

Usporedba informacijskih sustava upravljanja proizvodnjom

Šikić, Ante

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:816828>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-02**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Ante Šikić

Zagreb, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Doc.dr.sc. Nataša Tošanović

Student:

Ante Šikić

Zagreb, 2024.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se svojim roditeljima na pruženoj podršci, razumijevanju i pomoći tijekom obrazovanja.

Zahvaljujem se Lovri Marasoviću na informacijama vezanim uz kompaniju HSTec.

Zahvaljujem se doc.dr.sc Miri Hegediću te mentorici doc.dr.sc Nataši Tošanović na pruženoj pomoći.

Ante Šikić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za završne i diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo
materijala i mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu	
Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa: 602 – 04 / 24 – 06 / 1	
Ur.broj: 15 – 24 –	

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Ante Šikić** JMBAG: **0035224747**

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Usporedba informacijskih sustava upravljanja proizvodnjom**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Comparison of manufacturing management information systems**

Opis zadatka:

U suvremenom poslovnom okruženju, integracija ERP (*engl. Enterprise Resource Planning*) i MES (*engl. Manufacturing Execution Systems*) sustava igra ključnu ulogu u upravljanju proizvodnim procesima. ERP sustavi pružaju platformu za upravljanje poslovnim resursima, financijama i ljudskim resursima, dok MES sustavi omogućuju učinkovito upravljanje proizvodnim operacijama u pogonu, uključujući praćenje proizvodnje u stvarnom vremenu, upravljanje kvalitetom i održavanjem. Sinergija ovih sustava omogućuje proizvodnim kompanijama da postignu veću efikasnost, smanje troškove i poboljšaju kvalitetu proizvoda.

U radu je potrebno:

1. Definirati i istražiti informacijske sustave za upravljanje proizvodnjom, objasniti osnovne funkcionalnosti i prednosti MES i ERP sustava, te kako se oni međusobno povezuju i doprinose efikasnosti proizvodnih operacija.
2. Istražiti informacijske sustave te usporediti različite dostupne ERP i MES sustave na tržištu, s fokusom na njihove specifične mogućnosti, tehnološke platforme i primjenu u industrijskom okruženju.
3. Odabrati jednu kompaniju i opisati njihov informacijski sustav kao primjer, detaljno opisati trenutno korišteni ERP sustav i njegovu povezanost s njihovim MES sustavom, te kako ova integracija utječe na operativne procese.
4. Opisati Odoo sustav za upravljanje i usporediti ga s postojećim sustavom u kompaniji. Opisati njegove prednosti i slabosti u odnosu na postojeći sustav, s posebnim osvrtom na integraciju MES funkcionalnosti.
5. Na temelju usporedbe i identificiranih potreba formulirati prijedloge za unaprjeđenje postojećih sustava ili potpunu zamjenu sustava. Uključiti tehničke, operativne te ukoliko je moguće i financijske aspekte predloženih unaprjeđenja.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:

Datum predaje rada:

Predviđeni datumi obrane:

13. 9. 2024.

2. rok (izvanredni): 11. 7. 2024.
3. rok: 19. i 20. 9. 2024.

2. rok (izvanredni): 15. 7. 2024.
3. rok: 23. 9. – 27. 9. 2024.

Zadatak zadao:

Predsjednik Povjerenstva:

doc. dr. sc. **Nataša Tošanović**

prof. dr. sc. **Damir Godec**

SADRŽAJ

POPIS SLIKA	VII
POPIS TABLICA.....	VIII
POPIS OZNAKA	IX
SAŽETAK.....	X
SUMMARY	XI
1. UVOD.....	1
2. INFORMACIJSKI SUSTAVI ZA UPRAVLJANJE PROIZVODNOM	2
2.1. MES sustavi	2
2.1.1. Prednosti MES sustava	3
2.1.2. Osnovne funkcionalnosti MES sustava	4
2.2. ERP sustavi	5
2.2.1. Prednosti ERP sustava	6
2.2.2. Funkcionalnosti ERP sustava.....	7
2.3. Povezanost MES i ERP sustava	8
3. DOSTUPNI MES I ERP SUSTAVI NA TRŽIŠTU	10
3.1. Siemens Opcenter	10
3.2. Rockwell Automation FactoryTalk.....	12
3.3. SAP	13
3.4. Oracle ERP.....	14
3.5. Microsoft Dynamics 365	15
3.6. Odoo.....	17
3.7. GoSoft.....	18
3.8. Ascalia.....	20
4. INFORMACIJSKI SUSTAV UPRAVLJANJA PROIZVODNOM KOMPANIJE HSTEC BRAND OF CHIRON GROUP.....	23
4.1. O kompaniji.....	23
4.2. Trenutni ERP sustav u kompaniji	24
4.3. Unaprjeđenja poslovnih procesa zahvaljujući implementaciji SAP S/4 HANA	25
4.4. Integracija MES i ERP sustava	28
5. ODOO.....	31
6. USPOREDBA ODOO I SAP S4/ HANA SUSTAVA ZA UPRAVLJANJE PODUZEĆEM.....	36
6.1. Prilagodljivost sustava u ovisnosti o veličini poduzeća.....	36
6.2. Cijena	36
6.3. Izobrazba djelatnika	37
6.4. Integracija MES funkcija	37
7. MOGUĆA UNAPRJEĐENJA SUSTAVA.....	40

7.1. Zamjena SAP S/4HANA sustava Odoo sustavom.....	40
7.2. Moguća unaprjeđenja unutar trenutnog ERP sustava	41
7.2.1. Tehnička unaprjeđenja	41
7.2.2. Operativna unaprjeđenja	41
8. ZAKLJUČAK.....	43
9. LITERATURA	44

POPIS SLIKA

Slika 1. Korisničko sučelje softvera Siemens Opcenter [11]	12
Slika 2. Korisničko sučelje SAP softvera [15]	14
Slika 3. Funkcionalnosti Microsoft Dynamics 365 ERP sustava [19]	17
Slika 4. Dijagram Odoo modula [20]	18
Slika 5. Robotska ćelija u proizvodnoj hali [25]	23
Slika 6. Proizvodna i servisna hala HSTEC-a [28]	25
Slika 7. Odabir modula kroz korisničko sučelje Odoo softvera [29]	32
Slika 8. Odoo open source kod [31]	33
Slika 9. Prikaz radnih centara unutar modula za praćenje proizvodnje [29].....	34
Slika 10. Prikaz analitike prodaje unutar modula za prodaju [29]	34
Slika 11. Prikaz modula za računovodstvo [29].....	35

POPIS TABLICA

Tablica 1. Unaprjeđenja poslovnih procesa [26]..... 25
Tablica 2. Prednosti i nedostaci Odoo i SAP S/4HANA sustava 37

POPIS OZNAKA

Oznaka	Opis
AI	Umjetna inteligencija (eng. <i>Artificial Inteligence</i>)
CRM	Upravljanje odnosa s klijentima (eng. <i>Customer Relationship Management</i>)
ERP	Upravljanje resursima poduzeća (eng. <i>Enterprise Resource Management</i>)
IoT	Internet stvari (eng. <i>Internet of Things</i>)
IT	Informacijska tehnologija (eng. <i>Information Technology</i>)
KPI	Ključni pokazatelj uspješnosti (eng. <i>Key Performance Indicator</i>)
MES	Sustav za izvršavanje proizvodnje (eng. <i>Manufacturing Execution System</i>)
MESA	eng. <i>Manufacturing Enterprise Solutions Association</i>
OEE	Ukupna učinkovitost opreme (eng. <i>Overall Equipment Effectiveness</i>)
PLM	Upravljanje životnim ciklusom proizvodna (eng. <i>Product Lifecycle Management</i>)
R&D	Istraživanje i razvoj (eng. <i>Research and development</i>)
RFID	Identifikacija radio frekvencije (eng. <i>Radio-frequency identification</i>)

SAŽETAK

U ovom radu je obrađena usporedba informacijskih sustava za upravljanje proizvodnjom s naglaskom na ERP (eng. *Enterprise Resource Planning*) i MES (eng. *Manufacturing execution system*) sustave. Opisani su neki dostupni sustavi na tržištu te su odabrana dva najučestalija i uspoređena. Opisan je sustav za upravljanje proizvodnjom kompanije HSTEC kao i njihov postupak praćenja proizvodnje te je dana usporedba sa drugim sustavom kako bi se ustanovilo može li promjena takvog sustava donijeti unaprjeđenje proizvodnom procesu.

Ključne riječi: Upravljanje proizvodnjom, informacijski sustavi, proizvodni sustavi, optimizacija poslovnih procesa, ERP, MES

SUMMARY

The subject of this paper is the comparison of information systems for production management, with a focus on ERP (Enterprise Resource Planning) and MES (Manufacturing Execution System) systems. Several available systems on the market are described, and two of the most commonly used ones are selected and compared. The production management system of the company HSTEC is described, along with their production tracking process and a comparison is made with another system to determine whether transitioning to a different Enterprise Resource Planning system could bring improvements to the production process.

Keywords: Production management, information systems, production systems, business process optimization, ERP, MES

1. UVOD

Razvojem proizvodnje i rastom proizvodnih poduzeća javlja se i potreba za sve kompleksnijim načinima upravljanja proizvodnjom. Pod upravljanjem proizvodnjom podrazumijeva se rješavanje problema organizacijske, tehničke i ekonomske prirode, a sve s ciljem smanjenja troškova proizvodnje i vremena isporuka proizvoda ili usluga pritom pružajući što veću kvalitetu. Proizvodni sustavi također su određeni tehnološkim aspektima, kao što su sam proizvod i proizvodna oprema te organizacijskim aspektom kao što je vremenski rok odvijanja. Zadatak organizacije i upravljanja proizvodnjom je upravo usklađivanje navedenih aspekata [1]. Zbog zahtjeva današnjeg vrlo dinamičnog i zahtjevnog tržišta, najefikasniji način za postizanje što veće efikasnosti, fleksibilnosti i kvalitete u proizvodnim procesima je upravo korištenje informacijskih sustava upravljanja proizvodnjom. Radi olakšanog upravljanja cjelokupnim poduzećem, moderni informacijski sustavi, pored osnovne funkcije upravljanja proizvodnjom, pružaju i mogućnost upravljanja i nadzora financija, praćenje stanja zaliha, upravljanje skladištima i sl [2]. Sustavi koji objedinjuju sve te funkcije nazivaju se ERP sustavi te će biti detaljnije obrađeni u sljedećim poglavljima ovog rada. Danas postoji opširan izbor različitih ERP sustava koji sadrže različite funkcije za olakšavanje upravljanja proizvodnjom. Na taj način većina proizvodnih poduzeća može pronaći sebi sukladan softver. Dakle, informacijski sustavi se koriste za manipulaciju i pohranjivanje informacija, što se ostvaruje djelovanjem informacijskog sustava u interakciji s korisničkim i objektnim sustavom. Objektni sustav u ovoj tematici odnosi se najčešće na proizvodna poduzeća i integriraju entitete kao što su organizacija, radno osoblje, proizvodi i poslovni događaji [3]. Uz ERP sustave u upravljanju proizvodnjom javljaju se i MES sustavi. Oni su fokusirani na procese i operacije unutar tvornice, od ulaza sirovih materijala do izlaza gotovih proizvoda [4]. ERP i MES sustavi rade zajedno kako bi se omogućilo upravljanje svim područjima poduzeća na što je moguće efikasniji način.

2. INFORMACIJSKI SUSTAVI ZA UPRAVLJANJE PROIZVODNOM

2.1. MES sustavi

MES (eng. *Manufacturing Execution System*) sustav je softverski sustav koji nadzire, prati, dokumentira i kontrolira procese proizvodnje, od sirovih materijala do gotovih proizvoda [5]. On omogućava menadžerima pristup podacima iz proizvodnih pogona, a sve u svrhu povećanja produktivnosti, efikasnosti te olakšavanja donošenja odluka vezanih za optimizaciju proizvodnih procesa. MES omogućava praćenje svakog koraka u proizvodnom procesu, od nabave materijala, preko upravljanja strojevima i radnicima, do praćenja gotovih proizvoda i njihove isporuke. Kroz centralizirano prikupljanje podataka u stvarnom vremenu, MES pomaže tvrtkama da minimiziraju zastoje, otklone uska grla u proizvodnji te poboljšaju cjelokupnu kvalitetu proizvoda. Jedna od ključnih funkcionalnosti MES sustava je upravljanje radnim nalogima i resursima, uključujući radnu snagu, strojeve i opremu. Time se optimizira raspoređivanje poslova i korištenje resursa, čime se smanjuju operativni troškovi [6]. MES sustav također olakšava praćenje usklađenosti sa standardima kvalitete i industrijskim regulativama, što je ključno za industrije s visokim zahtjevima za sigurnost i preciznost, poput farmaceutske i automobilske industrije. U današnje doba učestala je i integracija MES sustava sa tehnologijama poput Interneta stvari (IoT) i umjetne inteligencije (AI). Kroz povezivanje strojeva, senzora i drugih proizvodnih uređaja, MES sustavi omogućuju naprednu automatizaciju i optimizaciju proizvodnih operacija [6]. Usklađivanje s konceptom Industrije 4.0 omogućava tvrtkama da digitaliziraju svoje proizvodne procese i postignu veću fleksibilnost i prilagodljivost promjenama u proizvodnim linijama. Integracija MES u ERP sustav omogućuje poduzećima sinkronizaciju poslovnih funkcija s proizvodnim operacijama. Integracija ovih sustava stvara jedinstveni izvor podataka koji omogućava bolje planiranje, praćenje financija, te efikasniju nabavu i iskorištavanje resursa. Sustavi poput SAP-a, Siemens Opcentera ili Rockwell Automation FactoryTalka, pružaju napredne alate za planiranje, analizu i optimizaciju, čime se poboljšava produktivnost i smanjuju gubici i troškovi. Osim toga, pomažu u održavanju visoke razine kvalitete proizvoda kroz automatsko praćenje odstupanja i analizu podataka u stvarnom vremenu, čime omogućuju brzo reagiranje na probleme u proizvodnom procesu. MES sustavi su u današnjem industrijskom okruženju neophodni tvrtkama da održe konkurentsku

prednost kroz povećanje fleksibilnosti, smanjenje troškova i održavanje visoke razine kvalitete proizvoda [6].

2.1.1. Prednosti MES sustava

Prednosti implementacije MES sustava u proizvodne pogone su [5]:

- Lakša kontrola kvalitete – podatci o kontroli kvalitete u stvarnom vremenu omogućavaju trenutno zaustavljanje proizvodnje prilikom identifikacije kvarova ili pogrešaka u sustavu. To omogućava bržu reakciju na probleme u sustavu te samim time i kraće vrijeme koje sustav provodi van pogona. Smanjuje se količina otpada i škarta te potreba za dodatnom obradom.
- Smanjenje zaliha – podatci o dostupnosti materijala se ažuriraju u skladu s tokom proizvodnje tako da je olakšano praćenje zaliha i nabava materijala što rezultira smanjenjem potrebnih zaliha.
- Povećana ukupna učinkovitost opreme (OEE) – MES sustav organizira proizvodnju balansiranjem dostupnih resursa, materijala, opreme i osoblja. Također MES sustav planira i održavanje opreme kako bi se gubitci zbog održavanja sveli na minimum te povećalo vrijeme rada strojeva i ukupna učinkovitost opreme.
- Olakšana administracija – digitalizacijom nekadašnje papirnate administracije smanjuje se mogućnost ljudske pogreške te ubrzava tok informacija u proizvodnom poduzeću. Informacije o proizvodnji se ažuriraju u stvarnom vremenu te su odmah dostupne menadžmentu poduzeća radi lakšeg i bržeg donošenja potrebnih odluka.

- Praćenje proizvoda u proizvodnji – MES sustav omogućuje praćenje proizvoda u svim fazama proizvodnje. To olakšava praćenje skladnosti proizvoda s potrebnim normama ili regulativama.

2.1.2. Osnovne funkcionalnosti MES sustava

Udruga MESA (eng. *Manufacturing Enterprise Solutions Association International*) je 1997. godine definirala 11 osnovnih funkcija za upravljanje proizvodnjom [5]. Unatoč razvoju proizvodnje i sustava za upravljanje proizvodnjom kroz godine, navedenih 11 funkcija relevantne su i danas te predstavljaju temelj za vođenje proizvodnih pogona. Ključne funkcije za današnje sustave upravljanja proizvodnjom su [5]:

1. Dodjeljivanje i status resursa,
2. Detaljno vremensko planiranje operacija,
3. Slanje proizvodnih zadataka na proizvodne jedinice,
4. Upravljanje dokumentima kao što su radne upute, tehnički crteži i zapisnici tj. papirnata administracija povezana s proizvodnim procesima,
5. Prikupljanje i analiza podataka u stvarnom vremenu,
6. Raspodjela rada i radnih zadataka,
7. Upravljanje kvalitetom i praćenje odstupanja,
8. Upravljanje procesima,
9. Upravljanje i planiranje održavanja opreme,
10. Praćenje proizvoda u svim ciklusima i genealogija,
11. Analiza performansi i usporedba rezultata.

2.2. ERP sustavi

Pojam ERP (eng. *Enterprise Resource Planning*) odnosi se na vrstu softvera kojeg poslovne organizacije upotrebljavaju za upravljanje proizvodnje i ostalih poslovnih aktivnosti kao što su upravljanje ljudskim resursima, računovodstvo, nabava, upravljanje projektima, upravljanje aktivnostima proizvodnog lanca itd [7]. ERP sustavi omogućuju povezivanje poslovnih procesa i ubrzavaju te olakšavaju protok informacija među njima. Prikupljanjem zajedničkih transakcijskih podataka poduzeća iz više različitih izvora ERP sustavi otklanjaju dupliciranje podataka i osiguravaju integritet podataka iz jedinstvene baze podataka [7]. ERP sustavi podržavaju automatizaciju proizvodnje. Oni se sastoje od integriranih modula i različitih poslovnih aplikacija koje međusobno dijele podatke [7]. Moduli su osmišljeni na način da se baziraju na jedno područje kao na primjer financije, računovodstvo, nabava, prodaja, itd. Moduli međusobno komuniciraju što rezultira olakšanim upravljanjem poduzećem. U današnje doba ERP sustavi su ključni za upravljanje poduzećima, od malih poduzeća pa sve do velikih korporacija [7]. Sustav za planiranje poslovnih resursa može biti implementiran lokalno ili u oblaku, gdje se pohranjuju informacije vezane za sve aspekte poslovanja. ERP sustavi korisni su za upravljanje i rukovanje informacijama vezanim za proizvodnju, nabavu, distribuciju, financije i financijsko upravljanje, raspoređivanje zadataka i upravljanje ljudskim resursima, izvršavanje računovodstvenih zadataka, upravljanje lancem opskrbe, olakšavanje kontakta s dobavljačima, upravljanje odnosa s kupcima, upravljanje životnim vijekom proizvoda i slično [7]. Prilagodljivi su za sve veličine poduzeća. Sa sve većom potrebom za ERP sustavima te sve većim očekivanjima od njih i njihovih funkcija javlja se i sve više dostupnih opcija od različitih proizvođača. Korištenje ERP sustava u vođenju poslovanja uvelike olakšava upravljanje financijama [7]. Pojam financije se odnosi na financijski odjel organizacije te se njima upravlja pomoću modula za financijsko računovodstvo, računovodstvo pomoćnih knjiga, analitičko računovodstvo, računovodstveno čvorište, obaveze i potraživanja, upravljanje prihodom, fakturiranje, dotacije, upravljanje rashodima, upravljanje projektima, upravljanje imovinom, knjiženje ulaganja te naplatu [7]. Modul financija pruža mogućnost izvještavanja i analize koje su u skladu sa zahtjevima nadležnih tijela. Također pruža mogućnost izrade periodičnih financijskih izvještaja za javne organizacije koje takve izvještaje moraju podnositi periodično nadležnim institucijama. Korištenje ERP sustava nije

ograničeno samo na proizvodna poduzeća [7]. Na primjer, neki ERP sustavi pružaju mogućnost integracije s aplikacijama za šaltersko poslovanje npr. u hotelima. Kod sustava što funkcioniraju na cloud principu često su implementirane i druge nove tehnologije poput interneta stvari (IoT), blockchain-a, umjetne inteligencije, strojnog učenja i sličnih, a sve u cilju povećanja produktivnosti i fleksibilnosti poduzeća [7]. Što se tiče same strukture, ERP sustavi su dizajnirani oko centralizirane strukture podataka koja se temelji na zajedničkoj bazi podataka, čime se omogućuje jedinstvena i konzistentna upotreba podataka kroz cijelo poduzeće. Ova baza podataka osigurava da su svi podaci standardizirani i dijeljeni među različitim poslovnim funkcijama poput financija, ljudskih resursa, inženjeringa, marketinga i operacija. Povezivanjem poslovnih procesa putem ERP sustava, stvara se integrirani okvir koji omogućuje optimizaciju tijekova rada, poboljšanje komunikacije i bržu obradu podataka [7]. Na taj način ERP sustavi omogućuju povezivanje korisnika, procesa i tehnologija unutar organizacije, pružajući jednostavno i cjelovito rješenje za upravljanje ključnim poslovnim funkcijama. Kroz ERP, organizacije mogu bolje koordinirati svoje aktivnosti, smanjiti operativne troškove i poboljšati efikasnost donošenja odluka temeljenih na stvarnim, ažuriranim podacima [7]. Uz ERP, tvrtke imaju centralizirani pristup podacima što smanjuje dupliciranje i neusklađenost podataka, te omogućuje bolju suradnju između različitih poslovnih jedinica. Ova integracija pomaže u unapređenju produktivnosti i pružanju točnih informacija u realnom vremenu, što olakšava praćenje i optimizaciju poslovnih procesa.

2.2.1. Prednosti ERP sustava

Budući da su ERP sustavi prilagodljivi poduzeću s različitim modulima tako variraju i prednosti koju ti sustavi pružaju. Glavne prednosti koje svaki ERP sustav može pružiti određenom poduzeću su **[8]**:

- Povećana produktivnost – automatizacija poslovnih procesa omogućuje veću produktivnost te smanjuje mogućnost ljudske pogreške,
- Detaljni uvid – jednostavan pristup informacijama iz svih područja poduzeća,
- Brzi izvještaji – analiza podataka o poslovanju u stvarnom vremenu omogućuje brže donošenja odluka u svrhu poboljšanja performansi,
- Smanjenje rizika – lakša kontrola poslovanja omogućuje usklađenost s regulativama i normama,
- Pojednostavljen IT - dodavanjem raznih modula u ERP sustav eliminira se potreba za korištenjem više različitih softvera,
- Poboljšana upravljivost – zahvaljujući dostupnosti podataka u stvarnom vremenu moguće je brže reagirati na probleme ili nove poslovne prilike.

2.2.2. *Funkcionalnosti ERP sustava*

Funkcionalnosti ERP sustava su [8]:

- Financije i računovodstvo – upravljanje potraživanjima i obavezama, vođenje poslovnih knjiga, izvještaji, praćenje proračuna i troškova
- Ljudski resursi – praćenje prisutnosti i radnog vremena, dodjela zadataka, obračun plaća, praćenje usklađenosti s propisima
- Lanac opskrbe i nabava – upravljanje logistikom, nabavom, zalihama, planiranje ponude i potražnje te upravljanje distribucijom
- Prodaja i marketing – praćenje prodajnih prilika, analitika, izvještaji o prodaji, marketinške kampanje
- Proizvodnja – planiranje i izvršavanje proizvodnih procesa, kontrola kvalitete
- Analitika i izvještavanje – podatci o poslovanju i fazama proizvodnih procesa dostupni u svakom trenu
- R&D – (eng. *Research and development*) alati za istraživanje i razvoj proizvoda, cjeloživotno upravljanje proizvodom (eng. *Product Lifecycle Management*),

- Upravljanje imovinom poduzeća – olakšava prediktivno održavanje, operacije i planiranje rasporeda, planiranje imovine kod poduzeća s velikom imovinom.

2.3. Povezanost MES i ERP sustava

MES i ERP sustavi koriste se zajedno u današnjim poduzećima. ERP sustav se fokusira na prikupljanje podataka o poslovanju, upravljanje rasporedima u pogonu, korištenje resursa, planiranje nabave i isporuke, planiranje financija i prikupljanje informacija o poslovanju [8]. S druge strane, MES sustavi fokusirani su na upravljanje proizvodnih operacija i prikupljanje informacija s proizvodnih linija u stvarnom vremenu. ERP sustavi pružaju informacije o tome što i kada treba proizvesti dok MES sustav korištenjem tih informacija određuje kako što efikasnije proizvesti tražene proizvode [8]. Simultanim korištenjem ovih dvaju sustava dobiva se na fleksibilnosti poduzeća te olakšava donošenje odluka po pitanju optimizacije proizvodnih pogona. ERP sustav daje opširne informacije o poslovanju i odgovoran je za dugoročno planiranje i strategiju, dok MES sustav osigurava da se svakodnevni operativni zadaci obavljaju učinkovito. Na primjer, ERP sustav može odrediti kada treba naručiti sirovine, dok MES sustav prati stvarni status proizvodnje koristeći informacije u stvarnom vremenu kako bi optimizirao tijekove rada, te identificirao potencijalna uska grla ili nepravilnosti. Integracija ova dva sustava omogućava neprekinut tok informacija između poslovnih i proizvodnih operacija. MES sustav pruža informacije o trenutnom stanju proizvodne linije, potrošnji resursa, kvaliteti proizvoda, i mogućim zastojeima [9]. ERP sustav pomoću tih informacija olakšava planiranje i strategiju proizvodnje. Integracija također pomaže u smanjenju zaliha i optimizaciji korištenja resursa jer MES sustav osigurava precizne podatke o stvarnoj potrošnji i performansama proizvodnih strojeva što omogućuje ERP sustavu prilagodbu planova u stvarnom vremenu. Kako bi se što bolje moglo što bolje reagirati na nove proizvodne prilike ili ukloniti zastoje bitna je i brzina donošenja odluka. Integracija MES i ERP sustava ubrzava donošenje odluka jer podatci putuju automatski između MES i ERP sustava umjesto da se čeka na ručni unos podataka ili dugotrajan prijenos informacija između dvaju ili više različitih

sustava. Ovo čini poduzeće agilnijim i prilagodljivim promjenama na tržištu te na taj način može pratiti današnje zahtjeve tržišta koji su vrlo dinamični [9]. Također kako bi se postigla što veća kvaliteta proizvoda, integracija omogućuje praćenje svih faza proizvodnje, od sirovina do gotovih proizvoda, i prikupljanje podataka o kvaliteti proizvoda u stvarnom vremenu. Ovi podaci mogu se koristiti za analizu i izvještavanje u ERP sustavu, omogućujući poduzećima brže identificiranje i rješavanje problema s kvalitetom.

3. DOSTUPNI MES I ERP SUSTAVI NA TRŽIŠTU

U današnjem konkurentnom i izrazito tehnološki naprednom poslovnom okruženju javlja se sve veća potreba za MES i ERP softverima. Zahvaljujući toj velikoj potražnji za softverskim rješenjima postoji velik izbor različitih MES i ERP softvera na tržištu. Neki od softvera pružaju funkcionalnosti MES i ERP sustava u jednom softveru dok su drugi usmjereni na samo jedno od navedenog. Najčešće korišteni softveri u današnje doba su Siemens Opcenter, Rockwell Automation FactoryTalk, SAP S/4HANA, Oracle ERP Cloud, Microsoft Dynamics 365, Odoo, GoSoft, Ascalia, Delmia itd. [10]U nastavku teksta će biti opširnije opisane funkcionalnosti svakog od navedenih softvera.

3.1. Siemens Opcenter

Siemens Opcenter je sveobuhvatan MES sustav koji pruža detaljno praćenje i upravljanje proizvodnim operacijama te predstavlja dobro rješenje za tvrtke koje žele povećati razinu učinkovitosti i kvalitete [11]. Značajke i glavne funkcije ovog sustava su [11]:

- praćenje i kontrola proizvodnje u stvarnom vremenu što uključuje praćenje rada strojeva, toka materijala te radne snage
- automatska inspekcija, praćenje devijacija i upozoravanje na nesukladnosti kako bi se postigla što je veća moguća razina kvalitete
- alati za bolje planiranje, raspoređivanje i korištenje resursa
- laka integracija s ERP sustavima kao što su SAP i Oracle
- napredni analitički alati koji pružaju detaljnu analizu podataka prikupljenih u proizvodnim pogonima

Prednosti korištenja Siemens Opcenter sustava su povećana produktivnost, viša razina kvalitete u proizvodnji, niži troškovi proizvodnje, bolje iskorištavanje resursa, brži pristup informacijama što omogućuje brže donošenje odluka te lakše praćenje sukladnosti proizvoda i proizvodnih sustava sa zadanim regulativama [11]. Ovaj sustav se vrlo jednostavno integrira s ostalim Siemens softverima. Vrlo često se koristi u industrijama poput kemijske i prehrambene. Dva značajnija modula unutar Siemens Opcenter sustava su Siemens Opcenter Execution Process i Siemens Opcenter

Specification. Siemens Opcenter Execution Process je MES rješenje tvrtke Siemens.

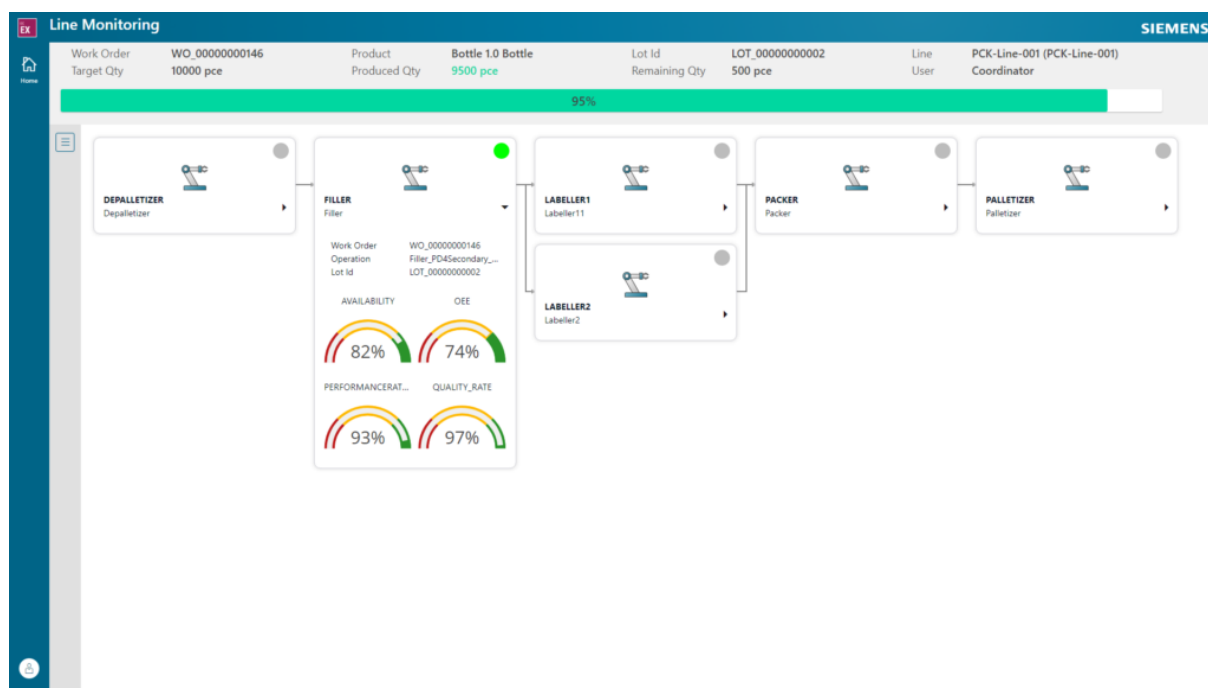
Njegove glavne značajke su [12]:

1. Osiguravanje visokog stupnja kvalitete: poboljšanje učinkovitosti upravljanja narudžbama te praćenje procesa proizvodnje u stvarnom vremenu.
2. Visoki stupanj vertikalne integracije
3. Upravljanje materijalima: praćenje dolaznih sirovina te npr. u slučaju prehrambene industrije praćenje specifikacija ulaznih sirovina (kiselost, viskoznost) i vremenski osjetljivih parametara poput rokova trajanja.
4. Uzorkovanje i testiranje kvalitete: mogućnost testiranja ključnih karakteristika sirovina te poluproizvoda i gotovih proizvoda. Usklađivanjem MES sustava sa softverom za upravljanje laboratorijskim informacijama moguće je upravljanje testiranjima na uzorcima.
5. Implementacija fleksibilne platforme i aplikacije: implementacija Siemens Opcenter sustava planira se na način da se izvodi slojevito kako bi prošla uz što manje zastoja i poteškoća.

Siemens Opcenter Specification je sustav za upravljanje specifikacijama proizvoda i materijala unutar proizvodnog poduzeća. Osigurava konzistentnost podataka te njihovu brzu razmjenu unutar Siemens Opcenter ERP sustava. Glavne značajke Siemens Opcenter Specification sustava su [13]:

1. Jedinствена база података: Specifikacije materijala i informacije o proizvodima nalaze se u jednoj bazi podataka čime se uklanja vjerojatnost pojave duplikata, ubrzava protok informacija te povećava točnost.
2. Napredne mogućnosti pretraživanja i filtriranja podataka: jedna od ključnih prednosti Opcenter Specification-a je njegova sposobnost za brzo smanjenje vremena odgovora korištenjem naprednih mogućnosti pretraživanja i filtriranja podataka. Time se povećava efikasnost jer korisnici mogu u stvarnom vremenu donositi odluke vezane za proizvodnju.

3. Olakšana komunikacija s dobavljačima: dobavljači mogu izravno unijeti specifikacije svojih materijala, čime se eliminiraju greške u prijenosu podataka.
4. Usklađenost s regulativama: npr. na temelju sastavnica materijala, sustav automatski generira podatke o sastojcima, nutritivnim vrijednostima i alergenima, čime omogućuje tvrtkama da brzo i točno odgovore na regulatorne zahtjeve.



Slika 1. Korisničko sučelje softvera Siemens Opcenter [11]

3.2. Rockwell Automation FactoryTalk

Rockwell Automation FactoryTalk sustav je skup softverskih rješenja za upravljanje proizvodnim procesima. Ovaj softver također sadrži značajke kao što su praćenje toka proizvodnje u stvarnom vremenu, prikupljanje, pohrana i analiza

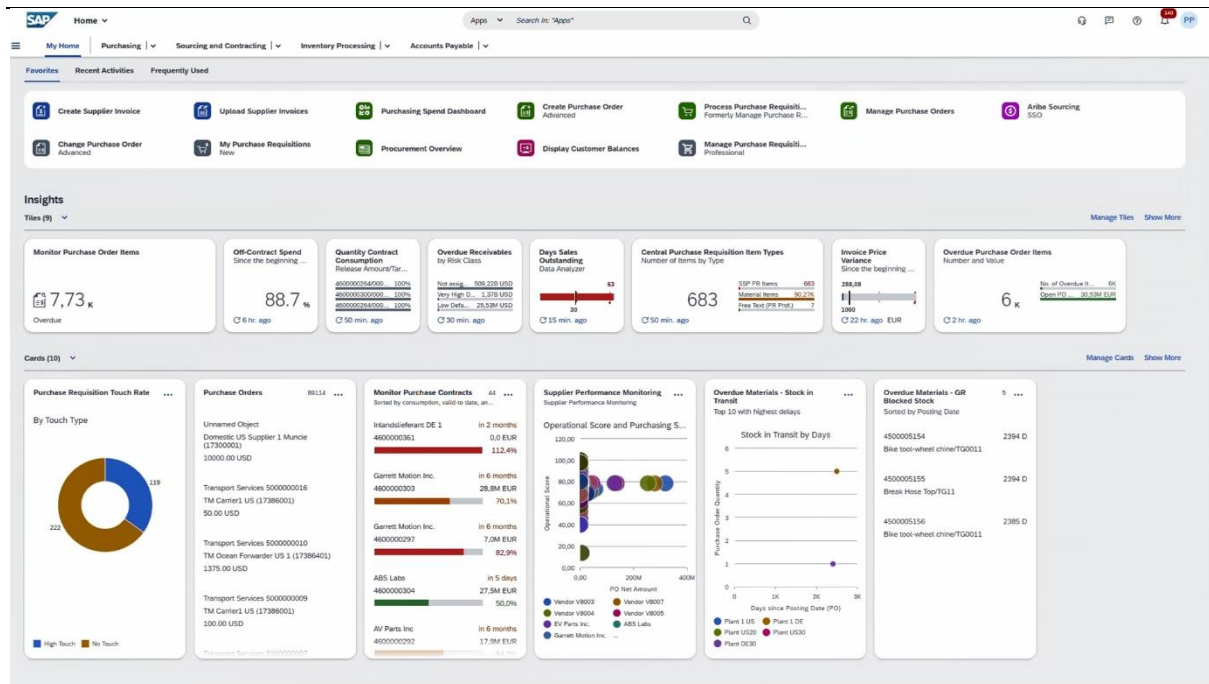
podataka iz proizvodnih pogona, praćenje kvalitete, mogućnost automatizacije kontrole kvalitete te upravljanje resursima [14]. Za razliku od prethodno navedenog Siemens Opcenter softvera koji je dio Siemens sustava za upravljanje cjelokupnim poduzećem, Rockwell Automation FactoryTalk je više usmjeren na samo praćenje proizvodnje i upravljanje proizvodnim procesima. Kako bi se uz korištenje ovog softvera stvorio koherentan sustav upravljanja poduzećem, omogućena je jednostavna integracija sa ERP sustavima kao što su SAP i Oracle [14]. Na taj način se dobiva nadzor i upravljanje nad poslovnim i proizvodnim operacijama. Prednosti ovog sustava su povećanje produktivnosti i kvalitete, usklađenost s normama, agilnost proizvodne linije te mogućnost visokog stupnja automatizacije proizvodnih procesa [14]. Zahvaljujući mogućnosti integracije s postojećim kontrolnim sustavima, ovaj softver je pogodan za industrije poput automobilske, elektroničke itd.

3.3. SAP

SAP je jedan od najčešće korištenih ERP sustava u industriji jer omogućuje upravljanje svim aspektima poslovanja. Ovaj ERP sustav sadrži modularnu strukturu što omogućava poduzećima da implementiraju one module koji su im potrebni ovisno o njihovoj djelatnosti [15]. Modularna struktura ga čini lako prilagodljivim svim granama industrije. Glavni moduli su [15] :

- Financije
- Proizvodnja
- Lanac opskrbe
- Nabava
- Prodaja
- Upravljanje poslovnim procesima

Glavne prednosti korištenja SAP-a kao ERP sustava su vrlo laka implementacija, dobra prilagodljivost poduzećima, usklađenost sa globalnim regulativama te detaljni izvještaji zahvaljujući jakim alatima za analitiku i izvještavanje [15]. To dovodi do smanjenja troškova poslovanja te povećanja efikasnosti pogona.



Slika 2. Korisničko sučelje SAP softvera [15]

3.4. Oracle ERP

Oracle ERP je također često korišten sveobuhvatan softver razvijen od strane Oracle Corporation. Ima raznoliku primjenu zahvaljujući svojoj funkcionalnosti i prilagodljivosti. Poput prethodno navedenog SAP ERP sustava, Oracle se također sastoji od različitih modula koji olakšavaju upravljanje poduzećem [16]. Ti moduli su: financije, upravljanje projektima, nabava, upravljanje rizicima i usklađenost s propisima, upravljanje performansama poduzeća i ERP analitika [16]. Jedna od najvećih prednosti Oracle ERP sustava je skalabilnost koja omogućuje proširenje poslovanja i rast poduzeća bez potrebe za značajnijim promjenama u IT sustavima. Također, softver nudi tvrtkama da biraju između 3 modela implementacije: on-premises, cloud i hibridni mode [16]. Prvi On-premises model podrazumijeva instalaciju i rad Oracle ERP sustava na serverima unutar poduzeća. Nadalje Cloud model podrazumijeva korištenje sustava na Oracle serverima te na taj način pruža veliku fleksibilnost i lako se implementira [16]. Konačno, Hibridni model podrazumijeva kombinaciju prethodne dvije implementacije što omogućava poduzećima da zadrže ključne aplikacije te koriste cloud za neke druge funkcije. Uz implementaciju svega navedenog, Oracle ERP, kao i svaki drugi ERP sustav, pruža povećanje

produktivnosti, bolji pristup informacijama iz proizvodnih pogona, smanjenje troškova, smanjenje zastoja radi lakšeg dijagnosticiranja problema u proizvodnom sustavu te veću fleksibilnost.

3.5. Microsoft Dynamics 365

Microsoft Dynamics 365 je modularni softver koji kombinira ERP i CRM (eng. *Customer Relationship Management*) u jedan softver [17]. Sustav se sastoji od modula za prodaju, marketing, korisničku podršku kupcima, upravljanje lancem opskrbe, upravljanje financijama i upravljanje zadatcima na terenu kao što su proizvodnja, radni nalozi i mobilne aplikacije za tehničare [17]. Softver također koristi umjetnu inteligenciju kako bi optimizirao sustave te davao brža analitička izvješća te praćenje KPI (eng. *Key Performance Indicator*). Prednost ovog sustava je i laka implementacija te lako povezivanje s ostalim uslugama i softverskim rješenjima koje pruža Microsoft [17]. Korištenje ovog sustava trebalo bi dovesti do povećanja produktivnosti, smanjenja troškova te bolje usluge korisnicima. Glavne značajke i prednosti Microsoft Dynamics 365 sustava su [18]:

1. Modularna struktura: Microsoft Dynamics 365 ima modularnu strukturu što bi značilo da tvrtke mogu birati samo one funkcionalnosti tj. module koje su im potrebni za poslovanje. Ovaj pristup omogućava praćenje rasta tvrtke na način da se postupno uvode novi modula kako tvrtka raste, bez potrebe za preopterećivanjem sustava ili plaćanjem nepotrebnih funkcija. Ovo razlikuje Microsoft Dynamics 365 od nekih drugih ERP sustava koji zahtijevaju implementaciju cijelog paketa odjednom.
2. Integracija s Microsoft alatima: Jedna od velikih prednosti Dynamics 365 je njegova duboka integracija s drugim Microsoft proizvodima kao što su Office 365, Teams, itd. Ova povezanost omogućava jednostavnu suradnju unutar organizacije i brzu razmjenu podataka između različitih odjela. U usporedbi s nekim drugim ERP sustavima, gdje je integracija s ostalim alatima kompliciranija, Microsoft Dynamics 365 nudi jednostavnije povezivanje između poslovnih alata. Također ovo smanjuje potrebu za edukacijom djelatnika te vrijeme uhodavanja jer je većina djelatnika već priviknuta na korisnička sučelja Microsoftovih alata.

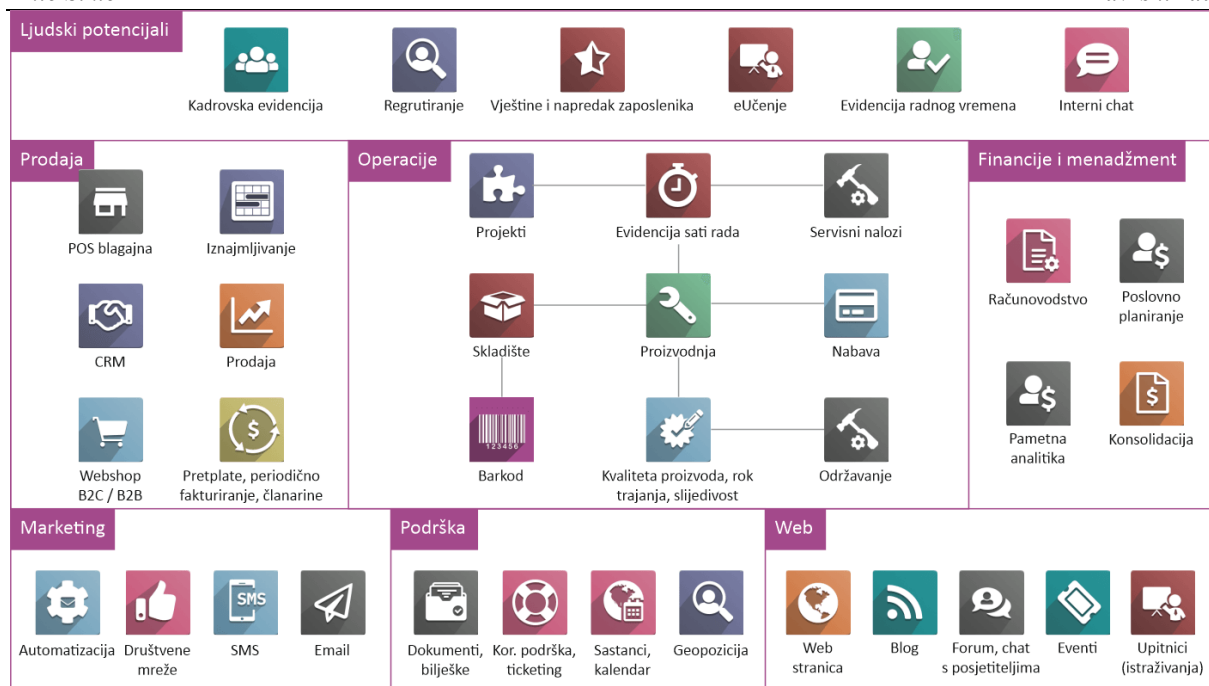
3. Sustav baziran na cloud tehnologiji: omogućuje tvrtkama jednostavan pristup podacima s bilo kojeg uređaja. Također smanjuje potrebu za fizičkim infrastrukturnim troškovima kao što su serveri. Microsoft Dynamics 365 je jedna od jačih cloud opcija na tržištu koja nudi izuzetnu sigurnost, skalabilnost i globalnu dostupnost, a sve to zahvaljujući podršci Microsoft Azure platforme te ostalih Microsoft sustava.
4. Korištenje umjetne inteligencije: kako bi optimizirao poslovne procese, pružao prediktivnu analitiku i davao preporuke za optimizaciju poslovnih sustava, Microsoft Dynamics 365 koristi umjetnu inteligenciju i strojno učenje. Ove napredne tehnologije olakšavaju i ubrzavaju donošenje odluka
5. Jednostavna implementacija sustava: zahvaljujući cloud tehnologiji implementacija je brza i jednostavna. Microsoft pruža detaljnu i kvalitetnu dokumentaciju i podršku kako bi se sustav implementirao uz što manje troškove.
6. Prilagodljivost veličini poduzeća: zahvaljujući modularnoj strukturi sustav je vrlo prilagodljiv. Tvrtke mogu prilagoditi korisničko sučelje i tijekove rada prema svojim specifičnim potrebama, što je ponekad izazovno kod drugih ERP sustava. Ovo također omogućava tvrtkama da rastu i dodaju nove funkcionalnosti kako se njihovo poslovanje širi. Visoka razina sigurnosti podataka: kao dio Microsoft sustava, Dynamics 365 koristi sigurnosne protokole Azure platforme koji pružaju visoku sigurnost pohranjenih podataka.
7. Napredna analitika: Pomoću integracije s Power BI, također Microsoftove platforme, Dynamics 365 nudi napredne mogućnosti za analizu podataka i stvaranje detaljnih izvještaja. Ovo omogućava detaljan pregled i praćenje ključnih pokazatelja uspješnosti, a samim time i bolji uvid u poslovanje tvrtke.



Slika 3. Funkcionalnosti Microsoft Dynamics 365 ERP sustava [19]

3.6. Odoo

Prema raznim recenzijama Odoo se smatra jednim od boljih ERP i CRM rješenja na današnjem tržištu [20]. Njegova modularna struktura pruža veliku prilagodljivost i fleksibilnost te je uz pristupačnu cijenu kompetentan skupljim softverima kao što su SAP, Oracle itd. Glavne funkcionalnosti Odoo softvera su: Upravljanje nabavom, prodajom, skladišnim kapacitetima, proizvodnjom, imovinom poduzeća, ljudskim resursima, projektima, putni nalozi, računovodstvo, CRM te modul za upravljanje blagajnama [20]. Ovaj softver također pruža mogućnosti izrade web stranica te analitike povezane s vođenjem istih. Aplikaciju je moguće koristiti i na mobilnim uređajima te pruža potpuni nadzor nad svim poslovnim procesima [20].



Slika 4. Dijagram Odoo modula [20]

3.7. GoSoft

GoSoft je hrvatski ERP sustav koji je fleksibilan, učinkovit, pouzdan i intuitivan informacijski sustav koji ne samo da upravlja osnovnim poslovnim procesima tvrtke, već i specifičnim potrebama, uz mogućnost nadogradnje i integracije s drugim programskim rješenjima [21]. Glavna prednost ovog cjelovitog informacijskog sustava je jedinstvena baza podataka koja omogućava unos podataka samo jednom, čime se svim korisnicima pružaju iste informacije, a menadžmentu olakšava brzu i preciznu poslovnu odluku. Značajke i moduli ovog sustava su [21]:

1. Kvalitetni osnovni podaci: Kvalitetno organizirani podaci o artiklima, materijalima, poslovnim partnerima, poslovima, ljudima i drugim relevantnim informacijama predstavljaju osnovu cijelog Asustava što omogućuje precizan izračun izravnih troškova za svaki element u proizvodnom procesu.
2. Učinkovito upravljanje prodajnim procesima: Podaci o partnerima, ljudima, poslovnim prilikama te razgovori i analize omogućuju maksimalnu učinkovitost u sklapanju novih poslova i održavanju dugoročnih odnosa

3. Praćenje prodaje: Praćenje od kupčeve narudžbe do otpreme i fakturiranja pruža jasnu sliku uspješnosti prodaje i osigurava točne isporuke
4. Elektronička razmjena podataka s partnerima: Cijeli ciklus, od narudžbi kupaca do isporuka i faktura, može se obaviti elektronički smanjujući pogreške, povećavajući učinkovitost i eliminirajući nepotrebno ispisivanje i prepisivanje podataka
5. Točne zalihe i logistika: Sustav omogućuje upravljanje zalihama uz pomoć bar kodova, praćenje serijskih brojeva, rokova trajanja i drugih funkcionalnosti za prijem i otpremu robe. Također podržava planiranje otpreme i transporta
6. Pravovremeno nabavljanje materijala: Na temelju narudžbi sustav generira plan nabave koji omogućuje automatsku ili poluautomatsku izradu narudžbenica, s informacijama o kašnjenjima, planiranim isporukama i nedostajućim materijalima.
7. Planiranje materijalnih potreba i proizvodnje: Središnji dio sustava je planiranje potreba za materijalima, poluproizvodima i proizvodima na temelju narudžbi kupaca ili planova prodaje
8. Fino planiranje proizvodnih resursa: Sustav koristi poseban algoritam za preciznu alokaciju rada na resursima, vodeći računa o zauzetosti svih proizvodnih resursa, redoslijedu operacija i strukturi proizvoda
9. Dohvaćanje podataka sa strojeva: omogućuje praćenje učinkovitosti strojeva u realnom vremenu
10. Održavanje strojeva i uređaja: osigurava pravovremenu nabavu rezervnih dijelova i planiranje zahvata na strojevima, kao i kalibraciju mjernih uređaja.
11. Servis i održavanje proizvoda: omogućuje upravljanje serijskim brojevima proizvoda i praćenje aktivnosti poput montaže, nadogradnje, popravaka i održavanja.
12. Kontrola kvalitete proizvoda: osiguravanje stalne kontrole, mjerenja i ispitivanja ključnih elemenata te analizu stanja s ciljem stalnih poboljšanja
13. Vođenje projekata: Informacije o tijeku projekata, izostancima i statusu moraju biti integrirane u osnovni ERP sustav

14. Računovodstvo i financije: omogućuje učinkovito praćenje i analizu financijskog stanja poduzeća te podržava sve poslovne funkcije računovodstva i zakonske obveze.
15. Protok i pohrana dokumenata: koristi interni sustav koji omogućuje pregled i potvrdu dokumenata, uz pohranu na lokalnim poslužiteljima ili arhiviranje
16. Plaće i kadrovska evidencija: prilagodljiv gotovo svakoj djelatnosti i osigurava evidenciju plaća, godišnjih odmora i drugih podataka važnih za zaposlenike.
17. Evidencija prisutnosti: Korištenjem RFID ili drugih identifikacija, korisnici mogu registrirati dolazak/odlazak i razloge, čime se definira prisutnost, odsutnost, pauze i drugi događaji, osiguravajući točan obračun radnog vremena i plaća.
18. Poslovno izvještavanje: omogućuje menadžmentu donošenje informiranih odluka za poboljšanje učinkovitosti i kontrolu novčanog toka.
19. Umjetna inteligencija: integrira umjetnu inteligenciju koja pomaže korisnicima savjetima za optimalno korištenje programa.

3.8. Ascalia

Ascalia ERP je britansko-hrvatski startup koji predstavlja sveobuhvatan informatički sustav namijenjen unapređenju poslovnih procesa u raznim organizacijama [22]. Softver ima modularnu strukturu te se sastoji od sljedećih modula [23]:

- nadzor proizvodnje u realnom vremenu, povezivanje strojeva i linija,
- povezivanje s ERP sustavom,
- digitalizacija radnih naloga i prijava radnika,
- računanje ukupne učinkovitosti opreme,
- mikroplaniranje,
- praćenje potrošnje energenata,
- kontrola kvalitete,
- prediktivno održavanje

Prednosti korištenja ovog softvera su [23]:

- povećanje produktivnosti
- smanjen broj neplaniranih zastoja
- smanjeno vremensko trajanje planiranih zastoja
- proizvodnja bez papira
- preciznije i brže donošenje investicijskih odluka
- veće zadovoljstvo njihovih kupaca
- bolja komunikacija između odjela
- veća transparentnost u radu

3.9. Delmia ERP

Delmia ERP, koji je proizvod kompanije Dassault Systems, predstavlja napredno rješenje za upravljanje proizvodnjom i optimizaciju poslovnih procesa. Olakšava suradnju, modeliranje, optimizaciju i donošenje odluka u područjima logistike, proizvodnje i održavanja. Prednosti koje pruža Delmia ERP su povećana efikasnost kao rezultat optimizacije proizvodnih procesa, poboljšana kvaliteta, bolja koordinacija, dostupnije informacije što rezultira lakšim donošenjem odluka [24]. Ključne značajke Delmia ERP sustava su [24]:

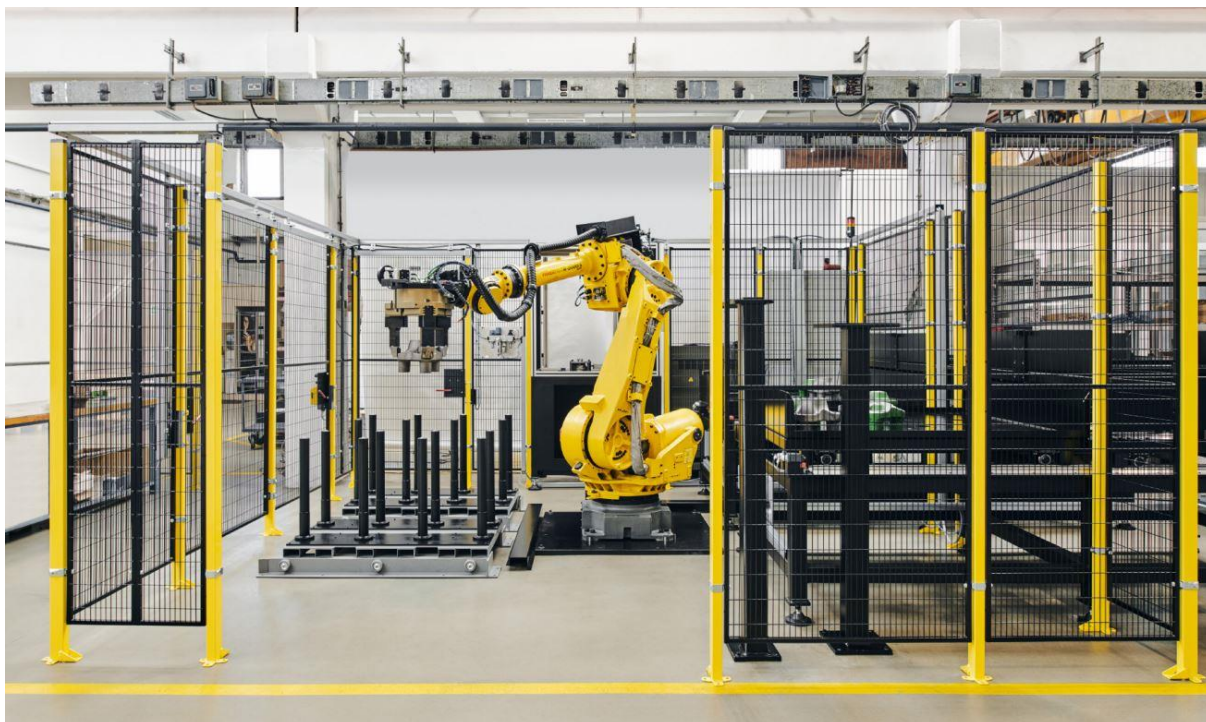
1. Planiranje i Upravljanje Proizvodnjom: omogućava detaljno planiranje proizvodnih procesa, uključujući upravljanje radnim nalogima, optimizaciju rasporeda i integraciju s drugim poslovnim funkcijama.
2. Digitalna Proizvodnja: digitalno modeliranje i simulaciju proizvodnih procesa, što omogućuje vizualizaciju i analizu prije stvarne implementacije. Ovo omogućava predviđanje potencijalnih problema
3. Upravljanje Resursima: alati za učinkovito upravljanje materijalima, opremom i ljudskim resursima.
4. Integracija s CAD/PLM Alatima: Sustav se integrira s CAD i PLM (eng. *Product Lifecycle Management*) alatima, poboljšavajući koordinaciju između dizajna i proizvodnje.
5. Praćenje i Kontrola: omogućuje praćenje proizvodnih procesa u stvarnom vremenu, s funkcijama za kontrolu kvalitete i identifikaciju odstupanja.

6. **Analitika i Izvještavanje:** uključuje napredne alate za analizu i izvještavanje koji pomažu korisnicima u donošenju informiranih odluka temeljenih na stvarnim podacima, uključujući izvještaje o performansama i trendovima.
7. **Fleksibilnost i Skalabilnost**

4. INFORMACIJSKI SUSTAV UPRAVLJANJA PROIZVODNJOM KOMPANIJE HSTEC BRAND OF CHIRON GROUP

4.1. O kompaniji

HSTEC (eng. High speed technique) je inovacijsko proizvodna kompanija sa sjedištem u Zadru koja je specijalizirana na području proizvodnje i servisiranja visokobrzinskih motorvretena, industrijske automatizacije, robotike te ostalih visoko preciznih pozicija koje se primjenjuju u industriji [25]. Kompanija ima proizvodni pogon opremljen suvremenom opremom poput obradnih centara visoke preciznosti, CNC tokarskih i glodaćih strojeva, strojevima za precizno bušenje i koordinatnim mjernim strojevima [25]. Vizija tvrtke usmjerena je prema doprinosu razvoju koncepta Industrije 4.0 čija je težnja stvaranje pametnih proizvoda i tvornica integracijom informacijskih i komunikacijskih tehnologija i digitalizacijom sustava, a sve u svrhu povećanja efikasnosti proizvodnje te poboljšanja kvalitete [26].



Slika 5. Robotska ćelija u proizvodnoj hali [25]

4.2. Trenutni ERP sustav u kompaniji

HSTEC za upravljanje poduzećem koristi SAP S/4 HANA softverski paket. Ovaj softverski sustav nasljednik je prvog SAP ERP sustava i predstavlja značajan iskorak po pitanju performansi [26]. SAP S/4 HANA ima drugačiju tehnološku osnovu i arhitekturu što mu omogućuje puno bržu obradu podataka te samim time davanje analitika u stvarnom vremenu. Što se tiče funkcionalnosti, za razliku od svojeg prethodnika SAP S/4 HANA nudi integraciju na IoT (eng. *Internet of things*) te prediktivnu analitiku baziranu na strojnom učenju. Softver ima modularnu strukturu te se sastoji od sljedećih modula [27]:

- Nabava i opskrba
- Proizvodnja
- Lanac opskrbe
- Upravljanje imovinom
- Prodaja
- Istraživanje i razvoj
- Upravljanje ljudskim resursima

Navedeni moduli pokrivaju većinu područja potrebnih za upravljanje poduzećima te upravo zahvaljujući tomu SAP S/4 HANA predstavlja cjelokupno rješenje za vođenje poduzeća i donošenje poslovnih odluka. HSTEC je navedeni softverski paket implementirao 2018. godine i do danas koristi sve module koje softverski paket pruža [26].



Slika 6. Proizvodna i servisna hala HSTEC-a [28]

4.3. Unaprjeđenja poslovnih procesa zahvaljujući implementaciji SAP S/4 HANA

U tablici su opisana unaprjeđenja poslovnih procesa postignuta zahvaljujući implementaciji SAP S/4 HANA sustava [26]:

Tablica 1. Unaprjeđenja poslovnih procesa [26]

Nabava i opskrba	Proces nabave unaprijeđen je na način da su svi podatci bitni za nabavu i opskrbu povezani u jednu bazu podataka. To su podatci vezani uz planiranje nabave temeljeno na potrošnji, informacije o dobavljačima, nabavu i upravljanje zalihama. Povezivanjem ovih podataka u jedinstvenu bazu smanjuje vremena obavljanja svakodnevnih radnji vezanih uz nabavu i opskrbu, djelatnici mogu obavljati svoje zadatke brže i efikasnije te će se smanjiti opterećenje administrativnim poslovima. Uvođenjem ovakvog sustava omogućila se automatizacija zahtijeva za zalihama koji idu direktno iz procesa projektiranja proizvoda što smanjuje
------------------	---

	nepotrebne količine zaliha na skladištu. Automatizacija nabavnih procesa dovodi do optimizacije cijelog sustava upravljanja skladišta i materijala a to u konačnici dovodi i do ubrzavanja cijelog procesa nastanka proizvoda. Softver pruža mogućnost ocjenjivanja dobavljača što utječe i na kvalitetu konačnog proizvoda i skraćivanje rokova isporuke.
Prodaja	Implementacija SAP S/4 HANA sustava dovodi i do unaprjeđenja procesa prodaje i ubrzava sve povezane aktivnosti, od administracije upita, prijedloga, ponuda, cijena, naplata i sl. CRM modul za upravljanje odnosima s kupcima pruža mogućnosti planiranja prodaje, predviđanja, upravljanja prodajnim prilikama, upravljanja ponudama i narudžbama te analitike prodaje. Moguće je pratiti izvješća o uspješnosti i trendovima prodaje u bilo kojem trenutku što olakšava donošenje brzih odluka vezanih za poslovanje. Ovo dovodi do povećanja količine prodanih proizvoda i usluga čime se jača tržišna pozicija i otvara mogućnost širenja na tržištu.
Marketing	Modul za marketing integriran je unutar modula za CRM tj. upravljanje odnosima s kupcima. Marketinške su aktivnosti povezane u jedinstvenu bazu podataka te vidljive s bilo kojeg uređaja kojeg koriste zaposlenici zaduženi za marketing i prodaju. Ovaj modul omogućuje kreiranje baze podataka s informacijama vezanim uz kupce, segmentiranje pojedinih lista kupaca, personalizirane ponude kupcima i troškovno učinkovite marketinške kampanje. Cilj je diferencirati poduzeće na način da se proizvodi traženi po zahtjevima kupaca mogu isporučiti brže i bolje od konkurencije.
Logistika	Unaprjeđenje logističkih procesa ostvaruje se pomoću automatskog upravljanja zalihama i kontrole svih zahtjeva za materijalima koji se automatski dobavljaju iz sustava. Modul za logistiku pruža to unaprjeđenje te zaprima zahtjeve za isporuku gotovih proizvoda direktno iz sustava. Ovo minimalizira mogućnost ljudske greške i samim time ubrzava proces. Ovaj

	<p>modul pruža mogućnost skeniranja bar kodova proizvoda radi lakšeg praćenja informacija o stanju proizvoda što pruža uvid o stanju proizvoda svim djelatnicima. Unaprjeđenje procesa logistike je dosta bitno budući da ono omogućuje skraćivanje vremena isporuke i praćenje životnog ciklusa proizvoda.</p>
Upravljanje imovinom	<p>Sustav nudi mogućnosti za pregled i organizaciju troškova potrebnih za financijsko izvješćivanje. Omogućuje i planiranje, praćenje, izvođenje i izvješćivanje o troškovima te upravljanje glavnim podacima koji obuhvaćaju elemente troškova. Ovo doprinosi uvidu u trenutno stanje poslovanja u stvarnom vremenu te olakšava upravljanje imovinom. Također sustav pruža i upravljanje učinkovitošću imovine, rizicima i rashodima u tijeku životnog ciklusa imovine.</p>
Financije i računovodstvo	<p>Unaprjeđenje na ovom području postiglo se pomoću financijsko-računovodstvenog modula koji pojednostavnjuje rukovanje financijskim podacima. Sustav ujedinjuje sve financijske i poslovne transakcije u jednoj bazi podataka što izvrsno funkcionira za brza izvješća trenutnog stanja u bilo kojem trenutku. Sustav je vrlo fleksibilan i vrlo se lako prilagodi poduzeću. Ovaj sustav omogućio je povezanost poslovnog procesa financija i računovodstva sa svim ostalim procesima u poduzeću.</p>
Upravljanje ljudskim potencijalima	<p>Korištenje ERP sustava uz automatizirane procese i intuitivno korisničko sučelje uvelike olakšava tijek rada i povećava učinkovitost svakodnevnih aktivnosti. Time se omogućio rast i razvoj zaposlenika, voditelja i timova a samim time i rast poduzeća. Uvođenje sustava olakšalo je analitiku povezanu s ljudskim potencijalima. Olakšano je i praćenje trenutnih stanja ljudskih potencijala i ostalih bitnih informacija na temelju kojih se određuju buduće potrebe za ljudskim potencijalima te na temelju kojih se planira njihova edukacija. I ovaj poslovni proces povezan je s ostalim procesima putem ERP sustava.</p>
Strateško planiranje	<p>Zahvaljujući jedinstvenoj bazi podataka informacije su brzo dostupne te se na taj način lakše formuliraju izvješća te se dobiva</p>

	<p>uvid u trenutno poslovanje. Analiza ključnih pokazatelja uspješnosti kao što su npr. financijski pokazatelji je podloga za sve odluke vezane uz buduću strategiju razvoja poslovanja. Implementacijom ovog sustava ubrzano je donošenje odluka što rezultira većom fleksibilnosti poduzeća. Na ovaj način povećana je konkurentnost na tržištu te kompanija slijedi trendove digitalizacije i informatizacije poslovanja.</p>
Upravljanje rizicima	<p>Implementacija ovog sustava omogućila je kontinuiran nadzor i analizu ključnih pokazatelja rizika. Zahvaljujući tomu poboljšana je mogućnost identifikacije i upravljanja rizika koji bi mogli imati negativne posljedice na poslovanje poduzeća.</p>
Upravljanje proizvodnjom	<p>Integracijom ERP sustava i MES sustava postignuto je unaprjeđenje razvoja, projektiranja, planiranja i upravljanja proizvodnjom. Poboljšana je dostupnost svih informacija potrebnih za razvoj i proizvodnju finalnog proizvoda, planiranje prodaje i rokova isporuke, planiranje pojedinih operacija u procesu proizvodnje, planiranje distribucije resursa i materijala, planiranje zahtjevnica za materijalima, planiranje troška proizvoda, upravljanje kvalitetom u proizvodnji i planiranje aktivnosti finalne kontrole proizvoda. Smanjeni su gubitci u proizvodnji zbog optimizacije planiranja proizvodnje, unaprijeđena je kontrola kvalitete te su smanjena vremena potrebna za razvoj, projektiranje i proizvodnju. Sve navedeno utjecalo je na povećanje cjelokupne produktivnosti i povećanje inovativnosti proizvoda.</p>

4.4. Integracija MES i ERP sustava

Jedan od ciljeva integracije ERP sustava u poduzeće je i olakšano praćenje i upravljanje proizvodnjom. Zbog bržeg pristupa informacijama unaprijeđeni su procesi razvoja i projektiranja proizvoda te planiranja i pripreme same proizvodnje [26].

Također, tok materijala kroz proizvodni proces je ubrzan jer se zahvaljujući ERP sustavu lakše može planirati distribucija resursa i materijala potrebnih za proizvodnju, planiranje zahtijeva za materijalima te troškova proizvoda [26]. Integracija SAP-a kao ERP sustava uvelike je olakšala praćenje proizvodnje. Za proizvodne procese u HSTEC-u se koriste sljedeći moduli [26]:

- Priprema proizvodnje
 - Izvješće o napretku prodajnog naloga
 - Kreiranje operacija
 - Kreiranje sastavnice materijala
 - Verzije proizvodnje
 - Izvedba obračuna troškova
- Praćenje proizvodnje
 - Potvrda operacija
 - Informacijski sustav naloga
 - Izdavanje robe
 - Masovna obrada naloga
 - Promjena radnog naloga
 - Tablica praćenja proizvodnje

Kako bi se povezali sustav za upravljanje proizvodnjom (MES sustav) i sustav za upravljanje poduzećem (ERP sustav) koriste se 2 modula: „*Lista prodajnih naloga*“ i „*Tablica praćenja proizvodnje*“ [26]. Preko ta dva modula moguće je pratiti tijek proizvodnje i dovršenost prodajnih i radnih naloga. Kako bi se pratio tijek materijala kroz proizvodnju informacije se unose ručno, skeniranjem bar kodova nakon svake izvršene operacije. Proces praćenja materijala trenutno nije automatiziran zbog prirode poslovanja poduzeća koje je usmjereno na prototipnu i maloserijsku proizvodnju. Planiranje proizvodnih kapaciteta se trenutno vrši ručno van SAP-a ali uz pomoć modula „*tablica praćenja proizvodnje*“. Sam proces praćenja proizvodnje kroz SAP odvija se sljedećim tokom [26]:

1. Proizvod pri konstruiranju ili narudžbi kupca dobiva svoj broj materijala za što se koristi modul za kreiranje materijala. Ovu radnju provodi konstruktor ili tehnički direktor

2. Kreira se prodajni nalog koji sadrži potrebnu količinu proizvoda, datum isporuke, cijenu i slično. Kreiranje ovog naloga provodi tehnički direktor
3. Kroz modul „izvješće o napretku prodajnog naloga“ tehnolog dobiva uvid u planske naloge. Svaki proizvod u prodajnom nalogu automatski dobiva planski nalog
4. Tehnolog u modulu „kreiranje operacija“ kreira plan operacija
5. Tehnolog kreira sastavnicu materijala u kojoj su sadržane sve sirovine potrebne za izradu traženog proizvoda
6. Tehnolog kreira verziju proizvodnje za proizvod te time povezuje plan operacija i sastavnicu materijala. Ovo omogućuje da se proizvodi proizvode iz više različitih sirovina ili različitim redoslijedom operacija prema potrebi
7. Tehnolog konvertira planski nalog u radni nalog te pritom printa radni nalog koji prilaže uz nacrt proizvoda. Isprintani radni nalog ima bar kod čijim se skeniranjem potvrđuje svaka operacija iz plana operacija
8. Voditelj praćenja proizvodnje predane radne naloge dijeli po radnim mjestima po redoslijedu operacija i izdaje sirovine prema nalogu u SAP-u
9. Nakon izvršenja svake operacije poput pilanja, glodanja, tokarenja i sl. djelatnik iz praćenja proizvodnje potvrđuje gotovu operaciju skeniranjem bar koda
10. Nakon što su sve operacije izvršene, voditelj praćenja proizvodnje kontrolira prodajni nalog kroz modul „informacijski sustav naloga“ te postavlja oznaku tehničke dovršenosti na sve radne naloge u prodajnom nalogu (modul „promjena radnog naloga“ i „masovna obrada naloga“)
11. Voditelj proizvodnje provjerava izvršeni obračun troškova kroz modul „izvedba obračuna troškova“, analizira troškove te po potrebi korigira cijenu proizvoda za slučaj ponovnog naručivanja
12. Izdaje se račun i zatvara prodajni nalog

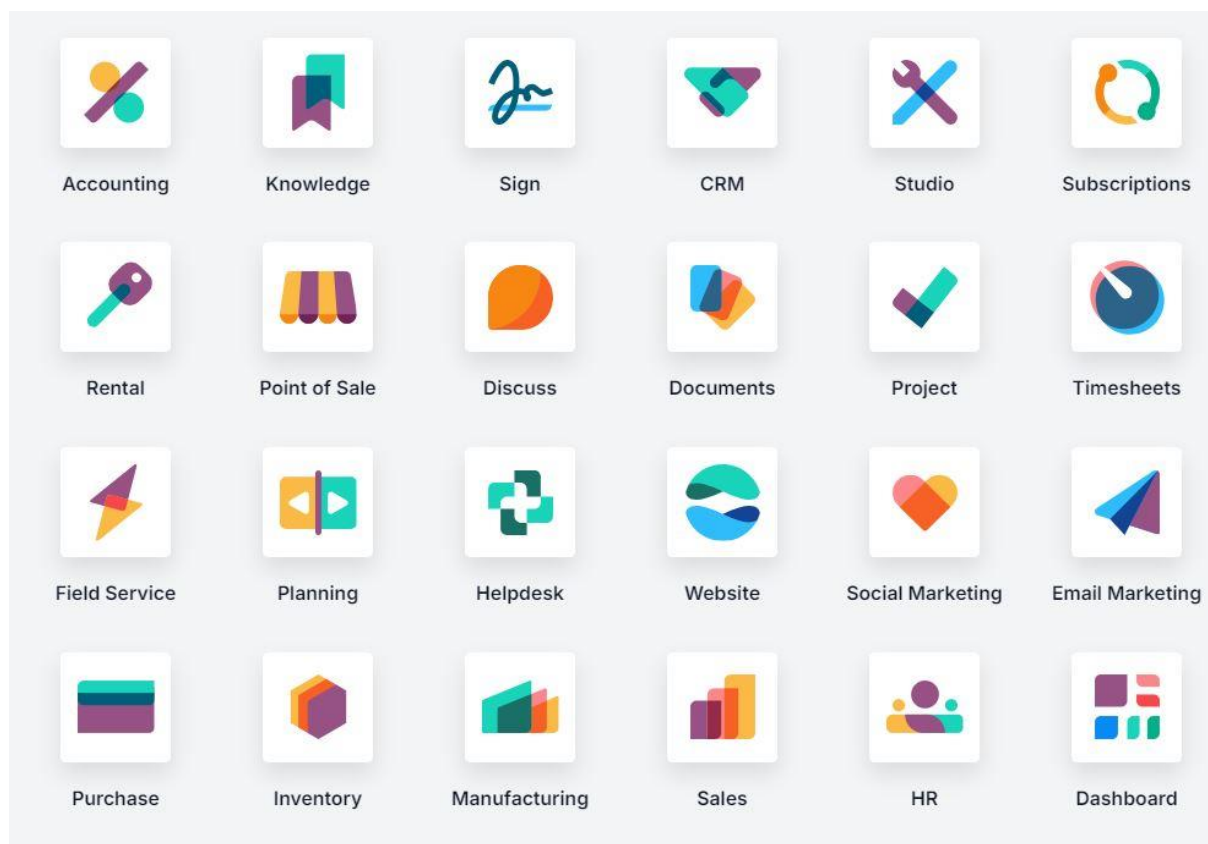
5. ODOO

OdoO je ERP softverski paket koji zahvaljujući svojoj potpuno modularnoj strukturi pruža mogućnost potpune prilagodbe softvera poduzeću u koje se implementira. Moduli se mogu upotrebljavati kao zasebne aplikacije uz mogućnost integracije u jedinstven poslovno informacijski sustav. Sustav je prilagodljiv za sva poduzeća, neovisno o veličini [20]. Jedna od glavnih značajki OdoO sustava je modularna struktura. Moduli pokrivaju sva područja poslovanja i poslovnih zahtijeva kao što su: prodaja, marketing, upravljanje proizvodnjom, upravljanje skladištima, upravljanje ljudskim resursima, računovodstvo i financije, CRM i slično. Moduli su integrirani što znači laku i brzu razmjenu podataka i informacija između modula [29]. Glavni i najučestaliji moduli su:

- Prodaja: jednostavna izrada ponuda, lako praćenje i analiza prodaje i lakše prepoznavanje prodajnih prilika [30];
- Proizvodnja: ovaj modul integrira MRP, održavanje, PLM, i kontrolu kvalitete. Olakšava praćenje i unaprjeđivanje proizvodnih postrojenja te je u komunikaciji s modulima za prodaju, nabavu i skladište kako bi se postigao što efikasniji sustav [30];
- Upravljanje skladištima: sadržava dvostruki sustav unosa što bi značilo da se svaka transakcija zaliha materijala bilježi dvostruko – na ulazu i na izlazu iz skladišta. Ovo omogućuje lakše praćenje zaliha i poboljšava točnost podataka [29];
- Nabava: Modul pokriva sve faze nabavnog procesa od izrade zahtijeva za nabavu, praćenje narudžbi, ponuda i isporuka do logistike. Omogućuje bolje vođenje lanca opskrbe i smanjuje potrebu za skladištenjem nepotrebnog viška materijala [29];
- Računovodstvo i financije: Modul sadrži alate za upravljanje transakcijama, fakturama i plaćanjima. Mogućnost generiranja financijskih izvještaja u integraciji sa ostalim modulima pruža uvid u poslovanje poduzeća [29].

OdoO sustav je softver otvorenog koda što znači da je moguće modificirati sustav i proširiti njegove funkcionalnosti prema potrebi i zahtjevima poduzeća u koje se implementira [29]. Na ovaj način moguće je stvoriti unikatan sustav koji može davati

personaliziranija rješenja od već gotovih softverskih paketa. Uz veliku prilagodljivost, prednost Odoo sustava je i intuitivno korisničko sučelje koje ne zahtjeva dugotrajnu obuku djelatnika [29].



Slika 7. Odabir modula kroz korisničko sučelje Odoo softvera [29]

Odoo se izdvaja od ostalih softvera svojim izuzetnim stupnjem fleksibilnosti koji omogućuje prilagodbu sustava specifičnim potrebama korisnika [29]. Ovakva struktura softvera omogućava organizacijama da prilagode softver svojim svojim poslovnim procesima i industrijskim zahtjevima. Odoo može biti prilagođen tako da zadovolji specifične zahtjeve svakog sektora. Moduli su napravljeni tako da se mogu u potpunosti integrirati, što omogućuje besprijekornu razmjenu podataka među različitim poslovnim funkcijama. Na primjer, podaci iz prodaje mogu se automatski prenijeti u module za upravljanje skladištima i računovodstvo, čime se smanjuje potreba za ručnim unosom i minimizira mogućnost pogrešaka. Ova integracija poboljšava upravljanje poslovnim procesima što omogućuje efikasnije operacije i bolje usklađivanje različitih poslovnih funkcija.

```

1 # -*- coding: utf-8 -*-
2 # Part of Odoo. See LICENSE file for full copyright and
3 # licensing details.
4
5 from datetime import datetime, timedelta
6 from functools import partial
7 from itertools import groupby
8
9 from odoo import api, fields, models, _
10 from odoo.exceptions import UserError, ValidationError
11 from odoo.tools.misc import formatLang
12 from odoo.osv import expression
13 from odoo.tools import float_is_zero, float_compare
14
15 from odoo.addons import decimal_precision as dp
16
17 from werkzeug.urls import url_encode
18
19
20 class SaleOrder(models.Model):
21     _name = "sale.order"
22     _inherit = ['portal.mixin', 'mail.thread',
23               'mail.activity.mixin']
24     _description = "Sale Order"
25     _order = 'date_order desc, id desc'
26
27     def _default_validity_date(self):
28         if
29         self.env['ir.config_parameter'].sudo().get_param('sale.
30 use_quotation_validity_days'):
31             days =
32             self.env.user.company_id.quotation_validity_days
33             if days > 0:
34                 return
35             return
36         return fields.Date.to_string(datetime.now() + timedelta(days))

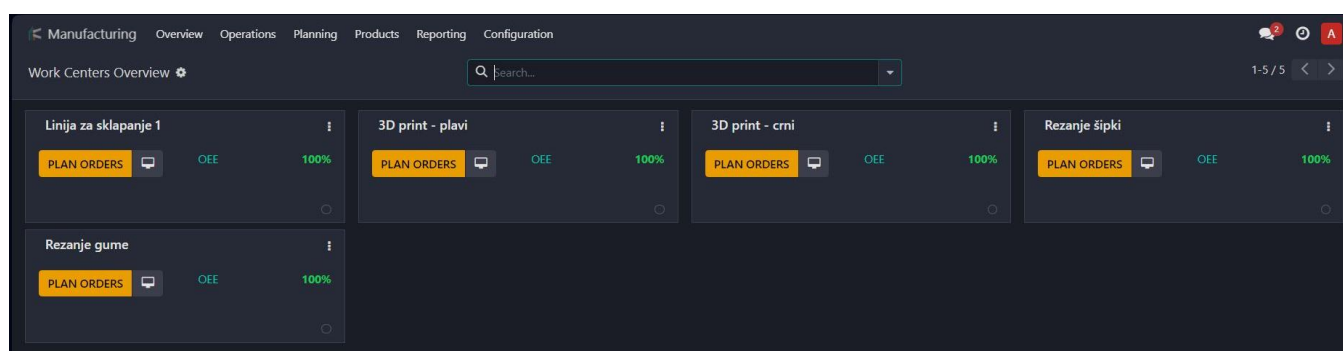
```

Slika 8. Odoo open source kod [31]

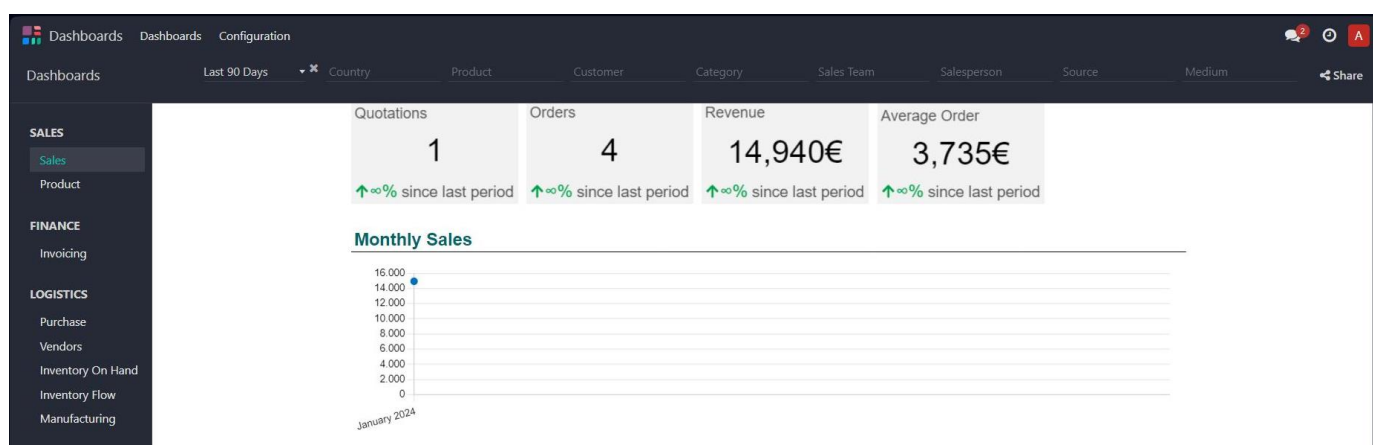
- Prednosti open source modela su [29]: Prilagodba: omogućava korisnicima i razvojnim programerima da prilagode i proširuju funkcionalnosti prema specifičnim zahtjevima kompanije u koju se implementira sustav
- Poboljšana sigurnost sustava: otvoreni kod omogućava prepoznavanje i otklanjanje sigurnosnih prijetnji čime se povećava sigurnost cjelokupnog sustava
- Korisnička podrška: rješenja za određene probleme pri implementaciji su lako dostupna
- Cijena: budući da je kod open source mogu se smanjiti troškovi licenci i troškovi implementacije što ga čini jeftinijim od većine sličnih ERP softverskih rješenja
- Nezavisnost: korištenjem open source koda kompanije imaju kontrolu nad svojim softverskim rješenjem

Odoo također koristi moderne tehnologije kao što su rješenja u oblaku i mobilne aplikacije koje omogućuju pristup sustavu s bilo kojeg mjesta i u bilo kojem trenutku. Rješenja bazirana na cloudu nude dodatnu fleksibilnost i smanjuju potrebu za lokalnim

IT resursima [30]. Cloud rješenje omogućuje i korištenje aplikacije na mobilnim uređajima što je korisno za tvrtke koje imaju djelatnike što rade na terenu. Odoo također posjeduje alate za analitiku i izvještavanje koji pomažu pri bržem donošenju odluka. Analitički alati imaju funkcionalnosti poput prikaza ključnih pokazatelja uspješnosti i praćenja trendova i usporedbe s prijašnjim situacijama. Modularna struktura omogućuje jednostavno dodavanje novih modula i funkcionalnosti kako se poslovne potrebe mijenjaju [30]. Ovaj pristup omogućuje tvrtkama da započnu s osnovnim funkcijama i postupno proširuju sustav kako bi zadovoljili sve složenije zahtjeve bez potrebe za značajnim promjenama u infrastrukturi. Odoo omogućava tvrtkama da se prilagode promjenama u poslovanju i tržištu, pružajući fleksibilan okvir za rast i razvoj.



Slika 9. Prikaz radnih centara unutar modula za praćenje proizvodnje [29]



Slika 10. Prikaz analitike prodaje unutar modula za prodaju [29]

Customer Invoice

INV/2024/00004

Customer: Reseller 1

Invoice Date: 01/15/2024

Payment Reference: INV/2024/00004

Due Date: 01/15/2024

Product	Label	Quantity	Price	Taxes	Tax excl.
Pračka	Pračka	231.00	30.00	25%	6,930.00 €

Terms and Conditions

Untaxed Amount: 6,930.00 €

PDV 25%: 1,732.50 €

Total: 8,662.50 €

Paid on 01/15/2024 8,662.50 €

Amount Due: 0.00 €

Slika 11. Prikaz modula za računovodstvo [29]

6. USPOREDBA ODOO I SAP S4/ HANA SUSTAVA ZA UPRAVLJANJE PODUZEĆEM

SAP S/4 HANA i Odoo su među popularnijim i često korištenim ERP sustavima. Unatoč činjenici da oba softvera pružaju rješenja za upravljanje poduzećima, među njima postoje razlike po pitanju funkcionalnosti, fleksibilnosti, implementacije i cijene.

6.1. Prilagodljivost sustava u ovisnosti o veličini poduzeća

Gledajući sa strane razvoja softvera, glavna razlika ODOO i SAP S4/HANA softverskih rješenja je ciljanom tržištu. Odoo je prilagođeniji manjim i srednjim poduzećima jer im omogućuje implementaciju samo onih modula koji su im potrebni za uspješno poslovanje [32]. Softver je otvorenog koda što znači da razvojni programeri mogu vrlo jednostavno prilagoditi kompletan softver i njegove komponente kako bi što bolje ispunjavao zahtjeve poduzeća [32]. Kod većih poduzeća sa kompleksnijom strukturom i većim opsegom poslovanja zadatak implementacije postaje kompliciraniji.

S druge strane, SAP S/4HANA je softver razvijan s ciljem primjene na poduzeća s većim opsegom posla i kompleksnijim strukturama samih poduzeća [32]. Implementacija SAP S/4HANA je kompliciranija te zahtijeva specijalizirana znanja kako bi se softver prilagodio poduzeću što rezultira većim troškovima i dužim trajanjem implementacije [32].

6.2. Cijena

Dok je Odoo poznat po svojim pristupačnim cijenama, sa SAP-om je stvar u potpunosti drugačija te je značajno skuplji. Odoo bi za kompaniju približnu veličinom HSTEC-u koštao oko 10 000 eura godišnje uz minimalne troškove implementacije [33]. Za korištenje SAP S/4HANA softvera u poduzeću jednake veličine treba za licence izdvojiti približno 40 000 eura, uz troškove implementacije sustava od preko 100 000 eura te značajno dužeg trajanja [26]. Upravo cijena je jedan od razloga zašto je Odoo pogodniji za manja poduzeća.

6.3. Izobrazba djelatnika

Odo o zahvaljujući svojem jednostavnom i intuitivnom korisničkom sučelju ne zahtijeva dugotrajnu i kompleksnu izobrazbu djelatnika koji će se njime služiti. SAP S/4HANA zbog svoje kompleksnosti i manje intuitivnog korisničkog sučelja zahtijeva izobrazbu djelatnika što rezultira dužim vremenom implementacije samog softvera te prilagodbe na rad uz njega [32].

6.4. Integracija MES funkcija

Odo o trenutno ne posjeduje potpuno integrirani MES modul međutim posjeduje modul za proizvodnju koji preuzima ulogu MES modula. Ovaj modul za proizvodnju sadrži funkcionalnosti poput praćenja radnih naloga u stvarnom vremenu, integraciju sa uređajima u proizvodnom pogonu, spajanje i razdvajanje proizvodnih naloga, postavljanje poveznica između raznih proizvodnih operacija i praćenje toka materijala kroz proizvodni pogon. Integracijom ovog modula u Odo o ERP sustav omogućuje se i olakšana kontrola zaliha te narudžba materijala potrebnih za proizvodnju [34].

Za razliku od Odo o sustava, SAP S/4HANA nudi vrlo kvalitetno i robusno „SAP manufacturing execution“ rješenje [32]. Ovo rješenje se vrlo jednostavno integrira s ostalim modulima SAP ERP sustava kao što su financije, nabava, ljudski resursi sustava te pruža mogućnosti praćenja proizvodnih procesa, optimizaciju u stvarnom vremenu, detaljno i jednostavno planiranje resursa i nabave te upravljanje kvalitetom. Sustav je predviđen za složena industrijska okruženja [32].

Tablica 2. Prednosti i nedostaci Odo o i SAP S/4HANA sustava

	Odo o	SAP S/4HANA
Prednosti	<ul style="list-style-type: none"> Softver otvorenog koda omogućava visoku 	<ul style="list-style-type: none"> Napredne funkcije sustava za upravljanje proizvodnjom čine

	<p>razinu prilagodljivosti trenutnom stanju poduzeća</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jednostavna integracija modula za upravljanje proizvodnjom s ostalim modulima unutar Odoo ERP sustava • Kao što je prethodno navedeno, niska cijena implementacije 	<p>ga pogodnim za velike organizacije s kompleksnim poslovnim i proizvodnim procesima</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potpuno je integriran u SAP S/4HANA ERP sustav što jamči brzu razmjenu podataka i komunikaciju među modulima • Podržava zahtjeve specifičnih industrijskih područja
Nedostatci	<ul style="list-style-type: none"> • Za neke naprednije MES funkcionalnosti Odoo bi trebao biti integriran s nekim od vanjskih MES rješenja • Smanjena funkcionalnost u naprednijim i kompleksnijim industrijskim postrojenjima • Nedostatak specijaliziranih modula za vrlo specifične industrije poput automobilske 	<ul style="list-style-type: none"> • Znatno viši troškovi implementacije i licenci u odnosu na Odoo • Duže vrijeme implementacije i prilagodbe • Skuplje održavanje

Zaključno za ovu usporedbu, Odoo je idealan za manje tvrtke koje traže povoljno rješenje za upravljanje poduzećem i proizvodnjom dok je SAP S/4HANA pogodniji za

velika poduzeća jer može ispuniti kompleksne zahtjeve u specifičnim i velikim industrijskim postrojenjima.

7. MOGUĆA UNAPRJEĐENJA SUSTAVA

7.1. Zamjena SAP S/4HANA sustava Odoo sustavom

Jedna od opcija koja bi se mogla razmotriti kao moguće unaprjeđenje bila bi promjena ERP sustava. Budući da je prethodno napravljena usporedba Odoo ERP sustava i SAP S/4HANA sustava, u ovom odlomku će to biti razrađeno kao prijedlog unaprjeđenja postojećeg sustava za upravljanje proizvodnjom. SAP S/4HANA u kompaniji HSTEC koristi se od implementacije 2018. godine [26]. Prije te implementacije kao proizvodna tvrtka u industriji obrade metala, HSTEC se susretao s nizom problema vezanih za gubitak vremena i resursa uslijed neoptimizirane organizacije tijekom rada i nedovoljno povezanih poslovnih procesa, počevši od razvoja koncepta i projektiranja proizvoda, preko tehnološke pripreme proizvodnje, nabave sirovina, pa do proizvodnje i kontrole konačnog proizvoda [26]. Implementacija SAP S/4HANA sustava dovela je do velikih poboljšanja navedenih područja rada i procesa. Budući da su djelatnici trenutno naučeni na SAP-ovo korisničko sučelje i način rada, prelazak na Odoo bi značio novu potrebu za prilagodbom, a to vrijeme prilagodbe bi rezultiralo manje efektivnim i manje efikasnim radom. Nadalje, budući da je HSTEC-ovo primarno područje djelatnosti projektiranje, proizvodnja i servis glavnih vretena alatnih strojeva, visokobrzinskih motorvretena te ostala rješenja na području industrijske automatizacije, što je vrlo specijalizirano područje, to čini Odoo ERP sustav nepovoljnim za upravljanje takvim tipom poduzeća. Prednost implementacije Odoo ERP sustava naspram SAP S/4HANA sustava bila bi po pitanju troškova implementacije i održavanja sustava za upravljanje poduzećem. Odoo ERP softver je po tom pitanju drastično jeftiniji ali i tu se javlja dodatni trošak potrebe za zasebnim MES sustavom te trošak i problem integracije tog dodatnog sustava sa Odoo modulima. Razmatrajući navedene usporedbe može se zaključiti da je ipak SAP S/4HANA sustav unatoč visokim troškovima održavanja prilagođeniji poduzeću poput HSTEC-a te da prelazak na sustav kao što je Odoo ne predstavlja značajno unaprjeđenje da bi se promjena sustava isplatila.

7.2. Moguća unaprjeđenja unutar trenutnog ERP sustava

Razmatranjem postojećeg sustava i načina na koji se odvija praćenje proizvodnje moguće je formulirati nekoliko prijedloga s kojim bi se moglo unaprijediti cjelokupni sustav. Unaprjeđenja se mogu podijeliti u dvije skupine: tehnička i operativna.

7.2.1. Tehnička unaprjeđenja

Razmatrajući tijek praćenja i upravljanja proizvodnjom može se uočiti da proces praćenja toka materijala kroz proizvodnju nije automatiziran. Tehnolog printa radni nalog koji na sebi sadrži bar kodove te ga prilaže uz ostalu tehničku dokumentaciju [26]. Nakon što se izvrši operacija na materijalu, djelatnik koji radi na praćenju proizvodnje skenira ručno bar kod na radnom nalogu te na taj način unosi u sustav informaciju o završenosti operacije [26]. Ovakav način unošenja informacija otvara mogućnost za ljudsku pogrešku jer se na istom nalogu nalaze bar kodovi za sve operacije kojima materijal ili obradak podliježe te lako može doći do zabune. Također ručno skeniranje zahtijeva i određeno vrijeme da se obavi. Unaprjeđenje bi se moglo postići tako da se navedeni proces automatizira. Integracijom tehnologije poput RFID (eng. *Radio Frequency Identificaton*) sustava i senzora moglo bi omogućiti automatsko bilježenje tijeka proizvodnog procesa. Korištenjem ove tehnologije smanjio bi se faktor ljudske pogreške te ubrzao sam proces unosa podataka u sustav za praćenje proizvodnje. Nadalje, implementacija IoT (eng. *Internet Of Things*) tehnologija omogućila bi povezivanje strojeva sa SAP sustavom što bi pružilo uvid u status strojeva i operacija u stvarnom vremenu. Na ovaj način moglo bi se smanjiti vrijeme reakcije na potencijalne greške i zastoje u proizvodnom pogonu.

7.2.2. Operativna unaprjeđenja

Planiranje proizvodnih kapaciteta vrši se ručno, van SAP-a ali uz pomoć njegovog modula za praćenje proizvodnje.[16] Uvođenjem „*Advanced Planning and Scheduling*“ alata unutar SAP-a omogućilo bi se automatsko planiranje proizvodnih kapaciteta. Alat uzima u obzir dostupnost resursa, kapacitet strojeva te statuse narudžbi. Automatizacijom procesa planiranja moglo bi se postići u potpunosti

automatiziran lanac koji prema potrebama proizvodnje i praćenjem skladišnih zaliha vrši automatsku narudžbu potrebnih dobara od dobavljača. To bi moglo smanjiti gomilanje nepotrebnih zaliha materijala u skladištima, smanjujući i troškove vođenja i održavanja skladišta.

8. ZAKLJUČAK

U današnje doba dinamične industrije može se uočiti važnost sustava za upravljanje proizvodnjom u modernim poduzećima. Sustavi poput MES i ERP sustava imaju ključnu ulogu u planiranju proizvodnje i vođenju proizvodnog poduzeća jer pružaju detaljan uvid u proizvodne procese i samo poslovanje tvrtke u stvarnom vremenu s ciljem poboljšanja produktivnosti i smanjenjem gubitaka. Praćenje podataka u stvarnom vremenu omogućuje bržu reakciju na nepravilnosti koje se pojave u poslovanju poduzeća. Dok se MES sustavi fokusiraju na praćenje, optimizaciju i upravljanje proizvodnjom, ERP sustavi omogućuju sveobuhvatnu integraciju poslovnih funkcija. Na taj način se postiže veća efikasnost i fleksibilnost poslovanja u dinamičnom tržišnom okruženju. Usporedbom dvaju najučestalijih ERP sustava, Odoo i SAP S/4HANA, može se zaključiti da oba ERP sustava imaju isti cilj stvaranja što je moguće efikasnijeg i fleksibilnijeg poduzeća ali su namijenjeni različitim vrstama kompanija. Dok Odoo pruža jednostavniju prilagodbu i jeftiniju implementaciju i održavanje, SAP S/4HANA zahtijeva veći početni ulog međutim pruža i sofisticiranije rješenje za velika i specijalizirana poduzeća. Analizom ERP sustava u kompaniji HSTEC uočljive su koristi implementacije sustava: brža obrada podataka, optimizacija proizvodnih i nabavnih procesa te lakše vođenje poduzeća. U kompaniji je implementiran SAP S/4HANA ERP sustav koji dobro ispunjava zahtjeve kompanije. Razmotrena je i opcija zamjene postojećeg ERP sustava Odoo sustavom kao potencijalno bolje rješenje međutim zaključuje se da takva promjena ne bi donijela nikakva značajna poboljšanja. Poboljšanja su moguća unutar postojećeg ERP sustava na način da se unaprijede neki tehnički i operativni aspekti automatizacijom praćenja tijekom proizvodnje te planiranja proizvodnih kapaciteta. Budući da je fokus kompanije na maloserijskoj i prototipnoj proizvodnji, spomenuta unaprjeđenja nisu nužna za ispravno funkcioniranje postojećeg proizvodnog sustava.

9. LITERATURA

- [1] D. B. T. Mikac, Planiranje i upravljanje proizvodnjom, Rijeka: Tehnički fakultet u Rijeci, 2007.
- [2] A. Leon, Enterprise Resource Planning, Tata McGraw-Hill Publishing Company limited, 2006.
- [3] Jašarević, Brdarević i Isaković, Upravljanje proizvodnjom, Politehnički fakultet u Zenici, 2020.
- [4] R. G. Schroeder, Upravljanje proizvodnjom, Nacionalna i sveučilišna knjižnica Zagreb, 1999.
- [5] <https://www.sap.com/products/scm/execution-mes/what-is-mes.html> pristupljeno 18. Srpanj 2024.
- [6] <https://www.ibm.com/topics/mes-system> pristupljeno 17. Rujan 2024.
- [7] <https://www.oracle.com/hr/erp/what-is-erp/> pristupljeno 19. Srpanj 2024.
- [8] <https://www.sap.com/products/erp/what-is-erp.html> pristupljeno 21. Srpanj 2024
- [9] <https://www.optiproerp.com/blog/erp-and-mes-the-relationship-explained/> pristupljeno 17. Rujan 2024.
- [10] <https://www.gartner.com/reviews/market/manufacturing-execution-systems> pristupljeno 19 Srpanj 2024.
- [11] <https://plm.sw.siemens.com/en-US/opcenter/> pristupljeno 21. Srpanj 2024.
- [12] <https://plm.sw.siemens.com/en-US/opcenter/execution/process/> pristupljeno 17. Rujan 2024.
- [13] <https://plm.sw.siemens.com/en-US/opcenter/research-development-laboratory/specification/> pristupljeno 17. Rujna 2024.
- [14] <https://www.rockwellautomation.com/en-us/products/software/factorytalk.html> pristupljeno 30. Srpanj 2024
- [15] <https://www.sap.com/croatia/products/erp/s4hana/product-tour.html> pristupljeno 30. Srpanj 2024
- [16] <https://www.oracle.com/erp/> pristupljeno 31. Srpanj 2024
- [17] <https://www.microsoft.com/en/dynamics-365/> pristupljeno 17. Rujan 2024.
- [18] <https://www.forbes.com/advisor/business/software/microsoft-dynamics-365-erp-review/> pristupljeno 17. Rujan 2024.

- [19] https://navbiz.hr/navbiz-proizvodi/microsoft-dynamics-365-business-central/?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw0aS3BhA3EiwAKaD2ZUIUfpj1OjnWWFTbhejqdMfA9UTWmp_2MvzAAu5ZOWxnbBy7rnywvRoCL44QAvD_BwE pristupljeno 17. Rujan 2024.
- [20] <https://www.e-sustavi.hr/poslovna-rjesenja/odoo/> pristupljeno 2. Kolovoz 2024.
- [21] <https://www.goinfo.si/hr/gosoft/opcenito/> pristupljeno 17. Rujan 2024.
- [22] <https://ascalia.io> pristupljeno 17. Rujan 2024.
- [23] <https://eitmanufacturinghub.hr/profil-kompanije-ascalia/> pristupljeno 17. Rujan 2024.
- [24] <https://www.cadcam-group.eu/hr/po-aplikaciji/delmia/> pristupljeno 17. Rujan 2024.
- [25] www.hstec.hr/hr/o-nama pristupljeno 19. Kolovoz 2024.
- [26] *Informacije prikupljene prilikom intervjua s djelatnicima HSTec-a.* 20. Kolovoz 2024..
- [27] <https://blog.sap-press.com/key-differences-between-sap-ecc-and-sap-s4hana-a-detailed-comparison> pristupljeno 22. Kolovoz 2024.
- [28] <https://dnevnik.hr/vijesti/hrvatska/zadarski-hstec-na-vrhu-svjetske-proizvodnje-cime-se-bavi-hrvatska-tvrtka-koja-skoro-u-cijelosti-izvozi---576743.html> pristupljeno 17. Rujan 2024.
- [29] <https://www.odoo.com> Pristupljeno 24. Kolovoz 2024.
- [30] <https://www.erp.com.hr/odoo-erp> Pristupljeno 24. Kolovoz 2024.
- [31] https://www.odoo.com/documentation/17.0/administration/odoo_sh/getting_started/online_editor.html pristupljeno 17. Rujan 2024.
- [32] <https://www.instinctools.com/blog/all-round-erp-comparison-odoo-vs-sap/> pristupljeno 27. Kolovoz 2024.
- [33] https://www.odoo.com/pricing-configurator?plan=custom#force_country=HR&price_by=yearly&pl=176&num_users=1&hosting=online&odoosh_workers=1&odoosh_storage=1&odoosh_staging=1&implementationService=self&pack=25&integrating_partner_id=0 pristupljeno 30. Kolovoz 2024.
- [34] <https://www.erpgap.com/blog/odoogap-blog-1/what-is-mes/> pristupljeno 30. Kolovoz 2024.
- [35] www.sap.com/croatia/products/scm/manufacturing-for-planning-and-scheduling.html Pristupljeno 30. kolovoz 2024.