tablica 4.8 Karakteristike sustava druge konfiguracije proizvoda A*

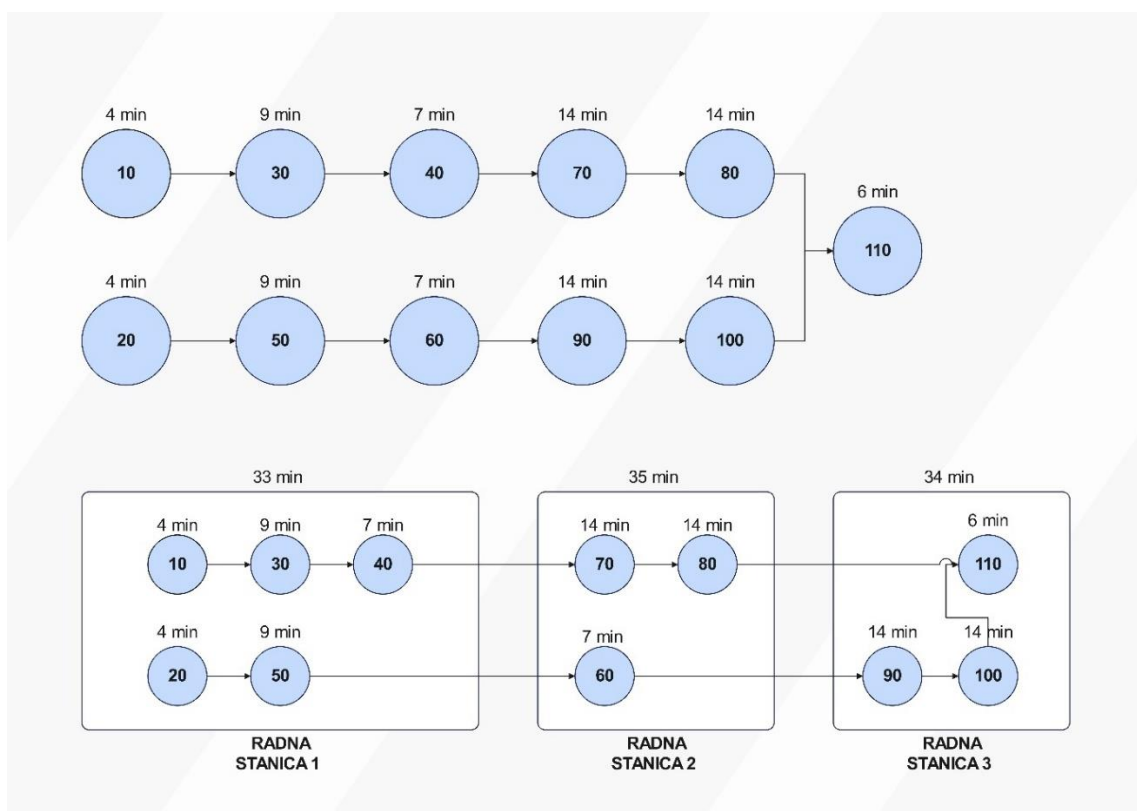
| <b>Karakteristika sustava</b> | <b>Vrijednost</b> |
|-------------------------------|-------------------|
| Broj radnih stanica           | 3                 |
| Ukupno trajanje aktivnosti    | 102 min           |
| Ciklus izrade                 | 40 min            |
| Brzina protoka                | 1,5 kom/h         |
| Tehnička iskoristivost        | 85 %              |
| WIP                           | 2,55              |

Treća konfiguracija sustava za proizvodnju proizvoda A, prikazana u tablici 4.9, uvodi promjenu u odnosu na drugu konfiguraciju tako što se operacija 60 premješta s radne stanice 1 na radnu stanicu 2. Ova izmjena je napravljena s ciljem smanjenja opterećenja na radnoj stanici 1, koja sada ima ciklus od 33 minute, dok radna stanica 2 preuzima veće opterećenje s ciklusom od 35 minuta. Premještanjem operacije 60, pokušava se ravnomjernije raspodijeliti operacije između radnih stanica i dodatno poboljšati ukupnu efikasnost proizvodnog procesa.

Tablica 4.9 Treća konfiguracija sustava proizvoda A

| Potrebno vrijeme ciklusa = 45 min |                                   |           |                |               |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------|----------------|---------------|
| Radna stanica                     | Preostalo vremena za ciklus [min] | Aktivnost | Trajanje [min] | Čekanje [min] |
| 1                                 | 45                                | 10        | 4              | -             |
|                                   | 41                                | 20        | 4              | -             |
|                                   | 37                                | 30        | 9              | -             |
|                                   | 28                                | 40        | 7              | -             |
|                                   | 19                                | 50        | 9              | -             |
|                                   | 12                                | -         | -              | -             |
| 2                                 | 45                                | 60        | 7              | -             |
|                                   | 38                                | 70        | 14             | -             |
|                                   | 24                                | 80        | 14             | -             |
|                                   | 10                                | -         | -              | 10            |
| 3                                 | 45                                | 90        | 14             | -             |
|                                   | 31                                | 100       | 14             | -             |
|                                   | 17                                | 110       | 6              | -             |
|                                   | 11                                | -         | -              | 11            |
|                                   | -                                 | -         | $\Sigma = 102$ | -             |

Grafički prikaz ove konfiguracije sustava može se vidjeti na slici 4.7.



Slika 4.7 Treća konfiguracija sustava proizvoda A

Ključni parametri prilagođeni su novom rasporedu operacija. Ciklus izrade, koji sada iznosi 35 minuta, omogućuje veću brzinu protoka. Brzina protoka u ovoj konfiguraciji izračunava se prema formuli:

$$\text{Brzina protoka} = \frac{1}{\text{ciklus izrade}} = \frac{1}{0,58 \text{ min}} = 1,72 \text{ kom/h}$$

Skraćeni ciklus izrade omogućuje sustavu da proizvodi više komada proizvoda u jedinici vremena. Tehnička iskoristivost u trećoj konfiguraciji izračunava se kao:

$$\begin{aligned} \text{Tehnička iskoristivost} &= \frac{\text{ukupno trajanje aktivnosti}}{\text{broj radnih stanica} \times \text{ciklus izrade}} = \frac{102 \text{ min}}{3 \times 35 \text{ min}} \times 100 \\ &= 97 \% \end{aligned}$$

Premještanjem operacije 60 na radnu stanicu 2, postignuta je bolja raspodjela opterećenja između radnih stanica, što doprinosi većoj efikasnosti procesa. Radna količina u procesu (WIP) za treću konfiguraciju izračunava se pomoću sljedeće formule:

$$\text{WIP} = \text{ukupno trajanje aktivnosti} \times \text{brzina protoka} = 1,7 \text{ h} \times 1,72 \frac{\text{kom}}{\text{h}} = 2,924$$

U tablici 4.10 prikazane su ključne karakteristike treće konfiguracije sustava, uključujući broj radnih stanica, ciklus izrade, brzinu protoka, tehničku iskoristivost i WIP.

*Tablica 4.10 Karakteristike sustava treće konfiguracije proizvoda A*

| <b>Karakteristika sustava</b> | <b>Vrijednost</b> |
|-------------------------------|-------------------|
| Broj radnih stanica           | 3                 |
| Ukupno trajanje aktivnosti    | 102 min           |
| Ciklus izrade                 | 35 min            |
| Brzina protoka                | 1,72 kom/h        |
| Tehnička iskoristivost        | 97 %              |
| WIP                           | 2,924             |

Zaključno, treća konfiguracija sustava za proizvodnju proizvoda A pokazuje najbolje rezultate u usporedbi s prethodnim konfiguracijama. Premještanjem operacije 60 s radne stanice 1 na radnu stanicu 2 postignuta je ravnomjernija raspodjela opterećenja između radnih stanica, što je omogućilo skraćivanje ciklusa izrade na 35 minuta. To je rezultiralo najvećom brzinom protoka od 1,72 komada po satu i tehničkom iskoristivosti od 97%, što je značajno više u odnosu na prethodne konfiguracije. S obzirom na bolje iskorištavanje resursa, brži proizvodni ciklus i veću tehničku iskoristivost, treća konfiguracija pruža najoptimalnije rješenje za proizvodnju proizvoda A te je stoga izabrana kao konačno rješenje za implementaciju u proizvodni proces i ERP sustav.

#### 4.2.2. Konfiguracija sustava proizvoda B

U daljnjoj analizi, prelazi se na razmatranje konfiguracija sustava za proizvodnju novog proizvoda B. Za razliku od proizvoda A, proizvodnja proizvoda B razlikuje se po broju operacija, njihovim trajanjima i redoslijedu. Proizvodnja proizvoda B sastoji se od ukupno 13 operacija s ukupnim trajanjem aktivnosti od 109 minuta. Kao i u prethodnom slučaju, cilj je identificirati optimalnu konfiguraciju koja će omogućiti maksimalnu iskoristivost resursa, smanjiti gubitke i postići željene proizvodne kapacitete. Kako bi se osiguralo da proizvodni proces bude što efikasniji, najprije je potrebno definirati vrijeme ciklusa, koje se izračunava prema formuli:

$$\text{Potrebno vrijeme ciklusa} = \frac{\text{raspoloživo vrijeme izrade}}{\text{potrebna količina proizvoda}} = \frac{450 \text{ min}}{10 \text{ kom}} = 45 \text{ min}$$

Na temelju ukupnog trajanja aktivnosti, izračunava se i potreban broj radnih stanica kako bi se postigla maksimalna učinkovitost. Formula za izračun broja radnih stanica je:

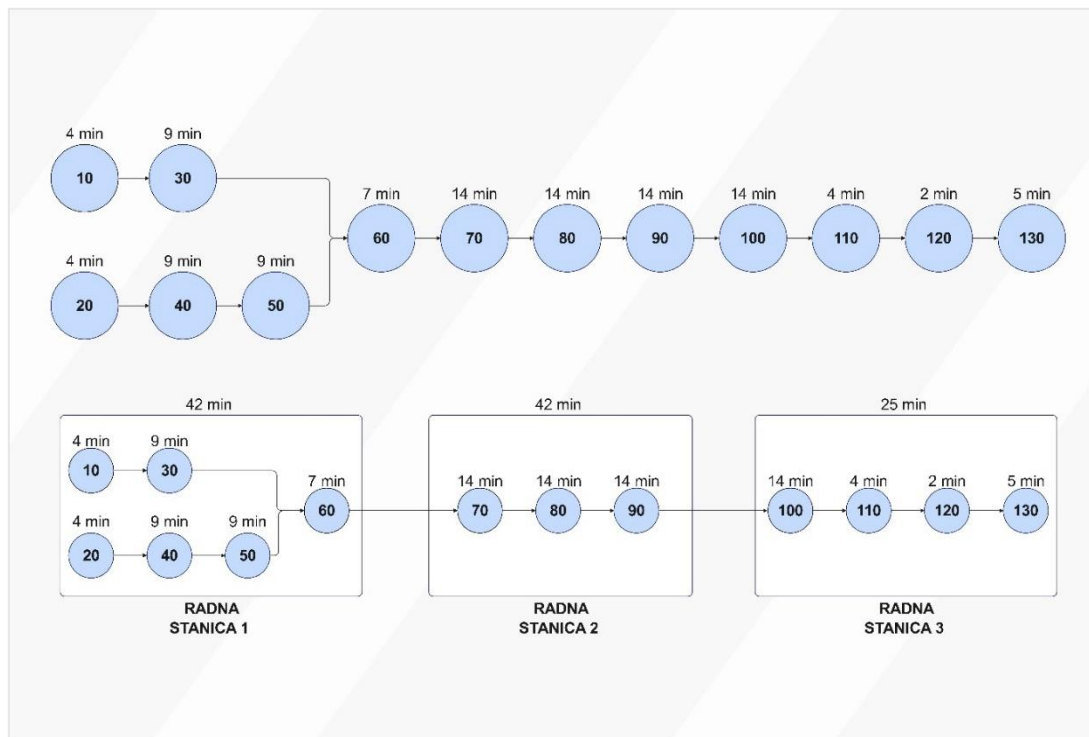
$$\text{Broj radnih stanica} = \frac{\text{ukupno trajanje aktivnosti}}{\text{potrebno vrijeme ciklusa}} = \frac{109 \text{ min}}{45 \text{ min}} = 2,42 \cong 3$$

Prva konfiguracija proizvoda B također predviđa tri radne stanice, svaka odgovorna za specifične operacije unutar proizvodnog procesa. U prvoj konfiguraciji sustava za proizvodnju proizvoda B, raspodjela operacija i njihova trajanja prikazani su u tablici 4.11.

Tablica 4.11 Prva konfiguracija sustava proizvoda B

| Potrebno vrijeme ciklusa = 45 min |                                   |           |                |                |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------|----------------|----------------|
| Radna stanica                     | Preostalo vremena za ciklus [min] | Aktivnost | Trajanje [min] | Čekanje [min]  |
| 1                                 | 45                                | 10        | 4              | -              |
|                                   | 41                                | 20        | 4              | -              |
|                                   | 37                                | 30        | 9              | -              |
|                                   | 28                                | 40        | 9              | -              |
|                                   | 19                                | 50        | 9              | -              |
|                                   | 10                                | 60        | 7              | -              |
|                                   | 3                                 | -         | -              | -              |
| 2                                 | 45                                | 70        | 14             | -              |
|                                   | 31                                | 80        | 14             | -              |
|                                   | 17                                | 90        | 14             | -              |
|                                   | 3                                 | -         | -              | 3              |
| 3                                 | 45                                | 100       | 14             | -              |
|                                   | 31                                | 110       | 4              | -              |
|                                   | 27                                | 120       | 2              | -              |
|                                   | 25                                | 130       | 5              | -              |
|                                   | 20                                | -         | -              | 20             |
|                                   | -                                 | -         | -              | $\Sigma = 109$ |

Grafički prikaz ove konfiguracije sustava može se vidjeti na slici 4.8.



Slika 4.8 Prva konfiguracija sustava proizvoda B



Nakon definiranja potrebnog vremena ciklusa i broja radnih stanica, može se prijeći na izračun ključnih parametara, poput brzine protoka, tehničke iskoristivosti i WIP-a. S obzirom na to da je ciklus izrade u ovoj konfiguraciji 42 minute, brzina protoka računa se prema formuli:

$$\text{Brzina protoka} = \frac{1}{\text{ciklus izrade}} = \frac{1}{0,7 \text{ min}} = 1,43 \text{ kom/h}$$

Ova vrijednost pokazuje da sustav u ovoj konfiguraciji može proizvesti 1,43 komada proizvoda B po satu. Tehnička iskoristivost izračunava se prema novom ciklusu izrade:

$$\begin{aligned} \text{Tehnička iskoristivost} &= \frac{\text{ukupno trajanje aktivnosti}}{\text{broj radnih stanica} \times \text{ciklus izrade}} = \frac{109 \text{ min}}{3 \times 42 \text{ min}} \times 100 \\ &= 86,5 \% \end{aligned}$$

Radna količina u procesu (WIP) izračunava se prema brzini protoka i ukupnom trajanju aktivnosti:

$$\text{WIP} = \text{ukupno trajanje aktivnosti} \times \text{brzina protoka} = 1,82 \text{ h} \times 1,43 \frac{\text{kom}}{\text{h}} = 2,6$$

Radna količina u procesu (WIP) u ovoj konfiguraciji pokazuje da se prosječno 2,60 komada proizvoda B nalazi u proizvodnom procesu u bilo kojem trenutku. U tablici 4.12 su prikazane sve ključne karakteristike sustava, uključujući broj radnih stanica, brzinu protoka, tehničku iskoristivost i raspoloživost, što omogućuje detaljan pregled ove konfiguracije.

*Tablica 4.12 Karakteristike sustava prve konfiguracije proizvoda B*

| <b>Karakteristika sustava</b> | <b>Vrijednost</b> |
|-------------------------------|-------------------|
| Broj radnih stanica           | 3                 |
| Ukupno trajanje aktivnosti    | 109 min           |
| Ciklus izrade                 | 42 min            |
| Brzina protoka                | 1,43 kom/h        |
| Tehnička iskoristivost        | 86,5 %            |
| WIP                           | 2,6               |

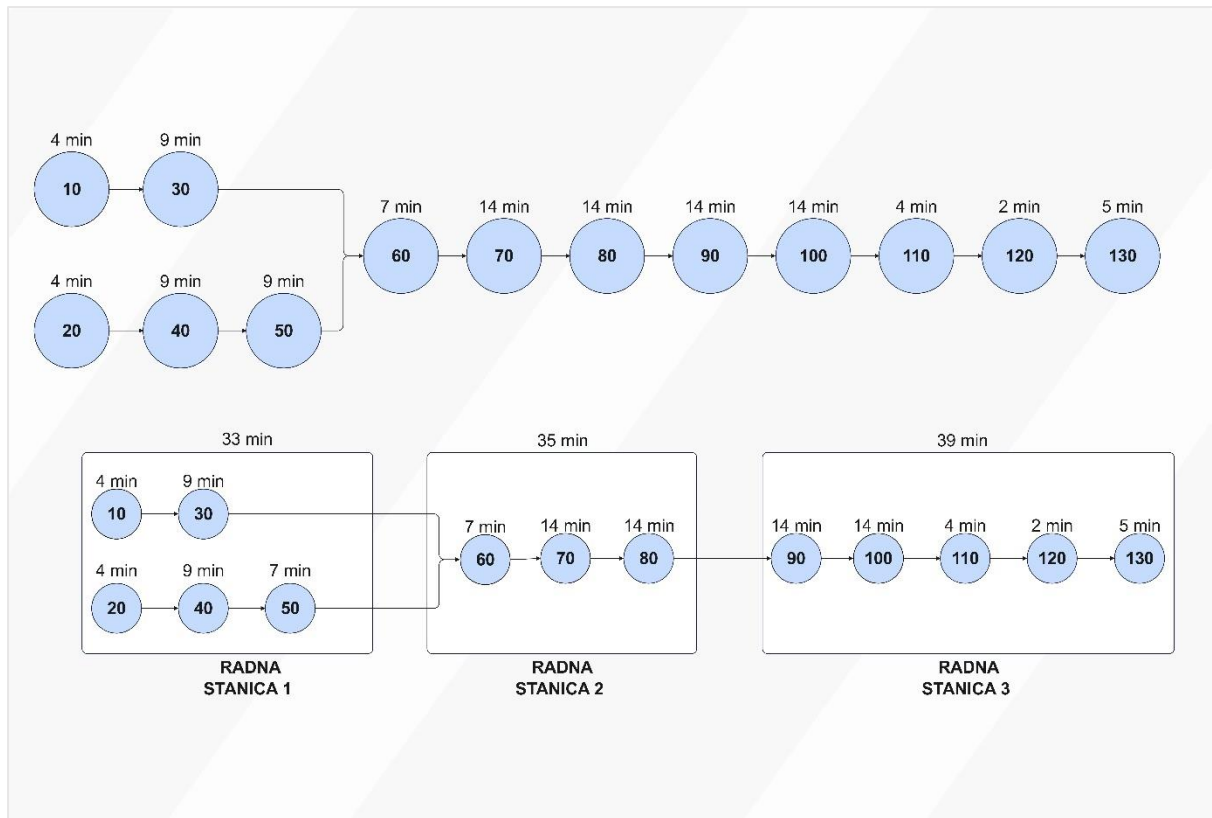
Prva konfiguracija sustava za proizvodnju proizvoda B pokazuje dobru tehničku iskoristivost od 86,5% i brzinu protoka od 1,43 komada po satu. U daljnjoj analizi, razmotrit će se drugačije konfiguracije kako bi se pronašlo rješenje koje maksimizira iskoristivost sustava i poboljšava ukupnu produktivnost.

U drugoj konfiguraciji sustava za proizvodnju proizvoda B prikazanoj u tablici 4.13 dolazi do dvije ključne promjene u raspodjeli operacija između radnih stanica. Operacija 60 je premještena s radne stanice 1 na radnu stanicu 2, a operacija 90 je premještena s radne stanice 2 na radnu stanicu 3. Ove promjene smanjuju ciklus izrade na radnoj stanici 1 na 33 minute, dok je ciklus na radnoj stanici 2 sada 35 minuta, a na radnoj stanici 3 najduži, s 39 minuta. Cilj ovih promjena je smanjenje opterećenja na radnim stanicama, te bolje balansiranje rada između stanica.

*Tablica 4.13 Druga konfiguracija sustava proizvoda B*

| <b>Potrebno vrijeme ciklusa = 45 min</b> |  |                  |                       |                      |
|--|--|------------------|-----------------------|----------------------|
| <b>Radna stanica</b>                     | <b>Preostalo vremena za ciklus [min]</b> | <b>Aktivnost</b> | <b>Trajanje [min]</b> | <b>Čekanje [min]</b> |
| <b>1</b>                                 | 45                                       | 10               | 4                     | -                    |
|  | 41                                       | 20               | 4                     | -                    |
|  | 37                                       | 30               | 9                     | -                    |
|  | 28                                       | 40               | 9                     | -                    |
|  | 19                                       | 50               | 7                     | -                    |
|  | 12                                       | -                | -                     | 12                   |
| <b>2</b>                                 | 45                                       | 60               | 7                     | -                    |
|  | 38                                       | 70               | 14                    | -                    |
|  | 24                                       | 80               | 14                    | -                    |
|  | 10                                       | -                | -                     | 3                    |
| <b>3</b>                                 | 45                                       | 90               | 14                    | -                    |
|  | 31                                       | 100              | 14                    | -                    |
|  | 17                                       | 110              | 4                     | -                    |
|  | 13                                       | 120              | 2                     | -                    |
|  | 11                                       | 130              | 5                     | -                    |
|  | 6  | -                | -                     | 6                    |
|  | -  | -                | -                     | -                    |
|  |  |                  | $\Sigma = 109$        | -                    |

Grafički prikaz ove konfiguracije sustava može se vidjeti na slici 4.9.



Slika 4.9 Druga konfiguracija sustava proizvoda B

Brzina protoka u ovoj konfiguraciji računa se na temelju najdužeg ciklusa izrade, koji sada iznosi 39 minuta na radnoj stanici 3, te se računa prema sljedećoj formuli:

$$\text{Brzina protoka} = \frac{1}{\text{ciklus izrade}} = \frac{1}{0,65 \text{ min}} = 1,54 \text{ kom/h}$$

Skraćenje ciklusa izrade dovodi do povećanja brzine protoka u odnosu na prvu konfiguraciju. U drugoj konfiguraciji sustava proizvoda B, tehnička iskoristivost izračunava se kao:

$$\begin{aligned} \text{Tehnička iskoristivost} &= \frac{\text{ukupno trajanje aktivnosti}}{\text{broj radnih stanica} \times \text{ciklus izrade}} = \frac{109 \text{ min}}{3 \times 39 \text{ min}} \times 100 \\ &= 93,16 \% \end{aligned}$$

Ova iskoristivost pokazuje veću učinkovitost radnih stanica u odnosu na prvu konfiguraciju, gdje je iskoristivost bila niža. Promjena u raspodjeli operacija pokazala se uspješnom jer je rezultirala povećanjem učinkovitosti sustava i boljim iskorištavanjem proizvodnih kapaciteta. Ostaje izračunati radnu količinu u procesu (WIP) za drugu konfiguraciju:

$$WIP = \text{ukupno trajanje aktivnosti} \times \text{brzina protoka} = 1,82 \text{ h} \times 1,54 \frac{\text{kom}}{\text{h}} = 2,8$$

Ova vrijednost pokazuje da se u prosjeku 2,80 komada proizvoda B nalazi u proizvodnom procesu, što predstavlja povećanje u odnosu na prvu konfiguraciju. U tablici 4.14 prikazane su ključne karakteristike treće konfiguracije sustava, uključujući broj radnih stanica, ciklus izrade, brzinu protoka, tehničku iskoristivost i WIP.

*Tablica 4.14 Karakteristike sustava druge konfiguracije proizvoda B*

| <b>Karakteristika sustava</b> | <b>Vrijednost</b> |
|-------------------------------|-------------------|
| Broj radnih stanica           | 3                 |
| Ukupno trajanje aktivnosti    | 109 min           |
| Ciklus izrade                 | 39 min            |
| Brzina protoka                | 1,54 kom/h        |
| Tehnička iskoristivost        | 93,16 %           |
| WIP                           | 2,8               |

Zaključno, analizom obje konfiguracije za proizvodnju proizvoda B, druga konfiguracija se pokazala učinkovitijom. Premještanjem operacija 60 i 90, postignuto je ravnomjernije opterećenje radnih stanica, čime je povećana tehnička iskoristivost na 93,16% te je ostvarena veća brzina protoka od 1,54 komada po satu. Zbog ovih poboljšanja u učinkovitosti resursa, druga konfiguracija je odabrana kao optimalno rješenje za proizvodnju proizvoda B.

#### 4.2.3. Konfiguracija sustava proizvoda C

Proizvodnja proizvoda C sastoji se od ukupno 7 operacija s ukupnim trajanjem aktivnosti od 71 minute. Ove operacije će se rasporediti na radne stanice, gdje su različiti procesi povezani kako bi se osigurala efikasna proizvodnja. Kao i kod prethodnih proizvoda, cilj je analizirati nekoliko konfiguracija sustava kako bi se pronašlo optimalno rješenje koje osigurava maksimalnu učinkovitost i iskoristivost resursa.

Potrebno vrijeme ciklusa za proizvodnju proizvoda C računa se prema formuli:

$$\text{Potrebno vrijeme ciklusa} = \frac{\text{raspoloživo vrijeme izrade}}{\text{potrebna količina proizvoda}} = \frac{450 \text{ min}}{10 \text{ kom}} = 45 \text{ min}$$

Potrebno vrijeme ciklusa ostalo je nepromijenjeno u odnosu na prethodne proizvode. Ovo vrijeme ciklusa omogućava proizvodnju 10 komada proizvoda dnevno, u okviru raspoloživih 450 minuta radnog vremena. Na temelju ukupnog trajanja aktivnosti, izračunava se potreban broj radnih stanica kako bi se postigla maksimalna učinkovitost:

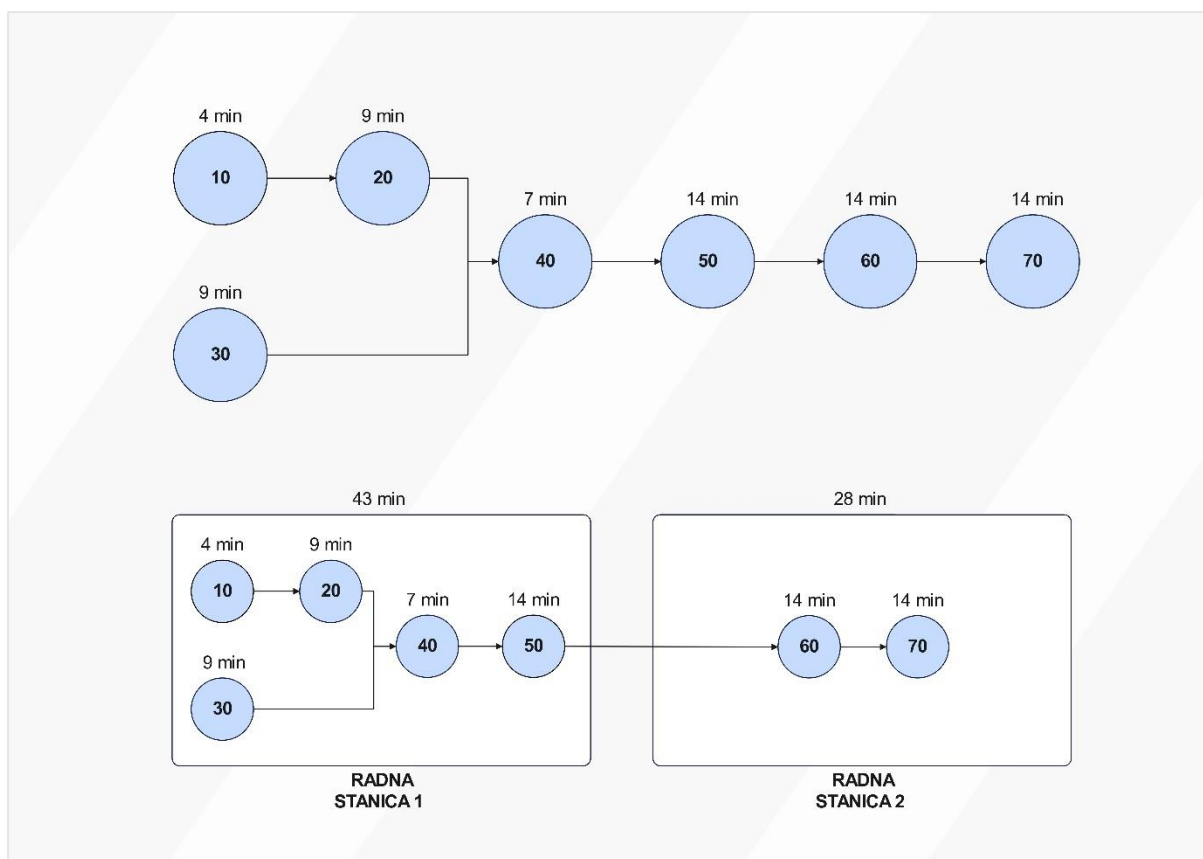
$$\text{Broj radnih stanica} = \frac{\text{ukupno trajanje aktivnosti}}{\text{potrebno vrijeme ciklusa}} = \frac{71 \text{ min}}{45 \text{ min}} = 1,57 \cong 2$$

Prema ovom izračunu, za proizvodnju proizvoda C optimalno je raspodijeliti operacije na dvije radne stanice. Raspodjela operacija i njihova trajanja prve konfiguracije sustava za proizvodnju proizvoda C, prikazani su u tablici 4.15.

Tablica 4.15 Prva konfiguracija sustava proizvoda C

| Potrebno vrijeme ciklusa = 45 min |                                   |           |                |               |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------|----------------|---------------|
| Radna stanica                     | Preostalo vremena za ciklus [min] | Aktivnost | Trajanje [min] | Čekanje [min] |
| 1                                 | 45                                | 10        | 4              | -             |
|                                   | 41                                | 20        | 9              | -             |
|                                   | 32                                | 30        | 9              | -             |
|                                   | 23                                | 40        | 7              | -             |
|                                   | 16                                | 50        | 14             | -             |
|                                   | 2                                 | -         | -              | -             |
| 2                                 | 45                                | 60        | 14             | -             |
|                                   | 31                                | 70        | 14             | -             |
|                                   | 17                                | -         | -              | 17            |
|                                   | -                                 | -         | $\Sigma = 71$  | -             |

Grafički prikaz prve konfiguracije sustava može se vidjeti na slici 4.10.



Slika 4.10 Prva konfiguracija sustava proizvoda C

Brzina protoka u ovoj konfiguraciji računa se na temelju najdužeg ciklusa izrade, koji iznosi 43 minute na radnoj stanici 1:

$$\text{Brzina protoka} = \frac{1}{\text{ciklus izrade}} = \frac{1}{0,72 \text{ min}} = 1,4 \text{ kom/h}$$

U prvoj konfiguraciji sustava proizvoda C, tehnička iskoristivost izračunava se kao:

$$\begin{aligned} \text{Tehnička iskoristivost} &= \frac{\text{ukupno trajanje aktivnosti}}{\text{broj radnih stanica} \times \text{ciklus izrade}} = \frac{71 \text{ min}}{2 \times 43 \text{ min}} \times 100 \\ &= 82,56 \% \end{aligned}$$

Tehnička iskoristivost u ovoj konfiguraciji je nešto niža, što ukazuje na to da bi moglo biti prostora za optimizaciju. Radna količina u procesu prve konfiguracije sustava proizvoda C izračunava se na temelju ukupnog trajanja aktivnosti i brzine protoka:

$$WIP = \text{ukupno trajanje aktivnosti} \times \text{brzina protoka} = 1,18 \text{ h} \times 1,4 \frac{\text{kom}}{\text{h}} = 1,65$$

Ovaj rezultat pokazuje da se u prosjeku 1,65 komada proizvoda C nalazi u procesu proizvodnje u bilo kojem trenutku. U tablici 4.16 su prikazane sve ključne karakteristike sustava, uključujući broj radnih stanica, brzinu protoka, tehničku iskoristivost i raspoloživost, što omogućuje detaljan pregled ove konfiguracije.

*Tablica 4.16 Karakteristike sustava prve konfiguracije proizvoda C*

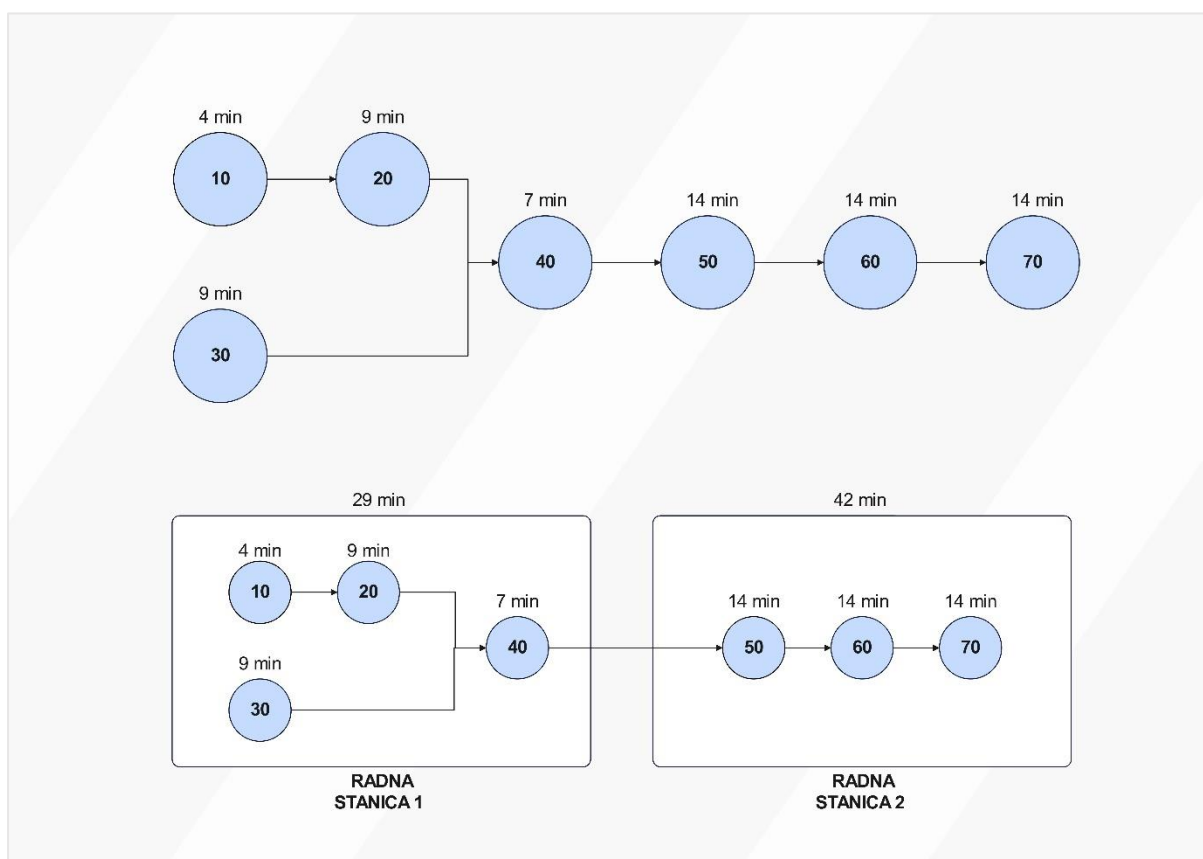
| <b>Karakteristika sustava</b> | <b>Vrijednost</b> |
|-------------------------------|-------------------|
| Broj radnih stanica           | 2                 |
| Ukupno trajanje aktivnosti    | 71 min            |
| Ciklus izrade                 | 43 min            |
| Brzina protoka                | 1,4 kom/h         |
| Tehnička iskoristivost        | 82,56 %           |
| WIP                           | 1,65              |

Budući da je u prvoj konfiguraciji zabilježena relativno niska tehnička iskoristivost od 82,56%, postoji prostor za poboljšanje. Kako bi se optimizirala iskoristivost i povećala učinkovitost proizvodnog procesa, ispitana je druga konfiguracija sustava. U ovoj konfiguraciji, operacija 50 je premještena s radne stanice 1 na radnu stanicu 2. Ova promjena omogućuje rasterećenje radne stanice 1, dok se radna stanica 2 preuzima veći dio posla. U novoj konfiguraciji radna stanica 1 sada ima kraći ciklus izrade od 29 minuta, dok ciklus na radnoj stanici 2 traje 42 minute. Raspodjela operacija i njihova trajanja druge konfiguracije sustava za proizvodnju proizvoda C, prikazani su u tablici 4.17.

Tablica 4.17 Druga konfiguracija sustava proizvoda C

| Potrebno vrijeme ciklusa = 45 min |                                   |           |                |               |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------|----------------|---------------|
| Radna stanica                     | Preostalo vremena za ciklus [min] | Aktivnost | Trajanje [min] | Čekanje [min] |
| 1                                 | 45                                | 10        | 4              | -             |
|                                   | 41                                | 20        | 9              | -             |
|                                   | 32                                | 30        | 9              | -             |
|                                   | 23                                | 40        | 7              | -             |
|                                   | 16                                | -         | -              | 16            |
| 2                                 | 45                                | 50        | 14             | -             |
|                                   | 31                                | 60        | 14             | -             |
|                                   | 17                                | 70        | 14             | -             |
|                                   | 3                                 | -         | -              | 3             |
|                                   | -                                 | -         | $\Sigma = 71$  | -             |

Grafički prikaz ove konfiguracije sustava može se vidjeti na slici 4.11.



Slika 4.11 Druga konfiguracija sustava proizvoda C



Brzina protoka se, kao i kod prethodne konfiguracije, računa na temelju najdužeg ciklusa izrade, koji u ovoj konfiguraciji iznosi 42 minute na radnoj stanici 2:

$$\text{Brzina protoka} = \frac{1}{\text{ciklus izrade}} = \frac{1}{0,7 \text{ h}} = 1,43 \text{ kom/h}$$

U ovoj konfiguraciji brzina protoka je blago poboljšana u odnosu na prvu konfiguraciju, zahvaljujući smanjenju trajanja ciklusa na radnoj stanici 1. Tehnička iskoristivost u ovoj konfiguraciji također je poboljšana zbog bolje ravnoteže između radnih stanica. Izračunava se prema formuli:

$$\begin{aligned} \text{Tehnička iskoristivost} &= \frac{\text{ukupno trajanje aktivnosti}}{\text{broj radnih stanica} \times \text{ciklus izrade}} = \frac{71 \text{ min}}{2 \times 42 \text{ min}} \times 100 \\ &= 84,52 \% \end{aligned}$$

Tehnička iskoristivost u ovoj konfiguraciji iznosi 84,52%, što je poboljšanje u odnosu na prvu konfiguraciju, gdje je bila niža. Ova optimizacija ukazuje na bolju iskorištenost radnih stanica. Radna količina u procesu (WIP) izračunava se na temelju ukupnog trajanja aktivnosti i brzine protoka:

$$\text{WIP} = \text{ukupno trajanje aktivnosti} \times \text{brzina protoka} = 1,18 \text{ h} \times 1,43 \frac{\text{kom}}{\text{h}} = 1,69$$

WIP ostaje relativno konstantan i pokazuje da se u prosjeku 1,69 komada proizvoda C nalazi u procesu proizvodnje u bilo kojem trenutku. U tablici 4.18. su prikazane sve ključne karakteristike sustava, uključujući broj radnih stanica, brzinu protoka, tehničku iskoristivost i raspoloživost, što omogućuje detaljan pregled ove konfiguracije.

Tablica 4.18. Karakteristike sustava druge konfiguracije proizvoda C

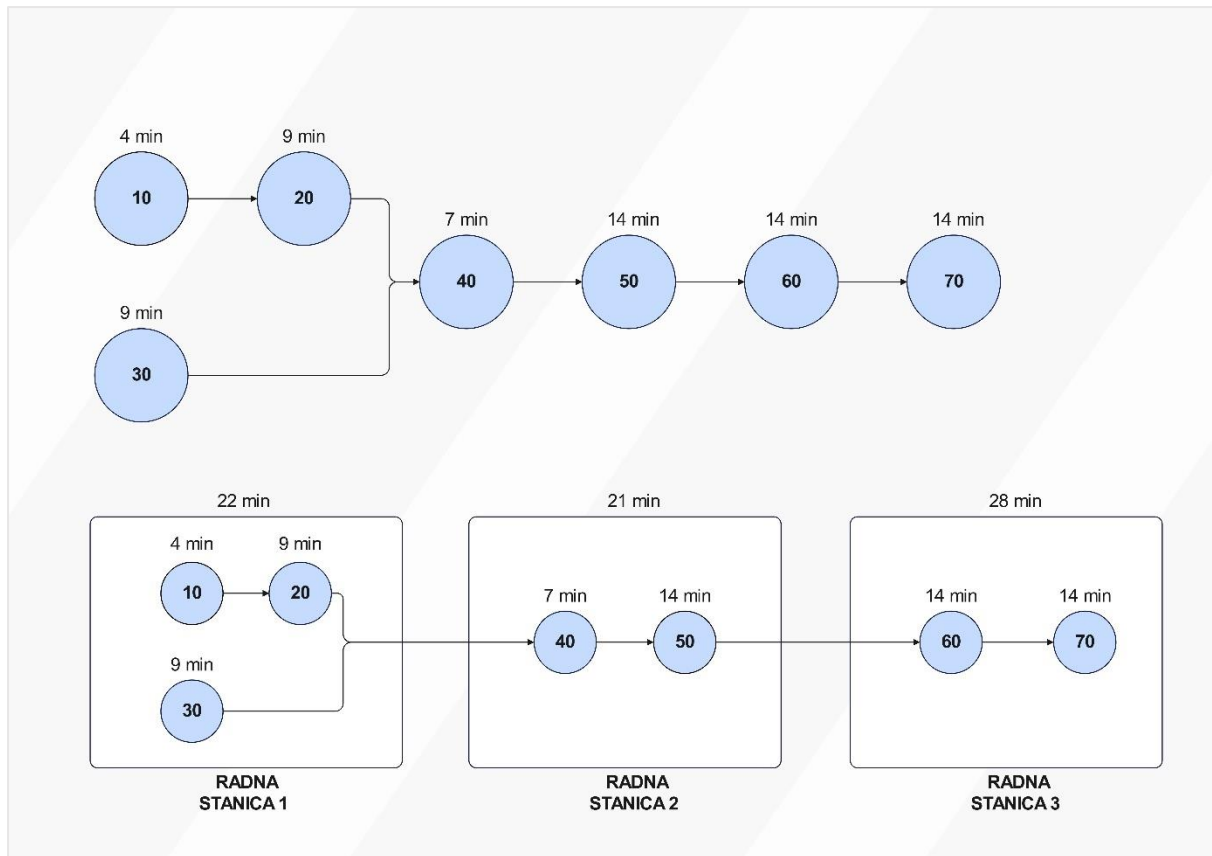
| Karakteristika sustava     | Vrijednost |
|----------------------------|------------|
| Broj radnih stanica        | 2          |
| Ukupno trajanje aktivnosti | 71 min     |
| Ciklus izrade              | 42 min     |
| Brzina protoka             | 1,43 kom/h |
| Tehnička iskoristivost     | 84,52 %    |
| WIP                        | 1,69       |

Treća konfiguracija uvodi promjene u broju radnih radnih stanica, s ciljem bolje uravnoteženosti opterećenja. Operacije su podijeljene na tri radne stanice, gdje se prva stanica sastoji od aktivnosti 10, 20 i 30, koje ukupno traju 22 minute. Radna stanica 2 obuhvaća operacije 40 i 50, s ukupnim trajanjem od 21 minute, dok radna stanica 3, s operacijama 60 i 70, ima najduži ciklus od 28 minuta. Raspodjela operacija i njihova trajanja prikazani su u tablici 4.19.

Tablica 4.19 Treća konfiguracija sustava proizvoda C

| Potrebno vrijeme ciklusa = 45 min |                                   |           |                |               |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------|----------------|---------------|
| Radna stanica                     | Preostalo vremena za ciklus [min] | Aktivnost | Trajanje [min] | Čekanje [min] |
| 1                                 | 45                                | 10        | 4              | -             |
|                                   | 41                                | 20        | 9              | -             |
|                                   | 32                                | 30        | 9              | -             |
|                                   | 23                                | -         | -              | 23            |
| 2                                 | 45                                | 40        | 7              | -             |
|                                   | 38                                | 50        | 14             | -             |
|                                   | 24                                | -         | -              | 24            |
| 3                                 | 45                                | 60        | 14             | -             |
|                                   | 31                                | 70        | 14             | -             |
|                                   | 17                                | -         | -              | 17            |
|                                   | -                                 | -         | $\Sigma = 71$  | -             |

Grafički prikaz ove konfiguracije sustava može se vidjeti na slici 4.12.



Slika 4.12 Treća konfiguracija sustava proizvoda C

U ovoj konfiguraciji, ključni parametri su prilagođeni tako da se optimizira brzina protoka. Najduži ciklus izrade, koji iznosi 28 minuta na radnoj stanici 3, određuje maksimalnu brzinu protoka u sustavu. Brzina protoka računa se prema formuli:

$$\text{Brzina protoka} = \frac{1}{\text{ciklus izrade}} = \frac{1}{0,47 \text{ h}} = 2,14 \text{ kom/h}$$

Iako ova konfiguracija ima višu brzinu protoka u usporedbi s prethodnim rješenjima, tehnička iskoristivost ostaje ista kao i u drugoj konfiguraciji proizvoda C, što znači da nije došlo do poboljšanja u ovom aspektu. Tehnička iskoristivost izračunava se kao::

$$\begin{aligned} \text{Tehnička iskoristivost} &= \frac{\text{ukupno trajanje aktivnosti}}{\text{broj radnih stanica} \times \text{ciklus izrade}} = \frac{71 \text{ min}}{3 \times 28 \text{ min}} \times 100 \\ &= 84,52 \% \end{aligned}$$

Radna količina u procesu (WIP) za ovu konfiguraciju iznosi:

$$WIP = \text{ukupno trajanje aktivnosti} \times \text{brzina protoka} = 1,18 \text{ h} \times 2,14 \frac{\text{kom}}{\text{h}} = 2,52$$

Ovaj rezultat pokazuje da se u prosjeku 2,52 komada proizvoda C nalazi u procesu proizvodnje u bilo kojem trenutku. U usporedbi s drugom konfiguracijom, gdje je WIP iznosio 1,69 komada, treća konfiguracija ima veći WIP. S obzirom na to, viši WIP može značiti i veći rizik od gubitka učinkovitosti u upravljanju zalihama unutar proizvodnog procesa. U tablici 4.20 su prikazane sve ključne karakteristike sustava, uključujući broj radnih stanica, brzinu protoka, tehničku iskoristivost i raspoloživost, što omogućuje detaljan pregled ove konfiguracije.

*Tablica 4.20 Karakteristike sustava treće konfiguracije proizvoda C*

| <b>Karakteristika sustava</b> | <b>Vrijednost</b> |
|-------------------------------|-------------------|
| Broj radnih stanica           | 3                 |
| Ukupno trajanje aktivnosti    | 71 min            |
| Ciklus izrade                 | 28 min            |
| Brzina protoka                | 2,14 kom/h        |
| Tehnička iskoristivost        | 84,52 %           |
| WIP                           | 2,52              |

Uspoređujući drugu i treću konfiguraciju sustava proizvoda C, vidimo da obje imaju istu tehničku iskoristivost, dok treća konfiguracija pruža veću brzinu protoka (2,14 kom/h naprema 1,43 kom/h u drugoj konfiguraciji). Međutim, u trećoj konfiguraciji je raspodjela operacija između radnih stanica manje uravnotežena, s time da radna stanica 3 ima najduži ciklus, što zahtijeva dodatne resurse i može potencijalno uzrokovati zagušenje u proizvodnom procesu. Premda treća konfiguracija nudi veću brzinu protoka, njezina manje uravnotežena raspodjela opterećenja između radnih stanica povećava rizik od neefikasnosti u resursima i potencijalnih zastoja. S obzirom na potrebne resurse i ciljeve proizvodnog procesa, druga konfiguracija sustava proizvoda C se pokazuje kao optimalnije rješenje. Ona osigurava ravnomjerniju raspodjelu opterećenja između radnih stanica i dovoljnu brzinu protoka (1,43 kom/h), uz niže zahtjeve za resurse i manji rizik od zastoja. Stoga se druga konfiguracija odabire kao najpogodnija za implementaciju u proizvodni proces.

#### 4.2.4. Konfiguracija sustava proizvoda D

Proizvodnja proizvoda D, koji je posljednji u nizu analiziranih proizvoda, sastoji se od 9 operacija s ukupnim trajanjem aktivnosti od 79 minuta. Kao i kod ranijih proizvoda, operacije su raspodijeljene na radne stanice s ciljem osiguravanja maksimalne efikasnosti proizvodnog procesa. Ovaj posljednji proizvod zahtijeva temeljitu analizu kako bi se odabrao optimalan sustav koji omogućava najveću iskoristivost resursa. Kao i kod prethodnih proizvoda, potrebno vrijeme ciklusa za proizvodnju proizvoda D izračunava se prema formuli koja uzima u obzir raspoloživo vrijeme izrade i potrebnu količinu proizvoda dnevno:

$$\text{Potrebno vrijeme ciklusa} = \frac{\text{raspoloživo vrijeme izrade}}{\text{potrebna količina proizvoda}} = \frac{450 \text{ min}}{10 \text{ kom}} = 45 \text{ min}$$

Vrijeme ciklusa od 45 minuta ostaje dosljedno, omogućujući proizvodnju 10 komada proizvoda D dnevno u okviru radnog vremena od 450 minuta. Na temelju ukupnog trajanja svih aktivnosti, možemo izračunati potreban broj radnih stanica kako bi se postigla optimalna učinkovitost:

$$\text{Broj radnih stanica} = \frac{\text{ukupno trajanje aktivnosti}}{\text{potrebno vrijeme ciklusa}} = \frac{79 \text{ min}}{45 \text{ min}} = 1,75 \cong 2$$

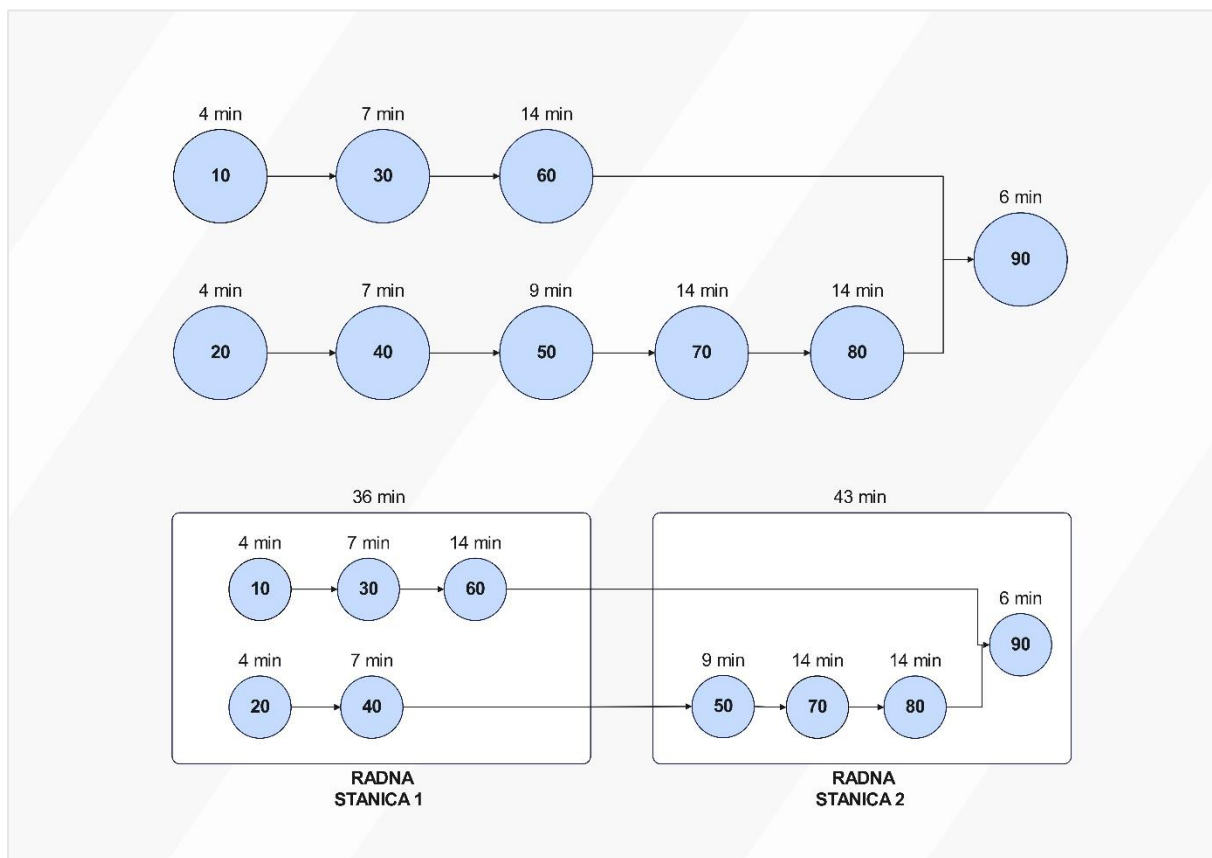
Prema ovom izračunu, operacije za proizvodnju proizvoda D raspoređuju se na dvije radne stanice, čime se osigurava odgovarajuća učinkovitost proizvodnje.

Raspodjela operacija u prvoj konfiguraciji sustava za proizvodnju proizvoda D podrazumijeva podjelu aktivnosti na dvije radne stanice. Radna stanica 1 obuhvaća operacije 10, 20, 30, 40 i 60, dok radna stanica 2 uključuje preostale operacije 50, 70, 80 i 90. Detaljna raspodjela vremena za svaku operaciju, kao i ukupno trajanje na svakoj radnoj stanici, prikazani su u tablici 4.21.

Tablica 4.21 Prva konfiguracija sustava proizvoda D

| Potrebno vrijeme ciklusa = 45 min |                                   |           |                |               |   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------|----------------|---------------|---|
| Radna stanica                     | Preostalo vremena za ciklus [min] | Aktivnost | Trajanje [min] | Čekanje [min] |   |
| 1                                 | 45                                | 10        | 4              | -             |   |
|                                   | 41                                | 20        | 4              | -             |   |
|                                   | 37                                | 30        | 7              | -             |   |
|                                   | 30                                | 40        | 7              | -             |   |
|                                   | 23                                | 60        | 14             | -             |   |
|                                   | 9                                 | -         | -              | -             | 9 |
| 2                                 | 45                                | 50        | 9              | -             |   |
|                                   | 36                                | 70        | 14             | -             |   |
|                                   | 22                                | 80        | 14             | -             |   |
|                                   | 8                                 | 90        | 6              | -             |   |
|                                   | 2                                 | -         | -              | -             | 2 |
|                                   | -                                 | -         | -              | $\Sigma = 79$ | - |

Grafički prikaz ove konfiguracije sustava može se vidjeti na slici 4.13.



Slika 4.13 Prva konfiguracija sustava proizvoda D

Brzina protoka u ovoj konfiguraciji računa se na temelju najdužeg ciklusa izrade, koji iznosi 43 minute na radnoj stanici 2. Prema tome, brzina protoka iznosi:

$$\text{Brzina protoka} = \frac{1}{\text{ciklus izrade}} = \frac{1}{0,72 \text{ h}} = 1,40 \text{ kom/h}$$

Ova vrijednost pokazuje da je sustav sposoban proizvesti 1,40 komada proizvoda D po satu. Također, izračunava se i tehnička iskoristivost koja u ovoj konfiguraciji iznosi:

$$\begin{aligned} \text{Tehnička iskoristivost} &= \frac{\text{ukupno trajanje aktivnosti}}{\text{broj radnih stanica} \times \text{ciklus izrade}} = \frac{79 \text{ min}}{2 \times 43 \text{ min}} \times 100 \\ &= 91,86 \% \end{aligned}$$

Tehnička iskoristivost u ovoj konfiguraciji je relativno visoka, što ukazuje na efikasnu raspodjelu operacija među radnim stanicama. Radna količina u procesu (WIP) za prvu konfiguraciju sustava proizvoda D izračunava se pomoću ukupnog trajanja aktivnosti i brzine protoka:

$$\text{WIP} = \text{ukupno trajanje aktivnosti} \times \text{brzina protoka} = 1,18 \text{ h} \times 1,40 \frac{\text{kom}}{\text{h}} = 1,85$$

Ovaj rezultat pokazuje da se u prosjeku 1,85 komada proizvoda D nalazi u procesu proizvodnje u bilo kojem trenutku. U tablici 4.22 su prikazane sve ključne karakteristike sustava, uključujući broj radnih stanica, brzinu protoka, tehničku iskoristivost i raspoloživost, što omogućuje detaljan pregled ove konfiguracije.

*Tablica 4.22. Karakteristike sustava prve konfiguracije proizvoda D*

| <b>Karakteristika sustava</b> | <b>Vrijednost</b> |
|-------------------------------|-------------------|
| Broj radnih stanica           | 2                 |
| Ukupno trajanje aktivnosti    | 79 min            |
| Ciklus izrade                 | 43 min            |
| Brzina protoka                | 1,40 kom/h        |
| Tehnička iskoristivost        | 91,86 %           |
| WIP                           | 1,85              |

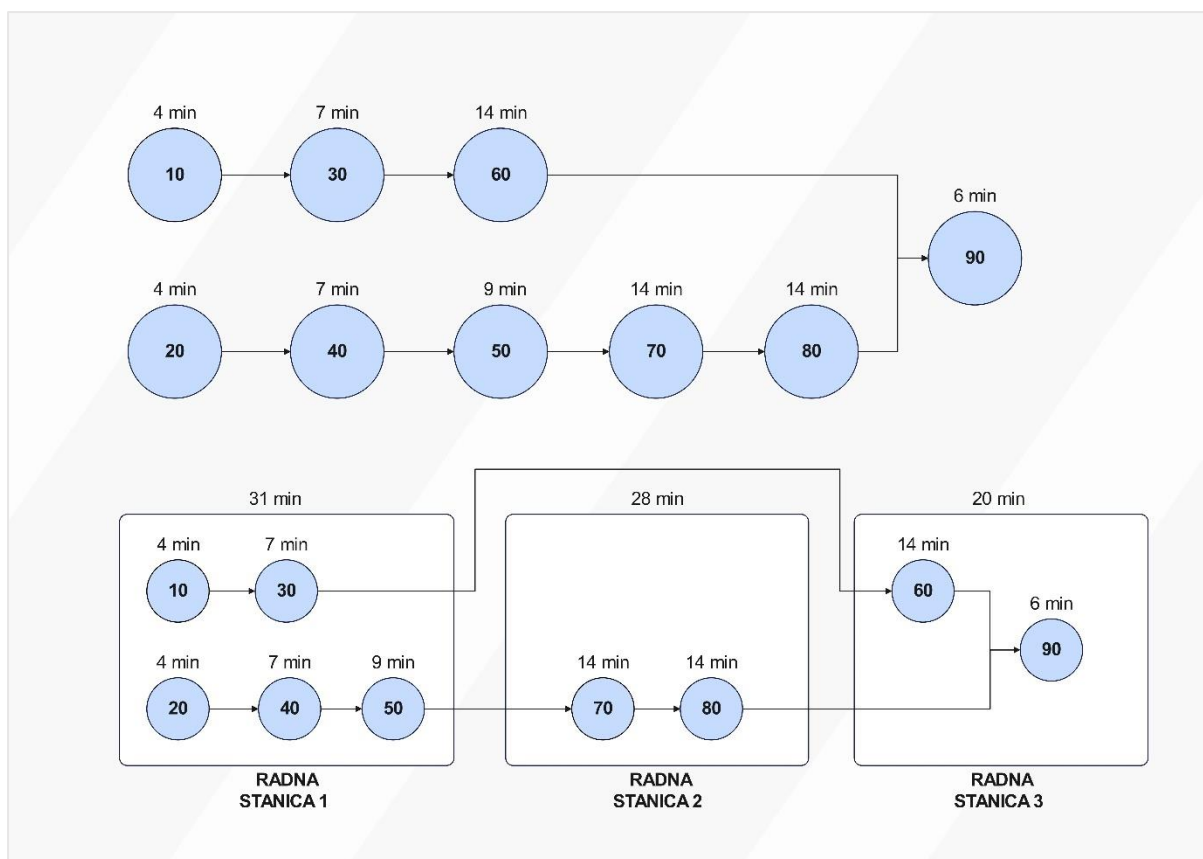
Nakon analize prve konfiguracije, koja ima visoku tehničku iskoristivost od 91,86%, pokušava se dodatno poboljšati proizvodni proces raspodjelom operacija na tri radne stanice, s ciljem ravnomjernijeg opterećenja i potencijalnog povećanja brzine protoka ispitana je druga konfiguracija sustava. U ovoj konfiguraciji, radna stanica 1 obuhvaća operacije 10, 20, 30, 40 i 50, radna stanica 2 uključuje operacije 70, 80, dok radna stanica 3 obuhvaća preostale operacije 60 i 90. Detaljna raspodjela vremena za svaku operaciju, kao i ukupno trajanje na svakoj radnoj stanici, prikazani su u tablici 4.23.

*Tablica 4.23 Druga konfiguracija sustava proizvoda D*

| Potrebno vrijeme ciklusa = 45 min |                                   |           |                |               |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------|----------------|---------------|
| Radna stanica                     | Preostalo vremena za ciklus [min] | Aktivnost | Trajanje [min] | Čekanje [min] |
| 1                                 | 45                                | 10        | 4              | -             |
|                                   | 41                                | 20        | 4              | -             |
|                                   | 37                                | 30        | 7              | -             |
|                                   | 30                                | 40        | 7              | -             |
|                                   | 23                                | 50        | 9              | -             |
|                                   | 14                                | -         | -              | 14            |
| 2                                 | 45                                | 70        | 14             | -             |
|                                   | 31                                | 80        | 14             | -             |
|                                   | 17                                | -         | -              | 17            |
| 3                                 | 45                                | 60        | 14             | -             |
|                                   | 31                                | 90        | 6              | -             |
|                                   | 25                                | -         | -              | 25            |
|                                   | -                                 | -         | $\Sigma = 79$  | -             |

Grafički prikaz ove konfiguracije sustava može se vidjeti na slici 4.14.





Slika 4.14 Druga konfiguracija sustava proizvoda D

Brzina protoka u ovoj konfiguraciji računa se na temelju najdužeg ciklusa izrade, koji iznosi 31 minutu na radnoj stanici 1:

$$\text{Brzina protoka} = \frac{1}{\text{ciklus izrade}} = \frac{1}{0,52 \text{ h}} = 1,94 \text{ kom/h}$$

Ova konfiguracija osigurava veću brzinu protoka u odnosu na prvu konfiguraciju, gdje je brzina protoka iznosila 1,40 kom/h. Tehnička iskoristivost u ovoj konfiguraciji iznosi:

$$\begin{aligned} \text{Tehnička iskoristivost} &= \frac{\text{ukupno trajanje aktivnosti}}{\text{broj radnih stanica} \times \text{ciklus izrade}} = \frac{79 \text{ min}}{3 \times 31 \text{ min}} \times 100 \\ &= 84,95 \% \end{aligned}$$

Ovdje vidimo da je dodavanje treće radne stanice rezultiralo smanjenjem tehničke iskoristivosti u odnosu na prvu konfiguraciju, što ukazuje na manje učinkovitu raspodjelu resursa u smislu

maksimalne iskoristivosti vremena na pojedinim stanicama. Radna količina u procesu (WIP) izračunava se na temelju ukupnog trajanja aktivnosti i brzine protoka:

$$WIP = \text{ukupno trajanje aktivnosti} \times \text{brzina protoka} = 1,32 \text{ h} \times 1,94 \frac{\text{kom}}{\text{h}} = 2,56$$

Ovaj rezultat pokazuje da se u prosjeku 2,56 komada proizvoda D nalazi u procesu proizvodnje u bilo kojem trenutku, što je više u odnosu na prvu konfiguraciju (1,85 komada). U tablici 4.24. su prikazane sve ključne karakteristike sustava, uključujući broj radnih stanica, brzinu protoka, tehničku iskoristivost i raspoloživost, što omogućuje detaljan pregled ove konfiguracije.

*Tablica 4.24. Karakteristike sustava druge konfiguracije proizvoda D*

| <b>Karakteristika sustava</b> | <b>Vrijednost</b> |
|-------------------------------|-------------------|
| Broj radnih stanica           | 3                 |
| Ukupno trajanje aktivnosti    | 79 min            |
| Ciklus izrade                 | 31 min            |
| Brzina protoka                | 1,94 kom/h        |
| Tehnička iskoristivost        | 84,95 %           |
| WIP                           | 2,56              |

Iako druga konfiguracija nudi veću brzinu protoka, što omogućava povećanu proizvodnju, tehnička iskoristivost je niža, a također zahtijeva više resursa zbog tri radne stanice. Prva konfiguracija, s manjim brojem radnih stanica i višom tehničkom iskoristivošću, nudi uravnoteženiji sustav. Prva konfiguracija je pogodnija za stabilan, učinkovit i ekonomičan proizvodni proces, dok je druga prikladna ako je cilj maksimalizacija proizvodnog kapaciteta i brzine protoka, uz veći trošak resursa. Na temelju tehničke iskoristivosti i manjeg opterećenja resursa, usvaja se prva konfiguracija za implementaciju u proizvodnju i ERP sustav.

Ključni cilj ove analize bio je omogućiti precizno planiranje proizvodnih operacija i resursa kako bi se smanjili zastoji, povećala učinkovitost i osigurala pravovremena isporuka proizvoda investitoru. U sljedećem poglavlju detaljno će se analizirati proces implementacije Odoo ERP sustava, s posebnim fokusom na integraciju podataka dobivenih ovom analizom u sustav.

## 5. IMPLEMENTACIJA ERP I MES SUSTAVA

Nakon detaljne analize poslovnih procesa, radnih stanica i resursa, sljedeći korak u optimizaciji poslovanja tvrtke Termo Sušak d.o.o. je implementacija ERP sustava Odoo, uz integraciju s MES sustavom. Cilj implementacije ERP sustava je stvoriti sustav koji će objediniti sve funkcije tvrtke u jednu platformu, omogućiti bolje upravljanje projektima, resursima i operacijama. MES sustav dodatno će poboljšati nadzor nad proizvodnim procesima, omogućujući precizno praćenje svake faze proizvodnje.

Svi potrebni preduvjeti za uspješnu implementaciju ERP sustava Odoo su poznati. Direktor tvrtke Termo Sušak d.o.o. odobrio je implementaciju sustava. Odabran je ERP sustav Odoo, koji će omogućiti integraciju svih ključnih poslovnih. Na temelju dosadašnje analize poslovnih procesa i zahtjeva, poznati su svi relevantni podaci vezani uz projekt izrade i isporuke proizvoda A, B, C i D. Projekt za koji je potrebno izraditi ponudu uključuje isporuku svakog tipa proizvoda u tjednim intervalima, a sve faze projekta bit će praćene unutar ERP i MES sustava. Definirani su proizvodi koji će se unijeti u sustav, lista materijala koji su potrebni za njihovu izradu, operacije i konfiguracije koje će se koristiti za njihovu proizvodnju i praćenje. Također, identificirane su sve ključne radne stanice i resursi potrebni za izvršenje radnih naloga, čime su stvoreni uvjeti za praćenje napretka projekta u stvarnom vremenu te pružanje kvalitetnog primjera na kojem će se ocijeniti uloga ERP i MES sustava u unaprjeđenju poslovanja tvrtke Termo Sušak d.o.o.

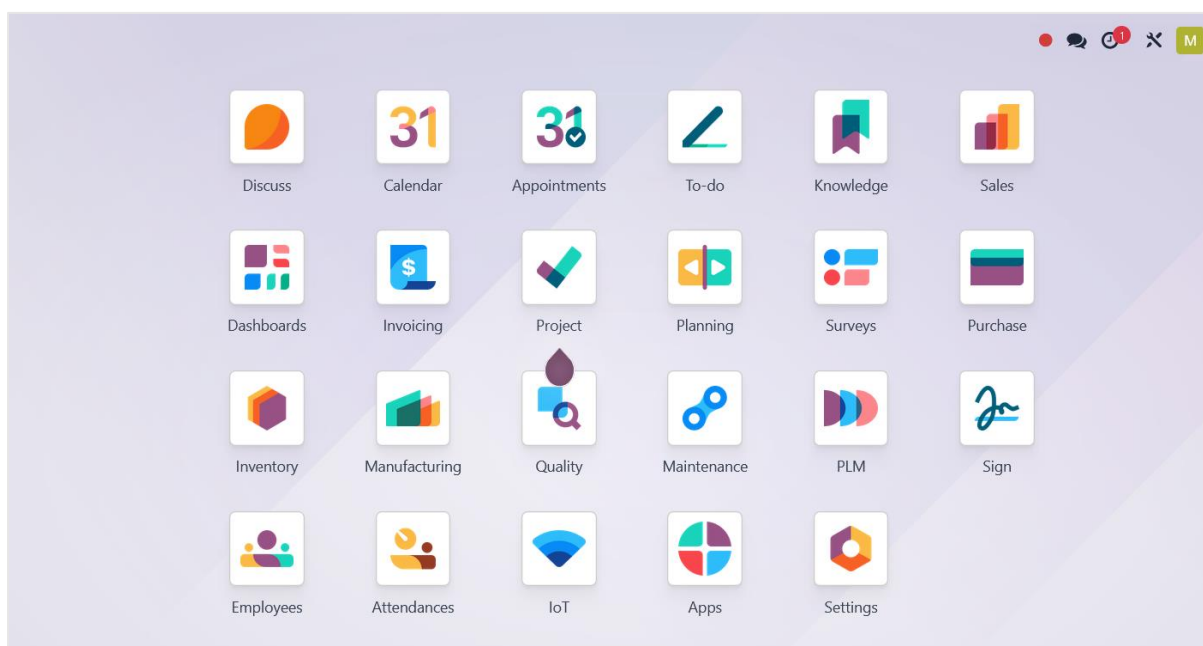
Implementacija ERP sustava može biti složen i izazovan proces. Ovaj proces zahtijeva pažljivo planiranje, analizu postojećih poslovnih procesa i njihovu prilagodbu novom sistemu. Jedan od ključnih aspekata uspješne implementacije je uključivanje svih zaposlenika u proces, kako bi se osiguralo da sustav odgovara stvarnim potrebama i procesima unutar organizacije.

Postoji nekoliko faza implementacije ERP sustava, koje uključuju pripremu, analizu poslovnih procesa, konfiguraciju sustava, testiranje, obuku korisnika, pokretanje i održavanje sustava. Svaka od ovih faza nosi svoje specifične izazove. Kao završni korak, nakon implementacije, važno je kontinuirano analiziranje i ocjenjivanje učinkovitosti ERP sustava i njegovog utjecaja na poslovanje.

## 5.1. Odoo ERP sustav

Odoo ERP sustav odabran je zbog svoje fleksibilnosti, modularnosti i prilagodljivosti poslovnim potrebama tvrtke Termo Sušak d.o.o. Sustav omogućuje centralizirano upravljanje svim poslovnim funkcijama, od financija, nabave, skladištenja i prodaje, do proizvodnih procesa. Odoo ERP sustav nudi rješenje koje je jednostavno za implementaciju, prilagodljivo rastu tvrtke i dovoljno robusno za složenije operacije.

Proces implementacije Odoo ERP sustava započinje kontaktiranjem prodajnog predstavnika, nakon čega slijedi upoznavanje s ključnim funkcionalnostima i sučeljem sustava. Prvi korak u ovoj fazi je definiranje modula koji će se koristiti, kao i početna konfiguracija sučelja. Ključni moduli koji će biti korišteni u poslovanju tvrtke Termo Sušak d.o.o. prikazani su na slici 5.1.



Slika 5.1 Sučelje Odoo ERP sustava

Pristupom Odoo ERP sustavu, korisniku se prikazuje sučelje s modulima, od kojih svaki pokriva specifične poslovne funkcije. Odabirom modula otvaraju se dodatne opcije koje omogućuju detaljno upravljanje poslovnim procesima. Primjerice, modul *Inventory* (Skladištenje) omogućuje praćenje zaliha, upravljanje skladišnim lokacijama i kretanjem materijala, dok modul *Manufacturing* (Proizvodnja) nudi alate za upravljanje proizvodnim procesima, radnim nalogima i operacijama, uz praćenje učinkovitosti. Modul *Purchase*

(Nabava) omogućuje kreiranje narudžbenica, praćenje statusa narudžbi i suradnju s dobavljačima, dok *Sales* (Prodaja) prati prodajne aktivnosti, uključujući ponude i naplate. Za bolji pregled ključnih modula, u tablici 5.1 prikazani su moduli koji će se koristiti zajedno s njihovim osnovnim funkcijama.

*Tablica 5.1 Pregled ključnih modula Odoo ERP sustava*

| <b>Naziv modula</b>                | <b>Funkcija modula</b>  |
|------------------------------------|---|
| <i>Inventory</i> (Skladištenje)    | Upravljanje zalihama, praćenje kretanja materijala i skladišnih operacija |
| <i>Manufacturing</i> (Proizvodnja) | Praćenje proizvodnih procesa, radnih naloga, te operacija u proizvodnji.  |
| <i>Sales</i> (Prodaja)             | Upravljanje prodajnim aktivnostima, ponude i narudžbe kupaca.             |
| <i>Purchase</i> (Nabava)           | Upravljanje nabavom i dobavljačima, praćenje narudžbi.                    |
| <i>Project</i> (Projekt)           | Praćenje napretka projekata, alokacija resursa, praćenje rokova.          |
| <i>Invoicing</i> (Fakturiranje)    | Upravljanje fakturiranjem, generiranje i praćenje računa.                 |
| <i>Maintenance</i> (Održavanje)    | Praćenje održavanja opreme i resursa, planiranje radova održavanja.       |
| <i>Quality</i> (Kvaliteta)         | Praćenje i kontrola kvalitete proizvodnje i proizvoda.                    |

Nakon inicijalnog upoznavanja, započinje proces unosa podataka o tvrtki. U sustav se unose osnovni podaci o tvrtki, uključujući naziv tvrtke, organizacijsku strukturu i popis zaposlenika. Sljedeći korak u implementaciji je dodavanje ključnih dobavljača i poslovnih partnera. Odoo ERP sustav omogućuje precizno praćenje odnosa s dobavljačima i partnerima, što olakšava nabavu materijala i praćenje zaliha u realnom vremenu. Nakon toga, definiraju se proizvodi koje će tvrtka ponuditi kupcu unutar sustava. U ovom koraku definiraju se potrebni materijali, operacije i rokovi isporuke za proizvode A, B, C i D. Kreira se lista materijala, koja sadrži sve komponente potrebne za izradu proizvoda, kao i operacije koje će se izvoditi u pojedinim radnim stanicama.

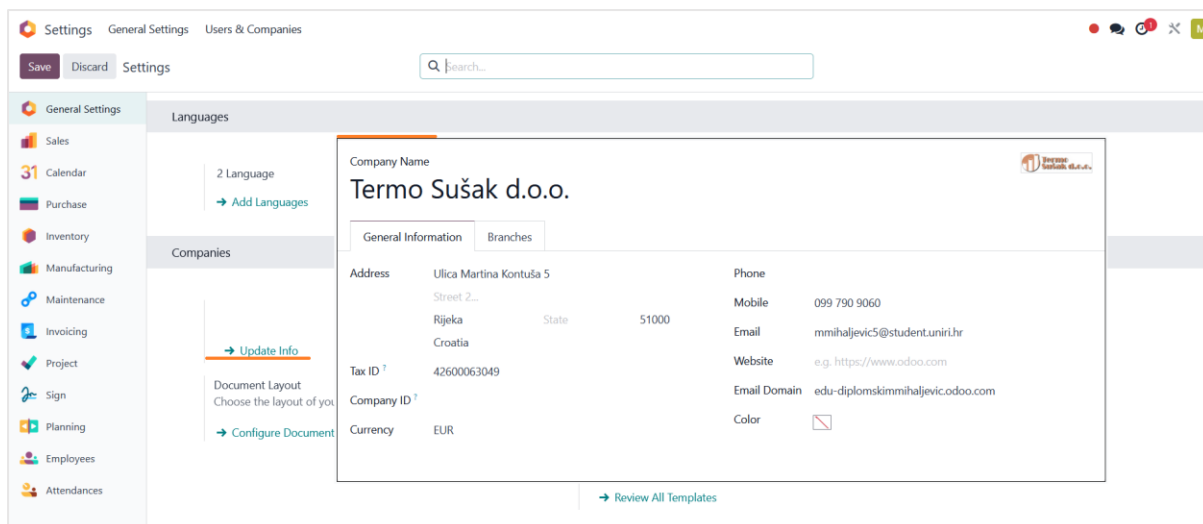
Tijekom implementacije, analiziraju se sve mogućnosti koje sustav nudi, uz stalnu evaluaciju uloge ERP sustava u unapređenju poslovnih procesa.

## **5.2. Unos osnovnih podataka u Odoo ERP sustav**

Važan korak u implementaciji Odoo ERP sustava za tvrtku Termo Sušak d.o.o. je unos osnovnih podataka u sustav. To uključuje unos svih relevantnih informacija o tvrtki, njezinim dobavljačima i kupcima. Precizan unos ovih podataka ključan je za pravilno funkcioniranje sustava i temelj za daljnje operacije, poput nabave, prodaje i upravljanja resursima. Svaka od ovih kategorija zahtijeva temeljit unos podataka koji će ERP sustav koristiti za praćenje poslovnih odnosa, automatizaciju operacija te omogućavanje analize podataka u stvarnom vremenu.

### **5.2.1. Unos osnovnih informacija o tvrtki**

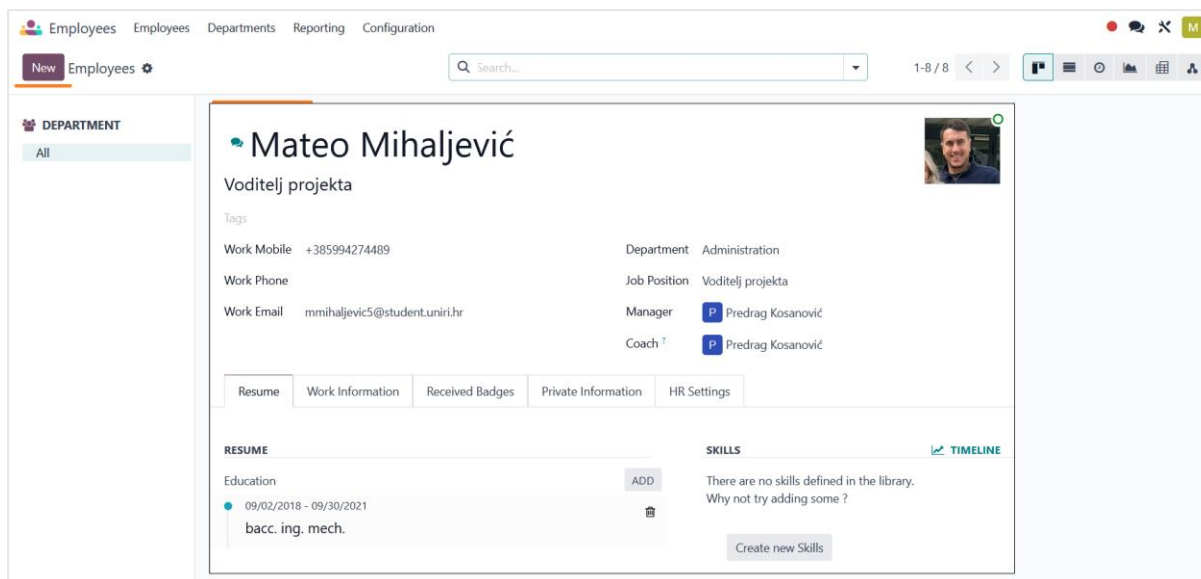
Prvi korak u konfiguraciji ERP sustava uključuje unos osnovnih podataka o tvrtki. Za unos osnovnih podataka o tvrtki u Odoo ERP sustav, postupak započinje pristupanjem modulu *Settings* (Postavke). Unutar ovog modula, u sekciji *Companies* (Tvrtke), korisnik odabire opciju *Update Info* (Ažuriraj informacije). Ova opcija otvara prozor u kojem se unose svi ključni podaci o tvrtki. Korisniku se prikazuje obrazac u kojem unosi ključne informacije o tvrtki, uključujući naziv, adresu sjedišta, porezni broj, valutu i kontakt podatke poput telefonskog broja, mobitela i e-maila. Također, moguće je unijeti web stranicu tvrtke i dodatne informacije vezane uz poslovanje. Ovi podaci koriste se za automatsko povezivanje svih transakcija, ponuda i narudžbi s osnovnim informacijama tvrtke. Sve ove informacije kasnije će biti korištene prilikom kreiranja dokumenata, ponuda, računa i drugih operacija u sustavu. Svi navedeni koraci za unos osnovnih podataka o tvrtki prikazani su na slici 5.2.



Slika 5.2 Unos osnovnih podataka o tvrtki u Odoo ERP sustav

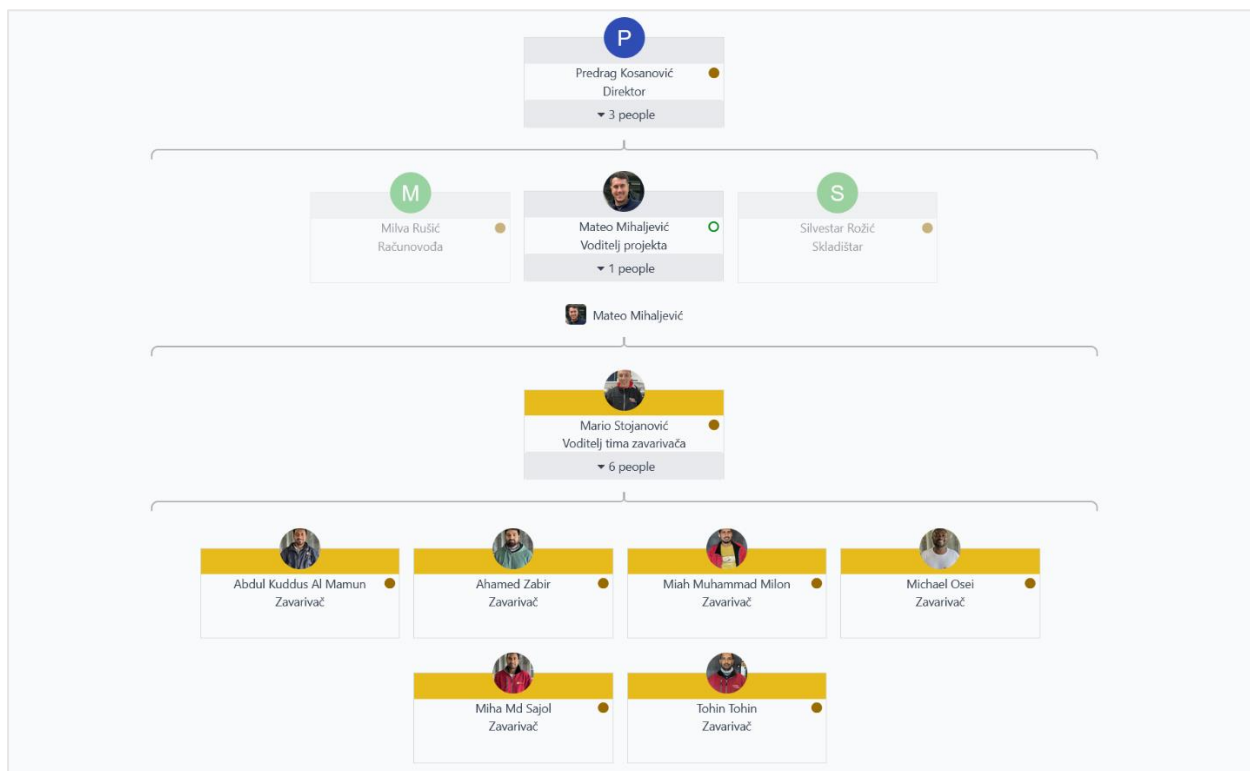
Nakon unosa osnovnih podataka o tvrtki, sljedeći korak je unos podataka o zaposlenicima. Ovaj proces započinje unutar modula *Employees* (Zaposlenici), gdje korisnik može dodati novog zaposlenika odabirom opcije *Create* (Kreiraj). Otvara se obrazac u kojem je potrebno unijeti osnovne informacije o zaposleniku, poput imena, prezimena, radnog mjesta, kontakt podataka (telefon, e-mail), te datum početka zaposlenja. Također, moguće je unijeti dodatne informacije poput odjela u kojem zaposlenik radi, njegovih odgovornosti i uloge unutar tvrtke. ERP sustav omogućuje praćenje prisutnosti zaposlenika, radnog vremena, te dodjeljivanje pristupnih prava u skladu s funkcijama koje zaposlenik obavlja. Osim toga, sustav omogućuje pohranu svih važnih dokumenata vezanih uz zaposlenika, kao što su ugovori o radu, uvjerenja o liječničkoj sposobnosti, atesti i ostali važni dokumenti. Ovi dokumenti arhiviraju se na profilu zaposlenika kako bi bili lako dostupni i centralizirani na jednom mjestu.

Za prvog zaposlenika unose se osnovni podaci koji uključuju ime i prezime, radno mjesto, kontakt podatke poput broja mobitela i e-maila te odjel u kojem zaposlenik radi. Unutar sekcije *Resume* (Životopis) unese se podaci o obrazovanju. Sekcija *Work Information* (Informacije o radu) sadrži informacije o zaposlenikovom radnom mjestu, dok je u sekciji *Private Information* (Privatne informacije) moguće dodati dodatne privatne podatke, poput broja žiro računa za isplatu plaće, udaljenosti do radnog mjesta, bruto plaću zaposlenika te detalje o mjestu obavljanja posla. Postupak unosa podataka o zaposlenicima prikazan je na slici 5.3.



Slika 5.3 Unos podataka o zaposlenicima u Odoo sustav

Nakon unosa svih podataka o zaposlenicima koji su ključni za izradu proizvoda iz projekta, Odoo ERP sustav automatski kreira organizacijsku strukturu tvrtke s jasno definiranim ulogama i povezanošću između zaposlenika. U ovoj hijerarhijskoj strukturi prikazani su svi važni podaci o zaposlenicima, njihovim pozicijama i odnosima unutar organizacije. Prikaz organizacijske strukture tvrtke može se vidjeti na slici 5.4.



Slika 5.4 Automatski generirana organizacijska struktura u Odoo ERP sustavu



## 5.2.2. Unos podataka o dobavljačima i kupcima

Nakon unosa osnovnih podataka o zaposlenicima i organizacijskoj strukturi, sljedeći korak u implementaciji Odoo ERP sustava je unos podataka o dobavljačima i kupcima. Unos podataka o dobavljačima započinje unutar modula *Purchase* (Nabava), zatim se bira opcija *Orders* (Narudžbe), *Vendors* (Dobavljači), te opcija *New* (Novi). Nakon toga otvara se obrazac za unos osnovnih podataka o dobavljaču, kao što su naziv tvrtke, jezik, te djelatnost tvrtke. U kartici *Contacts & Addresses* (Kontakti i adrese) unose se podaci o prodajnom predstavniku s kojim tvrtka surađuje, uključujući ime, adresu i kontakt podatke. U sekciji *Sales & Purchase* (Prodaja i nabava) unose se podaci poput valute u kojoj se posluje, uvjeti poslovanja, te fiskalna pozicija. U kartici *Invoicing* (Fakturiranje) unose se bankovne informacije, uključujući broj računa na koji se vrše uplate. Na vrhu unosa postoji traka koja prikazuje korisne informacije o dobavljaču, poput zakazanih sastanaka (*Meetings*), povijesti prodaje (*Sales*) i nabave (*Purchases*), ocjene točnosti isporuke (*On-time Rating*), izdanih računa (*Invoiced*), te statusa računa od dobavljača (*Vendor Bills*). Ova traka omogućuje lakšu kontrolu i praćenje poslovanja s dobavljačem unutar sustava. Postupak unosa podataka o dobavljačima prikazan je na slici 5.5.

The screenshot displays the Odoo ERP interface for creating a new vendor. The main header shows the 'Purchase' module and the 'Orders' sub-module. A navigation menu on the left includes 'New', 'Requests for Quotation', 'Purchase Orders', and 'Vendors'. The main content area is titled 'New Vendors' and shows the vendor 'VarTech d.o.o.' with a gear icon for settings. Below the name, there are radio buttons for 'Individual' and 'Company' (selected). The vendor's address is listed as 'Osječka ulica 3, 31000 Osijek, Croatia'. Contact information includes a phone number '099 334455', email 'info@vartech.hr', and website 'http://www.vartech.hr'. The language is set to 'Croatian / hrvatski jezik'. A tag 'Dobava aparata za zavarivanje' is visible. At the bottom, there is an 'Add' button and a contact card for Sara Jurić with her email, address, and phone number.

Slika 5.5 Unos podataka o dobavljačima u Odoo ERP sustav

Slično unosu podataka o dobavljačima, podaci o kupcima unose se unutar modula *Sales* (Prodaja). Odabirom opcije *Orders* (Narudžbe), zatim *Customers* (Kupci), te opcije *New* (Novi) u sustav se unosi novi kupac. Nakon toga otvara se obrazac za unos osnovnih podataka o kupcu, uključujući naziv tvrtke, adresu, porezni broj, kontakt informacije, te web stranicu i jezik. Pod karticom *Contacts & Addresses* (Kontakti i adrese) unose se podaci o prodajnom predstavniku tvrtke, uključujući njegovo ime, e-mail adresu i telefonski broj. U kartici *Sales & Purchase* (Prodaja i nabava) definiraju se uvjeti plaćanja, valuta u kojoj se posluje s kupcem, te fiskalna pozicija. Kartica *Invoicing* (Fakturiranje) omogućuje unos bankovnih informacija i postavke za izdavanje računa. Kao i kod dobavljača, na vrhu unosa nalazi se traka s korisnim informacijama o kupcu, uključujući zakazane sastanke (*Meetings*), povijest prodaje (*Sales*), ocjene točnosti isporuka (*On-time Rate*), te status izdanih računa (*Invoiced*) i plaćenih računa kupca (*Vendor Bills*). Unos podataka tvrtke FrigoTech d.o.o. prikazani su na slici 5.6.

The screenshot displays the Odoo ERP interface for creating a new customer. The main form is titled 'New Customers' and shows the details for 'FrigoTech d.o.o.'. The form is organized into several sections:

- Company Information:** Includes the company name 'FrigoTech d.o.o.', a logo, and radio buttons for 'Individual' and 'Company' (selected).
- Address:** Fields for 'Address' (Vukovarska avenija 17), 'Street 2...', 'City' (Rijeka), 'State', and 'Country' (Croatia).
- Contact Information:** Fields for 'Phone' (099 876543), 'Mobile' (099 876543), 'Email' (tomislav@frigotech.hr), and 'Website' (http://www.frigotech.hr).
- Other Fields:** 'Tax ID' (e.g. BE0477472701), 'Language' (Croatian / hrvatski jezik), and 'Tags' (Projektiranje i ugradnja rashladn...).
- Navigation:** Tabs for 'Contacts & Addresses', 'Sales & Purchase', 'Invoicing', and 'Internal Notes'.
- Contact Card:** A card for 'Tomislav Brkić' with email 'tomislav@frigotech.hr', address '51000 Rijeka, Croatia', and phone '099 876543'.

Slika 5.6 Unos podataka o kupcima u Odoo ERP sustav

### 5.3. Unos proizvoda u Odoo ERP sustav

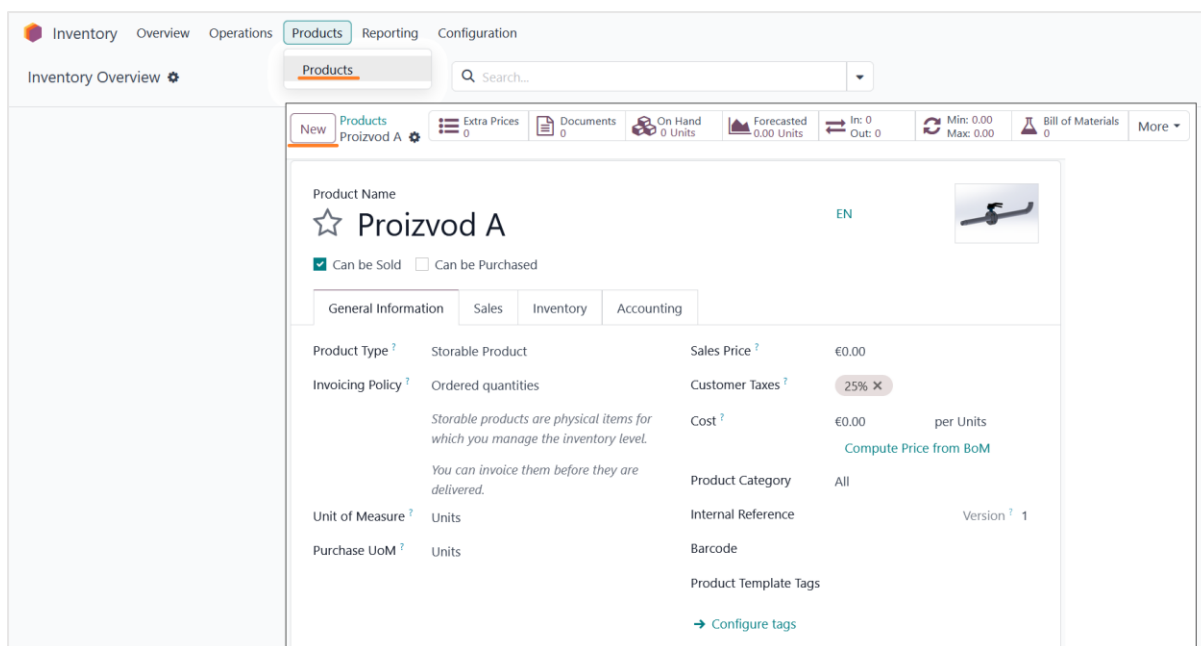
Nakon što su uneseni osnovni podaci o tvrtki, dobavljačima i kupcima, sljedeći ključni korak u implementaciji Odoo ERP sustava jest unos proizvoda. U ovom kontekstu, proizvod može

obuhvatiti različite kategorije, od materijala i opreme, do usluga koje tvrtka nudi na tržištu ili nabavlja od dobavljača. Precizno definiranje proizvoda omogućuje precizno praćenje zaliha, troškova, narudžbi te planiranje proizvodnje. Odoo ERP sustav omogućuje tvrtki da na detaljan način prati cijeli ciklus upravljanja proizvodima. Kroz unos proizvoda u sustav, otvara se mogućnost za precizno praćenje kretanja zaliha, troškova po jedinici proizvoda, prodajnih cijena, kao i operacija potrebnih za proizvodnju ili pružanje usluga. Svaki proizvod u Odoo ERP sustavu može biti definiran kroz niz parametara, uključujući tehničke specifikacije, dobavljače, cijene, liste materijala (BOM – *Bill of Materials*) te sve potrebne operacije vezane za njegovu proizvodnju ili isporuku. U ovom poglavlju, razmotrit ćemo proces unosa proizvoda u Odoo ERP sustav te kako ova funkcionalnost pomaže tvrtki u boljem upravljanju cjelokupnim poslovanjem, bilo da je riječ o fizičkoj robi, materijalima, opremi ili uslugama koje tvrtka pruža svojim kupcima.

Unošenje proizvoda u *Odoo ERP* sustav započinje pristupanjem modulu *Inventory* (Inventar) i odabirom opcije *Products* (Proizvodi), nakon čega se odabire opcija *New* (Novi) za dodavanje novog proizvoda. U okviru *General Information* (Opće informacije), unose se osnovni podaci poput naziva proizvoda, vrste proizvoda, jedinice mjere, interne reference te kategorije proizvoda. Prodajna cijena, koja se ovdje unosi, bit će definirana nakon što se kreira popis materijala i operacija potrebnih za izradu proizvoda, a ERP sustav će automatski analizirati troškove na temelju kojih će se definirati prodajna cijena i cijena proizvodnje. Pod karticom *Inventory* (Inventar) definiraju se ruta proizvoda, hoće li se proizvod kupiti ili proizvesti, zatim se unose njegova masa i volumen.

Na vrhu stranice se nalazi traka s korisnim opcijama kao što su *On Hand* (Dostupne zalihe), koja pokazuje trenutno dostupne količine proizvoda na skladištu, *Forecasted* (Predviđene zalihe) koja prikazuje procijenjenu buduću dostupnost proizvoda na temelju narudžbi, *Bill of Materials* (Popis materijala) unutar kojeg se definiraju svi materijali i operacije potrebni za izradu proizvoda te *In/Out* (Ulaz/Izlaz) koja prati kretanje proizvoda unutar skladišta. Sve ove opcije pružaju korisniku detaljan uvid u stanje proizvoda i olakšavaju planiranje zaliha i proizvodnje.

Za lakše razumijevanje postupka, primjer unosa podataka proizvoda prikazan je na slici 5.6, gdje su uneseni osnovni podaci za proizvod A, koji tvrtka Termo Sušak d.o.o. treba ponuditi tvrtki TermoTech d.o.o. za izradu.



Slika 5.7 Unos proizvoda A u Odoo ERP sustav

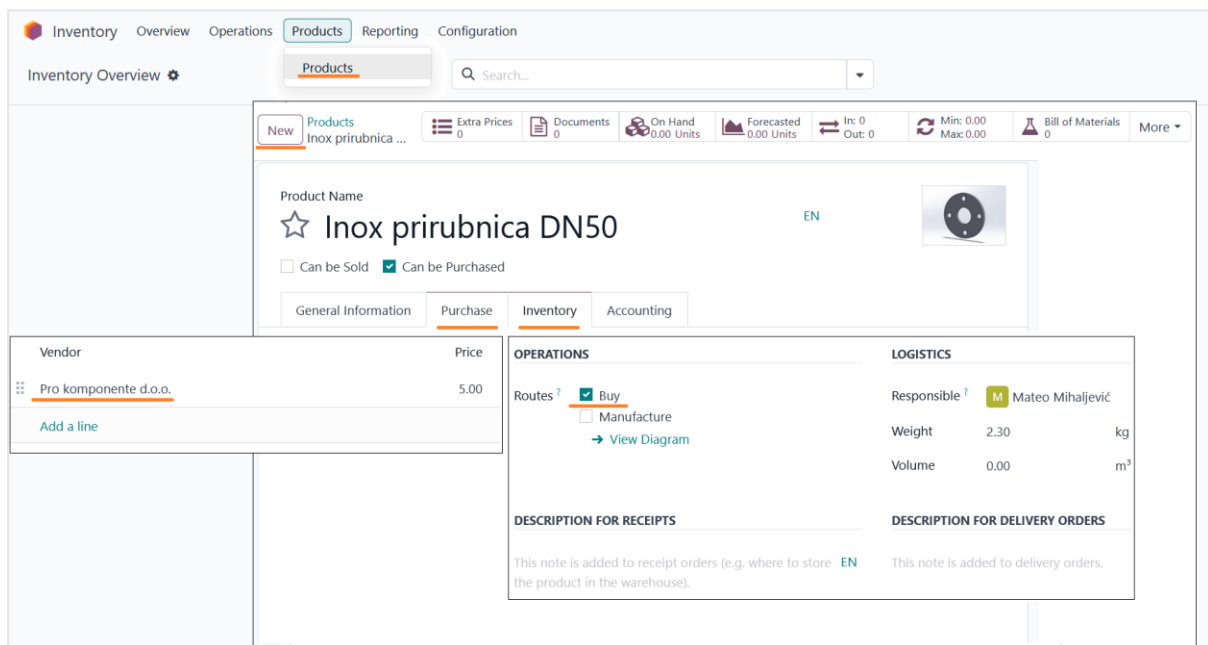
### 5.3.1. Lista materijala proizvoda

Lista materijala (*Bill of Materials*, BoM) predstavlja ključni element svakog proizvodnog procesa jer detaljno opisuje sve komponente koje su potrebne za izradu određenog proizvoda. Unutar *Odoo ERP* sustava, lista materijala unosi se korištenjem opcije *Bill of Materials* iz trake s opcijama, koja se nalazi na vrhu stranice proizvoda. Važno je napomenuti da je prije kreiranja liste materijala potrebno prethodno unijeti sve komponente i dijelove proizvoda u sustav kao zasebne stavke, bilo da se radi o gotovim kupovnim proizvodima ili komponentama koje će se izrađivati unutar tvrtke.

Za primjer će se definirati lista materijala za proizvod A. Svi dijelovi potrebni za izradu proizvoda definirani su u poglavlju 4.1 *Analiza utroška materijala i popis operacija*. Proizvod A sastoji se od dva podsklopa: Podsklop 1A koji uključuje cijev DN50 (400 mm), redukciju DN50/DN40 i priрубnicu DN50 te Podsklop 2A koji uključuje cijev DN50 (530 mm), priрубnicu DN50 i koljeno DN50/90°. Osim podsklopova, proizvod sadrži zaklopku s ručkom DN50, četiri vijka M18 i četiri matice M18. Svi ovi dijelovi moraju biti uneseni u sustav kako bi se mogli koristiti u kreiranju liste materijala za proizvod A.

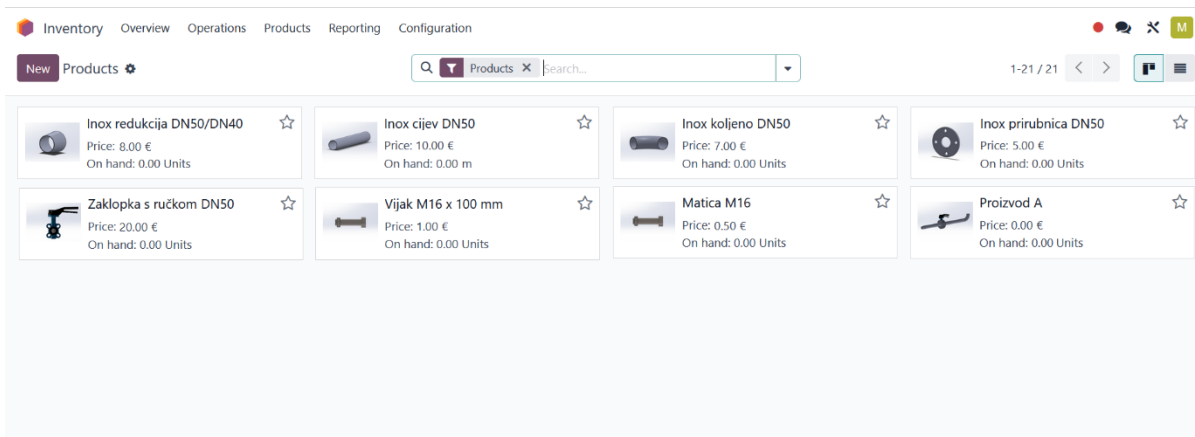
Kao primjer unosa komponente, opisać će se postupak unosa priрубnice DN50. Priрубnica je kupovni dio, što znači da se u sustavu unosi kao proizvod koji će se nabavljati od dobavljača.

Postupak unosa prirubnice DN50 sličan je postupku unosa proizvoda A, ali uz nekoliko razlika. Unutar modula *Inventory* (Skladište) odabire se opcija *Products* (Proizvodi), a zatim se klikne na *New* (Novi) kako bi se dodao novi proizvod. U okviru *General Information* (Opće informacije) unose se osnovni podaci o prirubnici, uključujući naziv proizvoda, vrstu proizvoda, jedinicu mjere te kategoriju proizvoda. Važno je definirati da je ruta ovog proizvoda *Buy* (Kupnja), što znači da će se prirubnica nabavljati od dobavljača. Pod karticom *Inventory* (Inventar) definira se i dobavljač prirubnice, kao i cijena po komadu, čime se omogućava analiza troška izrade proizvoda A. Na ovaj način, *Odoo ERP* sustav omogućuje lako praćenje svih komponenti proizvoda, njihove dobavne cijene i cijene izrade proizvoda kojeg sačinjavaju. Slika 5.8 prikazuje primjer unosa podataka za prirubnicu DN50.



Slika 5.8 Unos prirubnice DN50 u Odoo ERP sustav

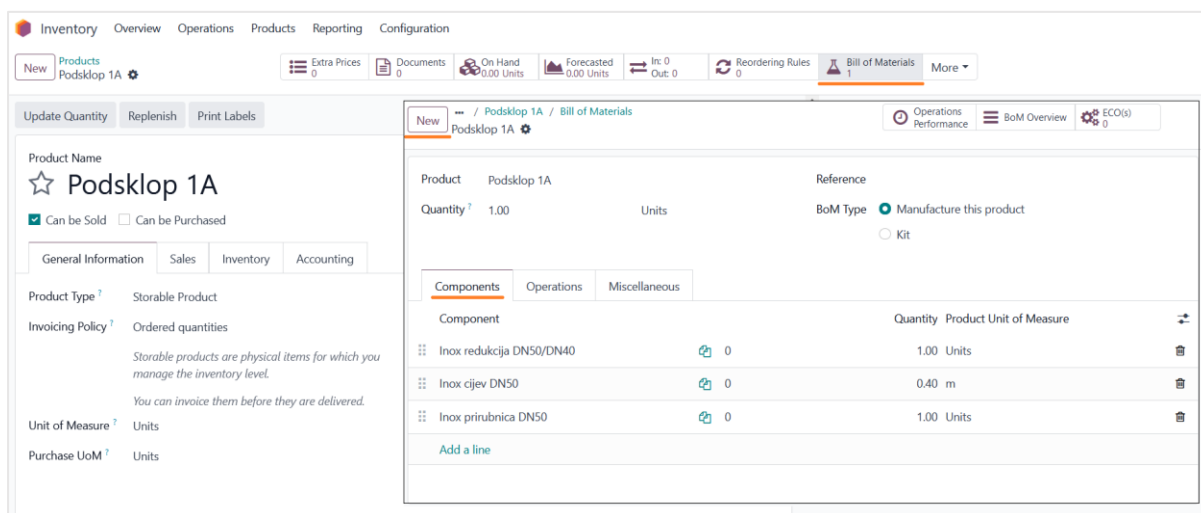
Na isti način unose se svi preostali kupovni dijelovi proizvoda A, pri čemu se definiraju njihove cijene i dobavljači. Unutar modula *Inventar* može se vidjeti stanje svih unesenih proizvoda, zaliha i njihovih cijena, što omogućuje lakše upravljanje i praćenje dostupnosti materijala. Svi dijelovi koji se dobavljaju za proizvodnju proizvoda A vidljivi su na slici 5.9.



Slika 5.9 Komponente proizvoda A unutar Odoo ERP sustava

Postupak definiranja liste materijala (*Bill of Materials*) započinje odabirom modula *Inventory* (Inventar), unutar kojeg se odabire proizvod za koji je potrebno definirati listu materijala. Nakon što se odabere željeni proizvod, bira se opcija *Bill of Materials* (Lista materijala), a zatim *New* (ново) kako bi se kreirala nova lista. Unutar kartice *Components* (Komponente), unose se svi dijelovi koji čine konkretan proizvod, poput kupovnih i proizvedenih komponenti, a za svaku komponentu potrebno je definirati odgovarajuću količinu.

Na primjer, za Podsklop 1A unose se tri komponente od kojih je sačinjen: 1 inox redukcija DN50/DN40, 0,4 metra inox cijevi DN50 i 1 inox prirubnica DN50. Postupak unosa i definiranja komponenata prikazan je na slici 5.10.



Slika 5.10 Lista materijala Podsklopa 1A

Na isti način definira se lista materijala za proizvod A, koji se sastoji od dva podsklopa (Podsklop 1A i Podsklop 2A), vijčane robe i zaklopke s ručkom DN50. Svaki od ovih dijelova

unos se kao komponenta unutar kartice *Components* (Komponente), gdje se definiraju potrebne količine za svaki dio.

### 5.3.2. Radne stanice i popis operacija proizvoda

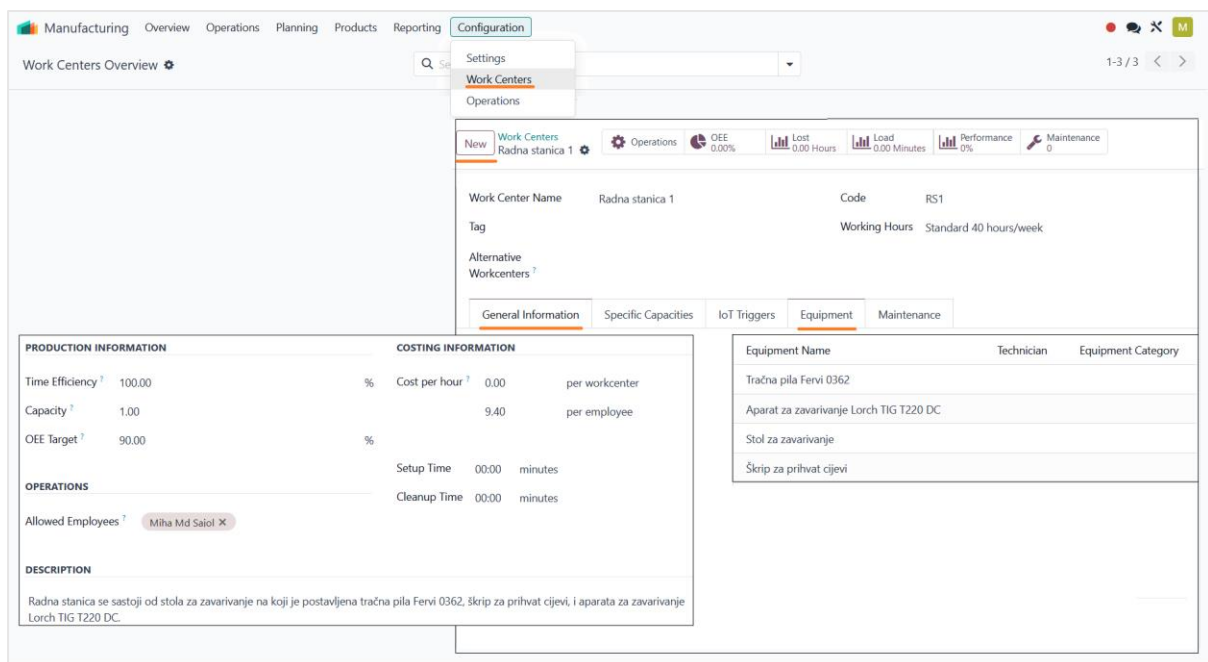
Opcije radnih stanica i popisa operacija unutar *Odoo ERP* sustava koriste se za definiranje konkretnih koraka proizvodnog procesa i raspodjelu tih koraka na različite radne stanice unutar tvrtke. Na taj način omogućuje se detaljno praćenje tijeka proizvodnje, optimizacija resursa te precizno planiranje rokova i kapaciteta. Preduvjet za dodavanje popisa operacija unutar *Bill of Materials* (BoM) je definiranje radnih stanica koje će sudjelovati u proizvodnji.

Unutar modula *Manufacturing* (Proizvodnja), prvo se odabire opcija *Work Centers* (Radne stanice), a zatim *New* (novo) kako bi se dodala nova radna stanica. U obrascu se unose osnovni podaci o radnoj stanici. Prvi korak je unos naziva radne stanice, kao i definiranje radnih sati radne stanice, čime se određuje standardno vrijeme rada tijekom jednog tjedna. Unutar kartice *General Information* (Opće informacije), mogu se unijeti podaci o zaposlenicima koji će upravljati radnom stanicom. Također, ovdje se definira cijena rada radne stanice po satu. Ova cijena uključuje različite faktore, poput troškova energije, amortizacije opreme, održavanja i ostalih povezanih troškova. Osim toga, unosi se i cijena rada po satu zaposlenika koji radi na toj stanici, što omogućuje precizniju kalkulaciju ukupnih troškova proizvodnje. Na ovaj način sustav uzima u obzir sve ključne parametre za određivanje konačne cijene proizvoda.

Pored toga, moguće je definirati vrijeme potrebno za pripremu radne stanice i vrijeme potrebno za čišćenje radne stanice nakon završetka operacije. Unutar kartice *Equipment* (Oprema) unose se podaci o opremi koja se koristi na radnoj stanici, poput strojeva ili alata. Za svaki komad opreme može se unijeti dodatne informacije, kao što su tehničar zadužen za održavanje, proizvođač, model, serijski broj te dobavljač. Također, postoji mogućnost unosa podataka o održavanju opreme (*Maintenance*), gdje se mogu definirati parametri održavanja, uključujući prosječno vrijeme između kvarova (MTBF). Na vrhu sučelja nalaze se kartice kao što su *Operations* (Operacije), *OEE* (Iskoristivost opreme), *Lost* (Izgubljeno vrijeme ili kvaliteta), *Load* (Opterećenje) i *Performance* (Učinkovitost). Ove kartice omogućuju praćenje iskoristivosti radne stanice, opterećenja i učinka kroz određeno vremensko razdoblje, pružajući

korisniku uvid u to koliko se radna stanica koristi u odnosu na njezin puni kapacitet te gdje postoje mogućnosti za poboljšanje.

Postupak dodavanja radnih stanica u sustav biti će prikazan na primjeru proizvoda A, gdje je potrebno definirati radne stanice koje će biti zadužene za izvođenje operacija potrebnih za njegovu proizvodnju. Broj radnih stanica i raspodjela operacija po njima definirani su u poglavlju 4.2 *Radne stanice i resursi*. Postupak unosa radne stanice i detalja o opremi, kao i opis radne stanice koja će sudjelovati u proizvodnji proizvoda A, prikazan je na slici 5.11.



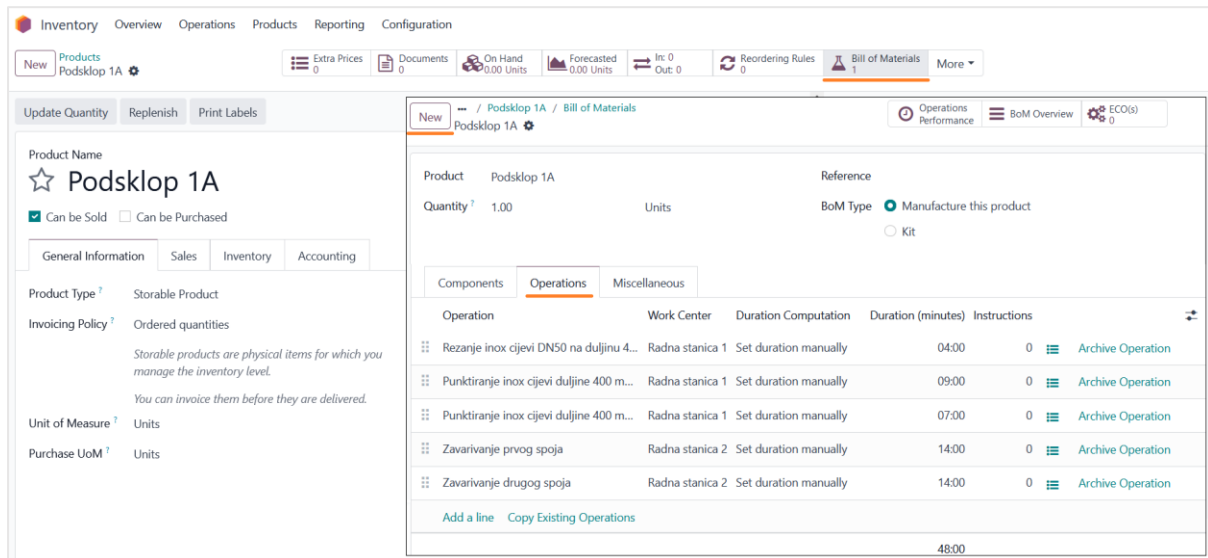
Slika 5.11 Unos radne stanice 1 u Odoo ERP sustav

Za preostale dvije radne stanice, koje su definirane u ranije spomenutom poglavlju, postupak unosa podataka provodi se na isti način. Nakon unosa radnih stanica, unutar Liste materijala (*Bill of Materials*) moguće je dodijeliti operacije koje čine proizvodni proces.

Postupak započinje odabirom proizvoda unutar modula *Inventory* (Inventar), gdje se odabire opcija *Bill of Materials* (lista materijala), a zatim na opcija *New* (novo) kako bi se definirala nova lista materijala. U kartici *Operations* (Operacije) unose se sve operacije povezane s proizvodnjom, pri čemu se za svaku operaciju dodaje trajanje i trošak. Trošak može uključivati cijenu sata rada zaposlenika, cijenu radne stanice ili biti definiran kao jedinstvena cijena za pojedinu operaciju. Za primjer, prikazuje se unos popisa operacija za podsklop 1A, koji



uključuje procese poput rezanja inox cijevi, punktiranja i zavarivanja spojeva. Svaka operacija je povezana s odgovarajućom radnom stanicom, a sustav automatski zbraja ukupno trajanje svih operacija potrebnih za proizvodnju. Na slici 5.12 vidljiv je detaljan unos operacija, uključujući definiranje radne stanice i trajanja operacije.



Slika 5.12 Popis operacija podsklopa 1A

Na isti način potrebno je unijeti sve podatke unutar podsklopa 2A, koji je također sastavni dio proizvoda A. Nakon što su svi dijelovi podsklopa 2A definirani i uneseni u sustav, potrebno je u *Bill of Materials* (Lista materijala) za proizvod A dodati u popis operacija spajanje podsklopa 1A i podsklopa 2A zaklopkom s ručkom DN50 i vijčanom robom. Sustav automatski zbraja količine potrebnog materijala i ukupno trajanje svih operacija potrebnih za proizvodnju proizvoda A, čime omogućuje precizno planiranje vremena proizvodnje i količine potrebnog materijala. Kada su svi potrebni dijelovi uneseni, a operacije definirane, postupak definiranja svih ključnih informacija o proizvodnji proizvoda A je završen.

### 5.3.3. Definiranje cijene proizvoda

Prije nego što se unutar Odoo ERP sustava izradi ponuda za proizvode, ključno je definirati točnu cijenu svakog proizvoda. Cijena kupovnih dijelova je poznata od ranije te se unosi već prilikom dodavanja proizvoda u sustav. Međutim, za proizvode koji se proizvode unutar tvrtke, cijenu je potrebno izračunati na temelju troškova materijala i proizvodnih operacija. Odoo ERP sustav ovdje nudi jednostavno rješenje za automatsku analizu troškova proizvodnje.

Unutar opcije *Bill of Materials*, moguće je odabrati opciju *BOM Overview* (Pregled liste materijala), koja prikazuje detaljan pregled svih komponenti proizvoda, njihove količine i troškove, kao i operacije potrebne za izradu proizvoda. Sustav automatski računa ukupni trošak proizvodnje na temelju unesenih podataka o cijenama materijala i troškovima operacija. Također, omogućuje pregled ruta proizvoda, definirajući koje komponente treba kupiti, a koje proizvesti unutar tvrtke, te odmah prikazuje i dobavljača od kojeg je moguće kupiti određeni proizvod. Za lakše razumijevanje, na slici 5.13 prikazan je *BOM Overview* za proizvod A, čija ukupna cijena proizvodnje iznosi 90,30 €.

| Product                  | Quantity | Units   | BoM Cost        | Product Cost  |
|--------------------------|----------|---------|-----------------|---------------|
| Proizvod A               | 1.00     | Units   | 90.28 €         | 0.00 €        |
| ▼ Podsklop 1A            | 1.00     | Units   | 40.52 €         | 24.52 €       |
| Inox redukcija DN50/DN40 | 1.00     | Units   | 8.00 €          | 8.00 €        |
| Inox cijev DN50          | 0.40     | m       | 4.00 €          | 4.00 €        |
| Inox prirubnica DN50     | 1.00     | Units   | 5.00 €          | 5.00 €        |
| ► Operations             | 48:00    | Minutes | 23.52 €         |               |
| ▼ Podsklop 2A            | 1.00     | Units   | 40.82 €         | 0.00 €        |
| Inox prirubnica DN50     | 1.00     | Units   | 5.00 €          | 5.00 €        |
| Inox cijev DN50          | 0.53     | m       | 5.30 €          | 5.30 €        |
| Inox koljeno DN50        | 1.00     | Units   | 7.00 €          | 7.00 €        |
| ► Operations             | 48:00    | Minutes | 23.52 €         |               |
| Zaklopka s ručkom DN50   | 1.00     | Units   | 20.00 €         | 20.00 €       |
| Vijak M16 x 100 mm       | 4.00     | Units   | 4.00 €          | 4.00 €        |
| Matica M16               | 4.00     | Units   | 2.00 €          | 2.00 €        |
| ► Operations             | 06:00    | Minutes | 2.94 €          |               |
| <b>Unit Cost</b>         |          |         | <b>110.30 €</b> | <b>0.00 €</b> |

Slika 5.13 Pregled liste materijala za proizvod A

Prije nego što se podaci generirani iz Odoo ERP sustava iskoriste za izradu ponuda i analizu troškova, potrebno je provjeriti ispravnost unesenih informacija. Izračun troškova proizvodnje proizvoda A bit će ručno proveden, prema dosadašnjoj praksi u tvrtki Termo Sušak. Ova usporedba omogućit će provjeru točnosti podataka iz ERP sustava te potvrditi da su sve rute, operacije i troškovi ispravno definirani i razumljivi sustavu. Na taj način osigurava se da su svi aspekti proizvodnog procesa točno uneseni i pravilno prikazani u sustavu. Ukupni trošak

proizvodnje jednog proizvoda A može se definirati kao zbroj troška rada i troška materijala, prema sljedećoj formuli:

$$T_{uk} = T_{rad} + T_{mat}$$

Gdje je:

$T_{uk}$  – ukupni trošak proizvodnje jednog proizvoda A

$T_{rad}$  – trošak rada

$T_{mat}$  – trošak materijala

Trošak rada obuhvaća tri radne stanice, a svaka od njih ima specifičnu cijenu rada po satu, uključujući cijenu rada radne stanice i cijenu rada operatera. Ukupni trošak rada može se izraziti sljedećom formulom:

$$T_{rad} = t_1 \times (C_{r1} + C_1) + t_2 \times (C_{r2} + C_2) + t_3 \times (C_{r3} + C_3)$$

Gdje je:

$t_1$  – trajanje operacija radne stanice 1 (u satima)

$C_{r1}$  – cijena rada radne stanice 1 (20 €/sat)

$C_1$  – cijena rada operatera radne stanice 1 (9,40 €/sat)

$t_2$  – trajanje operacija radne stanice 2 (u satima)

$C_{r2}$  – cijena rada radne stanice 2 (20 €/sat)

$C_2$  – cijena rada operatera radne stanice 2 (9,40 €/sat)

$t_3$  – trajanje operacija radne stanice 3 (u satima)

$C_{r3}$  – cijena rada radne stanice 3 (20 €/sat)

$C_3$  – cijena rada operatera radne stanice 3 (9,40 €/sat)

Na primjeru operacija za proizvod A, operacije na radnoj stanici 1 traju ukupno 33 minute, što odgovara 0,55 sati, dok cijena rada na toj radnoj stanici iznosi 29,40 € po satu (20 € za radnu stanicu i 9,40 € za zaposlenika). Operacije na radnoj stanici 2 traju 35 minuta, što odgovara 0,58 sati, s cijenom rada od 29,40 € po satu. Operacije na radnoj stanici 3 traju 34 minute, odnosno 0,57 sati, s cijenom rada od 29,40 € po satu.

Na temelju ovih podataka, trošak rada izračunava se kao:

$$T_{rad} = 0,55 \times 29,40 + 0,58 \times 29,40 + 0,57 \times 29,40 = 50 \text{ €}$$

Ukupni trošak rada za izradu jednog proizvoda A, prema navedenim podacima, iznosi 50 € po komadu.

Ukupni trošak materijala može se izračunati prema sljedećoj formuli:

$$T_{mat} = q_c \times P_c + q_p \times P_p + q_v \times P_v + q_m \times P_m + q_k \times P_k + q_r \times P_r + q_z \times P_z$$

Gdje je:

$q_c$  – potrebna duljina inox cijevi (u metrima)

$P_c$  – cijena inox cijevi (10 €/metar)

$q_p$  – količina prirubnica DN50 (komada)

$P_p$  – cijena prirubnice DN50 (5 €/komad)

$q_v$  – količina vijaka M16 x 100 (komada)

$P_v$  – cijena vijaka M16 x 100 (1 €/komad)

$q_m$  – količina matica M16 (komada)

$P_m$  – cijena matica M16 (0.5 €/komad)

$q_k$  – količina koljena DN50/90° (komada)

$P_k$  – cijena koljena DN50/90° (7 €/komad)

$q_r$  – količina redukcije DN50/DN40 (komada)

$P_r$  – cijena redukcije DN50/DN40 (8 €/komad)

$q_z$  – količina zaklopke s rukom DN50 (komada)

$P_z$  – cijena zaklopke s ručkom DN50 (20 €/komad)

Za inox cijev, cijena je 10 € po metru, a potrebna količina za proizvod A iznosi 0,93 metra. Za prirubnice DN50, cijena po komadu iznosi 5 €, a potrebne su dvije prirubnice. Cijena vijaka M16 x 100 iznosi 1 € po komadu, a potrebna su četiri vijka. Matice M16 imaju cijenu od 0,5 € po komadu, a za proizvod A potrebne su četiri matice. Koljeno DN50/90° ima cijenu od 7 € po komadu, dok redukcija DN50/DN40 ima cijenu od 8 € za jedan komad. Zaklopka s ručkom DN50 ima cijenu od 20 € po komadu, a za proizvod A potrebna je jedna zaklopka.

$$T_{mat} = 0,93 \times 10 + 2 \times 5 + 4 \times 1 + 4 \times 0,5 + 1 \times 7 + 1 \times 8 + 1 \times 20 = 60,3 \text{ €}$$

Tako, ukupan trošak materijala za izradu jednog proizvoda A iznosi 60.3 € po komadu. Ukupan trošak proizvodnje jednog proizvoda A možemo izračunati zbrajanjem troška rada i troška materijala:

$$T_{uk} = T_{rad} + T_{mat} = 50 + 60,3 = 110,3 \text{ €}$$

Ukupni trošak proizvodnje jednog proizvoda A iznosi 110,3 €. Analiza je pokazala da su izračuni u Odoo ERP sustavu i ručnim metodama potpuno usklađeni, te je krajnji rezultat isti u oba slučaja. Međutim, izračun cijene proizvoda "na ruke" zahtijeva više vremena, podložan je ljudskim pogreškama i manje je pouzdan. S druge strane, Odoo ERP sustav omogućuje brzo i jednostavno definiranje cijena. Kada su podaci ispravno uneseni u sustav, promjena dobavne cijene komponente ili troška rada radne stanice može se lako implementirati, a sustav automatski ažurira cijenu proizvoda. Ova fleksibilnost ključna je prednost Odoo ERP sustava, koja ga čini pouzdanijim alatom za praćenje troškova proizvodnje.

#### **5.4. Izrada ponude u Odoo ERP sustavu**

Izrada ponude je sastavni dio u poslovanju tvrtke, stoga je važno osigurati točne informacije o troškovima, količinama i rokovima isporuke koje ponuda sadrži. Unutar Odoo ERP sustava, izrada ponuda obavlja se putem modula *Sales* (Prodaja), koji omogućuje brz proces kreiranja ponuda za kupce. Tvrtka FrigoTech d.o.o. zahtijeva ponudu za izradu i isporuku ukupno 200 proizvoda – konkretno, 50 komada proizvoda A, 50 komada proizvoda B, 50 komada proizvoda C i 50 komada proizvoda D. Kako bi se ponuda izradila, nužno je da svi važni podaci o tvrtki, dobavljačima, kupcima i proizvodima budu pravilno uneseni u sustav.

Preduvjet za izradu ponude je detaljan unos svih ključnih podataka, uključujući listu materijala, rute proizvodnje, te točne troškove proizvodnje i materijala. Odoo ERP sustav koristi ove podatke kako bi automatski izračunao ukupni trošak izrade svakog proizvoda i omogućio precizno definiranje ponude. Većina potrebnih podataka za izradu ponude već je spremna – unesen je proizvod A, kao i svi ključni podaci o tvrtki, dobavljačima i kupcima. Međutim, kako bi ponuda bila kompletna, potrebno je unijeti preostale važne podatke o proizvodima B, C i D. Ovaj proces unosa proizvoda, kao što je detaljno opisano u poglavlju 5.3 *Unos proizvoda u Odoo ERP sustav*, uključuje definiranje liste materijala, operacija, ruta proizvodnje i svih potrebnih komponenti za svaki proizvod. Unosom svih podataka, Odoo ERP sustav omogućit

će izračun troškova te generiranje ponude koja u potpunosti odražava stvarne troškove proizvodnje i isporuke.

Stoga je sljedeći korak u postupku izrade ponude unos svih potrebnih podataka za proizvode B, C i D. Kao i kod proizvoda A, potrebno je definirati listu materijala, unijeti sve relevantne komponente i podsklopove, te dodati operacije i rute za svaki od tih proizvoda. Ovaj korak osigurava da će sustav imati sve potrebne informacije kako bi mogao točno izračunati troškove izrade i isporuke 50 komada svakog proizvoda. Prikaz liste materijala i automatski generirane cijene proizvodnje proizvoda B vidljiv je na slici 5.14.

| Product                  | Quantity | Units   | Lead Time | Route                      | BoM Cost | Product Cost |
|--------------------------|----------|---------|-----------|----------------------------|----------|--------------|
| Proizvod B               | 1.00     | Units   | 0 Days    | Manufacture: Proizvod B    | 82.41 €  | 0.00 €       |
| ▼ Podsklop 1B            | 1.00     | Units   | 0 Days    | Manufacture: Podsklop 1B   | 21.37 €  | 0.00 €       |
| Inox cijev DN50          | 0.80     | m       | 1 Days    | Buy: Inox dijelovi d.o.o.  | 8.00 €   | 8.00 €       |
| Inox koljeno DN50        | 1.00     | Units   | 1 Days    | Buy: Pro komponente d.o.o. | 7.00 €   | 7.00 €       |
| ► Operations             | 13:00    | Minutes |           |                            | 6.37 €   |              |
| ▼ Podsklop 2B            | 1.00     | Units   | 0 Days    | Manufacture: Podsklop 2B   | 23.28 €  | 0.00 €       |
| Inox cijev DN50          | 0.25     | m       | 1 Days    | Buy: Inox dijelovi d.o.o.  | 2.50 €   | 2.50 €       |
| Inox redukcija DN50/DN40 | 1.00     | Units   | 1 Days    | Buy: Pro komponente d.o.o. | 8.00 €   | 8.00 €       |
| Lotni priključak DN40    | 1.00     | Units   | 1 Days    | Buy: Pro komponente d.o.o. | 2.00 €   | 2.00 €       |
| ► Operations             | 22:00    | Minutes |           |                            | 10.78 €  |              |
| Cijevna objumica 1/2"    | 1.00     | Units   | 1 Days    | Buy: Pro komponente d.o.o. | 1.50 €   | 1.50 €       |
| ► Operations             | 74:00    | Minutes |           |                            | 36.26 €  |              |
| <b>Unit Cost</b>         |          |         |           |                            | 82.41 €  | 0.00 €       |

Slika 5.14 Pregled liste materijala za proizvod B

BOM Overview nudi detaljan pregled liste materijala za proizvod B, uključujući sve komponente, podsklopove, operacije te njihove pripadajuće troškove i rute proizvodnje. Kao što je vidljivo, sustav automatski prikazuje sve relevantne informacije vezane uz troškove proizvodnje. Prikaz liste materijala i automatski generirane cijene proizvodnje proizvoda C vidljiv je na slici 5.15.

| Product                  | Quantity      | Lead Time | Route                      | BoM Cost | Product Cost |
|--------------------------|---------------|-----------|----------------------------|----------|--------------|
| Proizvod C               | 1.00 Units    | 0 Days    | Manufacture: Proizvod C    | 55.79 €  | 0.00 €       |
| ▼ Podsklop 1C            | 1.00 Units    | 0 Days    | Manufacture: Podsklop 1C   | 17.37 €  | 0.00 €       |
| Inox cijev DN50          | 0.40 m        | 1 Days    | Buy: Inox dijelovi d.o.o.  | 4.00 €   | 4.00 €       |
| Inox koljeno DN50        | 1.00 Units    | 1 Days    | Buy: Pro komponente d.o.o. | 7.00 €   | 7.00 €       |
| ► Operations             | 13:00 Minutes |           |                            | 6.37 €   |              |
| ▼ Podsklop 2C            | 1.00 Units    | 0 Days    | Manufacture: Podsklop 2C   | 14.41 €  | 0.00 €       |
| Inox redukcija DN50/DN40 | 1.00 Units    | 1 Days    | Buy: Pro komponente d.o.o. | 8.00 €   | 8.00 €       |
| Lotni priključak DN40    | 1.00 Units    | 1 Days    | Buy: Pro komponente d.o.o. | 2.00 €   | 2.00 €       |
| ► Operations             | 09:00 Minutes |           |                            | 4.41 €   |              |
| ► Operations             | 49:00 Minutes |           |                            | 24.01 €  |              |
| <b>Unit Cost</b>         |               |           |                            | 55.79 €  | 0.00 €       |

Slika 5.15 Pregled liste materijala za proizvod C

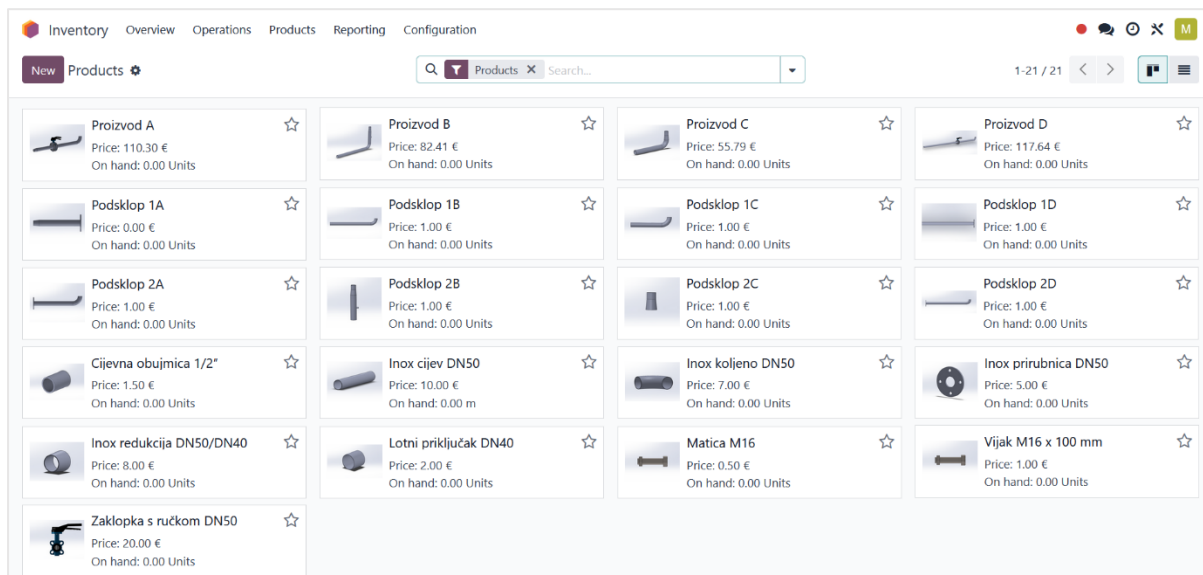
Nakon pregleda liste materijala za proizvod C, na slici 5.16 prikazan je pregled liste materijala za proizvod D, uključujući sve komponente, operacije i troškove povezane s njegovom proizvodnjom.

| Product                | Quantity      | Lead Time | Route                      | BoM Cost | Product Cost |
|------------------------|---------------|-----------|----------------------------|----------|--------------|
| Proizvod D             | 1.00 Units    | 0 Days    | Manufacture: Proizvod D    | 117.64 € | 0.00 €       |
| ▼ Podsklop 1D          | 1.00 Units    | 0 Days    | Manufacture: Podsklop 1D   | 39.05 €  | 0.00 €       |
| Inox cijev DN50        | 2.18 m        | 1 Days    | Buy: Inox dijelovi d.o.o.  | 21.80 €  | 21.80 €      |
| Inox prirubnica DN50   | 1.00 Units    | 1 Days    | Buy: Pro komponente d.o.o. | 5.00 €   | 5.00 €       |
| ► Operations           | 25:00 Minutes |           |                            | 12.25 €  |              |
| ▼ Podsklop 2D          | 1.00 Units    | 0 Days    | Manufacture: Podsklop 2D   | 49.65 €  | 0.00 €       |
| Inox prirubnica DN50   | 1.00 Units    | 1 Days    | Buy: Pro komponente d.o.o. | 5.00 €   | 5.00 €       |
| Inox cijev DN50        | 1.07 m        | 1 Days    | Buy: Inox dijelovi d.o.o.  | 10.70 €  | 10.70 €      |
| Inox koljeno DN50      | 1.00 Units    | 1 Days    | Buy: Pro komponente d.o.o. | 7.00 €   | 7.00 €       |
| ► Operations           | 55:00 Minutes |           |                            | 26.95 €  |              |
| Zaklopka s ručkom DN50 | 1.00 Units    | 1 Days    | Buy: Pro komponente d.o.o. | 20.00 €  | 20.00 €      |
| Vijak M16 x 100 mm     | 4.00 Units    | 1 Days    | Buy: Pro komponente d.o.o. | 4.00 €   | 4.00 €       |
| Matica M16             | 4.00 Units    | 1 Days    | Buy: Pro komponente d.o.o. | 2.00 €   | 2.00 €       |
| ► Operations           | 06:00 Minutes |           |                            | 2.94 €   |              |
| <b>Unit Cost</b>       |               |           |                            | 117.64 € | 0.00 €       |

Slika 5.16 Pregled liste materijala za proizvod D

Svi proizvodi, zajedno s njihovim podsklopovima i komponentama, uspješno su uneseni u sustav. Za svaki proizvod definirane su liste materijala, koje povezuju unesene komponente i

podsklopove s operacijama potrebnim za njihovu izradu. Na temelju tih podataka, sustav je automatski izračunao troškove proizvodnje, što omogućuje daljnje definiranje cijena ponude za izradu i isporuku. U modulu *Inventory* (Inventar) dostupni su svi uneseni proizvodi, podsklopovi i komponente. Na slici 5.17 prikazan je cjelovit pregled unesenih stavki.



Slika 5.17 Pregled proizvoda, podsklopova i komponenti unesenih u sustav

Pregled omogućava jednostavno praćenje trenutnog stanja inventara te brzo reagiranje u slučaju promjene količina ili cijena. Također, ukoliko dođe do promjene u cijenama komponenata ili proizvoda, sustav nudi brzu i efikasnu mogućnost izmjene i automatskog ažuriranja podataka, što značajno ubrzava poslovne procese i povećava njihovu preciznost.

#### 5.4.1. Kreiranje ponude

Izrada ponude može započeti nakon što su svi ključni podaci uneseni u sustav. U ovom slučaju, kupac je tvrtka FrigoTech d.o.o., koja je dostavila zahtjev za proizvodnju 50 komada proizvoda A, 50 komada proizvoda B, 50 komada proizvoda C i 50 komada proizvoda D. Poznati su dobavljači za sve potrebne komponente, kao i cijene dijelova koje treba kupiti, te trošak proizvodnje za svaki od proizvoda. Definiran je i datum isporuke, što omogućava preciznu i točnu izradu ponude.

Izrada ponude započinje u modulu *Sales* (Prodaja), gdje se odabire opcija *New* (Novo) za kreiranje nove ponude. Unutar kartice *Order Lines* (Linije narudžbe) unose se podaci o



proizvodima, uključujući tražene količine i cijene. Sustav automatski ispunjava cijene jer su svi relevantni podaci o troškovima već definirani. Kartica *Optional Products* (Opcionalni proizvodi) omogućava dodavanje dodatnih proizvoda u ponudu, dok se u kartici *Other Info* (Ostale informacije) unose informacije poput prodajnog predstavnika, reference kupca, datuma isporuke i politike isporuke. Ponuda za kupca prikazana je na slici 5.18 i uključuje sve tražene proizvode i ukupni iznos ponude.

The screenshot shows the Odoo ERP interface for creating a new quotation. The top navigation bar includes 'Sales', 'Orders', 'To Invoice', 'Products', 'Reporting', and 'Configuration'. The main header shows 'New Quotations' with a search bar for 'My Quotations'. Below the header, there are buttons for 'Send by Email', 'Confirm', and 'Preview', and a progress indicator showing 'Quotation' as the current step, followed by 'Quotation Sent' and 'Sales Order'.

The quotation details for customer 'FrigoTech d.o.o.' are as follows:

|           |  |               |            |
|-----------|--|---------------|------------|
| Customer  | FrigoTech d.o.o.<br>Vukovarska avenija 17<br>51000 Rijeka<br>Croatia | Expiration    | 08/30/2024 |
| Pricelist | Default EUR pricelist (EUR)  | Payment Terms | 30 Days    |

The main table lists the products included in the quotation:

| Product    | Description | Quantity | UoM   | Unit Price | Taxes | Tax excl.  |
|------------|-------------|----------|-------|------------|-------|------------|
| Proizvod A | Proizvod A  | 50.00    | Units | 110.30     | 25%   | 5,515.00 € |
| Proizvod B | Proizvod B  | 50.00    | Units | 82.41      | 25%   | 4,120.50 € |
| Proizvod C | Proizvod C  | 50.00    | Units | 55.79      | 25%   | 2,789.50 € |
| Proizvod D | Proizvod D  | 50.00    | Units | 117.64     | 25%   | 5,882.00 € |

At the bottom right, the summary of the quotation is shown:

|                 |                    |
|-----------------|--------------------|
| Untaxed Amount: | <b>18,307.00 €</b> |
| PDV 25%:        | 4,576.76 €         |
| <b>Total:</b>   | <b>22,883.76 €</b> |

Slika 5.18 Izrada ponude za kupca FrigoTech d.o.o.

Odoo ERP sustav nudi opciju slanja ponude putem e-maila, pri čemu automatski generira datoteku koja sadrži detalje ponude. E-mail adresa kupca već je definirana tijekom unosa podataka o kupcu, što omogućava slanje ponude jednim klikom. Na taj način, cijeli proces je jednostavan i učinkovit, a ponuda stiže direktno na e-mail adresu kupca. Izgled ponude prikazan je na slici 5.19.



Termo Sušak d.o.o.  
Ulica Martina Kontuša 5  
51000 Rijeka  
Croatia

FrigoTech d.o.o.  
Vukovarska avenija 17  
51000 Rijeka  
Hrvatska

## Ponuda S0001

Your Reference: Ponuda za izradu i dostavu proizvoda A,B,C i D  
Datum ponude: 19.08.2024  
Expiration: 30.08.2024  
Salesperson: Mateo Mihaljević

| OPIS            | KOLIČINA       | JEDINIČNA CIJENA | POREZI                  | AMOUNT             |
|-----------------|----------------|------------------|-------------------------|--------------------|
| Proizvod A      | 50,00 Jedinice | 110,30           | Rasprodaja 25% u zemlji | 5.515,00 €         |
| Proizvod B      | 50,00 Jedinice | 82,41            | Rasprodaja 25% u zemlji | 4.120,50 €         |
| Proizvod C      | 50,00 Jedinice | 55,79            | Rasprodaja 25% u zemlji | 2.789,50 €         |
| Proizvod D      | 50,00 Jedinice | 117,64           | Rasprodaja 25% u zemlji | 5.882,00 €         |
| <b>Osnovica</b> |                |                  |                         | <b>18.307,00 €</b> |
| PDV 25%         |                |                  |                         | 4.576,76 €         |
| <b>Ukupno</b>   |                |                  |                         | <b>22.883,76 €</b> |

Uvijet plaćanja: 30 dana

+385 51 651 484  
mmihaljevic5@student.uniri.hr  
<http://www.riteh.hr>

Termo Sušak d.o.o.  
Ulica Martina Kontuša 5  
51000 Rijeka  
Croatia

1

Slika 5.19 Izgled ponude generirane putem Odoo ERP sustava

## 5.4.2. Potvrda narudžbe

Nakon što kupac prihvati ponudu, sljedeći korak u Odoo ERP sustavu je potvrda narudžbe. Ova funkcija omogućava pretvaranje ponude u službenu narudžbu kupca. Unutar modula *Sales* (Prodaja), klikom na opciju *Confirm* (Potvrda) potvrđuje se narudžba, čime sustav automatski generira sve potrebne dokumente za daljnji proces proizvodnje i isporuke. Također, prilikom potvrde narudžbe ažurira se stanje zaliha u modulu *Inventory* (Inventar), a sustav kreira zadatke vezane uz proizvodnju, ako su potrebni. Na taj način, cjelokupan proces prelazi iz faze ponude u realizaciju narudžbe, omogućavajući tvrtki da prati napredak proizvodnje, isporuke i naplate. Potvrđena narudžba kupca prikazana je na slici 5.20.

The screenshot displays the Odoo ERP interface for a confirmed sales order. The top navigation bar includes 'Sales', 'Orders', 'To Invoice', 'Products', 'Reporting', and 'Configuration'. The main header shows 'New Quotations' and a 'Delivery 1' icon. The order details section includes the order number 'S0001', customer information for 'FrigoTech d.o.o.', order date '08/19/2024 18:01:26', and payment terms '30 Days'. Below this is a table of order lines with columns for Product, Description, Quantity, UoM, Unit Price, Taxes, and Tax excl. The table lists four products (Proizvod A, B, C, D) with quantities of 50.00 units each. The total amount is 22,883.76 €.

| Product    | Description | Quantity | UoM   | Unit Price | Taxes | Tax excl.  |
|------------|-------------|----------|-------|------------|-------|------------|
| Proizvod A | Proizvod A  | 50.00    | Units | 110.30     | 25%   | 5,515.00 € |
| Proizvod B | Proizvod B  | 50.00    | Units | 82.41      | 25%   | 4,120.50 € |
| Proizvod C | Proizvod C  | 50.00    | Units | 55.79      | 25%   | 2,789.50 € |
| Proizvod D | Proizvod D  | 50.00    | Units | 117.64     | 25%   | 5,882.00 € |

Summary:

|                 |                    |
|-----------------|--------------------|
| Untaxed Amount: | <b>18,307.00 €</b> |
| PDV 25%:        | 4,576.76 €         |
| <b>Total:</b>   | <b>22,883.76 €</b> |

Slika 5.20 Potvrđena narudžba kupca

Na prikazanoj narudžbi kupca, u gornjem desnom kutu jasno je vidljivo da je status ove ponude promijenjen u *Sales Order* (Narudžba), što potvrđuje da je ponuda prihvaćena i narudžba službeno potvrđena. Prethodni koraci, *Quotation* (Ponuda) i *Quotation Sent* (Poslana ponuda), prikazani su kao ispunjeni, što omogućava praćenje tijeka narudžbe. Opcija *Delivery* (Dostava)

omogućava kreiranje otpremnice i organizaciju isporuke proizvoda kada budu spremni. Vidljiv je i datum s točnim vremenom kada je narudžba potvrđena.

## 5.5. Narudžba i skladištenje materijala

Nakon što je kupac prihvatio predanu ponudu i ona je službeno potvrđena, sljedeći korak u procesu proizvodnje jest narudžba i skladištenje potrebnih materijala. U ovoj fazi ključno je osigurati da su svi materijali i komponente potrebni za izradu proizvoda dostupni na vrijeme, kako bi se proizvodni proces odvijao bez zastoja. Ova faza ima veliki značaj jer dostupnost materijala direktno utječe na poštivanje rokova proizvodnje i isporuke kupcu. Upravo zbog toga, pravilno upravljanje zalihama unutar modula *Inventory* (Inventar) u Odoo ERP sustavu omogućuje praćenje stanja skladišta, dostupnosti materijala te eventualnih nedostataka ili kašnjenja u isporuci dijelova od dobavljača. Na taj način, tvrtka ima potpunu kontrolu nad dobavom materijala i može pravovremeno reagirati na sve što bi moglo utjecati na proizvodnju i isporuku naručenih proizvoda.

### 5.5.1. Izrada narudžbenice

Unutar Odoo ERP sustava, izrada narudžbenica provodi se kroz modul *Purchase* (Nabava). Na temelju ranije definirane liste materijala (*Bill of Materials*), sustav omogućuje automatsko generiranje narudžbi prema potrebnim količinama komponenata. Ovo rješenje značajno štedi vrijeme te smanjuje mogućnost ljudskih pogrešaka, jer sustav automatski povezuje dijelove s odgovarajućim dobavljačima, a svi važni podaci o količinama i cijenama su već prethodno uneseni. Automatskim generiranjem narudžbenica, sustav prepoznaje dobavljače za svaki potrebni dio, čime osigurava brzo i efikasno naručivanje, bez potrebe za ručnim unosom. Osim što olakšava proces nabave, automatska narudžba minimizira mogućnost zastoja u proizvodnji zbog kašnjenja ili manjkavosti u isporuci.

Na slici 5.21 prikazane su automatski generirane narudžbenice za dva dobavljača: Inox dijelovi d.o.o., koji će isporučiti Inox cijevi DN50, te Pro komponente d.o.o., koji će isporučiti redukcije, koljena, lotne priključake, cijevnu obujmicu, i prirubnice.

| Reference | Vendor                | Buyer | Order Deadline | Activities | Source Document  | Total       | Stat... |
|-----------|-----------------------|-------|----------------|------------|--|-------------|---------|
| P00002    | Inox dijelovi d.o.o.  |       | Today          | ⌚          | OP/00005 - S00011,WH/MO/00019,WH/MO/00022,S00011,WH/M...   | 3,525.00 €  | RFQ     |
| P00001    | Pro komponente d.o.o. |       | Today          | ⌚          | OP/00011 - S00011,WH/MO/00019,S00011,WH/MO/00021, OP/00... | 8,093.75 €  | RFQ     |
|           |                       |       |                |            |  | 11,618.75 € |         |

Slika 5.21 Automatski generirane narudžbenice putem Odoo ERP sustava

Unutar modula, korisnicima je omogućeno praćenje i upravljanje narudžbenicama na vrlo pregledan način, uz nekoliko korisnih opcija. Prikazane opcije poput *Avg Order Value* (Prosječna vrijednost narudžbe) omogućuju korisnicima uvid u prosječnu vrijednost narudžbi, što je korisno za praćenje trendova troškova i optimizaciju nabave. *Lead Time to Purchase* (Vrijeme nabave) prikazuje koliko je vremena potrebno za realizaciju narudžbi, od trenutka kada su poslana do trenutka isporuke, pomažući korisnicima da planiraju proizvodnju i spriječe zastoje zbog dugih rokova isporuke. Opcija *Purchased Last 7 Days* (Nabavljeno u zadnjih 7 dana) prikazuje ukupnu vrijednost materijala koji su naručeni i isporučeni tijekom prethodnih tjedan dana, što olakšava praćenje troškova nabave. *RFQ Sent Last 7 Days* (Poslane ponude u zadnjih 7 dana) omogućuje praćenje broja upita za ponudu koje je tvrtka poslala dobavljačima, pružajući korisnicima uvid u aktivnosti nabave.

Na prikazu je također vidljiv dobavljač na kojeg glasi narudžbenica, a u ovom slučaju su to *Inox dijelovi d.o.o.* i *Pro komponente d.o.o.*, te ukupna cijena svake narudžbenice. Prikaz jedne od automatski generiranih narudžbenica (Listi materijala) može se vidjeti na slici 5.22. Ova narudžbenica prikazuje sve ključne informacije, uključujući dobavljača, naručene proizvode, količine i ukupnu cijenu narudžbe.

Purchase Orders Products Reporting Configuration

New Requests for Quotation P00005

Send by Email Print RFQ Confirm Order Cancel RFQ RFQ Sent Purchase Order

Request for Quotation  
★ P00001

Vendor ? Pro komponente d.o.o. - / Order Deadline ? 08/30/2024 14:00:00  
Vendor Reference ? Expected Arrival ? 08/30/2024 14:00:00 No On-time Delivery Data  
 Ask confirmation  
Deliver To ? Termo Sušak d.o.o. - skladište #1: Receipts

| Product                  | Description              | Quantity | Uo... | Unit Price | Taxes | Tax excl.  |
|--------------------------|--------------------------|----------|-------|------------|-------|------------|
| Zaklopka s ručkom DN50   | Zaklopka s ručkom DN50   | 100.00   | Units | 20.00      | 25%   | 2,000.00 € |
| Vijak M16 x 100 mm       | Vijak M16 x 100 mm       | 400.00   | Units | 1.00       | 25%   | 400.00 €   |
| Matica M16               | Matica M16               | 400.00   | Units | 0.50       | 25%   | 200.00 €   |
| Cijevna obujmica 1/2"    | Cijevna obujmica 1/2"    | 50.00    | Units | 1.50       | 25%   | 75.00 €    |
| Inox redukcija DN50/DN40 | Inox redukcija DN50/DN40 | 150.00   | Units | 8.00       | 25%   | 1,200.00 € |
| Inox prirubnica DN50     | Inox prirubnica DN50     | 200.00   | Units | 5.00       | 25%   | 1,000.00 € |
| Inox koljeno DN50        | Inox koljeno DN50        | 200.00   | Units | 7.00       | 25%   | 1,400.00 € |
| Lotni priključak DN40    | Lotni priključak DN40    | 100.00   | Units | 2.00       | 25%   | 200.00 €   |

Add a product Add a section Add a note Catalog

Define your terms and conditions ...

Untaxed Amount: 6,475.00 €  
PDV 25%: 1,618.75 €  
Total: 8,093.75 €

Slika 5.22 Prikaz automatski generirane narudžbenice P00001

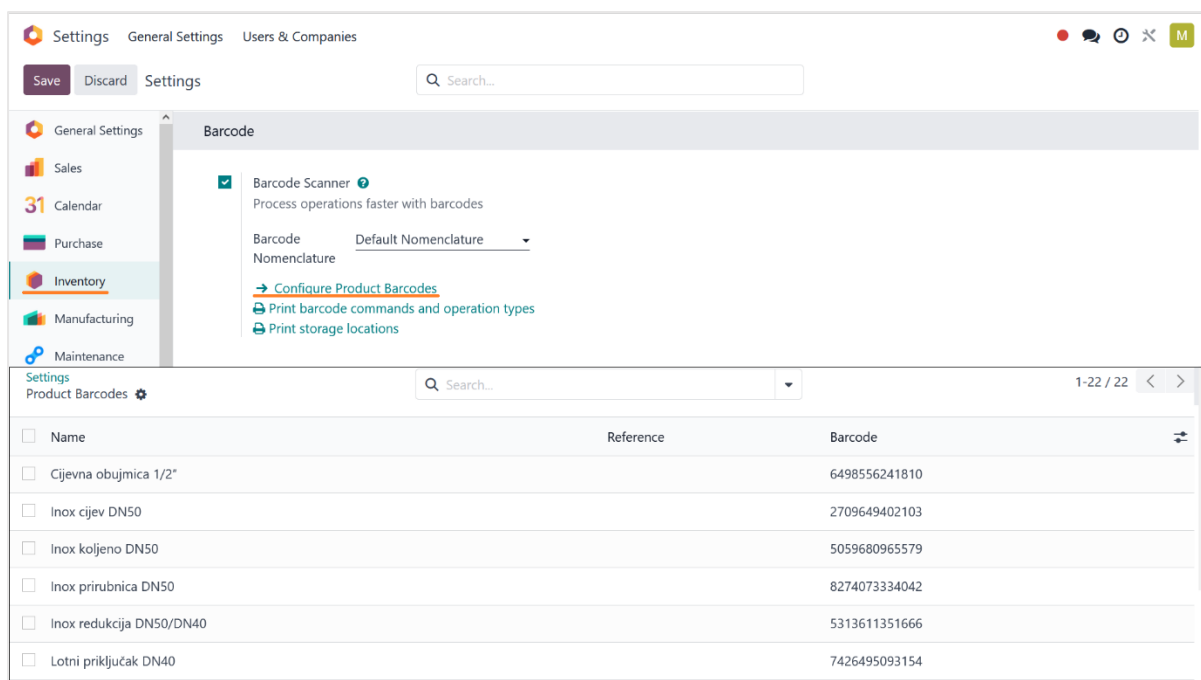
Unutar narudžbenice, sustav omogućuje izmjenu nekoliko ključnih podataka ukoliko je to potrebno. Na primjer, moguće je promijeniti očekivani datum isporuke (*Expected Arrival*), lokaciju dostave (*Delivery To*), kao i prilagoditi količine naručenih proizvoda i njihove cijene, ovisno o situaciji. Ova fleksibilnost omogućuje da se prilagodbe brzo provedu, čime se osigurava točnost narudžbe i pravovremena isporuka. Odabirom opcije *Send by Email* (Pošalji putem e-maila) upit se automatski šalje prodajnom predstavniku dobavljača, kojeg se ranije definiralo, na njegovu e-mail adresu. Kada dobavljač potvrdi cijene i dostupnost proizvoda, jednostavnim odabirom opcije *Confirm Order* (Potvrdi narudžbu), narudžbenica postaje službena (*Purchase Order* - Narudžba), čime se finalizira proces naručivanja.

### 5.5.2. Zaprimanje naručenih proizvoda

Nakon što je narudžbenica potvrđena i proizvodi su naručeni od dobavljača, sljedeći korak u procesu je zaprimanje naručenih proizvoda na skladište. Ovaj korak je ključan kako bi se osiguralo da svi naručeni materijali stignu u skladu s dogovorenim uvjetima te da su spremni za daljnju proizvodnju. Prihvatanje proizvoda na skladište uključuje provjeru količina, kvalitete, kao i usporedbu s narudžbenicom kako bi se utvrdilo je li sve naručeno isporučeno točno i u skladu s očekivanjima. Tek nakon zaprimanja i unosa u sustav, proizvodi su spremni za upotrebu u proizvodnji.

Za zaprimanje robe na skladište u ovom slučaju koristi se modul *Barcode*, koji omogućava učinkovitije upravljanje skladišnim operacijama. Korištenjem ovog modula, zaprimanje proizvoda postaje jednostavnije i brže, jer se sve operacije obavljaju skeniranjem barkodova. Modul *Barcode* unutar Odoo ERP sustava omogućuje brzo i efikasno upravljanje skladišnim operacijama pomoću skeniranja barkodova. Ovaj modul pojednostavljuje proces zaprimanja naručenog materijala na skladište jer omogućuje automatsko ažuriranje količina proizvoda u sustavu, smanjuje mogućnost grešaka te ubrzava cjelokupan proces. Skeniranjem barkodova na pakiranjima proizvoda sustav automatski prepoznaje artikl i uspoređuje ga s narudžbenicom, čime osigurava točnost isporuke i prati količine. Modul također nudi integraciju s različitim uređajima za skeniranje, poput barcode čitača ili mobilnih uređaja, što omogućuje veću fleksibilnost prilikom upotrebe u skladištu i proizvodnji. Ovo rješenje značajno olakšava upravljanje zalihama jer je svaki korak praćen u realnom vremenu, a informacije su trenutno dostupne u Odoo sustavu, čime se dodatno smanjuje potreba za ručnim unosom podataka.

Dodjeljivanje barkodova proizvodima unutar Odoo ERP sustava odvija se kroz nekoliko jednostavnih koraka. Prvo, potrebno je otvoriti postavke sustava (*Settings*), zatim unutar modula Inventura (*Inventory*) odabrati opciju *Configure product barcodes* (Postavke barkodova proizvoda). Ovdje je moguće svakom proizvodu dodijeliti poznati barkod proizvođača. Taj barkod bit će kasnije korišten za skeniranje prilikom prijema robe na skladište, što omogućuje automatski unos proizvoda u sustav i olakšava proces upravljanja zalihama. Postupak dodavanja barkodova proizvodima prikazan je na slici 5.23.

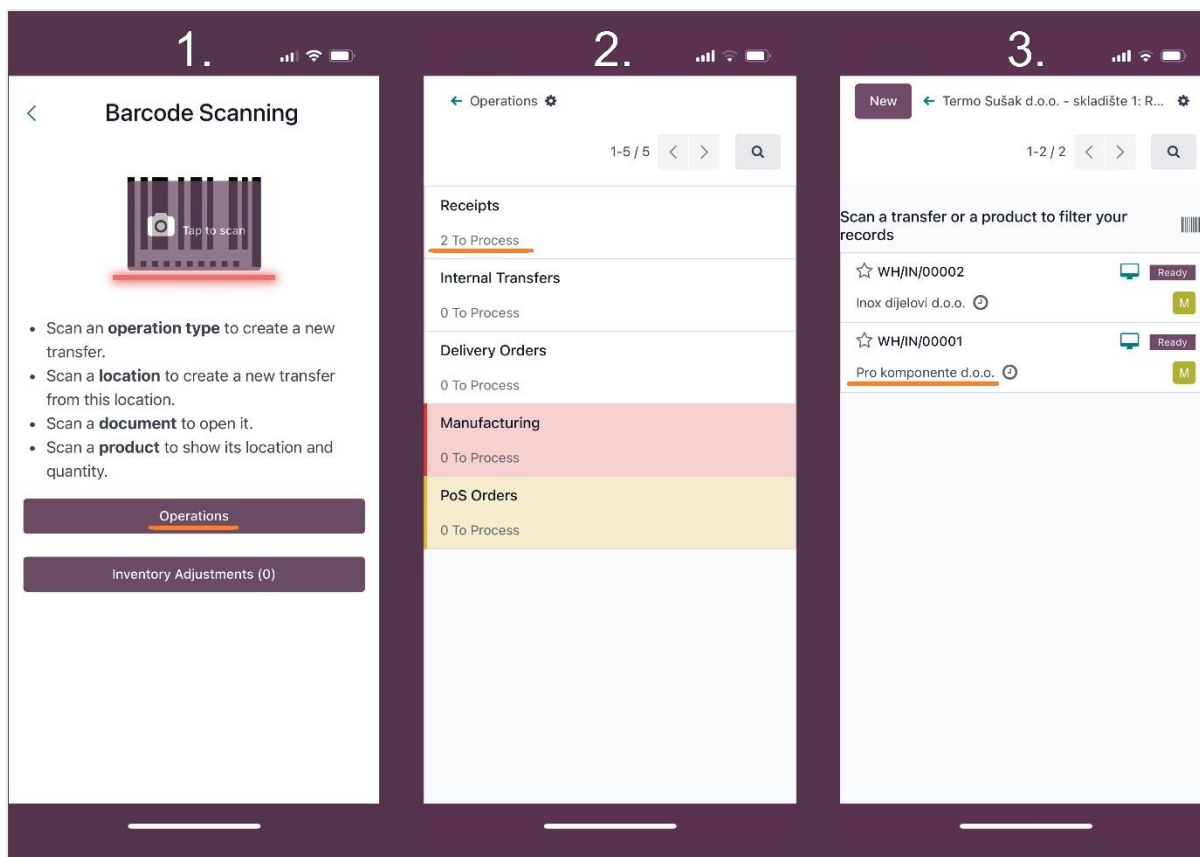


Slika 5.23 Unos barkodova proizvoda

Sljedeći korak zaprimanja naručenog materijala je prijava skladištara u Odoo sustav putem mobilnog uređaja. Skladištar se prijavljuje koristeći svoje korisničke podatke i pristupa modulu *Barcode* (Barkod). Nakon odabira modula, skladištar ulazi u izbornik *Operations* (Operacije), gdje ima pregled svih operacija koje može obaviti, poput zaprimanja, internih transfera, isporuka i proizvodnih naloga.

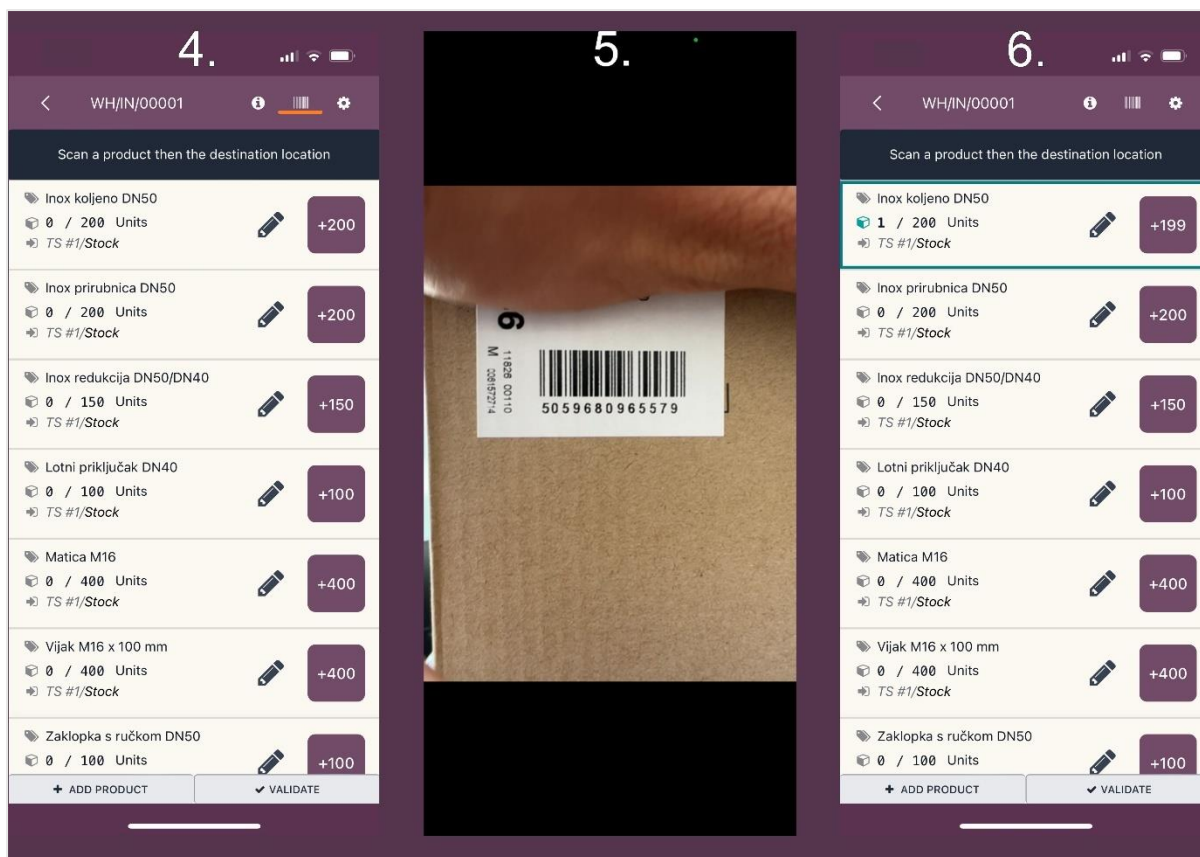
Unutar kartice *Receipts* (Zaprimanja), vidljivo je da postoje dvije stavke koje čekaju na obradu (*2 To Process*), što označava dvije narudžbenice koje su spremne za skladištenje. Odabirom te opcije, skladištar dobiva uvid u sve stavke koje trebaju biti zaprimljene u skladište. Na popisu su jasno navedeni dobavljači te status narudžbenica (*Ready*), što omogućuje brz i precizan rad bez mogućnosti pogreške. Postupak je brz i učinkovit zahvaljujući sustavu koji automatski povezuje sve narudžbe, njihove proizvode i količine, čime se smanjuje mogućnost ljudske pogreške. Prikaz ovog postupka vidljiv je na slici 5.24.





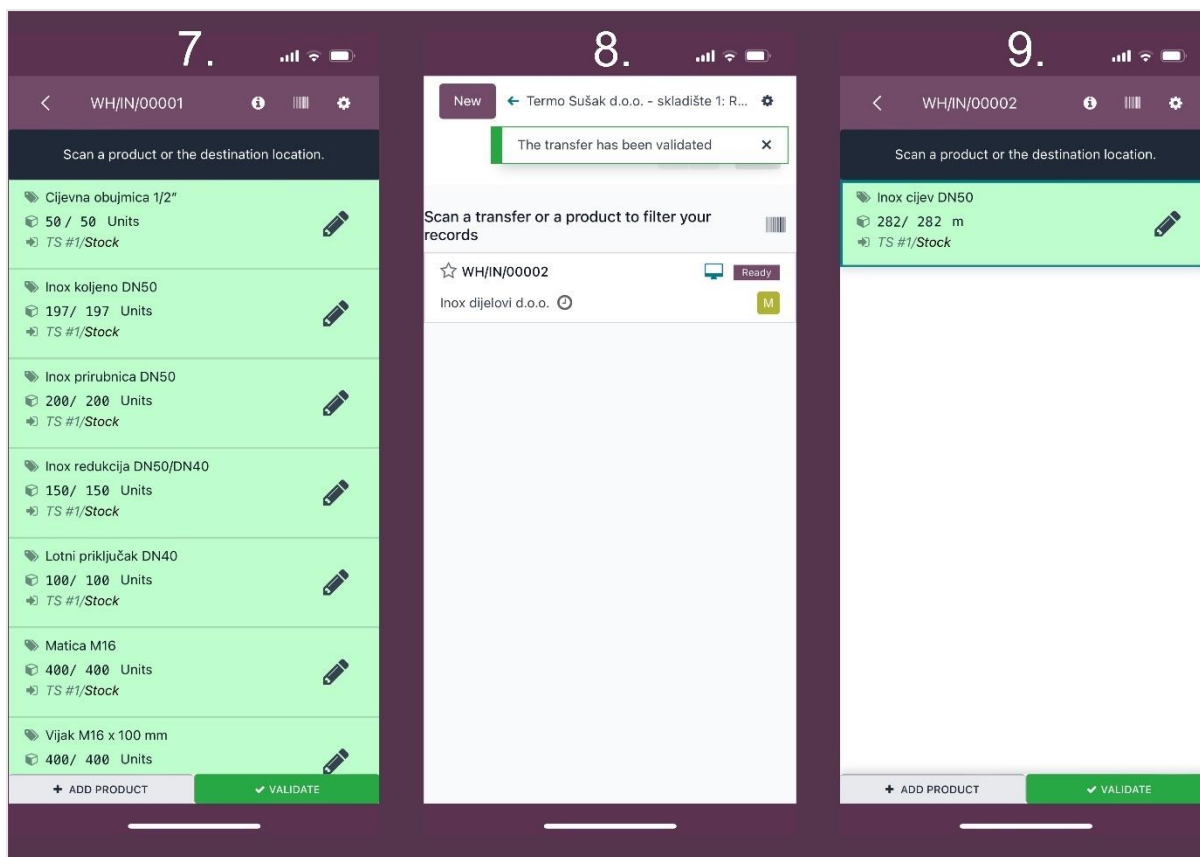
*Slika 5.24 Pregled zaprimanja proizvoda u modulu Barcode*

Skladištar prvo pristupa narudžbenici željenog dobavljača i odabire ikonu barkoda kako bi pokrenuo kameru na mobilnom uređaju. Zatim skenira prvi proizvod pošiljke koja mu je dostavljena u skladište. Sustav automatski prepoznaje o kojem se proizvodu radi na temelju barkoda i dodaje ga u listu materijala koji su spremni za zaprimanje u skladište. Svako sljedeće skeniranje proizvoda automatski povećava broj jedinica tog proizvoda na stanju. Osim skeniranja pojedinačnih artikala, skladištar također ima opciju ručnog dodavanja svih proizvoda pod jednim barkodom, pritiskom na opciju za zaprimanje svih proizvoda povezanih s tim barkodom. Ova opcija može biti vrlo korisna kada skladištar prima velike količine istih proizvoda jer ubrzava proces i eliminira potrebu za skeniranjem svakog pojedinog artikla. Također, skeniranje proizvoda nudi prednost u prepoznavanju sličnih artikala koji se možda vizualno teže razlikuju, čime se smanjuje rizik od pogreške pri unosu podataka u skladišni sustav. Skeniranjem barkoda sustav odmah identificira točan proizvod i ažurira količine na skladištu, što omogućuje pravovremeno praćenje zaliha te olakšava daljnje planiranje proizvodnje. Postupak je prikazan na slici 5.25.



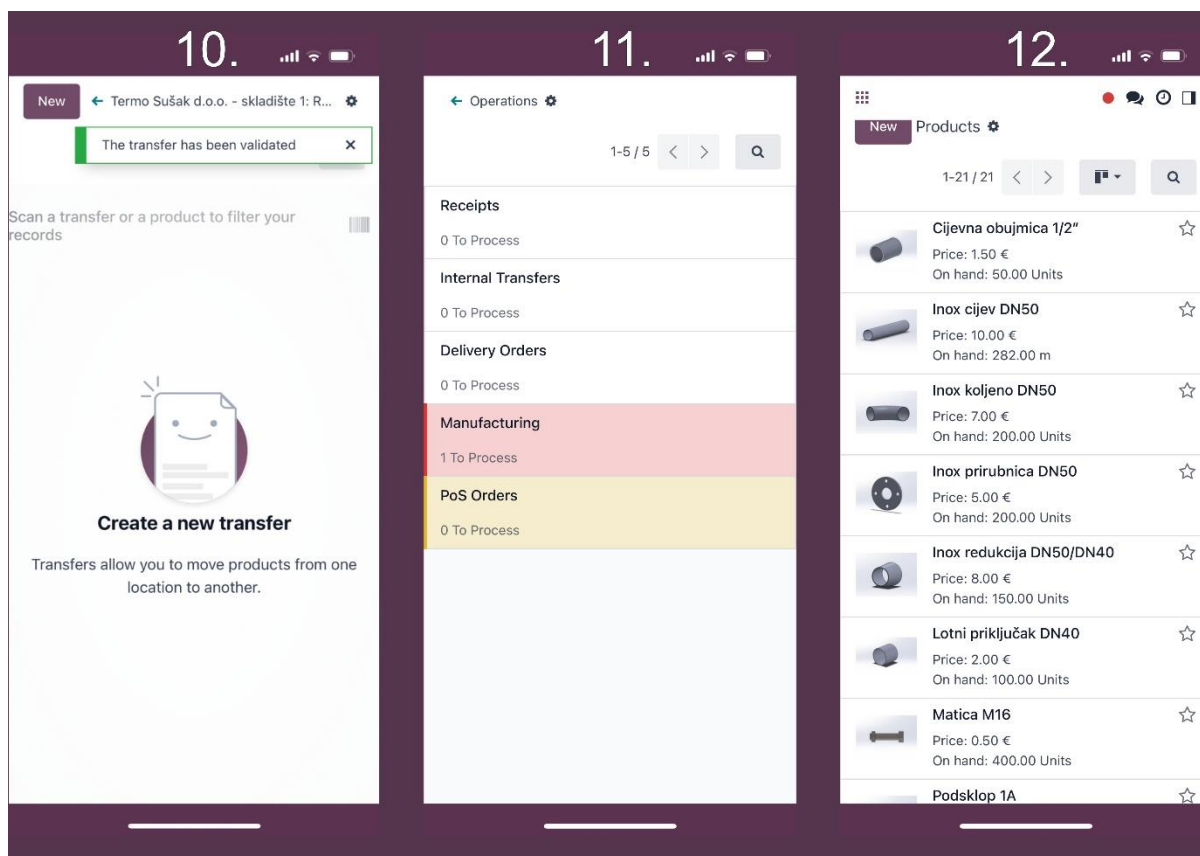
Slika 5.25 Skeniranje barkoda za zaprimanje proizvoda

Nakon skeniranja svih proizvoda i provjere njihovih količina, potrebno je validirati zaprimanje proizvoda kako bi se potvrdio unos proizvoda u skladište. Na slici je prikazano kako sustav prepoznaje da su svi skenirani proizvodi spremni za zaprimanje. Skladištar zatim odabire opciju *Validate* (Validiraj), čime sustav službeno zaprima proizvode i količine unosi na skladište tvrtke. Ovaj korak je ključan jer time sustav ažurira stanje zaliha, što omogućuje točno praćenje dostupnih materijala za proizvodnju. Nakon što je jedan nalog validiran, skladištar prelazi na sljedeći nalog za zaprimanje robe. Ovaj proces se ponavlja, a svi proizvodi se validiraju i unose u skladište na temelju skeniranih barkodova, čime se osigurava preciznost i točnost zaliha. Postupak je prikazan na slici 5.26.



Slika 5.26 Validacija zaprimanja proizvoda na skladište

Nakon što je validacija svih naloga za zaprimanje robe dovršena, sustav prikazuje potvrdu uspješnog zaprimanja robe u skladište. U sustavu je prikazano da više nema zaprimanja za obradu, što je prikazano s oznakom "0 to process" u modulu *Operations* (Operacije). Obzirom da su svi potrebni materijali dostupni i spremni za proizvodnju sustav automatski kreira nalog za proizvodnju, što je vidljivo u odjeljku *Manufacturing* (Proizvodnja), gdje se nalog označava kao "1 to process". Ovaj proces omogućava jednostavno praćenje statusa zaliha i operacija, čime se skladištaru olakšava rad. Nadalje, ulaskom u modul *Inventory* (Skladište), moguće je vidjeti da su sve zaprimljene količine proizvoda ispravno uvećane. Stanje sada odgovara stvarnom stanju u skladištu, što sustav automatski ažurira. Postupak je prikazan na slici 5.26.



Slika 5.27 Završetak procesa zaprimanja i stanje skladišta

Ovaj proces korištenja modula *Barcode* za prijem robe uvelike olakšava skladišne operacije, jer se sve odvija brzo i precizno uz minimalnu mogućnost pogreške. Korištenje skeniranja barkodova omogućava automatizaciju i točnost unosa zaliha, što je od ključne važnosti za optimizaciju proizvodnje i sprječavanje zastoja zbog nedostatka materijala.

Prilikom narudžbe materijala za proizvodnju proizvoda, skladište tvrtke definiralo se kao odredište za sve naručene materijale. Ako skladište nije odmah definirano, koristi se generirani barkod za skladište koji se automatski kreira unutar Odoo sustava. Nakon skeniranja proizvoda, i skeniranja barkoda skladišta sustav povezuje skenirani artikal s odgovarajućim skladišnim mjestom, čime se osigurava da se proizvod ispravno pridruži skladištu.

Osim toga, Odoo automatski generira barkodove za različite komande, poput *Validate* (Potvrdi), *Cancel* (Otkazi), *Put in pack* (Stavi u paket) i *Scrap* (Odbaci), te za operacije kao što su *Receipts* (Zaprimanje), *Internal transfers* (Interni prijenosi), *Delivery orders* (Narudžbe za isporuku) i *Manufacturing* (Proizvodnja). Ova funkcionalnost omogućava upravljanje skladištem i proizvodnjom samo skeniranjem barkodova, čime se smanjuje mogućnost ljudske

pogreške i ubrzavaju svakodnevne operacije. Korištenje barkodova također donosi velike prednosti u proizvodnim procesima. Skeniranjem barcodova mogu se pratiti svi proizvodni koraci, od zaprimanja materijala, preko kretanja zaliha unutar proizvodnje, do potvrđivanja gotovih proizvoda. Odoo sustav omogućava praćenje radnih naloga i automatsko ažuriranje zaliha, što poboljšava učinkovitost i točnost u svim fazama proizvodnje. Prikaz automatski generiranih barkodova za komande, operacije i skladište vidljiv je na slici 5.28.



*Slika 5.28 automatski generirani barkodovi za komande, operacije i skladište*

## 5.6. Pokretanje proizvodnje

Nakon što su svi prethodni koraci uspješno završeni, proizvodnja je spremna za početak. Priprema za ovaj ključni proces obuhvaća niz aktivnosti, uključujući unos svih potrebnih podataka o zaposlenicima, definiciju proizvoda, radnih stanica i operacija te narudžbu i skladištenje potrebnog materijala. Svi resursi su osigurani, materijali su na skladištu, radne stanice su spremne, a zaposlenici su evidentirani u sustavu s jasno definiranim ulogama i zadacima. Međutim, postoji još jedan važan aspekt proizvodnje koji je tvrtka dosad pratila ručno, a to je evidencija radnih sati. Praćenje radnog vremena svakog zaposlenika bitno je kako bi se precizno pratili troškovi rada te optimizirala učinkovitost proizvodnje. Ovaj korak je nužan za preciznu analizu utroška vremena na pojedine faze proizvodnje, kao i za kalkulaciju

ukupnih troškova izrade proizvoda. Pravilna evidencija radnih sati omogućava praćenje u stvarnom vremenu i dovesti do veće kontrole nad cjelokupnim proizvodnim procesom.

### 5.6.1. Evidencija radnih sati

Precizna evidencija radnih sati ključna je za praćenje produktivnosti zaposlenika i točne izračune troškova rada u procesu proizvodnje. Unutar Odoo ERP sustava, ovaj aspekt poslovanja pokriva modul *Attendances* (Evidencija prisutnosti). Kroz ovaj modul, omogućava se jednostavno i transparentno praćenje dolazaka i odlazaka zaposlenika, što osigurava uvid u radne sate koji su uloženi u svaki segment proizvodnje. To je osobito važno za tvrtku koja se oslanja na točne podatke kako bi definirala stvarne troškove proizvodnje i optimizirala korištenje resursa.

Prilikom evidentiranja radnih sati, odabirom opcije New (Novo), otvara se obrazac u koji je potrebno unijeti podatke o zaposleniku (*Employee*), vremenu dolaska na posao (*Check In*) i vremenu odlaska s posla (*Check Out*). Ovi podaci omogućuju praćenje broja radnih sati zaposlenika. Sustav omogućava unos podataka u stvarnom vremenu, ali je također moguće unositi podatke retroaktivno, što pruža fleksibilnost u vođenju evidencije. Ovaj način unosa radnih sati olakšava praćenje radnog vremena, posebno kada je potrebno korigirati ili dodati podatke koji nisu odmah zabilježeni. Unos radnih sati prikazan je na slici 5.29.

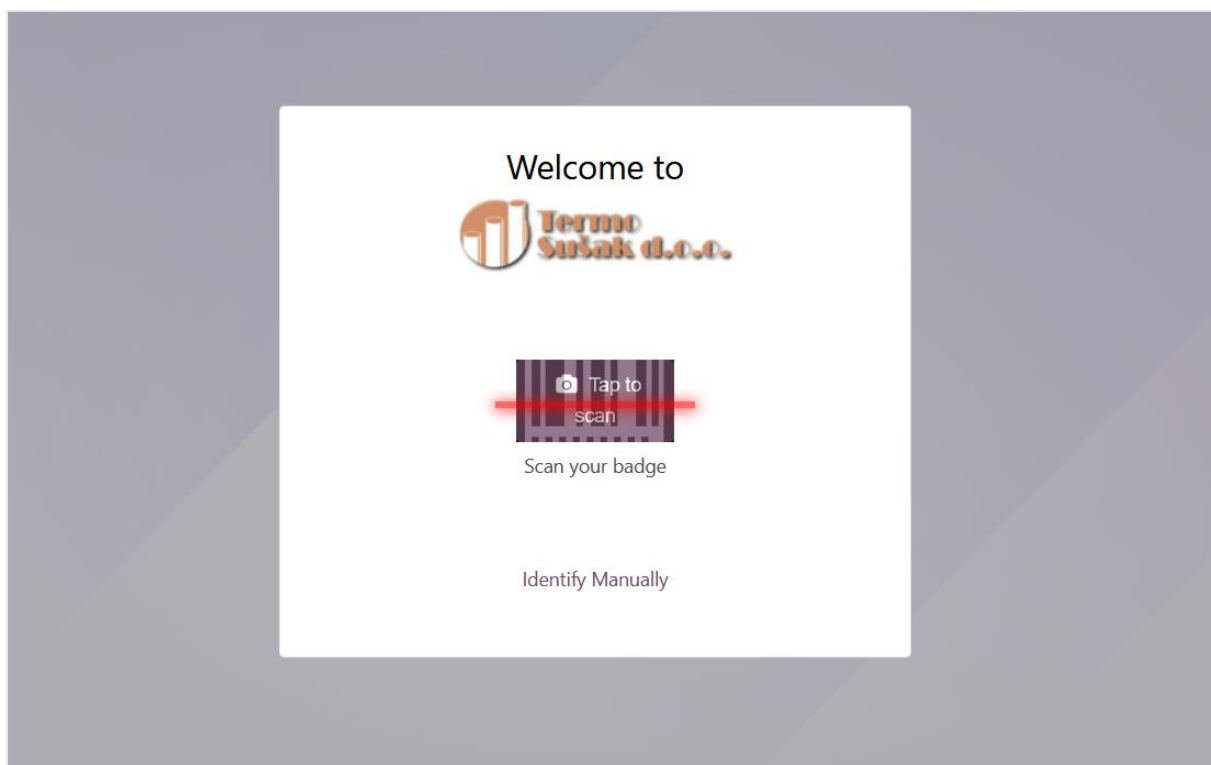
The screenshot shows the 'Attendances' form in Odoo ERP. The form is titled 'Create' and is for employee 'Mateo Mihaljević'. It includes fields for 'Check In' (09/02/2024 08:00:00) and 'Check Out' (09/02/2024 16:00:00). The 'Worked Hours' field is set to 08:00 and 'Extra Hours' to 00:00. There are sections for 'CHECK IN' and 'CHECK OUT' with a 'Mode' dropdown set to 'Manual'. At the bottom, there are 'Save & Close' and 'Discard' buttons.

| Field            | Value               |
|------------------|---------------------|
| Employee         | Mateo Mihaljević    |
| Worked Hours     | 08:00               |
| Extra Hours      | 00:00               |
| Check In         | 09/02/2024 08:00:00 |
| Check Out        | 09/02/2024 16:00:00 |
| Mode (CHECK IN)  | Manual              |
| Mode (CHECK OUT) | Manual              |

Slika 5.29 Unos radnih sati zaposlenika u Odoo ERP sustav

Iako digitalizirana evidencija radnih sati u Odoo ERP sustavu značajno pojednostavljuje proces praćenja zaposlenika, ručni unos podataka i dalje nosi određene rizike, posebno ako se unose retroaktivno, a ne u stvarnom vremenu. Greške poput zaborava prijave ili odjave, ili netočnih unosa vremena, mogu dovesti do pogrešnih obračuna radnih sati.

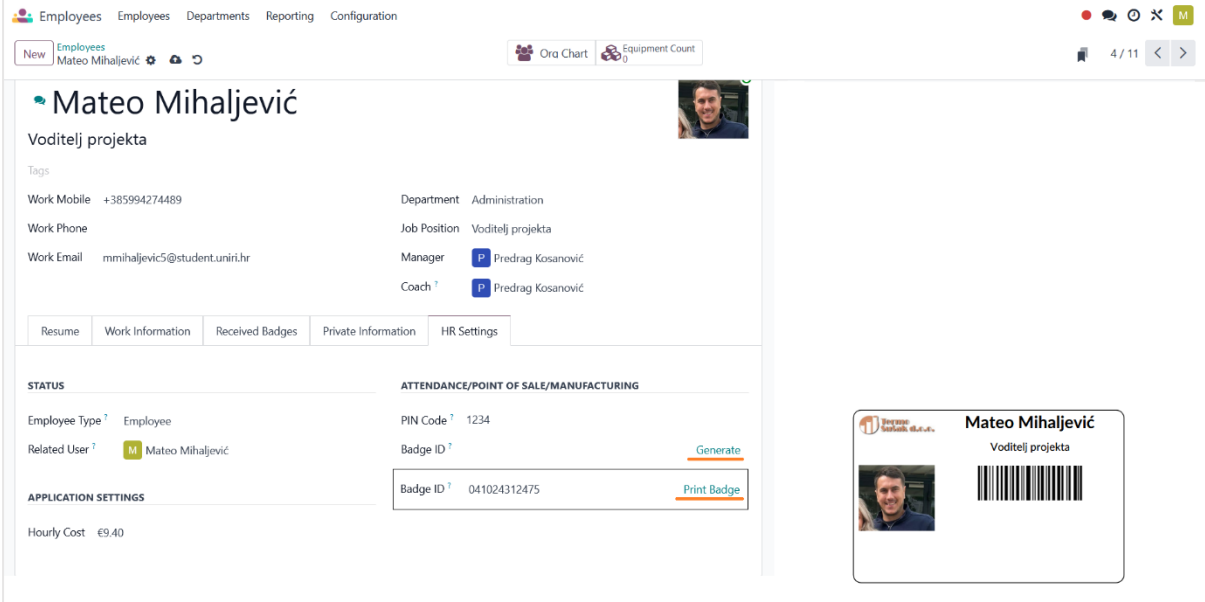
Kako bi se smanjile takve pogreške, sustav nudi funkciju *Kiosk Mode* u modulu *Attendances*. U ovom načinu rada zaposlenici se mogu prijaviti i odjaviti u stvarnom vremenu, najčešće skeniranjem kartice ili unosa svog ID broja putem mobilnog uređaja. Time se automatski bilježi točno vrijeme dolaska i odlaska, čime se eliminira potreba za naknadnim unosom podataka i smanjuje mogućnost ljudske pogreške. Ova funkcionalnost posebno je korisna u tvrtkama s većim brojem zaposlenika jer omogućuje jednostavan i brz unos podataka. Kiosk mode prikazan je na slici 5.30.



Slika 5.30 Kiosk mode prikazan je na slici 5.30.

Za kreiranje kartice zaposlenika za prijavu u sustav Odoo koristi se modul *Employees* (Zaposlenici). Unutar ovog modula, u opciji *HR Settings* (Postavke ljudskih resursa), može se dodijeliti jedinstveni *Badge ID* (Identifikacijski broj kartice) svakom zaposleniku. Nakon što je kartica generirana putem opcije *Generate*, sustav omogućuje ispis kartice odabirom opcije

*Print.* Ova kartica sadrži osnovne podatke o zaposleniku, uključujući fotografiju, funkciju te jedinstveni barkod koji će služiti za prijavu i odjavu s radnog mjesta. Ovaj postupak osigurava jednostavnu i brzu evidenciju radnih sati zaposlenika putem sustava skeniranja barkoda. Postupak kreiranja kartice zaposlenika prikazan je na slici 5.31.

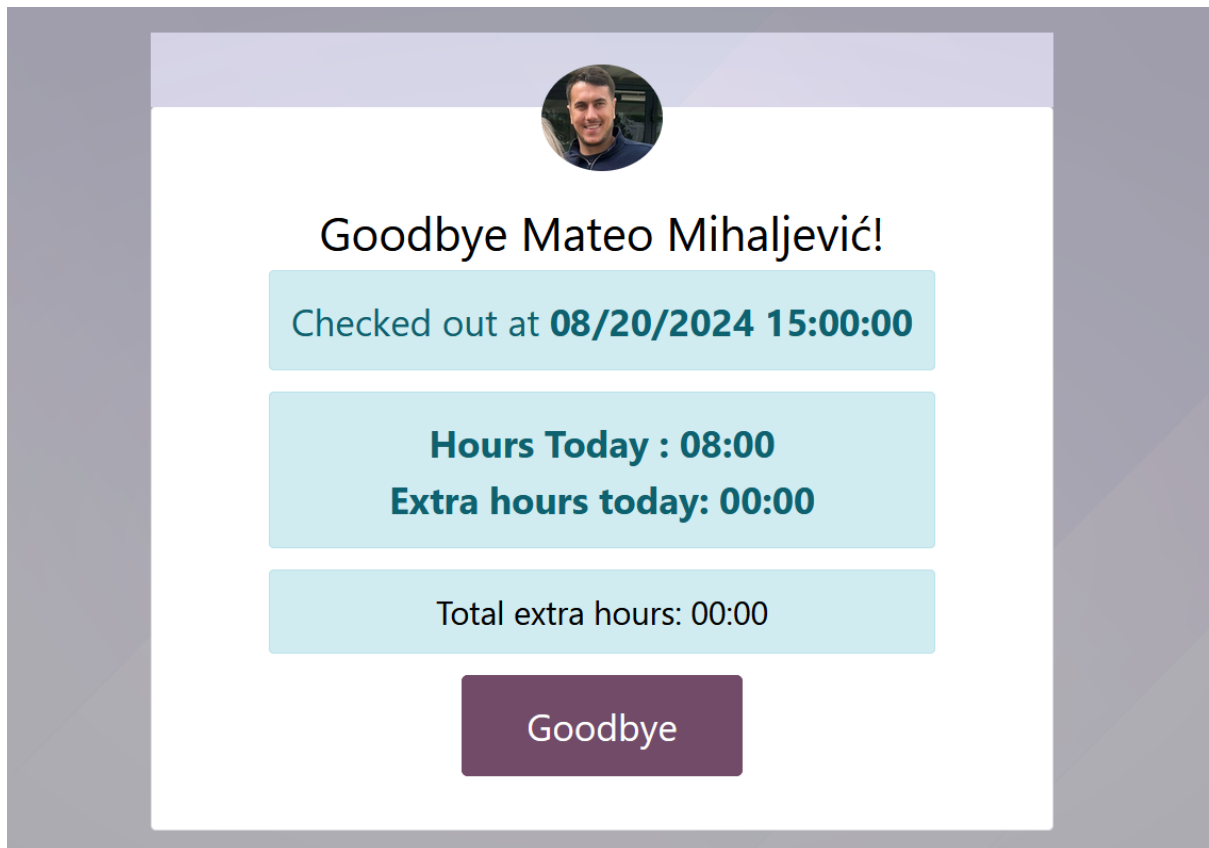


The screenshot displays the Odoo ERP interface for an employee profile. The main header shows the employee's name, 'Mateo Mihaljević', and his role as 'Voditelj projekta' (Project Manager). Below this, there are sections for 'Tags' and contact information: Work Mobile (+385994274489), Work Phone, and Work Email (mmihaljevic5@student.uniri.hr). The profile also lists his Department (Administration), Job Position (Voditelj projekta), and Manager/Coach (Predrag Kosanović). A navigation bar includes tabs for Resume, Work Information, Received Badges, Private Information, and HR Settings. The 'STATUS' section shows Employee Type (Employee) and Related User (Mateo Mihaljević). The 'APPLICATION SETTINGS' section shows an Hourly Cost of €9.40. The 'ATTENDANCE/POINT OF SALE/MANUFACTURING' section displays a PIN Code (1234) and a Badge ID (041024312475), with buttons for 'Generate' and 'Print Badge'. On the right side, a preview of the employee's ID badge is shown, featuring a photo, the name 'Mateo Mihaljević', the role 'Voditelj projekta', and a barcode.

*Slika 5.31 Kreiranje kartice zaposlenika u Odoo ERP sustavu*

Na adekvatnom mjestu u tvrtki, gdje zaposlenici započinju i završavaju svoj radni dan, postavlja se stolno računalo i barkod čitač. Na računalu je uvijek otvoren Kiosk Mode, koji omogućuje jednostavan i brz unos radnih sati. Zaposlenici, prilikom dolaska na radno mjesto ili nakon završetka radnog dana, prislanjaju svoju karticu na barkod čitač, a sustav automatski bilježi njihovu prijavu ili odjavu. Ovaj način evidentiranja smanjuje mogućnost greške, osigurava preciznost u praćenju radnih sati te ubrzava proces evidencije. Sve prijave i odjave automatski se spremaju u evidenciju unutar modula Attendances, gdje su dostupni svi podaci o radnim satima, uključujući detaljne analize i izvještaje. Uspješna prijava i odjava obavljena putem kartice zaposlenika prikazana je na slici 5.32.





*Slika 5.32 Odjava zaposlenika putem kartice*

#### 5.6.2. Pokretanje radnog naloga

Nakon što su svi preduvjeti uspješno zadovoljeni, uključujući narudžbu materijala, unos proizvoda i podsklopova te vođenje evidencije zaposlenika koji sudjeluju u procesu, sustav je spreman za početak proizvodnje. Proizvodnja se provodi unutar modula *Manufacturing* (Proizvodnja) u Odoo sustavu, koji omogućuje praćenje cjelokupnog proizvodnog procesa, od planiranja do finalne izrade proizvoda. Proizvodni modul omogućuje korisniku definiranje i pokretanje proizvodnih naloga na temelju prethodno unesenih podataka o proizvodima i radnim stanicama. Kroz sustav se prati svaki korak, uključujući korištenje materijala, operacije i radne sate potrebne za završetak proizvodnog naloga. Korištenje ovog modula znatno olakšava praćenje zaliha, radnih resursa i materijala te omogućuje precizno praćenje troškova proizvodnje. Također, modul omogućuje generiranje izvještaja o efikasnosti proizvodnje i potrošnji materijala, čime tvrtka može optimizirati svoje proizvodne procese. Nakon završetka svakog proizvodnog naloga, sustav automatski ažurira stanje zaliha gotovih proizvoda, čime se održava točna evidencija svih proizvoda koji su spremni za isporuku kupcima.

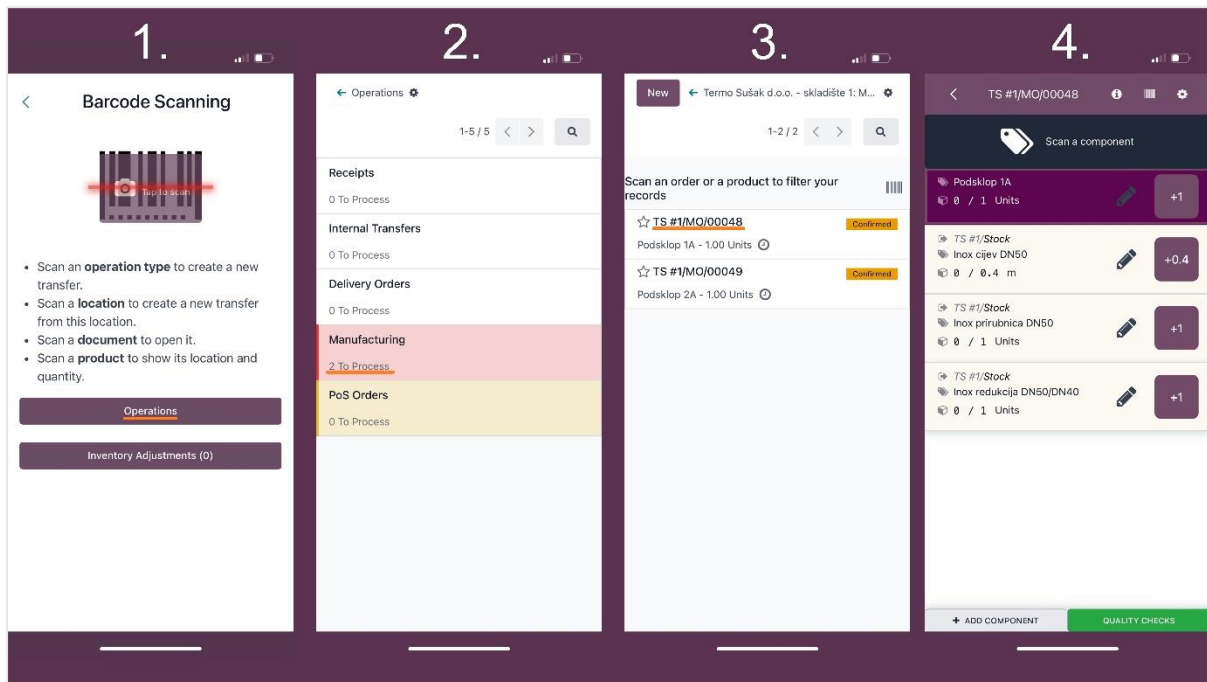
Nakon što je sav materijal uspješno zaprimljen na skladište, sustav automatski kreira radne naloge za proizvodnju. U modulu *Manufacturing* sada se nalaze spremni radni nalozi. Sustav je pripremio naloge za proizvodnju proizvoda A, gdje prva operacija, definirana listom materijala (*BoM*), uključuje rezanje cijevi potrebnih za izradu podsklopa 1A na radnoj stanici 1. Sustav je pripremio ukupno 100 operacija koje su spremne za lansiranje. Ostale operacije na radnim stanicama nisu spremne jer sustav prepoznaje da se prvo mora dovršiti operacija rezanja cijevi na duljine od 400 mm i 530 mm. Tek nakon što se te operacije označe kao gotove, sustav će generirati sljedeće radne naloge potrebne za daljnje faze proizvodnje. Isti princip vrijedi i za radne stanice 2 i 3, gdje će sustav, korak po korak, aktivirati sljedeće operacije kako bi proizvodnja tekla neometano i učinkovito. Automatski generirani radni nalozi prikazani su na slici 5.33.

| Operation   | Work Center     | Product     | Quantity | Expected Duration | Real Duration | Status            |
|---|-----------------|-------------|----------|-------------------|---------------|-------------------|
| <input type="checkbox"/> Rezanje inox cijevi DN50 na duljinu 400 mm | Radna stanica 1 | Podsklop 1A | 1.00     | 4:00              | 00:00         | Ready Start Block |
| <input type="checkbox"/> Rezanje inox cijevi DN50 na duljinu 530 mm | Radna stanica 1 | Podsklop 2A | 1.00     | 4:00              | 00:00         | Ready Start Block |
| <input type="checkbox"/> Rezanje inox cijevi DN50 na duljinu 400 mm | Radna stanica 1 | Podsklop 1A | 1.00     | 4:00              | 00:00         | Ready Start Block |
| <input type="checkbox"/> Rezanje inox cijevi DN50 na duljinu 530 mm | Radna stanica 1 | Podsklop 2A | 1.00     | 4:00              | 00:00         | Ready Start Block |
| <input type="checkbox"/> Rezanje inox cijevi DN50 na duljinu 400 mm | Radna stanica 1 | Podsklop 1A | 1.00     | 4:00              | 00:00         | Ready Start Block |
| <input type="checkbox"/> Rezanje inox cijevi DN50 na duljinu 530 mm | Radna stanica 1 | Podsklop 2A | 1.00     | 4:00              | 00:00         | Ready Start Block |
| <input type="checkbox"/> Rezanje inox cijevi DN50 na duljinu 400 mm | Radna stanica 1 | Podsklop 1A | 1.00     | 4:00              | 00:00         | Ready Start Block |
| <input type="checkbox"/> Rezanje inox cijevi DN50 na duljinu 530 mm | Radna stanica 1 | Podsklop 2A | 1.00     | 4:00              | 00:00         | Ready Start Block |
|   |                 |             |          | 400:00            | 00:00         |                   |

Slika 5.33 Generirani radni nalozi unutar Odoo ERP sustava

Postupak proizvodnje, kojeg provode operatori radnih stanica, prikazati će se kroz jednostavan primjer proizvodnje jednog komada proizvoda A. Operator prve radne stanice koristi mobilni uređaj kako bi pristupio modulu *Barcode* (Barkod). Prvo odabire opciju *Operations* (Operacije) kako bi pregledao sve operacije koje su dostupne za izvršenje. Zatim, unutar odjeljka *Manufacturing* (Proizvodnja), operatoru su vidljiva dva naloga za izvršenje. On odabire jedan od tih naloga kako bi započeo rad na proizvodnji. Operator odabire prvi radni nalog koji se odnosi na izradu podsklopa. Taj radni nalog prikazuje sav materijal koji je potreban za

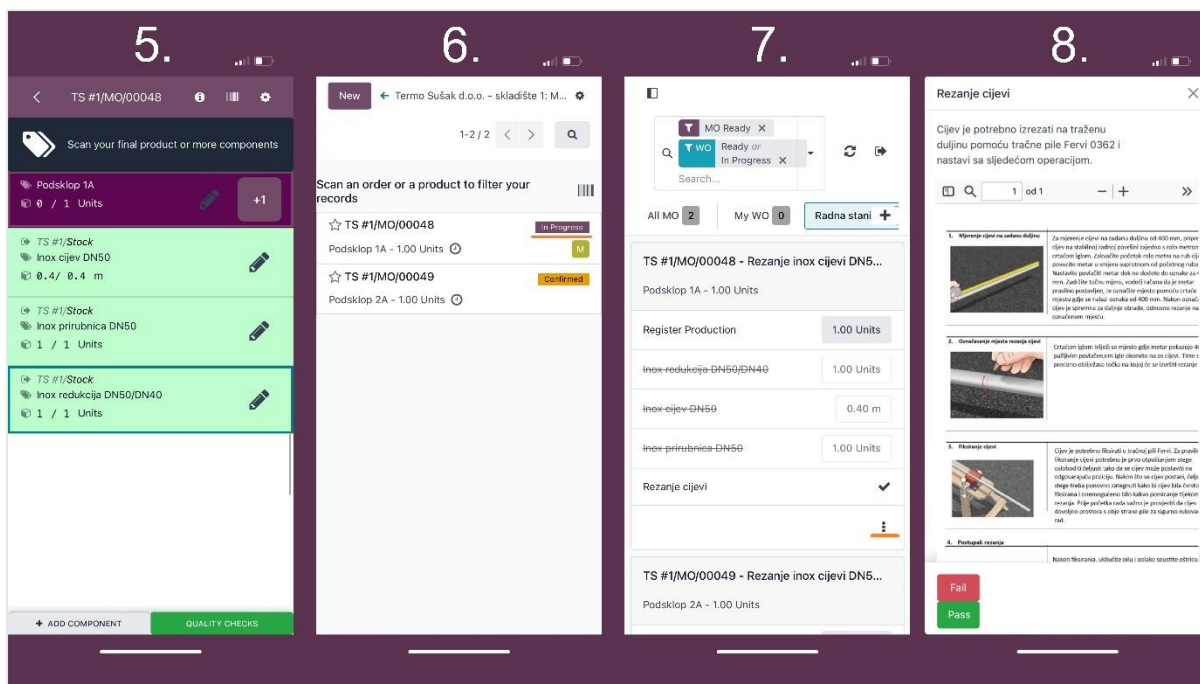
započinjanje proizvodnje. Operator skenira svaki komad materijala putem bar koda kako bi sustav potvrdio da su svi potrebni materijali spremni za upotrebu u procesu proizvodnje. Nakon skeniranja, operator potvrđuje da je materijal spreman, čime proizvodnja može započeti. Postupak s koracima je prikazan na slici 5.34.



Slika 5.34 Priprema materijala za proizvodnju

Operator radne stanice, nakon što je validirao sav potreban materijal za proizvodnju, nastavlja s izvršenjem operacije. Sustav automatski označava da je radni nalog u tijeku (*in progress*) čime daje signal da je proizvodni proces započeo. Operator zatim pristupa modulu *Shop Floor* (Radna stanica), specijaliziranom modulu unutar sustava *Manufacturing*, gdje prati sve operacije koje su mu dodijeljene. Modul omogućuje operaterima na radnim stanicama da prate upute za proizvodnju, ažuriraju status operacija te dobiju uvid u potrebne korake za izvršenje radnog naloga.

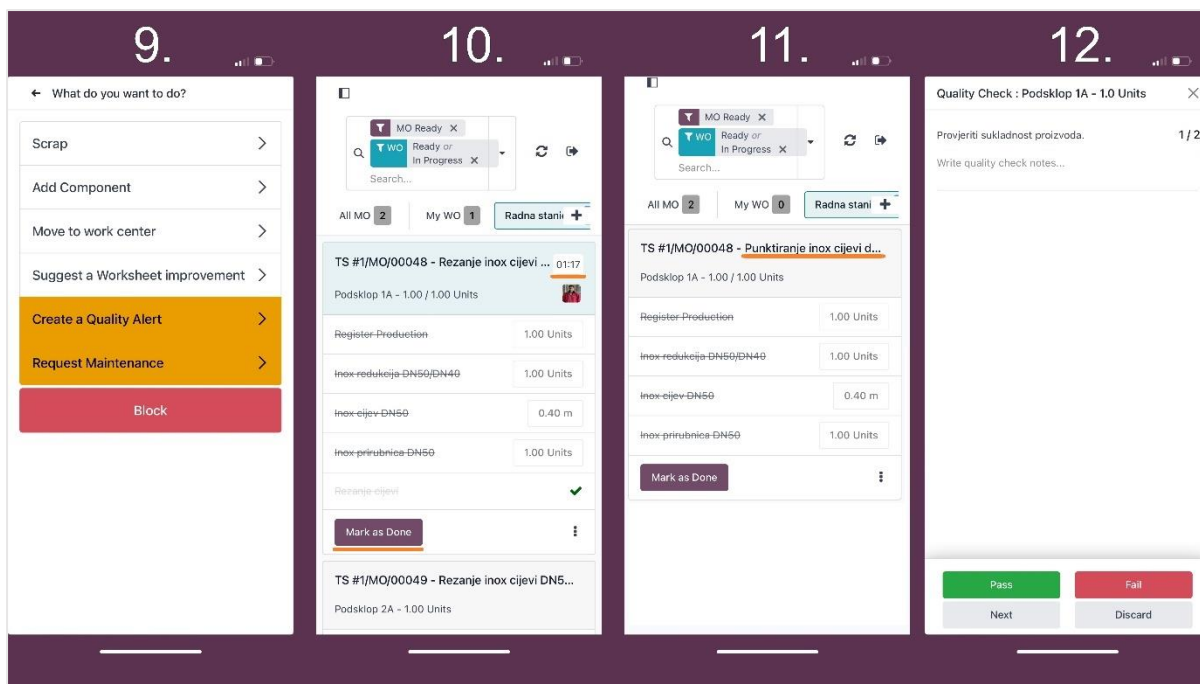
Operatoru prve radne stanice prikazana je samo prva operacija u nizu, koja se odnosi na rezanje inox cijevi na traženu duljinu, što je definirano u radnom nalogu. Operatoru su dostupne detaljne upute vezane uz operaciju putem opcije *Worksheet* (Radni list). Ove upute detaljno objašnjavaju kako pravilno izvesti rezanje cijevi, uključujući specifične tehničke detalje kao što su mjerenje, fiksiranje cijevi i korištenje tračne pile Fervi 0362. Postupak je prikazan na slici 5.35.



Slika 5.35 Izvršenje prve operacije u proizvodnji

Unutar dodatnih opcija radnog naloga operatoru je također omogućeno da škartira proizvod ili materijal, dodaje dodatne komponente, predloži izmjene u proizvodnji ili zatraži održavanje stroja, ako je potrebno. Ako operator procijeni da nema potrebe za izmjenama, jednostavno klikne na radni nalog i započinje s izvršavanjem operacije. Tijekom proizvodnje, sustav automatski mjeri trajanje operacije, a operator može pauzirati rad, ponovno pregledati upute ili napraviti prilagodbe putem dodatnih opcija.

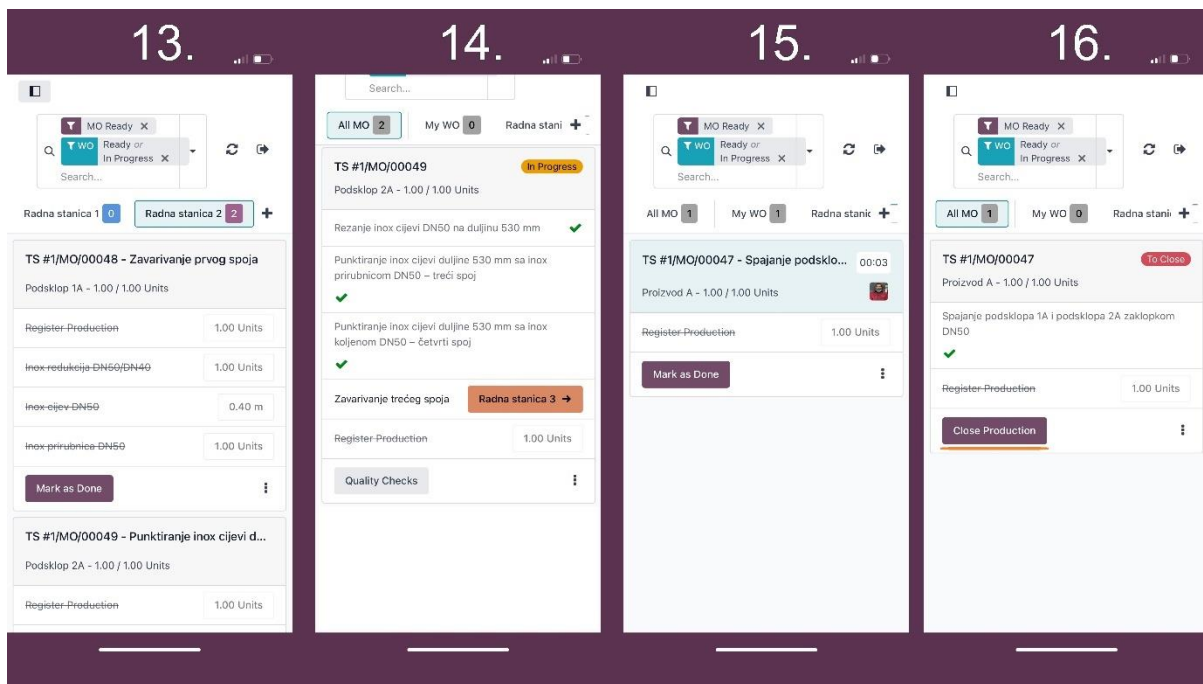
Kada operacija završi, operator odabire opciju *mark as done* (označi kao dovršeno) kako bi označio dovršetak zadatka. Nakon toga, sustav automatski dodjeljuje operatoru sljedeću operaciju, koja slijedi prema redoslijedu definiranom u listi materijala. U ovom slučaju, sljedeća operacija uključuje punktiranje inox cijevi s koljenom. Prije nego što poluproizvod bude predan sljedećoj radnoj stanici, operator mora izvršiti provjeru kvalitete (*quality check*). Tijekom ove provjere, operator vizualno pregledava proizvod kako bi se osigurao da je sve izvedeno prema tehničkim uputama i standardima kvalitete. Postupak je detaljno prikazan na slici 5.36.



Slika 5.36 Izvršenje operacija i provjera kvalitete u proizvodnji.

Nakon što je provjera kvalitete (*quality check*) uspješno obavljena, poluproizvod se prosljeđuje na sljedeću radnu stanicu. Operator druge radne stanice tada dobiva prikaz operacije u svom radnom nalogu. Ova operacija je automatski definirana na temelju *Bill of Materials-a* i prati redoslijed zadataka u proizvodnji. Sustav pruža detaljan pregled svakog radnog naloga, omogućujući operatoru uvid u to koje su operacije već izvršene i koje još preostaju. Na taj način, svi radni koraci ostaju jasni i transparentni, a operatori i voditelj projekta imaju točan prikaz tijeka proizvodnje.

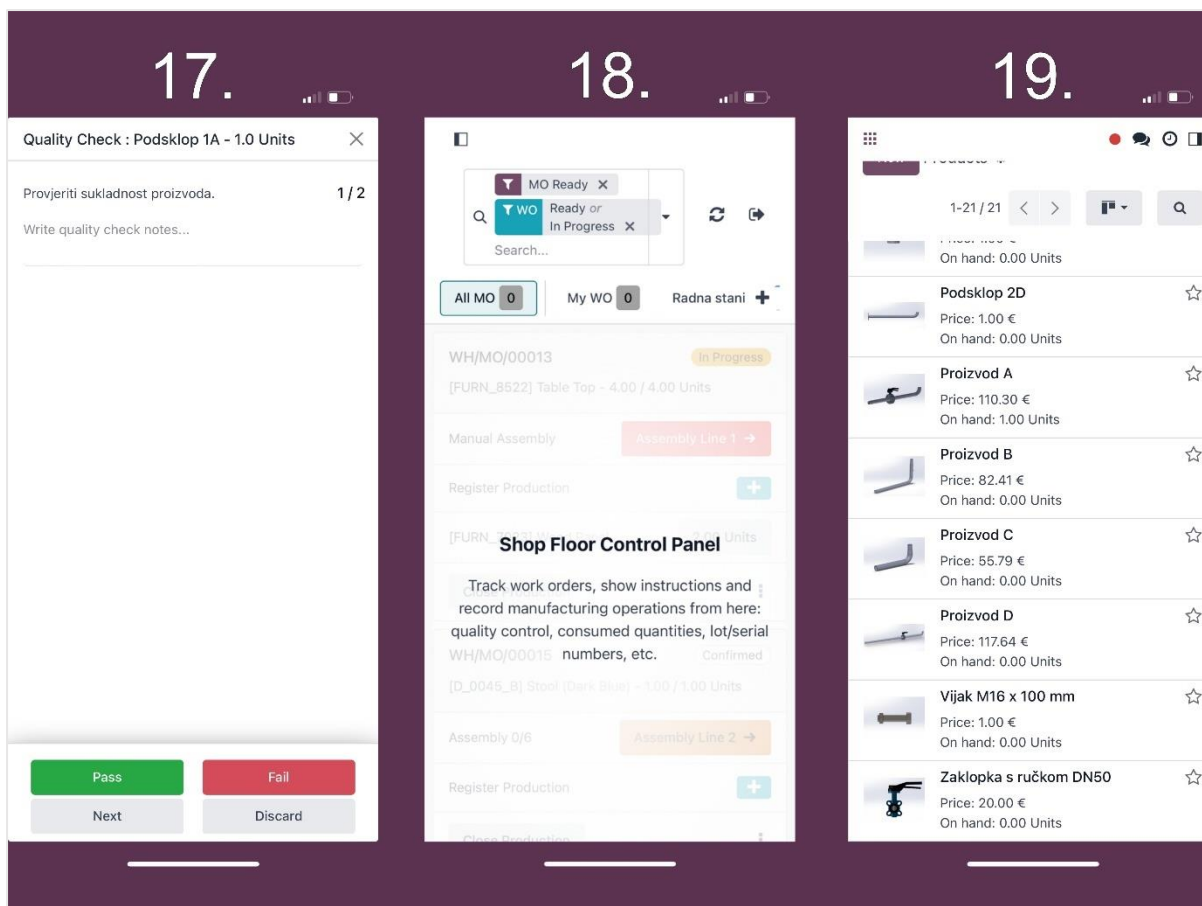
Po završetku svih operacija na drugoj radnoj stanici, proizvod se prosljeđuje na treću radnu stanicu. Tamo operator prima radni nalog s detaljnim uputama za svoju operaciju. Kada su sve operacije uspješno provedene, operator treće radne stanice ima mogućnost zaključiti proizvodni proces odabirom opcije *Close Production* (Zatvori proizvodnju). Postupak je detaljno prikazan na slici 5.37



Slika 5.37 Završetak operacija i zatvaranje proizvodnje

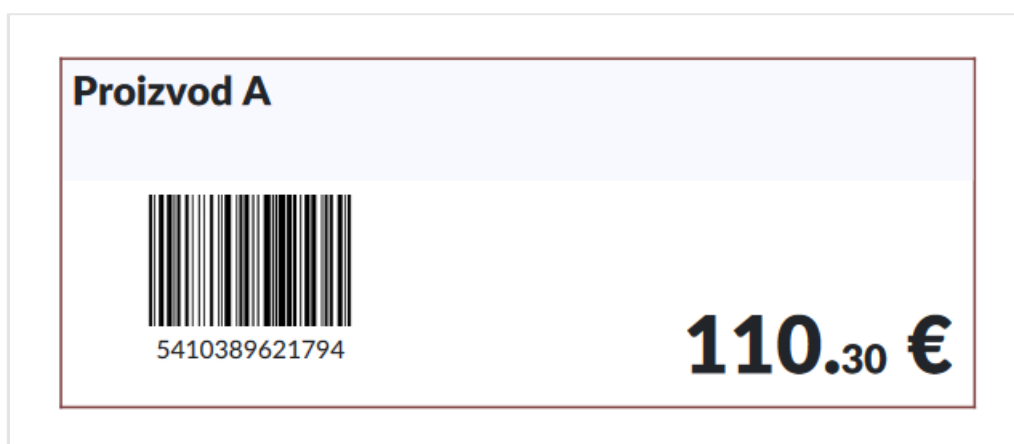
Nakon što su sve proizvodne operacije završene, od operatera se zahtijeva provođenje kontrole kvalitete prije nego što se proizvod prenese u skladište gotovih proizvoda. Ova provjera kvalitete ključna je kako bi se osigurala usklađenost proizvoda s definiranim specifikacijama i standardima. Operater vizualno pregledava proizvod te kroz sustav bilježi svoj zaključak odabirom opcije *Pass* (Prolazi) ili *Fail* (Ne prolazi), ovisno o ishodu kontrole.

Nakon što je kontrola kvalitete prošla, sustav prikazuje da više nema operacija koje je potrebno izvršiti za taj radni nalog, označavajući time kraj proizvodnog procesa za taj proizvod. Operater također može pregledati status drugih naloga kako bi se uvjerio da su sve potrebne radne stanice završile svoje operacije. Istovremeno, na skladištu gotovih proizvoda, broj gotovih jedinica automatski se ažurira, što omogućuje tvrtki praćenje točnog stanja proizvoda spremnih za isporuku. U ovom slučaju, broj komada proizvoda A povećan je na 1. Postupak je prikazan na slici 5.38.



Slika 5.38 Završetak kontrole kvalitete i ažuriranje stanja gotovih proizvoda

Nakon što se proizvod zaprimi u skladište gotovih proizvoda, sustav automatski generira naljepnicu za svaki izrađeni proizvod. Naljepnica sadrži sve relevantne informacije o proizvodu, uključujući njegov naziv, serijski broj, barkod i cijenu, čime se osigurava točna identifikacija i sljedivost proizvoda. Naljepnica za proizvod A prikazana je na slici 5.39.



Slika 5.39 Naljepnica proizvoda A

### 5.6.3. Analiza proizvodnje i izvještavanje

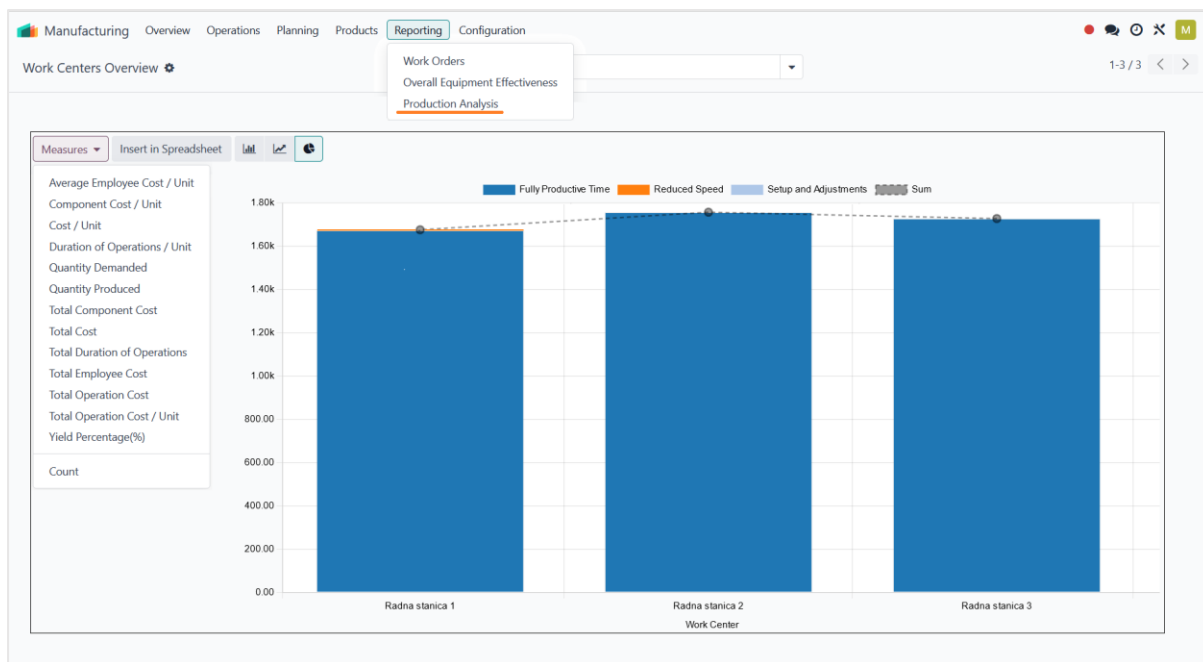
Tvrtka prema navedenom postupku provodi operacije za svih 50 proizvoda A koje je potrebno isporučiti tijekom prvog tjedna proizvodnje. Svaka operacija, od unosa materijala skeniranjem, provođenja proizvodnih procesa, kontrole kvalitete, pa sve do prijenosa gotovih proizvoda u skladište gotovih proizvoda, odvija se prema definiranom slijedu radnog naloga unutar modula *Manufacturing*, dok automatizirani sustav kontinuirano prati svaki korak u proizvodnji.

Sustav bilježi sve zastoje, pauze, trajanje operacija u usporedbi s predviđenim vremenom, prijedloge za poboljšanja, škartirane komade te sve ostale podatke vezane uz proizvodnju. Po završetku svakog proizvodnog procesa, sustav nudi niz izvješća koja su dostupna unutar opcije *Reporting* (Izvještaji). Ova opcija uključuje dodatne opcije poput *Work Orders* (Radni nalozi), *Overall Equipment Effectiveness* (Ukupna učinkovitost opreme) te *Production Analysis* (Analiza proizvodnje). Kroz njih je moguće pratiti ključne pokazatelje kao što su učinak strojeva i radnih stanica, trajanje pojedinih operacija, analiza radnog učinka zaposlenika, potrošnja materijala, trošak komponenti po jedinici proizvoda te ukupni troškovi proizvodnje.

Analizom podataka putem opcije *Production Analysis* (Analiza proizvodnje), moguće je pratiti svaki aspekt proizvodnog procesa. Unutar svake radne stanice moguće je vidjeti kada je svaka operacija započeta, kada je završena, te koliko je trajala u odnosu na predviđeno vrijeme. Ako postoje odstupanja od plana, sustav nudi sugestije za optimizaciju. Takav prikaz omogućuje bolju kontrolu nad učinkom radnih stanica, identificiranje potencijalnih problema te donosi podatke za optimizaciju budućih procesa.

Grafički prikaz na slici 5.40 prikazuje ukupno trajanje operacija na tri ključne radne stanice. Vidljivo je da je *Radna stanica 2* ostvarila najveći *Fully Productive Time* (potpuno produktivno vrijeme), zatim slijedi *Radna stanica 3*, dok je *Radna stanica 1* imala najmanje produktivno vrijeme, uz određeni udio *Reduced Speed* (smanjene brzine rada). Ako je bilo zastoja, oni su jasno zabilježeni, uz podatke o točnom vremenu kada su se dogodili i što ih je uzrokovalo.





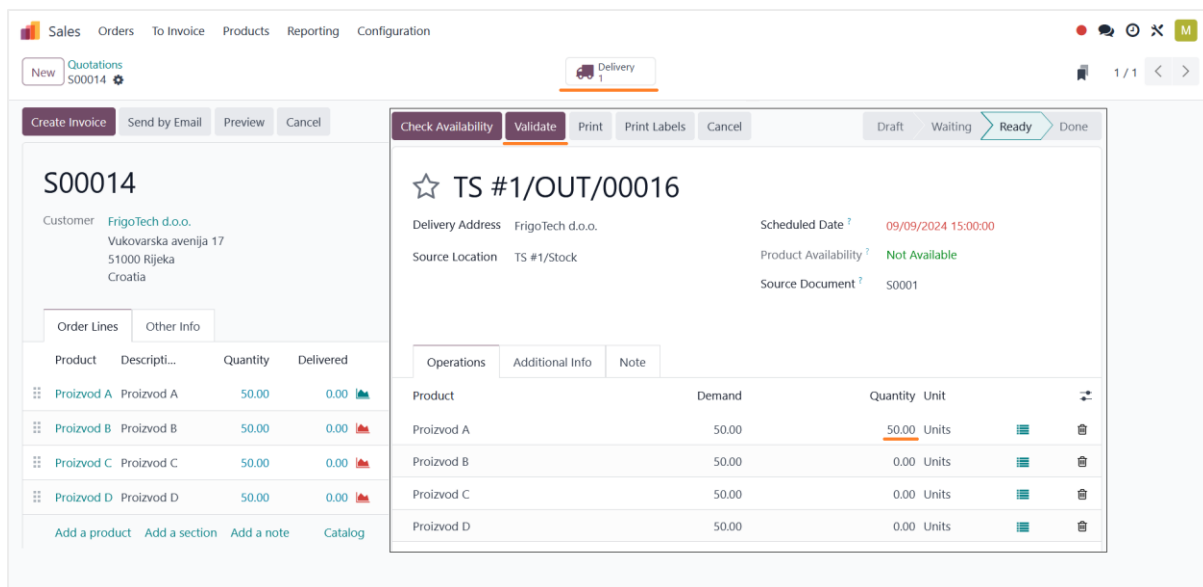
Slika 5.40 Izvješće proizvodnje

## 5.7. Isporuka narudžbe i kreiranje računa

Završetkom proizvodnog procesa, proizvodi su spremni za isporuku kupcu. Ovaj korak uključuje prijenos proizvoda iz skladišta gotovih proizvoda prema krajnjem odredištu, čime tvrtka ispunjava svoje obveze prema kupcima. Nakon što su proizvodi isporučeni, moguće je izraditi račun, čime se formalno zaključuje prodajni proces. U Odoo sustavu, nakon potvrde o isporuci, ažurira se stanje gotovih proizvoda i generira račun koji se može poslati kupcu, a ujedno se ažuriraju i financijski podaci. Također, sustav omogućuje praćenje statusa računa, rokova plaćanja te izdavanje podsjetnika za naplatu, čime se osigurava efikasan protok novca i točno evidentiranje financijskih transakcija.

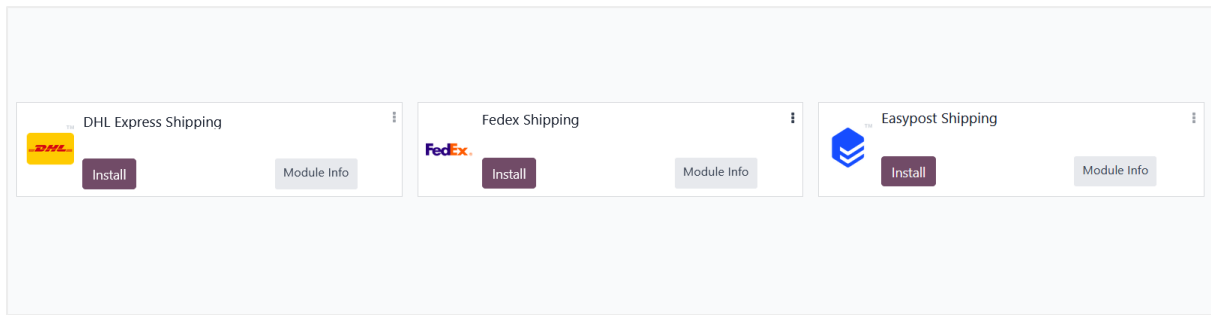
Postupak isporuke gotovih proizvoda kupcu, u ovom slučaju tvrtki FrigoTech d.o.o., započinje unutar modula *Sales*, gdje se nalaze ponude tvrtke. Pristupa se ponudi S0001, koja obuhvaća isporuku 50 komada proizvoda A u prvom tjednu proizvodnje. Proizvodi označeni plavom bojom ukazuje na to da su spremni za isporuku, dok crvenom bojom sustav označava proizvode koji trenutno nisu dostupni u dovoljnoj količini za isporuku. Unutar ponude, odabire se opcija *Delivery* (Isporuka), gdje se može provjeriti dostupnost proizvoda (*Check Availability*), validirati otpremu (*Validate*), ispisati otpremnicu (*Print*) ili ispisati naljepnice proizvoda (*Print Labels*). U ovom primjeru, sustav prikazuje da je spreman za isporuku samo proizvod A, iako

ponuda uključuje četiri proizvoda. Budući da je samo proizvod A dostupan za isporuku, odabire se opcija *Validate* kako bi se izradila otpremnica za isporuku tog proizvoda. Postupak je prikazan na slici 5.41



Slika 5.41 Postupak izrade otpremnice

Odoo sustav nudi mogućnost isporuke proizvoda s različitim kurirskim servisima putem specijaliziranih modula za isporuku, kao što su *DHL Express Shipping*, *FedEx Shipping* i *Easypost Shipping*. Ovi moduli omogućuju automatsko upravljanje procesom dostave, od generiranja etiketa za isporuku do praćenja paketa u stvarnom vremenu, čime se pojednostavljuje cijeli postupak logistike. Modul *DHL Express Shipping*, na primjer, omogućuje korisnicima da automatski kreiraju DHL naljepnice za pakete direktno iz Odoo sučelja, organiziraju prikup paketa i prate statuse pošiljaka i izračunavaju troškove dostave u stvarnom vremenu. Nakon što je naljepnica generirana, Odoo automatski sinkronizira podatke s DHL sustavom, što olakšava praćenje paketa od trenutka preuzimanja do dostave na odredište. Kroz korištenje ovih modula, tvrtke mogu ubrzati proces isporuke i povećati točnost u praćenju logistike, čime se povećava zadovoljstvo kupaca. Moduli za isporuku putem kurirskih službi prikazani su na slici 5.42.



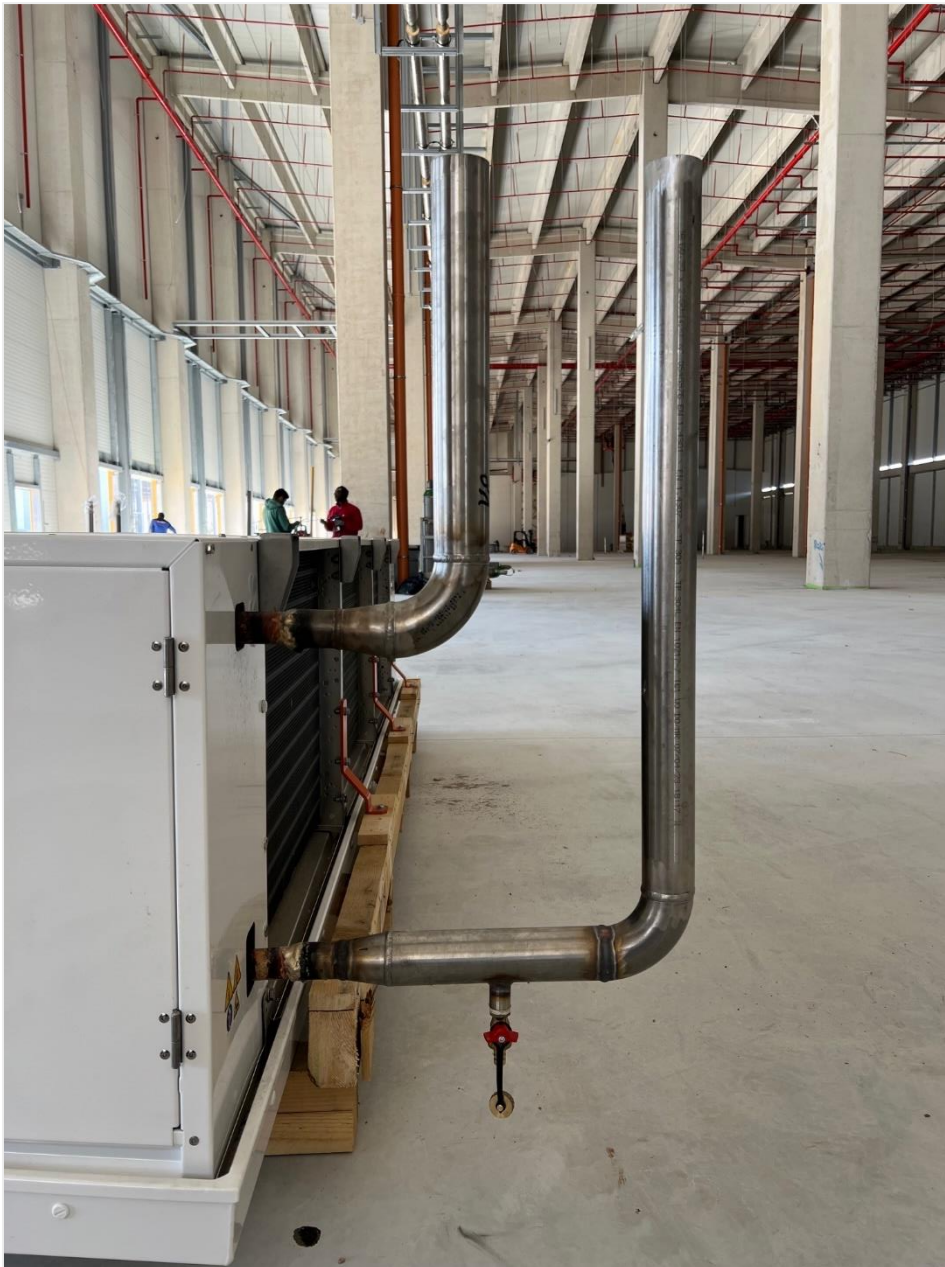
Slika 5.42 Moduli za isporuku putem kurira

Potvrdom isporuke sustav generira otpremnicu za isporuku, pružajući pregled svih isporučenih i preostalih količina proizvoda. Otpremnica uključuje ključne informacije poput podataka o narudžbi, količini naručenih i isporučenih proizvoda, kao i preostalih količina koje tek treba dostaviti. U ovom primjeru, prikazuje se isporuka proizvoda A u količini od 50 jedinica. Na otpremnici su također navedeni podaci o tvrtki primatelju, zajedno s točnom adresom za dostavu. Datum i vrijeme isporuke automatski su zabilježeni, osiguravajući točnost i potpunu transparentnost isporuke. Otpremnica za isporuku proizvoda A prikazana je na slici 5.42.



Slika 5.43 Otpremnica za isporuku proizvoda A

Nakon što su svi proizvodi izrađeni i isporučeni kupcu prema definiranoj proceduri, koristeći *Odoo* ERP sustav, slijedi proces njihove ugradnje. Na slici 5.44 prikazani su proizvodi B i C, koji imaju funkciju dovoda radne tvari iz glavnog voda u uređaj te povrat radne tvari nakon procesa isparivanja. Ovi su proizvodi ključni za pravilno funkcioniranje uređaja, osiguravajući stabilan protok radne tvari kroz sustav.



*Slika 5.44 Dostavljeni proizvodi B i C*

Proizvodi A i D nadovezuju se na proizvode B i C, omogućujući spajanje glavnog voda radne tvari s uređajima. Integracijom zaklopki za regulaciju na proizvodima A i D omogućava se

otvaranje ili zatvaranje dovoda i odvoda radne tvari do uređaja. Priključivanje proizvoda B i C na glavni vod sustava prikazano je na slici 5.45.



*Slika 5.45 Povezivanje proizvoda A i D s glavnim vodom sustava*

Nakon što su proizvodi isporučeni u dogovorenim terminima i prihvaćeni od strane kupca, zadovoljavajući sve postavljene standarde, potrebno je izdati račun za isporučene proizvode. U modulu *Sales* (Prodaja) unutar ponude S0001, dostupna je opcija *Create Invoice* (Kreiraj račun), kojom se generira račun na temelju isporučenih količina i dogovorenih cijena. Ako su svi detalji točni, količine, cijene i ostalo, bira se opcija *Confirm* (Potvrdi) kako bi račun bio službeno kreiran. Nakon potvrde, račun se može dostaviti kupcu putem opcije *Send & Print* (Pošalji i ispiši), čime se generira fizička ili digitalna verzija za slanje. U početku, račun se vodi kao nepodmiren, sve dok uplata nije zaprimljena. Nakon primitka dogovorenog iznosa, odabire se opcija *Register Payment* (Registriraj uplatu) gdje se unose svi detalji o uplati. Na taj način, sustav ažurira status računa u "Plaćeno" i osvježava evidenciju uplata, čime se osigurava ažurno praćenje financijskih transakcija. Prikaz postupka izrade i plaćanja računa dostavljenog kupcu prikazan je na slici 5.46.

Sales Orders To Invoice Products Reporting Configuration

New Quotations S00014 Delivery 1

Create Invoice Send by Email Preview Cancel Quotation Quotation Sent Sales Order

Confirm Preview Cancel Draft Posted

Send & Print Register Payment Preview Credit Note Reset to Draft Draft Posted

Customer Invoice

# Draft

Customer FrigoTech d.o.o.  
Vukovarska avenija 17  
51000 Rijeka  
Croatia

Invoice Date  
Payment Reference ?  
Payment terms 30 Days  
Delivery Date 10/2024

**PAID**

| Product    | Label      | Quantity | UoM   | Price  | Taxes | Tax excl.  |
|------------|------------|----------|-------|--------|-------|------------|
| Proizvod A | Proizvod A | 50.00    | Units | 110.30 | 25%   | 5,515.00 € |
| Proizvod B | Proizvod B | 50.00    | Units | 82.41  | 25%   | 4,120.50 € |
| Proizvod C | Proizvod C | 50.00    | Units | 55.79  | 25%   | 2,789.50 € |
| Proizvod D | Proizvod D | 50.00    | Units | 117.64 | 25%   | 5,882.00 € |

Add a line Add a section Add a note

Terms and Conditions

Untaxed Amount: **18,307.00 €**  
 PDV 25%: 4,576.76 €  
 Total: **22,883.76 €**

Slika 5.46 Izdavanje i registracija plaćenog računa

Potvrda plaćanja označava završni korak u cjelokupnom poslovnom procesu, koji obuhvaća sve faze, od inicijalne izrade ponude, preko nabave potrebnih materijala, proizvodnje, isporuke proizvoda do konačne naplate. Svaki korak u ovom lancu osigurava visoku razinu kontrole, točnosti i učinkovitosti, što je ključno za zadovoljstvo kupca i uspješno poslovanje tvrtke. Pomoću Odoo ERP sustava, tvrtka je uspjela automatizirati i integrirati sve faze poslovanja, čime je osigurala kontinuiranu praćenje i unapređenje svakog segmenta, od početka do kraja projekta.

## 5.8. Integracija interneta stvari (IoT)

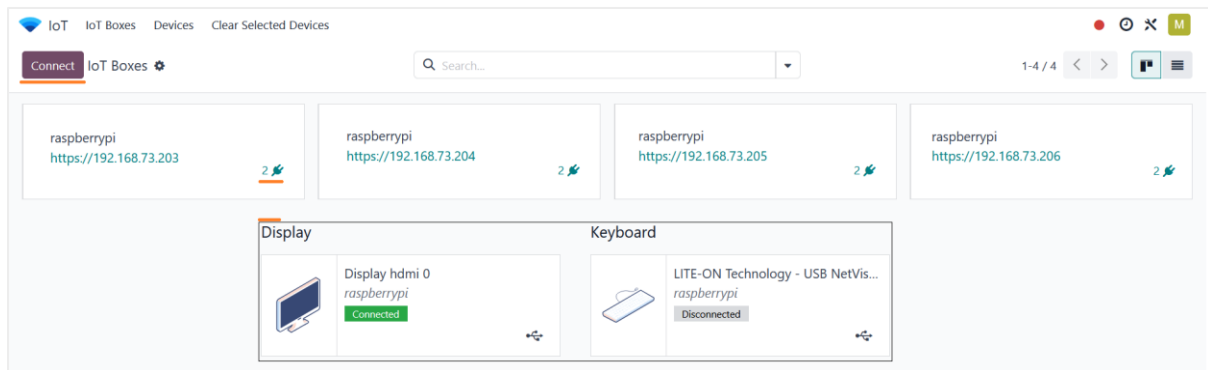
Unutar Odoo sustava moguće je integrirati Internet stvari (*IoT*), koji donosi širok raspon prednosti kroz automatizaciju i poboljšanu kontrolu poslovnih procesa. Internet stvari predstavlja koncept povezivanja fizičkih uređaja, opremljenih sensorima i softverom, s digitalnim sustavima putem interneta. U poslovnom okruženju, to omogućuje prikupljanje i obradu podataka u stvarnom vremenu, čime se smanjuje potreba za ručnim unosom podataka i povećava preciznost [11].

Primjena *IoT*-a unutar Odoo-a može unaprijediti različite aspekte poslovanja. Na primjer, industrijski skeneri povezani sa sustavom omogućuju brzo skeniranje materijala i komponenti, čime se eliminiraju greške u evidenciji i dodatno ubrzava proces proizvodnje. Osim toga, senzori za mjerenje parametara kvalitete mogu automatski unositi podatke o dimenzijama, temperaturi ili vlažnosti, što osigurava precizno praćenje standarda kvalitete bez potrebe za ručnim unosom. Odoo također omogućuje komunikaciju između *IoT* uređaja i proizvodne opreme. Tako se, primjerice, senzori u strojevima mogu povezati sa sustavom kako bi prenosili informacije o stanju opreme, trošenju dijelova ili čak o potrebama za održavanjem. To omogućuje proaktivno održavanje i smanjuje rizik od neplaniranih zastoja. U skladištima, pametni senzori mogu pratiti razine zaliha u stvarnom vremenu, automatski generirati narudžbe kada zalihe padnu ispod zadanih razina i tako smanjiti rizik od zastoja u proizvodnji zbog nedostatka materijala. Pored toga, *IoT* uređaji omogućuju praćenje sigurnosnih uvjeta na radnim mjestima, nadzirući temperaturu, vlagu i druge faktore koji mogu utjecati na sigurnost i učinkovitost proizvodnje [11].

Integracija *IoT*-a u Odoo ne samo da unapređuje poslovne operacije već omogućuje i optimizirano donošenje odluka temeljenih na stvarnim podacima, što dovodi do smanjenja troškova, bolje kontrole kvalitete i poboljšanog zadovoljstva klijenata kroz pravovremenu isporuku proizvoda i usluga.

U modulu *IoT* unutar Odoo sustava moguće je dodati uređaje putem opcije *Connect* (Poveži), čime se *IoT* uređaji poput Raspberry Pi platformi integriraju u sustav. Proces povezivanja može se odvijati putem Ethernet ili WiFi veze. Raspberry Pi je računalna platforma koja omogućuje nisku potrošnju energije i koristi se u raznim industrijskim okruženjima za *IoT* integraciju. U Tvornici za učenje (*Learning Factory*) CIM laboratorija Tehničkog fakulteta u Rijeci,

povezano je ukupno četiri Raspberry Pi uređaja, opremljenih zaslonom i tipkovnicom za pristup Odo ERP sustavu na radnim stanicama. Na slici 5.47 prikazani su dodani uređaji u sustav.



*Slika 5.47 Dodani IoT uređaji u Odo sustav*



## 6. OCJENA POBOLJŠANJA POSLOVANJA

Uvođenjem Odoo ERP sustava u poslovne procese tvrtke Termo Sušak, stvorena je jedinstvena platforma koja integrira sve ključne funkcije, kao što su izrada ponuda, narudžba materijala, proizvodnja, skladištenje i isporuka. Time su olakšani operativni procesi, osigurana veća točnost podataka i smanjena mogućnost grešaka. U svrhu ocjene učinka implementacije, provest će se analiza ključnih pokazatelja uspješnosti (*Key Performance Indicators*, KPI) kako bi se kvantitativno utvrdila poboljšanja postignuta u poslovanju. Dio evaluacija će se provesti unutar tvornice za učenje u CIM laboratoriju Tehničkog fakulteta u Rijeci, simulirajući stvarne uvjete rada.

### 6.1. Ključni pokazatelji uspješnosti (KPI)

Implementacijom ERP sustava Odoo u poslovanje tvrtke Termo Sušak d.o.o. ostvaren je značajan napredak u optimizaciji poslovnih procesa i efikasnijem upravljanju resursima. Prije implementacije, tvrtka se suočavala s brojnim izazovima koji su uključivali sporost i nesigurnost u praćenju zaliha, ručnu obradu ključnih poslovnih informacija, te neadekvatnu međusobnu povezanost podataka o zaposlenicima, dobavljačima i klijentima. Ovi su problemi utjecali na učinkovitost poslovanja i povećavali mogućnost pogrešaka u svakodnevnim operacijama.

Jedan od ključnih pokazatelja uspješnosti jest povećanje točnosti praćenja zaliha. Prije uvođenja ERP sustava, inventure su često pokazivale neslaganja u evidenciji, pri čemu je stvarno stanje zaliha odstupalo od upisanih podataka i bilo točno tek oko 90%. Nakon implementacije ERP-a, točnost evidencije zaliha povećala se na 100%, pod uvjetom da svi procesi unošenja i zaprimanja materijala slijede definirane procedure. Osim veće preciznosti, ERP sustav je također optimizirao upravljanje zalihama i smanjio nepotrebno gomilanje materijala. Prije ERP-a, zbog nedostatka uvida u stvarno stanje skladišta, često su se naručivale dodatne količine materijala zbog nepoznatog ili nepravilno lociranog inventara. Procjenjuje se da je količina zaliha na skladištu bila nepotrebno povećana za približno 15%, jer nije postojao centralizirani nadzor nad zalihama i njihova točna lokacija unutar skladišta. ERP sustav sada omogućuje praćenje zaliha u realnom vremenu, što je smanjilo suvišne narudžbe i optimiziralo iskorištenost skladišnog prostora, rezultirajući smanjenjem nepotrebno zadržanih zaliha.

Osim toga, brzina i točnost izrade ponuda značajno su unaprijeđeni. Prije ERP sustava, voditelj projekta je u prosjeku ulagao 4 sata u izradu jedne ponude zbog ručne kalkulacije troškova i nedostatka centralizirane baze s cijenama dobavljača. Sada, zahvaljujući ERP sustavu koji omogućava automatski pristup bazama podataka s ažuriranim cijenama i troškovima, prosječno vrijeme za izradu ponude smanjeno je na 2 sata, s gotovo potpunom eliminacijom grešaka. Sustav je zamijenio prijašnji ručni proces automatskim, što je rezultiralo ubrzanjem odgovora na zahtjeve kupaca i učinkovitijom prilagodbom tržišnim uvjetima.

ERP sustav također je donio značajnu promjenu u upravljanju radnom evidencijom. Ranije je za ručno vođenje radne evidencije bilo potrebno uložiti 3 sata mjesečno, a podaci su bili podložni pogreškama. Implementacijom ERP-a, ažuriranje radne evidencije postalo je precizno i automatsko, pri čemu se podaci o radnim satima zaposlenika prate u realnom vremenu. Izvještaji o radnoj evidenciji sada se mogu generirati jednim klikom, što traje manje od minute, a podaci su 100% točni. Osim povećane točnosti, smanjeno administrativno opterećenje omogućuje voditeljima više vremena za fokus na ključne operativne zadatke. Dodatno, tvrtka sada ima jedinstvenu bazu podataka koja uključuje sve ključne informacije o svojim zaposlenicima, eliminirajući potrebu za pretraživanjem različitih izvora podataka i ubrzavajući poslovne procese.

U segmentu računovodstva i financija, ERP sustav također donosi mjerljiva poboljšanja. Prije ERP-a, priprema i provjera financijskih izvještaja bila je dugotrajan proces sklon greškama, zbog ručne obrade podataka i nedostatka centralizacije. Sada ERP omogućava automatsko generiranje financijskih izvještaja, smanjujući vrijeme potrebno za njihovu provjeru i prilagodbu za 80%. To dodatno olakšava donošenje strateških odluka temeljenih na točnim i pravovremenim podacima. Zahvaljujući detaljnom pregledu ulaznih i izlaznih financijskih tokova na razini svakog projekta, tvrtka sada ima bolji uvid u profitabilnost te precizniji nadzor nad troškovima i prihodima.

Jedan od ključnih pokazatelja uspjeha ove implementacije je i smanjenje prekida u proizvodnji. Zahvaljujući pravovremenom uvidu u stanje zaliha i tokove materijala, omogućeno je kontinuirano odvijanje proizvodnog procesa bez nepotrebnih zastoja, čime je poboljšana cjelokupna produktivnost. S implementacijom ERP-a, svi radni zadaci i upute postali su transparentni i dostupni u realnom vremenu, čime se eliminira mogućnost nesporazuma među operatorima. Procjenjuje se da je produktivnost u proizvodnji povećana za 20% zahvaljujući

optimizaciji radnih procesa i bržem pristupu informacijama. Implementacija ERP sustava Odoo u tvrtki Termo Sušak pokazala je kako se automatizacijom i integracijom poslovnih funkcija može ostvariti znatno veća preciznost, povećana učinkovitost i bolja organizacijska kontrola, što predstavlja ključne temelje za budući rast i konkurentnost tvrtke na tržištu.

Uz sve navedeno, implementacija ERP sustava znatno je ubrzala proces uvođenja novih zaposlenika u rad, što je ključno za povećanje operativne efikasnosti i smanjenje vremena potrebnog da novi članovi tima postanu produktivni. S centraliziranom bazom znanja koja obuhvaća sve relevantne podatke o radnim procesima, sigurnosnim protokolima i tehničkim specifikacijama, novim zaposlenicima je sada omogućeno da pristupe svim potrebnim informacijama na jednom mjestu. Prije ERP sustava, proces obuke novih zaposlenika bio je dugotrajan, budući da su se ključne informacije nalazile u različitim izvorima i formatima, a dio obuke provodio se ručno. Zahvaljujući automatiziranim radnim procesima i uputama dostupnim unutar ERP-a, procjena je da je ukupno vrijeme potrebno za osposobljavanje novih zaposlenika smanjeno za oko 30%.

Svi ovi pokazatelji jasno demonstriraju koliko je ERP sustav unaprijedio poslovne procese tvrtke, povećao transparentnost i efikasnost te pridonio boljoj organizaciji i kontroli poslovanja. Implementacija ERP sustava, konkretno Odoo, donijela je niz poboljšanja poslovanju tvrtke Termo Sušak. Automatizacijom ključnih procesa smanjena je mogućnost grešaka i povećana učinkovitost. Praćenje zaliha i radnih naloga postalo je precizno i transparentno, omogućujući bolje planiranje i logističku koordinaciju. Integracija poslovnih funkcija ubrzala je komunikaciju između odjela, dok je centralizacija povijesnih podataka pojednostavila analizu i donošenje odluka. ERP sustav također omogućuje jasniji pregled troškova i financijskih tokova, čime doprinosi boljoj kontroli poslovanja tvrtke. U tablici 6.1, prikazano je stanje poslovnih funkcija nakon implementacije ERP sustava i integracije ključnih procesa.

Tablica 6.1 Stanje poslovnih funkcija tvrtke Termo Sušak d.o.o. nakon implementacije

| <b>Poslovna funkcija</b>            | <b>Opis poboljšanog</b>  |
|-------------------------------------|--|
| Upravljanje radnim nalogima         | Automatizirano praćenje naloga, smanjenje grešaka i jasno definirani zadaci.                                 |
| Praćenje napretka projekata         | Detaljno praćenje napretka projekata uz digitalne evidencije.  |
| Koordinacija timova                 | Centralizirana koordinacija i pregled zadataka svakog tima putem ERP sustava.                                |
| Upravljanje zalihama                | Automatizirano praćenje stanja zaliha u stvarnom vremenu i točna evidencija materijala.                      |
| Logistička koordinacija             | Logističke aktivnosti, poput raspodjele materijala, koordiniraju se digitalno putem sustava.                 |
| Praćenje troškova                   | Troškovi se prate unutar ERP sustava, integrirani s računovodstvom.  |
| Integracija poslovnih funkcija      | Sve poslovne funkcije su povezane unutar ERP sustava, omogućujući bržu komunikaciju između odjela.           |
| Uvid u povijesne podatke            | Centraliziran pristup povijesnim podacima s brzim pretraživanjem i analizom.                                 |
| Automatizacija poslovnih procesa    | Većina poslovnih zadataka je automatizirana, smanjujući potrebu za ručnim unosom.                            |
| Transparentnost financijskih tokova | ERP sustav omogućuje transparentan pregled financijskih tokova i integraciju s ostalim poslovnim funkcijama. |
| Evidencija radnih sati              | Automatsko praćenje radnih sati, smanjujući mogućnost grešaka u evidenciji.                                  |

## 6.2. Ocjena učinka kroz tvornicu za učenje

Prije evaluacije postignutih rezultata integracije Odoo ERP sustava u Termo Sušak, koristi se Tvornica za učenje (*Learning Factory*) na Tehničkom fakultetu Sveučilišta u Rijeci kao simulacijsko okruženje za učenje i testiranje. Tvornica za učenje predstavlja autentičnu repliku kompleksnog proizvodnog okruženja u obliku laboratorijskog proizvodnog sustava namijenjenog studentima, istraživačima i ekspertima iz industrije u kojoj je na kolaborativan način moguće provoditi iskustveno učenje kroz konkretno sudjelovanje u proizvodnom procesu, opservaciju, konceptualizaciju elemenata proizvodnog sustava, stvaranje novih ideja i provođenje eksperimenata.

Kako bi se ispitala uspješnost implementacije Odoo ERP-a, u sklopu Tvornice za učenje unutar CIM laboratorija Tehničkog fakulteta u Rijeci, organiziran je prilagođen program učenja za pet kandidata, pri čemu svaki kandidat preuzima ulogu specifičnog proizvodnog djelatnika s definiranim zadacima u Odoo okruženju. Ova inicijativa također omogućuje budućim zaposlenicima tvrtke Termo Sušak da se upoznaju s integriranim procesima i tehnologijama tvrtke, te kroz praktično učenje razumiju složene proizvodne scenarije u sustavu.

Formirani su odjel računovodstva, odjel prodaje i nabave, skladište repromaterijala, skladište gotovih proizvoda, te radne stanice 1 i 2. Svaki od ovih odjela i radnih stanica dobio je po jednog sudionika, kojem je dodijeljen specifičan set zadataka i pristup Odoo ERP sustavu. Skladište repromaterijala, skladište gotovih proizvoda i obje radne stanice opremljeni su *Raspberry Pi* platformama koje uključuju ekran osjetljiv na dodir i tipkovnicu, omogućujući prikaz podataka i jednostavnu interakciju s *Odoo ERP* sustavom. Radne stanice 1 i 2 dodatno su opremljene potrebnim alatima, uključujući metar, marker, pilu za rezanje PVC cijevi, turpiju te upute kako pristupiti radnim nalogima. Ovaj sustav simulira stvarne operacije i omogućuje pristupnicima potpunu interakciju s poslovnim procesima u kontroliranom okruženju, pripremajući ih za rad u stvarnim proizvodnim sustavima. Prostor tvornice za učenje prilagođen je poslovnom sustavu tvrtke Termo Sušak. Na slici 6.1 prikazano je skladište repromaterijala, radna stanica 1, radna stanica 2 te skladište gotovih proizvoda.



*Slika 6.1 Prikaz radnih stanica i skladišnih prostora u tvornici za učenje*

Svaki sudionik procesa u Tvornici za učenje dobiva iskaznicu s osnovnim podacima kao što su fotografija, ime, prezime, te radno mjesto koje mu je dodijeljeno. Na iskaznici se također nalazi i jedinstveni barkod, koji omogućava jednostavan pristup različitim funkcijama unutar Odoo ERP sustava. Pomoću barkoda, sudionici se mogu prijaviti u sustav, evidentirati svoju prisutnost, i pristupiti radnim stanicama prema zaduženjima. Dodijeljene pozicije obuhvaćaju računovođu za odjel računovodstva, komercijalista za prodaju i nabavu, skladištara za skladišta repromaterijala i gotovih proizvoda, te operatere radnih stanica 1 i 2. Prikaz ovih iskaznica nalazi se na slici 6.2.

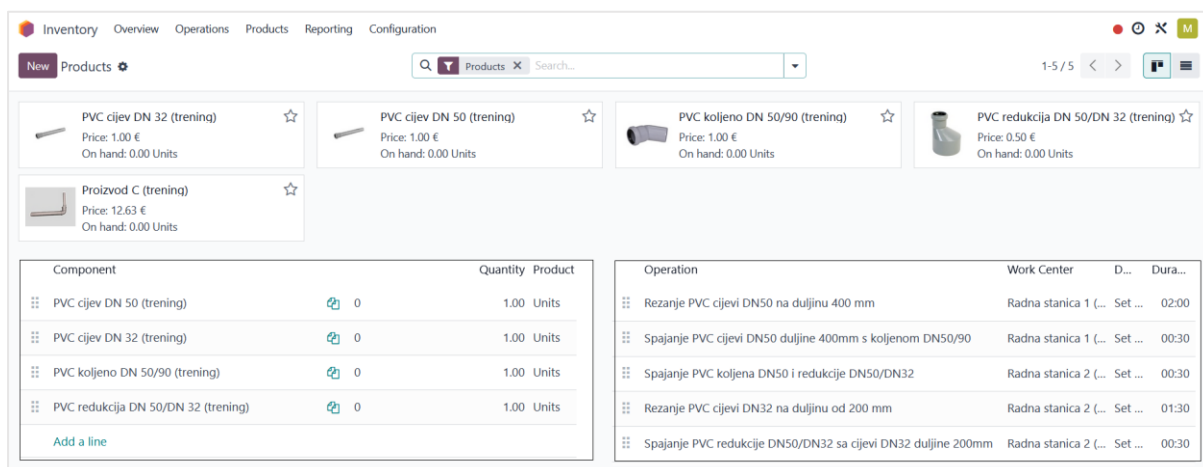


*Slika 6.2 Iskaznice dodijeljene sudionicima*

Za potrebe demonstracije u Tvornici za učenje osmišljen je proizvod koji simulira stvarni proizvod C iz tvrtke Termo Sušak, prilagođen eksperimentalnim uvjetima u CIM laboratoriju. Umjesto nehrđajućeg čelika, koristi se PVC materijal zbog jednostavnije obrade, pružajući priliku sudionicima da se kroz praktične zadatke upoznaju s Odoo ERP modulima i poslovnim procesima. Proizvod za demonstraciju se sastoji od PVC cijevi DN50, cijevi DN32, PVC koljena DN50 i redukcije DN50 na DN32.

Prije početka demonstracije bilo je ključno unaprijed pripremiti sve podatke unutar Odoo ERP sustava. Prvo je unesen novi proizvod C, uključujući sve njegove komponente. Zatim su definirani tokovi materijala, postavljene rute potrebne za praćenje kretanja materijala kroz sustav. Uz to, svi kandidati su unijeti u sustav i raspoređeni prema svojim ulogama u različitim odjelima, poput prodaje, nabave, skladišta i proizvodnje. Osim toga, unaprijed su definirani dobavljači materijala te postavljen profil kupca koji će simulirati narudžbu. Ova priprema omogućuje kandidatima da nesmetano započnu svoj rad u Odoo sustavu, počevši s prvim

korakom u odjelu prodaje i nabave. Na slici 6.3 prikazan je prilagođeni proizvod C unutar Odoo sustava, osmišljen za praktičnu demonstraciju u Tvornici za učenje.



Slika 6.3 Prikaz proizvoda C za Tvornicu za učenje

U prvom koraku simulacije, korisnik kojem je dodijeljena uloga komercijalista u odjelu prodaje i nabave započinje edukaciju u modulu *Sales*. Njegov zadatak je kreirati ponudu za proizvodnju i dostavu prilagođenog proizvoda C prema unaprijed definiranom kupcu u sustavu. Korisnik unosi detalje o proizvodu, količinama i cijeni te priprema ponudu, koju zatim šalje kupcu putem e-maila. Po primitku potvrde narudžbe od strane kupca, korisnik označava ponudu kao službenu narudžbu. Nakon ovog koraka prelazi na modul *Purchase*, gdje pokreće postupak narudžbe potrebnih materijala za proizvodnju. Time se osigurava kontinuitet u edukaciji korisnika kroz stvarne poslovne procese, omogućujući mu razumijevanje ključnih funkcija sustava i povezanosti između prodaje i nabave u ERP okruženju.

U sljedećem koraku, polaznik kojem je dodijeljena uloga skladištara u *Tvornici za učenje* započinje rad s modulom *Barcode*, koji omogućava jednostavno i precizno rukovanje materijalima. Polaznik ima zadatak zaprimiti komponente proizvoda C koje su pristigle u skladište repromaterijala. Prilikom zaprimanja, korisnik pregledava dostavljeni materijal te skeniranjem barkodova svakog dijela ažurira status narudžbe i potvrđuje zaprimanje u sustavu. Cilj ovog koraka je upoznati korisnika s funkcijama modula *Barcode* te ga osposobiti za brzu i točnu evidenciju zaprimanja materijala. Skeniranje barkodova osigurava smanjenje mogućnosti grešaka i omogućava digitalno ažuriranje stanja zaliha u realnom vremenu, čime se optimizira proces upravljanja zaliham. Ovaj praktični zadatak omogućuje skladištaru



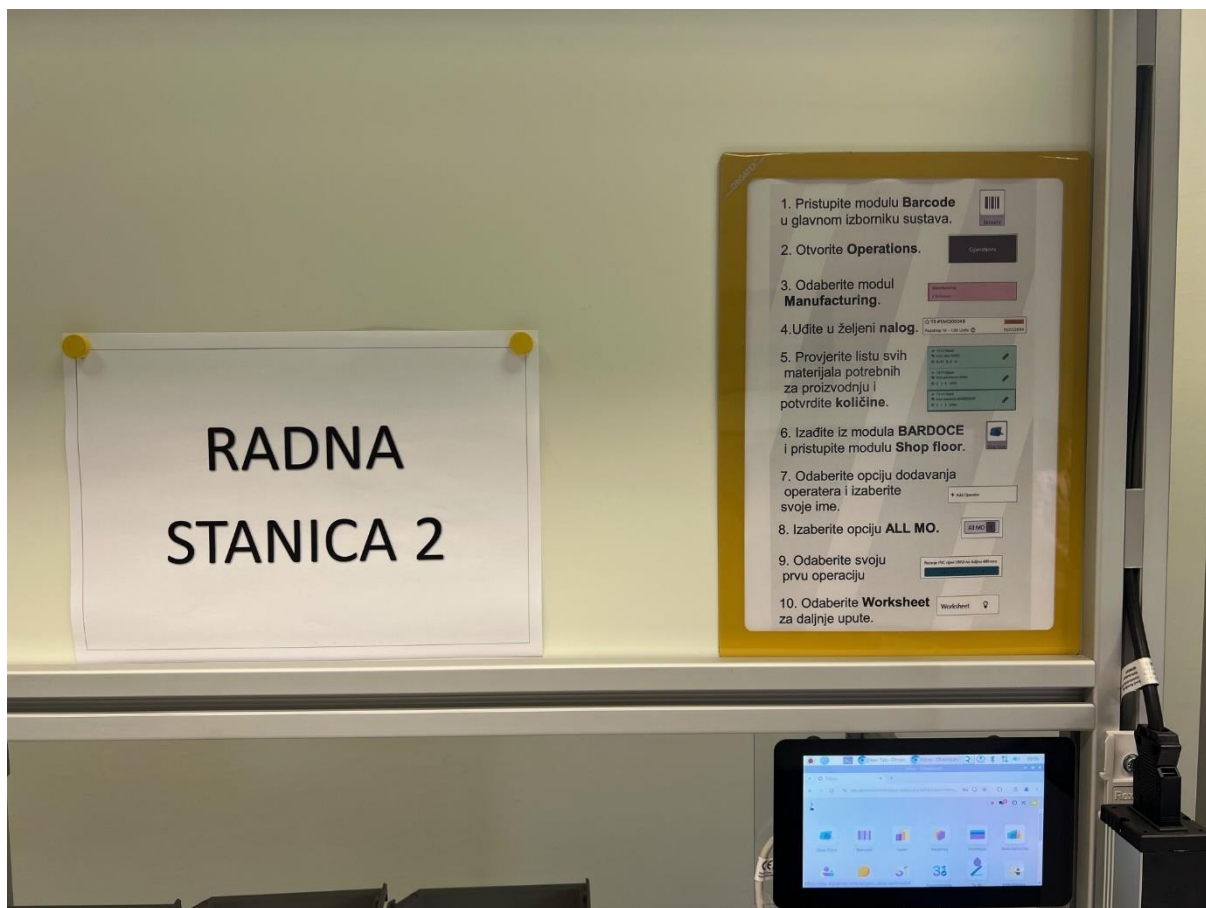
usvajanje ključnih vještina za rad u moderniziranom, digitalnom skladišnom okruženju. Na slici 6.4 prikazan je zaprimljeni materijal u skladištu repromaterijala.



*Slika 6.4 Zaprimljeni materijal u skladištu repromaterijala*

U sljedećem koraku, polaznik Tvornice za učenje kojem je dodijeljena uloga operatora na radnoj stanici 1 koristi *Barcode* modul za prihvaćanje potrebnog materijala sa skladišta repromaterijala. Na taj način, materijal se formalno prenosi s repromaterijala na radnu stanicu, čime se uspostavlja točan slijed materijala u proizvodnom procesu. Nakon zaprimanja materijala, korisnik se prijavljuje u *Shop Floor* modul, gdje može pristupiti detaljnim uputama o operacijama koje treba provesti. Putem opcije *Worksheet*, operator dobiva precizne upute za rad, kao što su rezanje cijevi DN50 i spajanje s PVC koljenom. Cilj ovog koraka je omogućiti polazniku da stekne praktično iskustvo u vođenju radnih naloga, upravljanju materijalima te detaljnom praćenju proizvodnih operacija kroz Odo ERP sustav. Na ovaj način polaznik razvija vještine korištenja digitalnih alata za podršku proizvodnom procesu i stječe razumijevanje važnosti točne evidencije i vođenja procesa prema unaprijed definiranim uputama.

Na radnoj stanici 2 polaznik preuzima poluproizvod iz radne stanice 1 i nastavlja proizvodne procese prema uputama prikazanim u *Shop Floor* modulu, spajanje prethodnog sklopa s redukcijom, rezanje druge cijevi i konačno spajanje u gotov proizvod. Unutar sustava bilježi početak i kraj svake operacije, omogućavajući praćenje vremenskih zahtjeva svakog zadatka. Polaznik ima opcije prijavljivanja zastoja, predlaganja izmjena uputa ili načina proizvodnje, čime se omogućuje kontinuirano poboljšanje procesa. U završnoj fazi, polaznik provodi kontrolu kvalitete kako bi potvrdio kvalitetu dovršenog proizvoda. Cilj ovog koraka je ne samo upoznati polaznika s radnim procesima, već i potaknuti analitičko razmišljanje o učinkovitosti te prilagodbu postojećih radnih uputa za optimalne rezultate. Radna stanica 2 prikazana je na slici 6.5.



*Slika 6.5 Radna stanica 2 Tvornice za učenje*

Polaznik zadužen za skladištenje gotovih proizvoda preuzima gotove artikle iz proizvodnje, zatim ih pakira i označava naljepnicama koje sustav automatski generira na temelju prethodno unesenih podataka. Putem opcije *Delivery* u Odoo sustavu, korisnik prati proces otpreme, uključujući provjeru svih proizvoda koji su spremni za dostavu i isporučuje proizvode prema

kupcu. Cilj ovog koraka je upoznati polaznika s procesom završnog skladištenja, etiketiranja i pripreme robe za distribuciju, osiguravajući točnost i kontrolu prilikom isporuke kupcima. Proizvod spreman za isporuku prikazan je na slici 5.7.



*Slika 6.6 Proizvod spreman za isporuku*

U završnom koraku korisnik na poziciji računovođe preuzima izradu računa za kupca u Odoo sustavu. Nakon potvrde isporuke proizvoda, u modulu *Invoice* otvara službenu ponudu i generira račun za narudžbu. Račun se zatim automatski dostavlja na e-mail adresu kupca, koja je definirana prilikom unosa podataka. Kada kupac potvrdi uplatu, računovođa označava račun kao plaćen, čime se ažurira financijsko stanje u sustavu. Cilj ovog koraka je da korisnik razumije proces fakturiranja, od izrade do potvrde plaćanja, kao i važnost evidencije u financijskom dijelu poslovanja. Polaznici na dodijeljenim radnim mjestima prikazani su na slici 5.8.



*Slika 6.7 Polaznici na dodijeljenim radnim mjestima*

Provedeni proces potvrđuje uspješnu implementaciju Odoo ERP sustava u Tvornici za učenje kao simulacijskom okruženju. Svaka faza procesa, od prodaje i nabave do proizvodnje, skladištenja i računovodstva, provedena je bez poteškoća, demonstrirajući učinkovitost sustava. Kandidati su se upoznali s ključnim poslovnim procesima kroz simulaciju, razvijajući kompetencije potrebne za rad u realnim uvjetima. Odoo ERP sustav omogućio je točno praćenje zaliha, operacija i financijskih tokova, potvrđujući se kao pouzdano rješenje za optimizaciju poslovanja i pripremu zaposlenika za rad u Termo Sušak.

## 7. ZAKLJUČAK

Zaključno, provedena analiza i implementacija ERP i MES sustava u tvrtki Termo Sušak d.o.o. pokazala je kako moderni informatički sustavi mogu značajno unaprijediti učinkovitost i organizaciju poslovnih procesa u malim i srednjim poduzećima. Analizirajući ključne poslovne funkcije i procese u tvrtki, rad je identificirao temeljne izazove koji su ometali učinkovitost, poput ručnog upravljanja zalihama, nedostatka centraliziranih podataka o projektima i zaposlenicima, te neusklađene komunikacije između odjela.

Implementacija Odo ERP sustava rezultirala je značajnim poboljšanjima na nekoliko operativnih razina. Automatizacija praćenja zaliha omogućila je tvrtki točan uvid u stanje skladišta, čime je optimizirano planiranje proizvodnih aktivnosti. Dodatno, centralizacija podataka o projektima i pojednostavljeni procesi izrade ponuda omogućili su brži odgovor na tržišne zahtjeve i pridonijeli rastu konkurentске prednosti. U segmentu financijskog upravljanja, sustav je poboljšao točnost i brzinu generiranja izvještaja, omogućujući upravi pravovremeno donošenje odluka.

Pored ERP-a, istražene su mogućnosti koje MES sustav može pružiti u nadzoru proizvodnih operacija, osobito u pogledu kontrole kvalitete i optimizacije resursa. Kroz analizu ključnih procesa, rad je prikazao temeljne komponente svakog poslovnog procesa, naglašavajući važnost integracije i usklađivanja operativnih i strateških ciljeva.

Rezultati rada ukazuju da je digitalizacija kroz ERP i MES sustave značajan korak u modernizaciji poslovanja, olakšavajući koordinaciju timova, smanjujući mogućnost pogrešaka, i optimizirajući raspodjelu resursa. Za tvrtku Termo Sušak, ova implementacija nije samo unaprjeđenje svakodnevnih operacija, već i ključan temelj za dugoročni razvoj i pozicioniranje na tržištu. Razmotrene su i buduće prilike, poput integracije Interneta stvari (IoT) za napredno praćenje i optimizaciju proizvodnih sustava, čime bi se dodatno povećala učinkovitost.

Ovaj rad potvrđuje važnost suvremenih informacijskih tehnologija kao alata za održiv rast i optimizaciju poslovanja, te predstavlja model kako se digitalnom transformacijom mogu unaprijediti osnovni poslovni procesi u malim i srednjim poduzećima.

## LITERATURA

- [1] Gronwald, M. (2020). *Integrated Business Information Systems: A Holistic View of the Linked Business Process Chain ERP-SCM-CRM-BI-Big Data*. Heidelberg: Springer.
- [2] Kletti, J. (2007). *Manufacturing Execution System (MES)*. Heidelberg: Springer.
- [3] Kurbel, K. (2008). *Enterprise Resource Planning and Supply Chain Management*. Heidelberg: Springer.
- [4] Scholten, B. (2009). *MES Guide for Executives: Why and How to Select, Implement, and Maintain a Manufacturing Execution System*. Durham: ISA.
- [5] Magal, S. R., & Word, J. (2011). *Integrated Business Processes with ERP Systems*. Hoboken, John Wiley & Sons.
- [6] Slack, A. (2018). *Operations and Process Management*. London: Pearson.
- [7] Mikac, T. (2004). *Projektiranje proizvodnih sustava*, Tehnički fakultet Rijeka, Rijeka.
- [8] S interneta, [https://www.odoo.com/sl\\_SI/slides/all/tag/odoo-tutorials-9](https://www.odoo.com/sl_SI/slides/all/tag/odoo-tutorials-9) Pristupljeno: 10. listopad 2024.
- [9] S interneta, [https://www.odoo.com/sl\\_SI/education/scale-up-business-game](https://www.odoo.com/sl_SI/education/scale-up-business-game) Pristupljeno: rujan 2024.
- [10] S interneta, <https://inpro.hr/zbog-cega-je-erp-u-potreban-efikasan-dms-sustav/> Pristupljeno: 26. rujan 2024.
- [11] [https://www.odoo.com/sl\\_SI/app/iot](https://www.odoo.com/sl_SI/app/iot) Pristupljeno: 20. listopad 2024.

## POPIS SLIKA

|   |    |
|---|----|
| Slika 3.1 Organizacija struktura tvrtke Termo Sušak d.o.o. ....                   | 11 |
| Slika 4.1 Popis materijala za proizvod A.....                                     | 22 |
| Slika 4.2 Popis materijala za proizvod B .....                                    | 24 |
| Slika 4.3 Popis materijala za proizvod C .....                                    | 26 |
| Slika 4.4 Popis materijala za proizvod D.....                                     | 28 |
| Slika 4.5 Prva konfiguracija sustava proizvoda A .....                            | 32 |
| Slika 4.6 Druga konfiguracija sustava proizvoda A .....                           | 35 |
| Slika 4.7 Treća konfiguracija sustava proizvoda A .....                           | 37 |
| Slika 4.8 Prva konfiguracija sustava proizvoda B .....                            | 40 |
| Slika 4.9 Druga konfiguracija sustava proizvoda B.....                            | 43 |
| Slika 4.10 Prva konfiguracija sustava proizvoda C .....                           | 46 |
| Slika 4.11 Druga konfiguracija sustava proizvoda C.....                           | 48 |
| Slika 4.12 Treća konfiguracija sustava proizvoda C .....                          | 51 |
| Slika 4.13 Prva konfiguracija sustava proizvoda D .....                           | 54 |
| Slika 4.14 Druga konfiguracija sustava proizvoda D .....                          | 57 |
| Slika 5.1 Sučelje Odoo ERP sstava.....  | 60 |
| Slika 5.2 Unos osnovnih podataka o tvrtki u Odoo ERP sustav .....                 | 63 |
| Slika 5.3 Unos podataka o zaposlenicima u Odoo sustav.....                        | 64 |
| Slika 5.4 Automatski generirana organizacijska struktura u Odoo ERP sustavu ..... | 64 |
| Slika 5.5 Unos podataka o dobavljačima u Odoo ERP sustav.....                     | 65 |
| Slika 5.6 Unos podataka o kupcima u Odoo ERP sustav .....                         | 66 |
| Slika 5.7 Unos proizvoda A u Odoo ERP sustav.....                                 | 68 |
| Slika 5.8 Unos prirubnice DN50 u Odoo ERP sustav .....                            | 69 |
| Slika 5.9 Komponente proizvoda A unutar Odoo ERP sustava.....                     | 70 |
| Slika 5.10 Lista materijala Podsklopa 1A.....                                     | 70 |
| Slika 5.11 Unos radne stanice 1 u Odoo ERP sustav.....                            | 72 |
| Slika 5.12 Popis operacija podsklopa 1A .....                                     | 73 |
| Slika 5.13 Pregled liste materijala za proizvod A.....                            | 74 |
| Slika 5.14 Pregled liste materijala za proizvod B .....                           | 78 |
| Slika 5.15 Pregled liste materijala za proizvod C .....                           | 79 |
| Slika 5.16 Pregled liste materijala za proizvod D.....                            | 79 |

|  |     |
|--|-----|
| Slika 5.17 Pregled proizvoda, podsklopova i komponenti unesenih u sustav .....     | 80  |
| Slika 5.18 Izrada ponude za kupca FrigoTech d.o.o.....                             | 81  |
| Slika 5.19 Izgled ponude generirane putem Odoo ERP sustava.....                    | 82  |
| Slika 5.20 Potvrđena narudžba kupca .....  | 83  |
| Slika 5.21 Automatski generirane narudžbenice putem Odoo ERP sustava .....         | 85  |
| Slika 5.22 Prikaz automatski generirane narudžbenice P00001 .....                  | 86  |
| Slika 5.23 Unos barkodova proizvoda .....  | 88  |
| Slika 5.24 Pregled zaprimanja proizvoda u modulu Barcode.....                      | 89  |
| Slika 5.25 Skeniranje barkoda za zaprimanje proizvoda .....                        | 90  |
| Slika 5.26 Validacija zaprimanja proizvoda na skladište .....                      | 91  |
| Slika 5.27 Završetak procesa zaprimanja i stanje skladišta .....                   | 92  |
| Slika 5.28 automatski generirani barkodovi za komande, operacije i skladište ..... | 93  |
| Slika 5.29 Unos radnih sati zaposlenika u Odoo ERP sustav .....                    | 94  |
| Slika 5.30 Kiosk mode prikazan je na slici 5.30.....                               | 95  |
| Slika 5.31 Kreiranje kartice zaposlenika u Odoo ERP sustavu .....                  | 96  |
| Slika 5.32 Odjava zaposlenika putem kartice .....                                  | 97  |
| Slika 5.33 Generirani radni nalozi unutar Odoo ERP sustava.....                    | 98  |
| Slika 5.34 Priprema materijala za proizvodnju.....                                 | 99  |
| Slika 5.35 Izvršenje prve operacije u proizvodnji .....                            | 100 |
| Slika 5.36 Izvršenje operacija i provjera kvalitete u proizvodnji. ....            | 101 |
| Slika 5.37 Završetak operacija i zatvaranje proizvodnje .....                      | 102 |
| Slika 5.38 Završetak kontrole kvalitete i ažuriranje stanja gotovih proizvoda..... | 103 |
| Slika 5.39 Najlepnicica proizvoda A .....  | 103 |
| Slika 5.40 Izvješće proizvodnje .....  | 105 |
| Slika 5.41 Postupak izrade otpremnice .....  | 106 |
| Slika 5.42 Moduli za isporuku putem kurira .....                                   | 107 |
| Slika 5.43 Otpremnica za isporuku proizvoda A .....                                | 107 |
| Slika 5.44 Dostavljeni proizvodi B i C .....                                       | 108 |
| Slika 5.45 Povezivanje proizvoda A i D s glavnim vodom sustava .....               | 109 |
| Slika 5.46 Izdavanje i registracija plaćenog računa.....                           | 110 |
| Slika 5.47 Dodani IoT uređaji u Odoo sustav.....                                   | 112 |
| Slika 6.1 Prikaz radnih stanica i skladišnih prostora u tvornici za učenje.....    | 118 |
| Slika 6.2 Iskaznice dodijeljene sudionicima.....                                   | 119 |
| Slika 6.3 Prikaz proizvoda C za Tvornicu za učenje .....                           | 120 |



|  |     |
|--|-----|
| Slika 6.4 Zaprimljeni materijal u skladištu repromaterijala..... | 121 |
| Slika 6.5 Radna stanica 2 Tvornice za učenje.....                | 122 |
| Slika 6.6 Proizvod spreman za isporuku.....                      | 123 |
| Slika 6.7 Polaznici na dodijeljenim radnim mjestima .....        | 124 |

## POPIS TABLICA

|   |     |
|---|-----|
| Tablica 3.1 Stanje poslovnih funkcija tvrtke Termo Sušak d.o.o. ....                      | 16  |
| Tablica 4.1 Popis operacija, opreme i vremena izrade za proizvod A.....                   | 23  |
| Tablica 4.2 Popis operacija, opreme i vremena izrade za proizvod B.....                   | 25  |
| Tablica 4.3 Popis operacija, opreme i vremena izrade za proizvod C.....                   | 27  |
| Tablica 4.4 Popis operacija, opreme i vremena izrade za proizvod D.....                   | 29  |
| Tablica 4.5 Prva konfiguracija sustava proizvoda A.....                                   | 31  |
| Tablica 4.6 Karakteristike sustava prve konfiguracije proizvoda A.....                    | 33  |
| Tablica 4.7 Druga konfiguracija sustava proizvoda A.....                                  | 34  |
| Tablica 4.8 Karakteristike sustava druge konfiguracije proizvoda A.....                   | 36  |
| Tablica 4.9 Treća konfiguracija sustava proizvoda A.....                                  | 37  |
| Tablica 4.10 Karakteristike sustava treće konfiguracije proizvoda A.....                  | 38  |
| Tablica 4.11 Prva konfiguracija sustava proizvoda B.....                                  | 40  |
| Tablica 4.12 Karakteristike sustava prve konfiguracije proizvoda B.....                   | 41  |
| Tablica 4.13 Druga konfiguracija sustava proizvoda B.....                                 | 42  |
| Tablica 4.14 Karakteristike sustava druge konfiguracije proizvoda B.....                  | 44  |
| Tablica 4.15 Prva konfiguracija sustava proizvoda C.....                                  | 45  |
| Tablica 4.16 Karakteristike sustava prve konfiguracije proizvoda C.....                   | 47  |
| Tablica 4.17 Druga konfiguracija sustava proizvoda C.....                                 | 48  |
| Tablica 4.18. Karakteristike sustava druge konfiguracije proizvoda C.....                 | 50  |
| Tablica 4.19 Treća konfiguracija sustava proizvoda C.....                                 | 50  |
| Tablica 4.20 Karakteristike sustava treće konfiguracije proizvoda C.....                  | 52  |
| Tablica 4.21 Prva konfiguracija sustava proizvoda D.....                                  | 54  |
| Tablica 4.22. Karakteristike sustava prve konfiguracije proizvoda D.....                  | 55  |
| Tablica 4.23 Druga konfiguracija sustava proizvoda D.....                                 | 56  |
| Tablica 4.24. Karakteristike sustava druge konfiguracije proizvoda D.....                 | 58  |
| Tablica 5.1 Pregled ključnih modula Odoo ERP sustava.....                                 | 61  |
| Tablica 6.1 Stanje poslovnih funkcija tvrtke Termo Sušak d.o.o. nakon implementacije..... | 116 |

## SAŽETAK

Diplomski rad istražuje primjenu ERP (Enterprise Resource Planning) i MES (Manufacturing Execution System) sustava u poboljšanju operativnog upravljanja malih i srednjih poduzeća, koristeći tvrtku Termo Sušak d.o.o. kao studiju slučaja. Cilj je bio analizirati izazove u poslovanju tvrtke, poput neusklađene komunikacije, nepreciznog praćenja zaliha i složenog vođenja projekata, te implementirati Odoo ERP sustav kako bi se ti procesi unaprijedili. Implementacija ERP sustava obuhvatila je integraciju funkcija skladištenja, nabave, prodaje, financija i projektnih aktivnosti, što je rezultiralo značajnim poboljšanjima u točnosti i učinkovitosti. Automatizirano praćenje zaliha omogućilo je precizan pregled nad materijalima, dok je ubrzana izrada ponuda omogućila brži odgovor tvrtke na tržišne zahtjeve. ERP sustav je također pojednostavio računovodstvene procese, omogućivši automatsko generiranje izvještaja i transparentnije upravljanje financijskim tokovima. Rad je pokazao da implementacija ERP-a i MES-a značajno smanjuje operativne troškove, poboljšava koordinaciju između odjela i omogućuje strateško donošenje odluka temeljenih na pouzdanim podacima. ERP sustav Odoo ujedno predstavlja temelj za daljnji rast i razvoj tvrtke, osiguravajući bolju prilagodbu zahtjevima tržišta i veću konkurentnost.

### **Ključne riječi:**

ERP, MES, mala i srednja poduzeća, optimizacija poslovanja, Termo Sušak d.o.o., automatizacija procesa, digitalna transformacija, Odoo, upravljanje resursima, projektno upravljanje, integracija sustava.

## **SUMMARY**

This master's thesis explores the application of ERP (Enterprise Resource Planning) and MES (Manufacturing Execution System) systems in improving the operational management of small and medium-sized enterprises, using the company Termo Sušak d.o.o. as a case study. The goal was to analyze the company's operational challenges, such as uncoordinated communication, inaccurate inventory tracking, and complex project management, and to implement the Odoo ERP system to enhance these processes. The ERP system implementation included the integration of warehousing, procurement, sales, finance, and project management functions, resulting in significant improvements in accuracy and efficiency. Automated inventory tracking enabled precise control of material, while faster proposal generation allowed the company to respond more swiftly to market demands. The ERP system also simplified accounting processes, enabling automatic report generation and more transparent financial management. The study demonstrated that the implementation of ERP and MES systems significantly reduces operational costs, improves interdepartmental coordination, and enables strategic decision-making based on reliable data. The Odoo ERP system also serves as a foundation for the company's future growth and development, ensuring better adaptation to market demands and greater competitiveness.

### **Key words:**

ERP, MES, small and medium-sized enterprises, business process optimization, Termo Sušak d.o.o., process automation, digital transformation, Odoo, resource management, project management, system integration.

## **PRILOZI**

Prilog A – Ponuda

Prilog B – Narudžbenica

Prilog C – Radni nalog

Prilog D – Otpremnica

Prilog E – Račun

## Prilog A – Ponuda



Termo Sušak d.o.o.  
Ulica Martina Kontuša 5  
51000 Rijeka  
Croatia

FrigoTech d.o.o.  
Vukovarska avenija 17  
51000 Rijeka  
Hrvatska

### Ponuda S0001

Your Reference: Ponuda za izradu i dostavu proizvoda A,B,C i D  
Datum ponude: 19.08.2024  
Expiration: 30.08.2024  
Salesperson: Mateo Mihaljević

| OPIS       | KOLIČINA       | JEDINIČNA CIJENA | POREZI                  | AMOUNT      |
|------------|----------------|------------------|-------------------------|-------------|
| Proizvod A | 50,00 Jedinice | 110,30           | Rasprodaja 25% u zemlji | 5.515,00 €  |
| Proizvod B | 50,00 Jedinice | 82,41            | Rasprodaja 25% u zemlji | 4.120,50 €  |
| Proizvod C | 50,00 Jedinice | 55,79            | Rasprodaja 25% u zemlji | 2.789,50 €  |
| Proizvod D | 50,00 Jedinice | 117,64           | Rasprodaja 25% u zemlji | 5.882,00 €  |
| Osnovica   |                |                  |                         | 18.307,00 € |
| PDV 25%    |                |                  |                         | 4.576,76 €  |
| Ukupno     |                |                  |                         | 22.883,76 € |

Uvijet plaćanja: 30 dana

+385 51 651 484  
mmihaljevic5@student.uniri.hr  
<http://www.riteh.hr>

Termo Sušak d.o.o.  
Ulica Martina Kontuša 5  
51000 Rijeka  
Croatia

## Prilog B – Narudžbenica



Termo Sušak d.o.o.  
Ulica Martina Kontuša 5  
51000 Rijeka  
Croatia

### Adresa isporuke

Termo Sušak d.o.o. - skladište 1  
Ulica Martina Kontuša 5  
51000 Rijeka  
Hrvatska

Pro komponente d.o.o.  
Vukovarska avenija 33  
21000 Split  
Hrvatska  
PDV: /

## Nalog za nabavu #P0000

| OPIS                     | POREZI              | ZATRAŽENI DATUM        | KOL                | JEDINIČNA CIJENA | AMOUNT     |
|--------------------------|---------------------|------------------------|--------------------|------------------|------------|
| Zaklopka s ručkom DN50   | Kupite 25% u zemlji | 20.10.2024<br>14:00:00 | 100,00<br>Jedinice | 20,00            | 2.000,00 € |
| Vijak M16 x 100 mm       | Kupite 25% u zemlji | 20.10.2024<br>14:00:00 | 400,00<br>Jedinice | 1,00             | 400,00 €   |
| Matica M16               | Kupite 25% u zemlji | 20.10.2024<br>14:00:00 | 400,00<br>Jedinice | 0,50             | 200,00 €   |
| Cijevna objumica 1/2"    | Kupite 25% u zemlji | 20.10.2024<br>14:00:00 | 50,00<br>Jedinice  | 1,50             | 75,00 €    |
| Inox redukcija DN50/DN40 | Kupite 25% u zemlji | 20.10.2024<br>14:00:00 | 150,00<br>Jedinice | 8,00             | 1.200,00 € |
| Inox prirubnica DN50     | Kupite 25% u zemlji | 20.10.2024<br>14:00:00 | 200,00<br>Jedinice | 5,00             | 1.000,00 € |
| Inox koljeno DN50        | Kupite 25% u zemlji | 20.10.2024<br>14:00:00 | 200,00<br>Jedinice | 7,00             | 1.400,00 € |
| Lotni priključak DN40    | Kupite 25% u zemlji | 20.10.2024<br>14:00:00 | 100,00<br>Jedinice | 2,00             | 200,00 €   |

+385 51 651 484  
mmihaljevic5@student.uniri.hr  
<http://www.riteh.hr>

Termo Sušak d.o.o.  
Ulica Martina Kontuša 5  
51000 Rijeka  
Croatia

**TS #1/MO/00068****Responsible:**

Mateo Mihaljević

**Product:**

Proizvod C (trening)

**Quantity to Produce:**

1.00 Units

**Operations**

| Operation   | WorkCenter                   | Duration<br>(minutes) | Barcode |
|---|------------------------------|-----------------------|---------|
| Rezanje PVC cijevi DN50 na duljinu 400 mm                     | Radna stanica 1<br>(trening) | 2.00                  |         |
| Spajanje PVC cijevi DN50 duljine 400mm s koljenom DN50/90     | Radna stanica 1<br>(trening) | 0.50                  |         |
| Spajanje PVC koljena DN50 i redukcije DN50/DN32               | Radna stanica 2<br>(trening) | 0.50                  |         |
| Rezanje PVC cijevi DN32 na duljinu od 200 mm                  | Radna stanica 2<br>(trening) | 1.50                  |         |
| Spajanje PVC redukcije DN50/DN32 sa cijevi DN32 duljine 200mm | Radna stanica 2<br>(trening) | 0.50                  |         |

**Components**

| Product                             | To Consume | Barcode |
|-------------------------------------|------------|---------|
| PVC cijev DN 50 (trening)           | 1.00 Units |         |
| PVC cijev DN 32 (trening)           | 1.00 Units |         |
| PVC koljeno DN 50/90 (trening)      | 1.00 Units |         |
| PVC redukcija DN 50/DN 32 (trening) | 1.00 Units |         |



## Prilog D – Otpremnica



Termo Sušak d.o.o.  
Ulica Martina Kontuša 5  
51000 Rijeka  
Croatia

**Adresa za isporuku:**

FrigoTech d.o.o.  
Vukovarska avenija 17  
51000 Rijeka  
Hrvatska

# TS #1/OUT/000

**Narudžba:**  
S0001

**Datum otpreme:**  
06.11.2024 22:18:45

| PROIZVOD   | NARUČENO       | ISPORUČENO     |
|------------|----------------|----------------|
| Proizvod A | 50,00 Jedinice | 50,00 Jedinice |
| Proizvod B | 50,00 Jedinice | 50,00 Jedinice |
| Proizvod C | 50,00 Jedinice | 50,00 Jedinice |
| Proizvod D | 50,00 Jedinice | 50,00 Jedinice |

+385 51 651 484  
mmihaljevic5@student.uniri.hr  
<http://www.riteh.hr>

Termo Sušak d.o.o.  
Ulica Martina Kontuša 5  
51000 Rijeka  
Croatia

Prilog E – Račun



Termo Sušak d.o.o.  
Ulica Martina Kontuša 5  
51000 Rijeka  
Croatia

FrigoTech d.o.o.  
Vukovarska avenija 17  
51000 Rijeka  
Hrvatska

## Račun INV/2024/0000

**Datum računa:** 26.10.2024      **Due Date:** 25.11.2024      **Delivery Date:** 23.10.2024      **Source:** S0001

| OPIS                                  | KOLIČINA       | JEDINIČNA CIJENA | POREZI              | IZNOS                                    |
|---------------------------------------|----------------|------------------|---------------------|--|
| Proizvod A                            | 50,00 Jedinice | 110,30           | Sale 25% in country | 5.515,00 €                               |
| Proizvod B                            | 50,00 Jedinice | 82,41            | Sale 25% in country | 4.120,50 €                               |
| Proizvod C                            | 50,00 Jedinice | 55,79            | Sale 25% in country | 2.789,50 €                               |
| Proizvod D                            | 50,00 Jedinice | 117,64           | Sale 25% in country | 5.882,00 €                               |
| Uvjet plaćanja: 30 dana               |                |                  |                     |  |
|                                       |                |                  |                     | <b>Osnovica</b> 18.307,00 €              |
| Payment Communication: INV/2024/00004 |                |                  |                     | PDV 25% 4.576,76 €                       |
|                                       |                |                  |                     | <b>Ukupno</b> 22.883,76 €                |
|                                       |                |                  |                     | <i>Plaćeno na 26.10.2024</i> 22.883,76 € |
|                                       |                |                  |                     | <b>Dospjeli iznos</b> 0,00 €             |

+385 51 651 484  
mmihaljevic5@student.uniri.hr  
<http://www.riteh.hr>

Termo Sušak d.o.o.  
Ulica Martina Kontuša 5  
51000 Rijeka  
Croatia