

# Razvoj mobilnog WMS-a i integracija s ERP-om

---

**Kolarac, Kia Milan**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:985500>

*Rights / Prava:* [Attribution-NoDerivatives 4.0 International](#)/[Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-17**

*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **RAZVOJ MOBILNOG WMS-A I INTEGRACIJA S ERP-OM**

**Kia Milan Kolarac**

Zagreb, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **RAZVOJ MOBILNOG WMS-A I INTEGRACIJA S ERP-OM**

Mentor:

Prof. dr. sc. Goran Đukić

Student:

Kia Milan Kolarac

Zagreb, 2022.

Izjavljujem s punom moralnom odgovornošću da sam ovaj diplomski rad na temu „Razvoj mobilnog WMS-a i integracija s ERP-om“ izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studiranja i navedenu literaturu.

Zahvaljujem svom mentoru prof. dr. sc. Goranu Đukiću koji mi je omogućio svu potrebnu opremu za rad i stručno pomagao svojim savjetima pri izradi ovog diplomskog rada.

Također, od srca se zahvaljujem svojoj cijeloj obitelji, djevojci, prijateljima i kolegama koji su uvijek bili uz mene, pružali mi bezuvjetnu podršku i pomoć tijekom cijelog studiranja te pomagali tijekom izrade diplomskog rada.

Svojim vlastoručnim potpisom potvrđujem da sam suglasan da se moj rad javno objavi.

U Zagrebu, 07.07.2022.

---

Kia Milan Kolarac



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



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

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum:	Prilog:
Klasa:	602-14/22-6/1
Ur. broj:	15-1703-22-

## DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **KIA MILAN KOLARAC**

Mat. br.: 0069067419

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Razvoj mobilnog WMS-a i integracija s ERP-om**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Development of mobile WMS and integration with ERP**

Opis zadatka:

Upravljanje skladištenjem i zalihama u poduzećima danas je uvelike pomoću informacijskih sustava, bilo ERP poslovnih sustava koji u sebi imaju module skladišne- materijalnog poslovanja i upravljanja zalihama, bilo korištenjem zasebnih aplikacija sustava upravljanja skladištenjem (WMS) i sustava upravljanja zalihama, koje se integriraju s ERP sustavima. Sve više se također razvijaju mobilne WMS aplikacije, omogućujući korištenje WMS aplikacija na mobilnim uređajima.

U radu je potrebno:

- dati prikaz stanja (sposobnosti, prednosti korištenja) WMS sustava, te trendove njihovog razvoja
- temeljem literaturnih izvora detaljno prikazati razlike između ERP sustava i WMS sustava po pitanju praćenja i upravljanja zalihama, odnosno upravljanja skladišnim operacijama
- razraditi i prikazati proces razvoja mobilne aplikacije WMS-a i integraciju s postojećim GoSoft ERP sustavom.

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

Zadatak zadan:  
5. svibnja 2022.

Rok predaje rada:  
7. srpnja 2022.

Predviđeni datum obrane:  
18. srpnja do 22. srpnja 2022.

Zadatak zadao: *Đukić*  
prof. dr. sc. Goran Đukić

Predsjednica Povjerenstva:  
*Runje*  
prof. dr. sc. Biserka Runje

**SADRŽAJ**

SADRŽAJ.....	I
POPIS SLIKA .....	III
POPIS KRATICA .....	V
SAŽETAK.....	VI
ABSTRACT .....	VII
1. UVOD .....	1
2. LOGISTIČKI MENADŽMENT .....	2
2.1. Učinkovito upravljanje logistikom .....	5
2.2. Logističke aktivnosti.....	7
2.3. Logistički troškovi.....	9
3. UPRAVLJANJE SKLADIŠTEM I ZALIHAMA.....	11
3.1. Upravljanje skladištem .....	11
3.2. Upravljanje zalihami (materijalom).....	14
4. SUSTAV UPRAVLJANJA SKLADIŠTEM (WMS).....	20
4.1. Uloga i značajke WMS sustava .....	20
4.2. Prednosti sustava upravljanja skladištem .....	23
4.3. Razine kompleksnosti WMS sustava .....	23
5. SUSTAV PLANIRANJA RESURSA PODUZEĆA (ERP) .....	25
5.1. Implementacija ERP sustava .....	27
5.2. Prednosti i nedostaci ERP sustava.....	29
5.2.1. Prednosti .....	29
5.2.2. Nedostaci .....	30
6. GOSOFT ERP SUSTAV .....	31
6.1. Osnovni proizvodni proces unutar GoSoft ERP sustava .....	32

---

6.2. Skladišno poslovanje unutar GoSoft ERP sustava .....	41
6.2.1. Skladišni dokumenti .....	41
6.2.2. Skladišta i lokacije .....	42
6.2.3. Proces zaprimanja, izdavanja, predavanja i otpremanja robe .....	43
7. TEORIJSKI PRIKAZ RAZVOJA WMS SUSTAVA .....	46
7.1. Budućnost WMS-a .....	47
7.2. Smjernice za razvoj WMS-a .....	49
8. RAZVOJ WMS APLIKACIJE .....	50
8.1. Preuvjeti .....	50
8.2. Povezivanje WMS aplikacije i ERP sustava .....	52
8.3. Prijava u WMS sustav .....	53
8.4. Prikaz rada s WMS sustavom .....	55
8.4.1. Pregled osnovnih podataka artikala .....	56
8.4.2. Proces međuskladištenja .....	57
8.4.3. Proces zaprimanja .....	58
8.4.4. Proces otpremanja .....	60
8.4.5. Proces izdavanja .....	62
8.4.6. Proces predavanja .....	63
9. ZAKLJUČAK .....	65
LITERATURA .....	67

**POPIS SLIKA**

Slika 2.1. Ulazni tokovi, izlazni tokovi i operacije logistike [1] .....	2
Slika 2.2. Logistički tokovi u poduzeću [1].....	3
Slika 2.3. Logističke aktivnosti [7].....	7
Slika 2.4. Struktura logističkih troškova [9] .....	10
Slika 3.1. Konsolidacija unutar skladišta [12] .....	12
Slika 3.2. Shema MRP koncepta [1].....	18
Slika 3.3. Shema MRP II koncepta [5] .....	19
Slika 4.1. Integracija WMS, ERP i TMS sustava [22] .....	21
Slika 5.1. ERP moduli [25].....	27
Slika 6.1. Osnovni prozor GoSoft ERP-a .....	33
Slika 6.2. Osnovni podaci artikla.....	34
Slika 6.3. Nabavni podaci artikla.....	34
Slika 6.4. Prikaz strukture artikla.....	35
Slika 6.5. Prikaz tehnologije artikla.....	35
Slika 6.6. Dokument potvrde narudžbe .....	36
Slika 6.7. Planska kartica artikla.....	37
Slika 6.8. Lista proizvodnih radnih naloga .....	38
Slika 6.9. Potrebe proizvodnog radnog naloga .....	38
Slika 6.10. Tehnologija proizvodnog radnog naloga.....	39
Slika 6.11. Standardni proizvodni (i prodajni) proces unutar GoSoft-a .....	40
Slika 6.12. Modul skladišnog poslovanja .....	41
Slika 6.13. Šifrant skladišta .....	42
Slika 6.14. Osnovni podaci skladišta .....	42
Slika 6.15. Šifrant lokacija unutar skladišta .....	43
Slika 6.16. Primka materijala.....	43



Slika 6.17. Obrada za kreiranje naloga za izdavanje .....	44
Slika 6.18. Izdatnica.....	44
Slika 6.19. Predatnica .....	45
Slika 6.20. Otpremnica .....	45
Slika 8.1. Mobilni uređaj s barkod skenerom .....	50
Slika 8.2. Ispis barkoda lokacija .....	51
Slika 8.3. Definiran barkod, skladište i lokacija artikla.....	52
Slika 8.4. Prijava u WMS sustav .....	54
Slika 8.5. Definiranje šifre za prijavu i lozinke .....	54
Slika 8.6. Definiranje klasifikacije korisnika u zaštitama .....	55
Slika 8.7. Skica početne stranice WMS-a i modula s dokumentima .....	56
Slika 8.8. Skica prikaza osnovnih podataka artikla .....	56
Slika 8.9. Skica procesa međuskladištenja u WMS-u .....	57
Slika 8.10. Međuskladišnica u procesu komisioniranja.....	57
Slika 8.11. Skica proces postavljanja artikla na lokaciju.....	58
Slika 8.12. Međuskladišnica u GoSoft-u .....	58
Slika 8.13. Skica procesa zaprimanja u WMS-u .....	59
Slika 8.14. Skica unosa artikla i količine kod procesa zaprimanja u WMS-u.....	59
Slika 8.15. Primka u GoSoft-u.....	60
Slika 8.16. Skica procesa otpremanja u WMS-u .....	61
Slika 8.17. Proces komisioniranja prije otpreme u GoSoft-u .....	61
Slika 8.18. Skica potvrde o otpremanju u WMS-u .....	62
Slika 8.19. Otpremnica u GoSoft-u .....	62
Slika 8.20. Skica procesa izdavanja u WMS-u.....	63
Slika 8.21. Izdatnica u GoSoft-u.....	63
Slika 8.22. Skica procesa predavanja u WMS-u.....	64
Slika 8.23. Predatnica u GoSoft-u .....	64

---

**POPIS KRATICA**

---

<b>Kratika</b>	<b>Opis</b>
<b>AGV</b>	Automatizirano vođeno vozilo (eng. <i>Automated Guided Vehicle</i> )
<b>AI</b>	Umjetna inteligencija (eng. <i>Artificial Intelligence</i> )
<b>API</b>	Aplikacijsko programsko sućelje (eng. <i>Application Programming Interface</i> )
<b>BOM</b>	Sastavnica materijala (eng. <i>Bill of Materials</i> )
<b>CRM</b>	Upravljanje odnosima s klijentima (eng. <i>Customer Relationship Management</i> )
<b>CRP</b>	Planiranje proizvodnog kapaciteta (eng. <i>Capacity Requirements Planning</i> )
<b>DMS</b>	Sustav upravljanja dokumentima (eng. <i>Document Management System</i> )
<b>ERP</b>	Sustav planiranja resursa poduzeća (eng. <i>Enterprise Resource Planning</i> )
<b>HR</b>	Ljudski resursi (eng. <i>Human Resource</i> )
<b>IoT</b>	Internet stvari (eng. <i>Internet of Things</i> )
<b>KPI</b>	Ključni pokazatelji uspješnosti (eng. <i>Key Performance Indicator</i> )
<b>MES</b>	Sustav izvršenja proizvodnje (eng. <i>Manufacturing Execution System</i> )
<b>MRP</b>	Planiranje potreba za materijalom (eng. <i>Material Requirements Planning</i> )
<b>MRP II</b>	Planiranje potreba za proizvodnju (eng. <i>Manufacturing Resource Planning</i> )
<b>R&amp;D</b>	Istraživanje i razvoj (eng. <i>Research and Development</i> )
<b>RFID</b>	Radio-frekvencijska identifikacija (eng. <i>Radio-Frequency Identification</i> )
<b>SCM</b>	Sustav upravljanja lancem opskrbe (eng. <i>Supply Chain Management</i> )
<b>TMS</b>	Sustav upravljanja transportom (eng. <i>Transportation Management System</i> )
<b>WMS</b>	Sustav upravljanja skladištem (eng. <i>Warehouse Management System</i> )

---

## **SAŽETAK**

Ovaj diplomski rad na temu „Razvoj mobilnog WMS-a i integracija s ERP-om“ temelji se na prikazu projektnog razvoja WMS sustava i integracije samog WMS sustava s GoSoft ERP sustavom. U prvom dijelu diplomskog rada će se objasniti temeljni pojmovi i važnost logističkog menadžmenta u današnjem svijetu, upravljanju skladištem i zalihama. Nakon toga se prikazuju funkcionalnosti i važnost sustava za upravljanje skladišta i sustava za planiranje resursa poduzeća. U modernom dobu je opstanak i konkurentnost poduzeća gotovo nezamisliv bez uvođenja modernih tehnologija, automatiziranih sustava i velikih baza podataka koje služe za detaljnu i prediktivnu analizu, optimalni i profitabilni rad poduzeća. U praktičnom dijelu diplomskog rada će biti opisan rad i cijeli skladišni proces s GoSoft ERP sustavom i o samoj funkcionalnosti ERP sustava, dok se u završnom dijelu diplomski rad bazira na projektnom prikazu razrade koncepta WMS aplikacije i integracije s GoSoft ERP sustavom.

**Ključne riječi:** ERP, sustav planiranja resursa poduzeća, WMS, sustav upravljanja skladištem, GoSoft, logistika, logistički menadžment, upravljanje skladištem i zalihama.

**ABSTRACT**

This thesis on the topic "Development of mobile WMS and integration with ERP" is based on the presentation of project development of WMS system and integration of WMS system with GoSoft ERP system. The first part of the thesis will explain the basic concepts and importance of logistics management in today's world, warehouse and inventory management. After that, the functionalities and importance of the warehouse management system and the enterprise resource planning system are presented. In the modern age, the survival and competitiveness of enterprises is almost inconceivable without the introduction of modern technologies, automated systems and large databases that serve for detailed and predictive analysis, optimal and profitable operation of the enterprise. The practical part of the thesis will describe the work and the whole warehousing process with the GoSoft ERP system and the functionality of the ERP system, while the final part of the thesis is based on a project presentation of the concept of WMS and integration with GoSoft ERP system.

**Key words:** ERP, Enterprise Resource Planning, WMS, Warehouse Management System, GoSoft, logistics, logistics management, warehouse and inventory management.

## **1. UVOD**

Logistika je funkcija koja je odgovorna za transport (kretanje) i skladištenje (mirovanje) materijala na njihovom putu između dobavljača i kupaca. U srcu poduzeća su operacije koje stvaraju i isporučuju proizvode te se iz poduzeća dostavljaju klijentima. Upravljanje logistikom uključuje više procesa koji osiguravaju neometano kretanje robe, tereta, sirovina, gotovih zaliha i paketa od mjesta podrijetla do krajnjih kupaca. Moderno i učinkovito upravljanje logistikom omogućuje poduzećima da otkriju nove tokove prihoda, povećavaju profitabilnost isporuke i stvaraju pozitivna korisnička iskustva.

Skladišna logistika je jedan od smjerova opće teorije logistike koji rješava probleme organizacije skladišta, formiranja sustava za prijam, obračun i stavljanje zaliha u skladište. Skladištenje je bitno u upravljanju lancem opskrbe jer se roba transportira od proizvođača do krajnjeg primatelja. U savršeno organiziranoj i opskrbljivanoj proizvodnji skladišta uopće ne bi trebala postojati jer bi materijal mogao od prihvatnog centra teći ravno u proizvodnju te bi se kao gotov proizvod odmah otpremio potrošačima. Međutim nesigurna dobava, nejednakosti u proizvodnji, odstupanja od vremena proizvodnje, osiguranje kratkih rokova potrošača te na kraju krajeva i veći troškovi kontinuiranog opskrbljivanja nužno nameću potrebu skladišta.

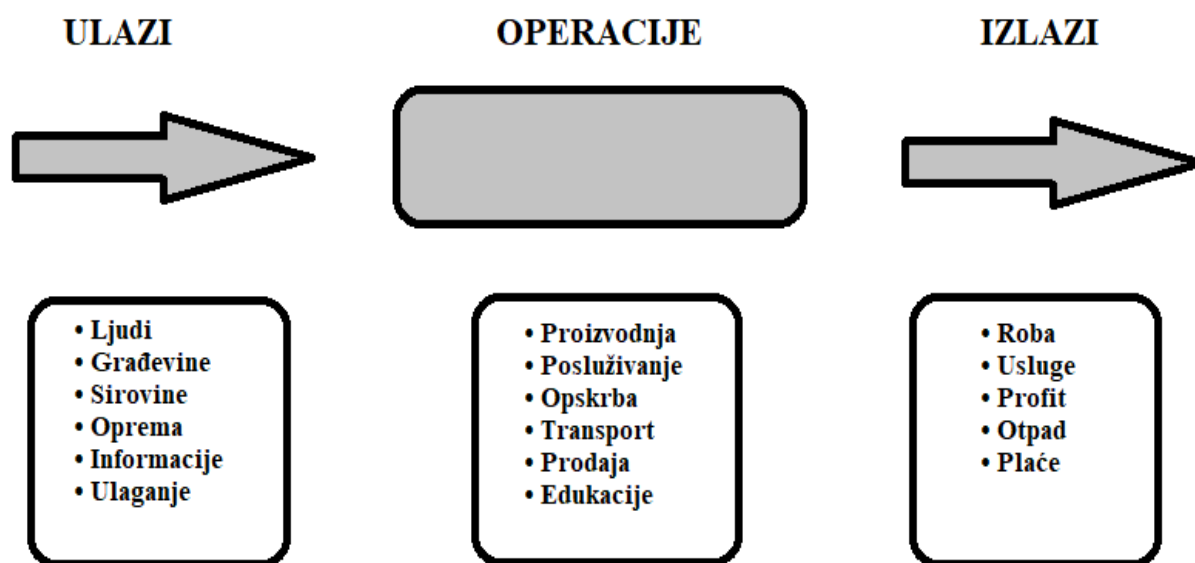
Sustav za upravljanje skladištem olakšavaju upravljanje u njihovom svakodnevnom planiranju i organiziranju skladišta, pomažu u procesima kontroliranja korištenja raspoloživih resursa, premještanja i skladištenja materijala. Omogućuju tvrtkama da maksimiziraju svoju radnu snagu i korištenje prostora i ulaganja u opremu koordinacijom i optimizacijom korištenja resursa i tokova materijala. WMS nije samo siguran način za poboljšanje logistike skladišta, već je i neophodan u današnjem skladištu.

S druge strane, sustav planiranja resursa poduzeća, jest integracija svih ključnih poslovnih procesa potrebnih za vođenje tvrtke: financije, ljudski resursi, proizvodnja, lanac opskrbe, usluge, nabava i ostalo. Na svojoj najosnovnijoj razini, ERP pomaže učinkovito upravljati svim tim procesima u integriranom sustavu te se često naziva sustavom evidencije organizacije. ERP sustav pruža automatizaciju, integraciju i inteligenciju koji su neophodni za učinkovito vođenje svih svakodневnih poslovnih operacija i često se opisuje kao središnji živčani sustav poduzeća.

## 2. LOGISTIČKI MENADŽMENT

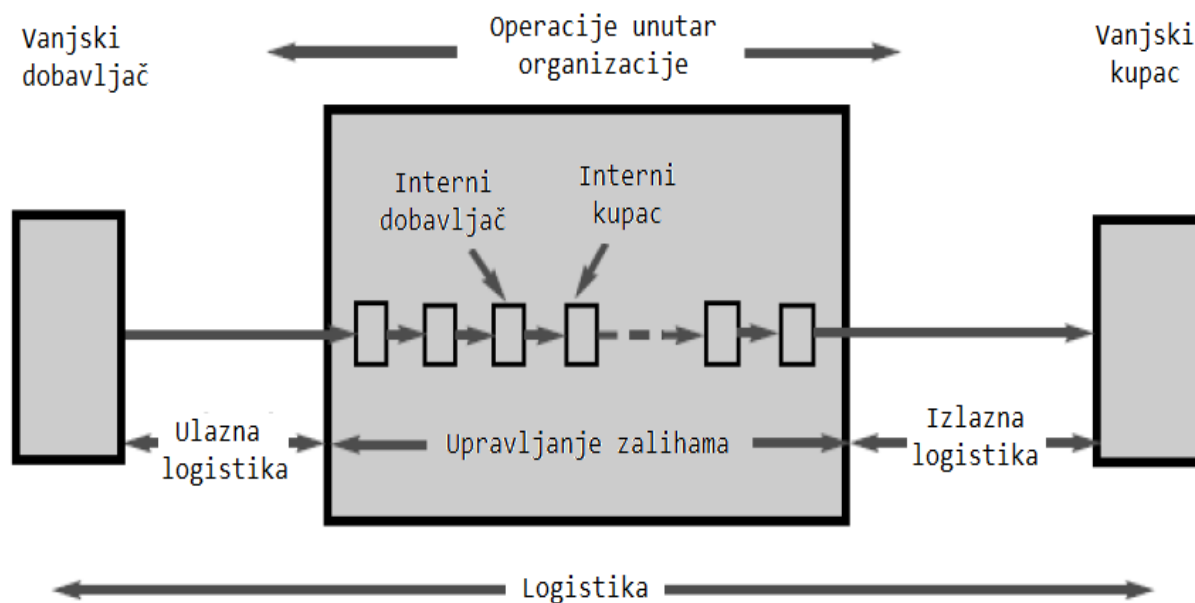
Sva poduzeća karakterizira kretanje materijala unutar svojih operacija. Proizvođači nabavljaju sirovine od dobavljača te dostavljaju gotovu robu kupcima, maloprodajne trgovine imaju redovite isporuke od veletrgovaca koje maloprodajne trgovine dostavljaju potrošačima. Svaki proizvod za kupca ima svoj put. Logistika je funkcija koja je odgovorna za transport (kretanje) i skladištenje (mirovanje) materijala na njihovom putu između dobavljača i kupaca. Svako poduzeće pruža određene proizvode za svoje kupce. Tradicionalno se proizvod opisuje ili kao roba ili kao usluga.

U srcu poduzeća su operacije koje stvaraju i isporučuju proizvode. Te operacije imaju niz ulaza (resursi) i pretvaraju ih u željeni izlaz [Slika 2.1]. Proizvodi iz poduzeća se dostavljaju klijentima. Kupci generiraju zahtjeve (potražnja), a operacije koristeći resurse naprave proizvode koji ih zadovoljavaju. Logistika ostvaruje kretanje materijala u tom kružnom ciklusu. Riječ materijal u ovom smislu može predstavljati svaki resurs – opipljivi resurs odnosno fizički materijal (sirovine, poluproizvodi, gotovi proizvodi) i neopipljivi odnosno apstraktni resurs (energija, informacija, znanje, usluga...). [1]



Slika 2.1. Ulazni tokovi, izlazni tokovi i operacije logistike [1]

Osim kretanja materijala unutar poduzeća i organizacije, materijali (resursi) se dostavljaju od vanjskih dobavljača, a proizvod (roba ili usluga) se dostavljaju kupcu odnosno vanjskom korisniku. Operacije unutar poduzeća su obično podijeljene u nekoliko povezanih dijelova (odjeli, pogoni...). Dakle, logistika ostvaruje kretanje materijala i kroz različite dijelove organizacije – od internih dobavljača do internih korisnika [Slika 2.2]. [1]



Slika 2.2. Logistički tokovi u poduzeću [1]

To dovodi do osnovne definicije i uloge logistike: logistika je proces planiranja, implementacije i kontrole tijeka materijala od točke izvora do točke potrošnje. Logistika je skup aktivnosti povezanih s učinkovitim kretanjem gotovih proizvoda od mjesta završetka proizvodnje do korisnika, uključujući kretanje sirovina od dobavljača do početka proizvodnje. Te aktivnosti uključuju vanjski transport, skladištenje, rukovanje materijalom, zaštitno pakiranje, kontrolu zaliha, odabir lokacije pogona i skladišta, procesiranje narudžbi, predviđanje kretanja na tržištu i servis. [2]

Kako je logistika odgovorna za kretanje materijala, te sve aktivnosti logistike zahtijevaju odgovarajuće upravljanje (menadžment), što dovodi do pojma upravljanja logistikom, odnosno logistički menadžment.

Upravljanje logistikom uključuje više procesa koji osiguravaju neometano kretanje robe, tereta, sirovina, gotovih zaliha i paketa od mjesta podrijetla do krajnjih kupaca. Ovi procesi mogu biti automatizirani ili ručni ovisno o digitalnoj integraciji poduzeća. Moderno i učinkovito upravljanje logistikom, uz tehnologije poput umjetne inteligencije, strojnog učenja, prediktivne inteligencije i interneta stvari (IoT, eng. *Internet of Things*), osnažuje tvrtke da otkriju nove tokove prihoda, povećavaju profitabilnost isporuke i stvaraju pozitivna korisnička iskustva. Upravljanje logistikom ključna je komponenta upravljanja lancem opskrbe.

Upravljanje opskrbnim lancem (SCM, eng. *Supply Chain Management*) niz je međusobno povezanih aktivnosti koje se odnose na pretvorbu i prijelaz sirovina u gotovu robu dok ne stignu do potrošača. Upravljanje lancem opskrbe brine se o cjelokupnom procesu kupnje,

opskrbe, proizvodnje i prodaje dok logistika premošćuje disbalans između različitih segmenata. Visoko upravljanje lancem opskrbe ima za cilj stjecanje značajne konkurentske prednosti kroz učinkovitost. Neke od vrsta upravljanja lancem opskrbe su sljedeće: upravljanje opskrbom, distribucija i rukovanje materijalom, upravljanje proizvodom, upravljanje korisničkim uslugama i upravljanje povratima. [3]

S druge strane, logistički menadžment je onaj dio upravljanja lancem opskrbe (SCM) koji planira, implementira i kontrolira učinkoviti i troškovno isplativi tijek robe, skladištenje, usluge i povezane informacije između točke izvora i točke potrošnje s ciljem ispunjenja zahtjeva korisnika. Logistika je funkcija podrške, a proizvod logistike je izvedba. Kupci su frustrirani kada proizvodi koje kupuju ne rade ispravno, posebno ako je proizvod skup poput automobila, perilice posuđa ili hladnjaka. Logistička podrška je uspostavljena za ispunjavanje ciljeva sustava nabave, operativnih performansi, minimalnih troškova i optimalnog rasporeda. Izvedba logistike je element funkcija dostupnosti, sposobnosti i kvalitete. Dostupnost je funkcija razine sigurnosne zalihe i mjeri se vjerojatnošću da će roba biti dostupna kada se zatraži. Sposobnost se odnosi na brzinu i učinkovitost logističkih performansi, a kvaliteta na broj netočne, nedostajuće ili oštećene robe. [4]

S druge strane, vijeće za upravljanje logistikom (*The Council of Logistics Management*), jedna od vodećih strukovnih organizacija za logističko osoblje, koristi izraz logistički menadžment za opis procesa planiranja, implementacije i kontrole učinkovitog, djelotvornog toka i skladištenja robe, usluga i povezanih informacija od mjesta podrijetla do mjesta potrošnje u svrhu zadovoljavanja zahtjeva kupaca. Ova definicija uključuje tijek materijala i usluga. Logistika ovisi o prirodnim, ljudskim, financijskim i informacijskim resursima za ulazne podatke. Dobavljači osiguravaju sirovine kojima logistika upravlja u obliku sirovina, zaliha u procesu i gotovih proizvoda. Akcije menadžmenta daju okvir za logističke aktivnosti kroz proces planiranja, provedbe i kontrole. Rezultati logističkog sustava su konkurentska prednost, korisnost vremena i mjesta, učinkovito kretanje do kupca i pružanje mješavine logističkih usluga tako da logistika postaje vlasnička imovina organizacije. Ovi rezultati su mogući učinkovitim i učinkovitim izvođenjem logističkih aktivnosti. [5]

Jedan od najvažnijih koncepata u upravljanju logistikom je koncept 7P ili 7 “Prava” odnosno da se pomoću ljudskih resursa pravom korisniku, u pravo vrijeme, dostavi pravi proizvod, u pravoj količini, u pravom stanju, pravoj cijeni i na pravom mjestu gdje je naglasak na minimalnim troškovima i optimizaciji u svrhu postizanja veće profitabilnosti poduzeća i zadovoljstva korisnika. [6]



## 2.1. Učinkovito upravljanje logistikom

Sve veća složenost kretanja robe od točke podrijetla do točke potrošnje učinila je upravljanje logistikom ključnim u pogledu praćenja promjenjivih potreba kupaca, rastuće konkurencije i dinamike tržišta koja se razvija. Logistika je ključna za korištenje, planiranje, implementaciju i kontrolu toka i skladištenja robe i usluga kako bi se zadovoljili zahtjevi kupaca. Učinkovito upravljanje logistikom pruža jasnu vidljivost transportnih aktivnosti uključenih u osiguravanje nesmetanog rada opskrbnog lanca. Analizom podataka o prijevozu, tvrtke mogu implementirati bolju optimizaciju rute kako bi izbjegle potencijalne smetnje i uštedjele na operativnim troškovima i troškovima goriva. Upravljanje logistikom pomaže identificirati mjere uštede i održavanje nižih troškova, čime se osigurava bolja produktivnost i provedba pouzdanih strategija koje pomažu u pružanju usluga u svrhu zadovoljstva kupaca i povećanja obujma prodaje.

Poduzeća moraju implementirati učinkovito upravljanje logistikom kako bi ostala konkurentna, osigurala svoju stabilnost na tržištu i kako bi mogla zadovoljiti potražnju i očekivanja potrošača. Neke od prednosti učinkovitog upravljanja logistikom su [3]:

- Poboljšanje korisničkog iskustva - upravljanje logistikom pomaže u pružanju brze i kvalitetne usluge. Strategija upravljanja može stalno pokušavati poboljšati transportne procese i eliminirati sve smetnje jer odgođene isporuke mogu dovesti do razočaranja kupca. Pružanje boljih usluga korisnicima i neometani proces transporta tereta može dodati više vrijednosti korisničkom iskustvu. Poboljšano korisničko iskustvo može dovesti do bolje reputacije robne marke ili tvrtke i pomoći u stvaranju većeg posla. Stoga, dobro obrađena logistika pridonosi ukupnom pozitivnom iskustvu kupaca.
- Optimiziranje operativnih troškova – logistika funkcionira optimalno kada postoji velika transparentnost i vidljivost u operacijama. Učinkovit plan upravljanja logistikom može analizirati povijesne podatke i pružiti optimizaciju rute radi povećanja učinkovitosti i smanjenja troškova goriva. Upravljanje logistikom može optimizirati korištenje imovine, poboljšati poslovnu učinkovitost i smanjiti operativne troškove.
- Povećanje profitabilnosti – upravljanje logistikom omogućuje tvrtkama da steknu jasnu vidljivost svog poslovanja, poboljšaju odnose s kupcima i smanje potrebu za održavanjem viška zaliha. To pomaže povećati stopu ispunjenja narudžbe čime se povećava profitabilnost tvrtke. Uz korištenje sustava za optimizaciju ruta,

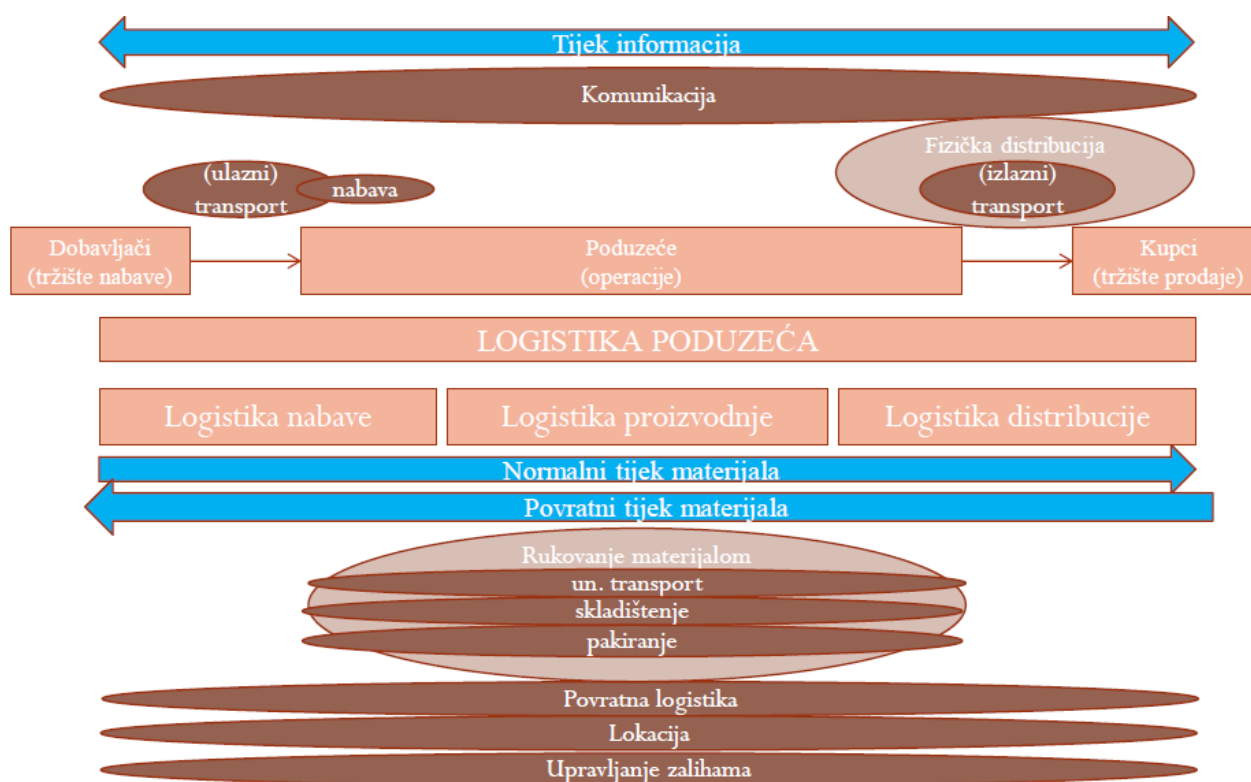
implementaciju najnovijih tehnoloških inovacija, te povećanjem iskorištenosti kapaciteta flote, tvrtke mogu minimizirati operativne troškove i osigurati sinkronizirano upravljanje lancem opskrbe.

- Bolje intermodalne operacije – intermodalne operacije uključuju korištenje dva ili više načina ili prijevoznika za prijevoz robe od dobavljača do potrošača. Za intermodalne operacije koriste se posebni standardizirani kontejneri što eliminira rizike izravnog rukovanja robom. Bolji intermodalni poslovi pomažu u smanjenju troškova, ekološki su prihvatljiviji, pouzdaniji i sigurniji.
- Veća produktivnost i učinkovitost isporuke – logistika se usredotočuje na optimizaciju poslovanja i poboljšanje učinkovitosti bez utjecaja na profitne marže. Smanjenjem rasipanja resursa osigurava se produktivnost isporuke bez ugrožavanja pravovremene isporuke robe. Upravljanje logistikom može zadovoljiti standarde kvalitete, smanjiti kvarove, nedostatke i odstupanja te u konačnici poboljšati produktivnost isporuke.
- Inteligentno planiranje rute – roba se mora isporučiti učinkovito i neprimjetno uz poštivanje pravila o sigurnosti na cestama i zadanih rokova isporuke. Pametno planiranje ruta omogućuje jednostavan odabir najboljih ruta, pomaže u izbjegavanju prometnih gužvi, olakšava praćenje statusa vozača i vozila, smanjuje praznine i osigurava da roba stigne do kupaca netaknuta i na vrijeme. Pametno planiranje rute osigurava dobru stopu ispunjenja i zadovoljstvo kupaca.

Pandemija je natjerala tvrtke da se više oslanjaju na upravljanje logistikom kako bi išle ukorak s promjenjivim zahtjevima i osigurale osnovne artikle kupcima. Iako razorne sile mogu biti ekološke, geopolitičke ili tehnološke, one mogu dovesti logističke mreže u nered. Kako bi se riješili poremećaji u upravljanju logistikom, potrebno je uspostaviti nekoliko najboljih praksi za povećanje skalabilnosti, održavanje isporuke i ograničavanje kašnjenja u uslugama. Srećom, moderni lanac opskrbe je usred digitalizacije, s novom tehnologijom i alatima koji obećavaju povećanje učinkovitosti i točnosti. Sve u svemu, logistički menadžment treba se razvijati i prilagođavati najnovijim tehnološkim inovacijama kako bi ispunio rastuća očekivanja kupaca, ostvario profit i postigao rast. Tvrtke moraju implementirati najbolje prakse upravljanja logistikom kako bi poboljšale operativnu učinkovitost naglašavajući koordinaciju procesa i dijeljenje informacija. [3]

## 2.2. Logističke aktivnosti

Različiti su pristupi u prikazu funkcionalnih područja logistike, odnosno logističkih aktivnosti u poduzećima. Kod nekih autora tendencija je prikaza logistike kroz funkcije poduzeća, kod drugih se logistike prikazuje putem pozicioniranja pojedinih ključnih logističkih aktivnosti, a ponekad su prikazi područja logistike isprepleteni s prikazom logističkih aktivnostima. Pri tome također treba naglasiti da se kroz literaturu nejednako sistematiziraju i sve logističke aktivnosti. Mnoge aktivnosti mogu se, ali i ne moraju promatrati kao dio logistike. No čvrste granice nisu niti nužne, već je bitno razumijevanje da mnoge funkcije i aktivnosti moraju djelovati zajedno u izvršavanju zadataka i ostvarivanju ciljeva logistike. Logistika je odgovorna za kretanje i skladištenje materijala dok se kreću kroz opskrbni lanac. Na Slika 2.3 su prikazane logističke aktivnosti industrijskih poduzeća, tok informacija i tok materijala.



Slika 2.3. Logističke aktivnosti [7]

Upravljanje logistikom uključuje ogromnu mrežu dobavljača, agenata, distributera i pružatelja usluga, kroz različite načine transporta. To je složen proces koji uključuje više komponenti koje određuju učinkovito kretanje robe. Prema Lambert-u, postoji 14 ključnih logističkih aktivnosti potrebnih za ostvarenje tijeka materijala [5]:

- Usluga korisnicima – sve aktivnosti potrebne kako bi se prihvatila, obradila, isporučila i naplatila kupčeva narudžba i kako bi se naknadno pružile sve potrebne usluge u smislu održavanja, popravka i sličnog.
- Podrška u rezervnim dijelovima i servis – uz podršku kretanju materijal od sirovina, preko poluproizvoda u procesu proizvodnje, do gotovih proizvoda, logistika je također odgovorna i za osiguranje podrške nakon prodaje.
- Rukovanje povratnom robom – logistika dobiva sve veći značaj u rješavanju problema rukovanja robom koja se vraća od korisnika (reklamirana roba). Troškovi rukovanja takvom robom otprilike su 9 puta veći nego troškovi rukovanja istom robom od proizvođača do korisnika (zbog kretanja malih količina robe).
- Upravljanje zalihama – uključuje kompromis između nivoa zaliha koje se trebaju držati da se ostvari visok nivo usluge korisnicima te troškova zbog držanja zaliha, troškova skladištenja i vezanog kapitala. Ti troškovi su i do 50% vrijednosti od ukupne godišnje vrijednosti zaliha, što ilustrira važnost upravljanja zalihama.
- Pakiranje – značajno zbog zaštite i skladištenja, održavanja prave kvalitete, niži troškovi zbog skladištenja i rukovanja, jedinični tereti.
- Povratna logistika (eng. *Reverse Logistics*) – pokriva odvođenje i odlaganje otpadnog materijala, što je povezano sa skladištenjem i transportom takvog materijala. Kako raste potreba za recikliranjem, i taj dio poprima sve veći značaj kao logistička aktivnost.
- Promet i transport – ključna logistička aktivnost je zapravo ostvariti kretanje materijala i roba od točke izvora do točke potrošnje, te kasnije eventualno mjesta odlaganja otpada. Transport uključuje određivanje tipa prijevoza, rute, odabira prijevoznika, itd. Najčešće je to najveći pojedinačni trošak logističkih aktivnosti.
- Rukovanje materijalom – pokriva svo kretanje materijala unutar pogona i skladišta. Kako se povećavaju troškovi (svakim premještanjem materijala, a ne dodaje mu se vrijednost) težnja je eliminirati rukovanje gdje god je to moguće.
- Nabava – podrazumijeva nabavu materijala, ali i usluga, za podršku operacijama proizvodnje, marketinga, prodaje i logistike. Uključuje aktivnosti kao što su odabir dobavljača, pregovore oko cijene, uvjeta i količina te dogovaranje potrebne kvalitete.
- Skladištenje – aktivnost koja osigurava vremensku i prostornu iskoristivost, odnosno dinamičku uravnoteženost tokova materijala. Uključuje oblikovanje skladišta, edukaciju zaposlenih, automatizaciju, itd.

- Određivanje lokacije pogona i skladišta – kao dio strateškog planiranja, određivanje lokacije pogona i skladišta ima utjecaja na troškove transporta (sirovina i gotovih proizvoda), kao i na nivo usluge (brzinu odgovora) korisnicima.
- Procesiranje narudžbe – povezuje sustave koje organizacija ima za primanje narudžbe, provjera statusa narudžbi i komunikaciju s korisnicima, ispunjenje narudžbe i dostavu. Bazira se na informacijskoj i komunikacijskoj tehnologiji.
- Logistička komunikacija – komunikacije postaju automatizirane i složene te između različitih funkcija i organizacija logističkog lanca. Ključne su za funkcioniranje svakog sustava i naglašava se potreba za informacijskim sustavima.
- Planiranje/predviđanje potražnje – marketing predviđa potražnju na temelju promocija, cijene, konkurencije, a proizvodnja predviđa proizvodne zahtjeve na temelju predviđanja marketinga i trenutnih zaliha. Logistika se obično uključuje u predviđanje nakon toga, koliko treba naručiti, kako transportirati gotove proizvode i gdje.

### 2.3. Logistički troškovi

Logistički troškovi nastaju u svakom odjelu industrijskih poduzeća. Glavni problem je točno identificirati što su troškovi i gdje se oni nalaze jer se logistički troškovi ne mogu kontrolirati ako im se ne može ući u trag. Danas se često grupiraju troškovi prema financijskim izvještajima, a ne prema funkcijama ili aktivnostima. Mnogi logistički troškovi su prelomljeni na dijelove i alocirani drugim funkcijama.

Globalni logistički rashodi predstavljaju oko 10-15 % ukupnog svjetskog BDP-a, ali značajno variraju ovisno o stupnju gospodarskog razvoja i usmjerenosti gospodarstva kao što je prevlast proizvodnje, resursa ili usluga. Gospodarstvo koje se oslanja na vađenje prirodnih resursa imat će veće logističke troškove od gospodarstva koje se usredotočuje na napredne usluge. [8]

Glavni logistički troškovi obuhvaćaju:

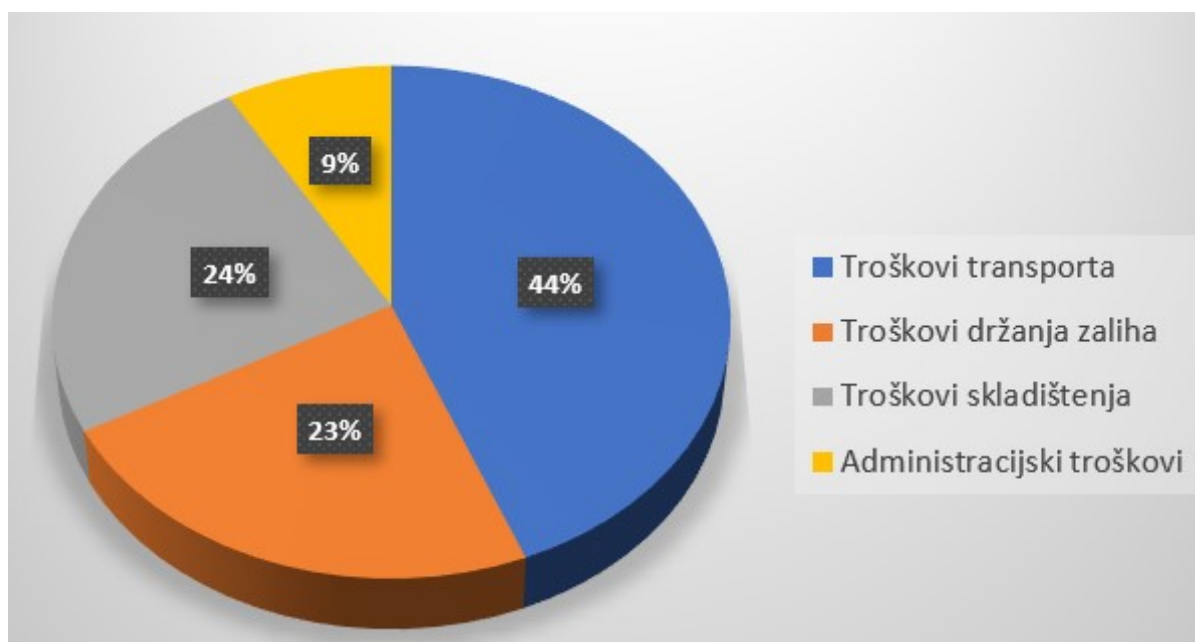
- troškove transporta
- troškove držanja zaliha
- troškove skladištenja
- administracijske troškove.

Troškovi transporta su i dalje najznačajniji jer čine skoro polovicu logističkih troškova. Oni uključuju troškove vezane uz rad i održavanje načina prijevoza i terminala koji se koriste u lancu opskrbe. Troškovi transporta su troškovi povezani s kretanjem robe između mjesta gdje se proizvodi i mjesta distribucije odnosno potrošnje.

Troškovi držanja zaliha su varijabilni troškovi održavanja zaliha u skladištu. Oni uključuju troškove držanja robe na zalihama (kapitalne troškove, rad, skladištenje, amortizaciju, osiguranje, oporezivanje i zastarjelost), kao i fizičko rukovanje robom, uključujući zadatke kao što su pakiranje i označavanje. Troškovi vođenja zaliha variraju ovisno o obujmu kojim se rukuje i obično se izražavaju kao udio u vrijednosti zaliha.

Troškovi skladištenja su fiksni troškovi posjedovanja ili zakupa skladišnog prostora, uključujući održavanje i režije. Oni se razlikuju ovisno o broju i veličini objekata te su neovisni o količini zaliha kojim se rukuje.

Administrativni troškovi uključuju režijske troškove kao što su korisnička služba, primanje i obrada narudžbi, nabavni procesi te upravljanje radnom snagom. Oni također uključuju informacijske tehnologije kao što su računalna oprema i softver. [8]



Slika 2.4. Struktura logističkih troškova [9]

Na Slika 2.4 je prikazana prosječna struktura logističkih troškova u poduzećima od 2016. do 2020. godine [9]. Vidljivo je kako se gotovo 50 % ukupnih logističkih troškova poduzeća odnosi na troškove držanja zaliha i troškove skladištenja stoga je izuzetno bitno te troškove svesti na minimum.

### 3. UPRAVLJANJE SKLADIŠTEM I ZALIHAMA

#### 3.1. Upravljanje skladištem

Skladište u industriji je povremeni prostor za sigurno odlaganje materijala. U savršeno organiziranoj i opskrbljivanoj proizvodnji skladišta uopće ne bi trebala postojati jer bi materijal mogao od prihvatnog centra teći ravno u proizvodnju, te bi se kao gotov proizvod odmah otpremio potrošačima. Međutim nesigurna dobava, nejednakosti u proizvodnji, odstupanja od vremena proizvodnje, osiguranje kratkih rokova potrošača te na kraju krajeva i veći troškovi kontinuiranog opskrbljivanja nužno nameću potrebu skladišta. Skladišta izjednačuju vremenske i količinske razlike i time osiguravaju da pravi materijal bude u pravo vrijeme na pravom mjestu. Svrha skladišta je da uz minimalne troškove pouzdano posluhuje proizvodnju i potrošače. [10]

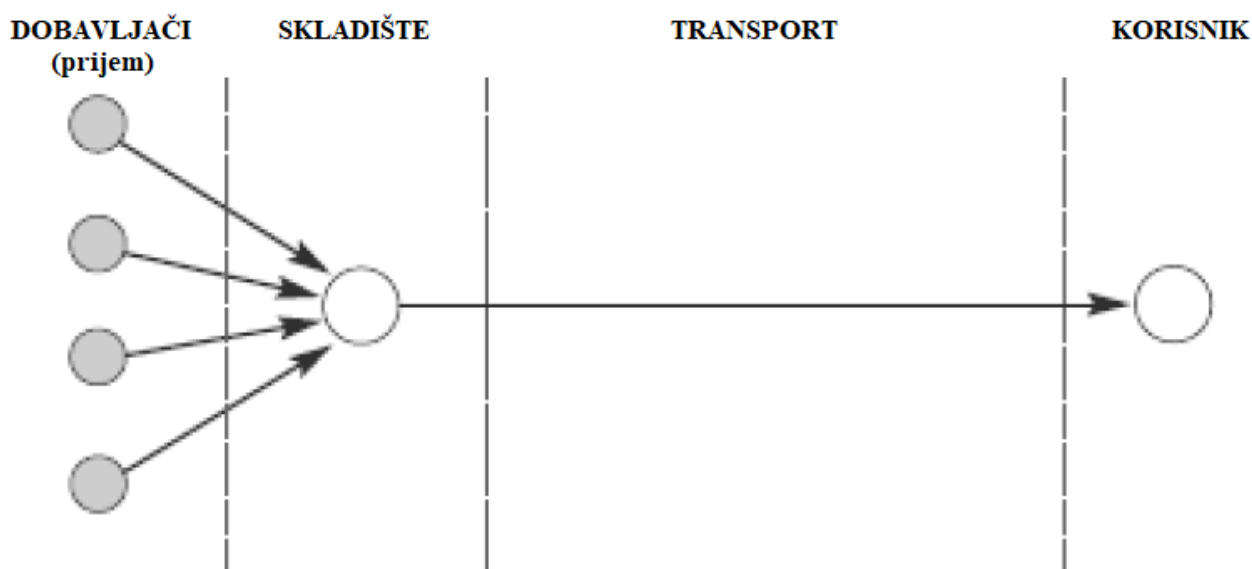
Osnovne funkcije skladišta su:

- prijem
- skladištenje
- komisioniranje
- otpremanje.

Skladištenje se definira kao značajna komponenta osnovnog logističkog procesa koji obuhvaća radnje u području upravljanja opskrbom, organizacijom ulaza i izlaza, odnosno priljeva i odljeva robe u organizaciji. Skladišna logistika je jedan od smjerova opće teorije logistike koji rješava probleme organizacije skladišta, formiranja sustava za prijam, obračun i stavljanje zaliha u skladište. Skladištenje je bitno u upravljanju lancem opskrbe jer se roba transportira od proizvođača do krajnjeg primatelja. Prednosti skladištenja u logistici pokazuju da ako je rad skladišta neučinkovit, cijeli lanac opskrbe može biti imobiliziran (npr. nedostatak robe, kašnjenja ili blokade). Svi logistički naponi koji se obavljaju u okviru skladišta trebali bi izbjeći da skladište postane usko grlo u lancu opskrbe. Svrha skladišta je podržati proizvodne procese, što se može postići održavanjem dovoljnih resursa, materijala i ambalaže za proizvodnju, omogućujući nesmetanu proizvodnju. Stalni pristup paketima omogućuje sustavno primanje gotove robe i isporuku željenom primatelju. Važno je napomenuti da skladišta podržavaju marketinške procese osiguravajući stalan pristup resursima potrebnim za završetak promotivne akcije ili izradu promotivnih kompleta. [11]

Svrha i razlozi postojanja skladišta je da se izjednače nejednačenosti tržišne ponude i potražnje, sigurnost u slučaju u slučaju prekida proizvodnje, isporuke ili zastoja u transportu. U logističkom sustavu poduzeća, skladišta služe kao [11]:

- Objedinjavanja (konsolidacija) transporta – za kretanje robe od dobavljača do kupca, transport je najosnovnija i najvažnija komponenta logistike. To je kretanje proizvoda od jednog dobavljača do kupca. Proizvod se transportira od mjesta proizvodnje do konačnog odredišta. Konsolidacija prijevoza [Slika 3.1] omogućuje tvrtkama da smanje troškove transporta, što je posebno bitno za tvrtke koje šalju robu na kratke udaljenosti.



Slika 3.1. Konsolidacija unutar skladišta [12]

- Provedba kontrole kvalitete – točna veličina, težina, broj i konfiguracija bilo kojeg od proizvoda pohranjenih u središnjem skladištu moraju biti točno zabilježeni kako bi se ispravni dio mogao isporučiti na pravo mjesto i vrijeme. Tradicionalne tehnike kontrole kvalitete uključuju vizualne provjere i čitanje barkoda s proizvoda.
- Kontrola zaliha – upravljanje zalihama je zadržati dovoljno zaliha kako bi se zadovoljili zahtjevi kupaca, a istovremeno bi troškovi prijenosa trebali biti najniži. Ovaj je sustav učinkovit u upravljanju zalihama kako bi se zadovoljile potrebe korisnika, a također i za rukovanje računovodstvenim operacijama poput vrednovanja zaliha.
- Ispunjavanje narudžba – ponuda proizvoda na određenom mjestu i u određeno vrijeme je usluga kojom se bavi logistika. Važna je i u skladištima opskrbe jer je lakše planirati raspored proizvodnje što znači brže ispunjavanje narudžbi. Potražnja korisnika je nepredvidljiva, a dobavljači ne mogu predvidjeti troškove nedostatka zaliha.



- Zaštita od neočekivanih događaja – kašnjenja u opskrbi sirovinama mogu uzrokovati zaustavljanje proizvodnog procesa, što rezultira lošim poslovanjem. U distribucijskim skladištima može nastupiti stanje neočekivanih događaja poput nedostatka robe ili kašnjenja u transportu. Oštećeni artikli tijekom transporta mogu utjecati na razinu zaliha i učinkovitost ispunjenja narudžbe. Također je potrebno ujednačiti tokove robe što je od posebne važnosti u slučaju sezonskih fluktuacija.

Upravljanje skladištem uključuje organiziranje i kontrolu svih procesa unutar skladišta i osiguravanja da sve teče optimalno. Upravljanje skladištem uključuje uređenje skladišta i raspored, posjedovanje i održavanje odgovarajuće opreme, upravljanje novim zalihama, odabir, pakiranje i otprema narudžbi te praćenje i poboljšanje ukupne izvedbe skladišta. [13]

U svakoj od osnovnih funkcija skladišta se širi upotreba računalne tehnologije. Računala mogu pomoći minimizirati broj skladišta poduzeća poboljšanjem rasporeda i dizajna skladišta, kontrolom zaliha, otpremom i zaprimanjem te širenjem i čuvanjem informacija. Zajedno s učinkovitijim skladištima nastoji se smanjiti broj potrebnih skladišta. Potpuno kompjuterizirano skladište imat će sve aktivnosti skladišta koje su povezane sa sustavom, uključujući zaprimanje, kontrolu kvalitete, skladištenje, komisioniranje, pakiranje i otpremu. Dobit će se značajne prednosti, uključujući poboljšanu uslugu prema korisnicima, niže troškove te učinkovitije poslovanje. Informacije su ključ uspješnog upravljanja skladištem. Važnost informacija u upravljanju skladištima je značajna jer točne i pravovremene informacije omogućuju poduzeću da minimizira zalihe, raspored transportnih vozila i općenito poboljša razinu usluge. Tipičan sustav upravljanja skladištem (WMS) postiže ova poboljšanja na 3 načina: smanjenje izravnog rada, povećanje učinkovitosti opreme za rukovanje materijalima i povećanje iskorištenosti skladišnog prostora. [5]

Budući da je skladištenje tako značajna komponenta logističkog procesa, u smislu njegovih troškova i utjecaja na uslugu, postoji velika potreba za poboljšanjem produktivnosti skladišta. Produktivnost se može poboljšati na mnogo načina, uključujući programe koji se odnose na metode, opremu, sustave i programe vezane uz trening i motivaciju. Programi povezani s metodom uključuju raspored i dizajn skladišta, analizu metoda i postupaka, grupno komisioniranje, pakiranje omota, brojanje ciklusa zaliha, standardizirano pakiranje i konsolidaciju skladišta. Programi povezani uz opremu uključuju korištenje novih tehnologija kao što su optički skeneri, uređaji za automatsko označavanje, računalno generirani popisi za otpremu i odabir, automatizirana oprema za rukovanje materijalima, komunikacijski uređaji i računala. Programi povezani sa sustavom uključuju korištenje lokacijskih sustava, geografsko i

zonsko komisioniranje. Programi povezani uz trening i motivaciju uključuju obuku zaposlenika, programe razvoja menadžmenta i sustave poticaja. Ovi programi mogu poboljšati produktivnost skladišta motiviranjem i osnaživanjem onih koji su najbliži djelatnosti da poboljšaju poslovanje. Svi pristupi mogu se implementirati pojedinačno ili u kombinaciji, gdje uobičajeno većina poduzeća koristi nekoliko metoda istovremeno za poboljšanje produktivnosti skladišta. [5]

Kako bi skladište moglo djelovati učinkovito, potreban je iskusan, obrazovan i dobro obučan menadžer te motiviran tim nadzornika i operatera. Voditelj skladišta zahtijeva sljedeće ključne vještine: sposobnost pregovaranja, vještine s informacijskim tehnologijama, osnovnu financijsku i poslovnu sposobnost, vještine upravljanja ljudima te sposobnost motiviranja i vođenja velikog broja zaposlenika kroz komunikaciju i angažman. Voditelj skladišta ima niz operativnih izazova, od kojeg se također očekuje da razumije i implementira strategiju tvrtke u skladištu. U današnjem ekonomskom okruženju koje se brzo razvija, voditelj skladišta mora maksimalno učinkovito koristiti svoje operativne resurse i istovremeno zadovoljiti zahtjeve kupaca. Očekuje se i visoka razina usluge za korisnike, ali i smanjenje troškova kroz poboljšanu produktivnost čemu se pridodaje ograničenje minimalnih zaliha, skraćeno vrijeme isporuke kupaca i pritisak da se osigura sigurnost osoblja, opreme i zaliha. [14]

Učinkovito vođenje skladišta i dobra logistička strategija skladišta rezultira povećanom ukupnom učinkovitošću, boljim upravljanjem zaliha, točnim vremenima isporuke i razine ponovne narudžbe, nižim operativnim troškovima te u konačnici većim zadovoljstvom kupaca. Idealan plan logistike skladišta pojednostavit će lanac opskrbe, što će rezultirati nižim troškovima za poduzeće, nižim cijenama i kraćim rokovima isporuke za kupca. [15]

### **3.2. Upravljanje zalihama (materijalom)**

Svako poslovanje iziskuje potrebu upravljanja, rukovanja i prometa materijalom. Počevši od pošte, banke ili pripreme proizvodnje, gdje se rukuje listovnim, vrijednosnim ili administrativnim materijalom, preko proizvodnje, gdje se vrši prerada materijala, do robne kuće gdje se skladišti. Rukovanje materijalom iziskuje troškove, čija je posljedica povišenje cijene poslovanja i dodavanje vrijednosti proizvoda, a da se međutim, njihova kvalitativna ili uporabna vrijednost ne povećava. S druge pak strane, rukovanje materijalom, iako opterećuje cijenu poslovanja ili proizvoda, omogućuje bolje osvajanje tržišta, a time i bolje obrtanje proizvodnih sredstava, što nužno dovodi i do povoljnijih cijena poslovanja, odnosno proizvoda. Npr. izborom odgovarajuće ambalaže postiže se bolje iskorištenje skladišnog prostora, ubrzava se i olakšava transport do potrošača, eventualno se olakšava potrošaču korištenje proizvoda. U industriji je

rukovanje materijalom od osobito velikog značenja uzme li se u obzir količina prometa materijala potrebnog za finalizaciju određenog proizvoda. [10]

Zalihe koje se skladište mogu se podijeliti na 5 osnovnih grupa [10]:

- Sirovine i poluproizvod – dobavljaju se od drugih proizvođača i služe za daljnju preradu i korištenje.
- Materijal u procesu – materijal kojem se postupcima u proizvodnji, s obzirom na sirovinu, mijenja oblik ili fizikalna, odnosno kemijska svojstva.
- Gotov proizvod – po završnoj kontroli može biti predan potrošaču.
- Pogonski materijal – ne postaje dio proizvoda, ali bez njega ne može teći proizvodnja.
- Dijelovi opreme – pribor strojeva, rezervni dijelovi, ručni alat, mjerila i sl.

Upravljanje zalihama, odnosno materijalima bitna je funkcija u proizvodnim industrijama gdje poremećaj protoka materijala ili kvalitete može rezultirati gubitkom ne samo dobiti, već i povjerenja kupaca. Kao dio uspješne strategije opskrbnog lanca, vješto upravljanje materijalom igra ključnu ulogu u uspjehu svakog projekta gdje su potrebne opipljive komponente.

Prema neprofitnom institutu za građevinsku industriju CII, osnovna definicija upravljanja materijalom je planiranje i kontrola svih materijala i opreme tako da se oni traže unaprijed, dobiju po razumnoj cijeni i budu dostupni kada je potrebno. Ova definicija uključuje ne samo materijale koji ulaze izravno u proizvod i opremu za njegovu proizvodnju, već i rezervne dijelove potrebne za održavanje, kako bi se osigurao nesmetani rad. [16]

Vrijedi napomenuti da se upravljanje zalihama može razlikovati među organizacijama. U nekim poduzećima proces rukovanja materijalom može uključivati nabavu, nabavu, transport, skladištenje i sve druge aspekte protoka materijala. U drugim organizacijama, osobito velikim građevinskim tvrtkama ili proizvođačima, mogu postojati zasebni odjeli za nabavu, lanac opskrbe, logistiku i druge funkcije. [17]

Važnost procesa upravljanja materijalom često se zanemaruje, ali njegovo loše izvođenje može rezultirati ozbiljnim, negativnim posljedicama. Upravitelj materijala mora osigurati pravi materijal, u pravim količinama, u pravo vrijeme i na pravom mjestu, iz pravog izvora po pravoj cijeni. Neuspjeh u postizanju bilo čega od navedenog može rezultirati smetnjama u radu, prekoračenjem troškova i rasipanjem materijala, te gubitkom profita, tržišnog udjela i profesionalnog ugleda. [18]

Ciljevi učinkovitog plana materijala dijele se u tri opće kategorije [17]:

- Niži operativni troškovi – Poremećaji u radu uzrokuju značajne gubitke u dobiti, a pogreške u upravljanju materijalom mogu lako baciti ključ u proces. S druge strane, neprekidan protok materijala smanjuje troškove pomažući u povećanju produktivnosti i učinkovitosti. Voditelji materijala imaju ključnu ulogu u kontroli troškova svojim izborom i kontrolom izravnih i neizravnih materijala.
- Optimalan odabir materijala – Iskusni upravitelj materijala će dobiti najbolju moguću cijenu za visokokvalitetne materijale kako bi povećao profit. To uključuje praćenje promjenjivih varijabli, kao što su dostupnost materijala i fluktuacije cijena, te prilagođavanje plana u skladu s tim. Poduzeća se oslanjaju na nabavu materijala prikladnih, jeftinih opcija bez ugrožavanja kvalitete ili opskrbe.
- Idealna kontrola zaliha – održavanje idealnog zaliha ključno je za učinkovit plan upravljanja materijalom. Pametni upravitelj materijala minimizira zahtjeve za skladištenjem i otpad, istovremeno osiguravajući da su izravni i neizravni materijali dostupni kada je to potrebno. To znači uspostavljanje planova ponovnog naručivanja i projiciranje razine zaliha za rad u tijeku i potrebe za popravkom.

Ključni faktor u politici određivanja zaliha i formiranju narudžbi jest procjena ili određivanje potražnje. Postoje dvije vrste potražnje – zavisna i nezavisna zaliha.

Zalihe u sustavu nezavisne potražnje svoj naziv izvode neposredno iz pojma nezavisne potražnje, pod čime se podrazumijeva potražnja koju određuje tržište, tj. potražnja koja se formira izvan proizvodnog procesa. U prvom redu na potražnju utječe cijena proizvoda, dohodak potrošača i mnoge druge okolnosti. Ovo su najčešće zalihe gotovih proizvoda i zalihe rezervnih dijelova namijenjenih za zamjenu neispravnih dijelova nekog proizvoda. Određivanje potražnje temelji se na metodama predviđanja (eng. *Forecasting*). Za razliku od zaliha u sustavu nezavisne potražnje, zavisna potražnja nekog proizvoda (potražnja za dijelovima ili komponentama) ovisi o potražnji nekog drugog proizvoda (poluproizvod ili gotov proizvod). Određivanje potražnje za dijelovima i komponentama temelji se na glavnom planu proizvodnje (eng. *Master Schedule*) i sastavnicama materijala (BOM, eng. *Bill of Materials*). [19]

Različiti modeli potražnje osnova su za različite pristupe upravljanju zalihama, pa je tako za nezavisnu potražnju svojstvena filozofija nadopunjavanja, dok je zavisna potražnja orijentirana na filozofiju potreba. Filozofija nadopunjavanja podrazumijeva nadopunjavanje zaliha nakon njihova smanjenja u cilju da roba uvijek bude spremna za korisnike, dok se kod filozofije potreba veličina narudžbe temelji na određivanju stvarne potrebe u danom trenutku.

Kod nezavisne potražnje za upravljanje zalihama razvijene su različite vrste modela koji se mogu koristiti za nadopunjavanje zaliha, od kojih je najpoznatiji model ekonomske količine narudžbi. S druge strane, kod zavisne potražnje zaliha razvijeni su različiti modeli, od kojih su najpoznatiji model planiranja potreba materijala (MRP, eng. *Material Requirements Planning*) i model planiranja resursa za proizvodnju (MRP II, eng. *Manufacturing Resource Planning*).

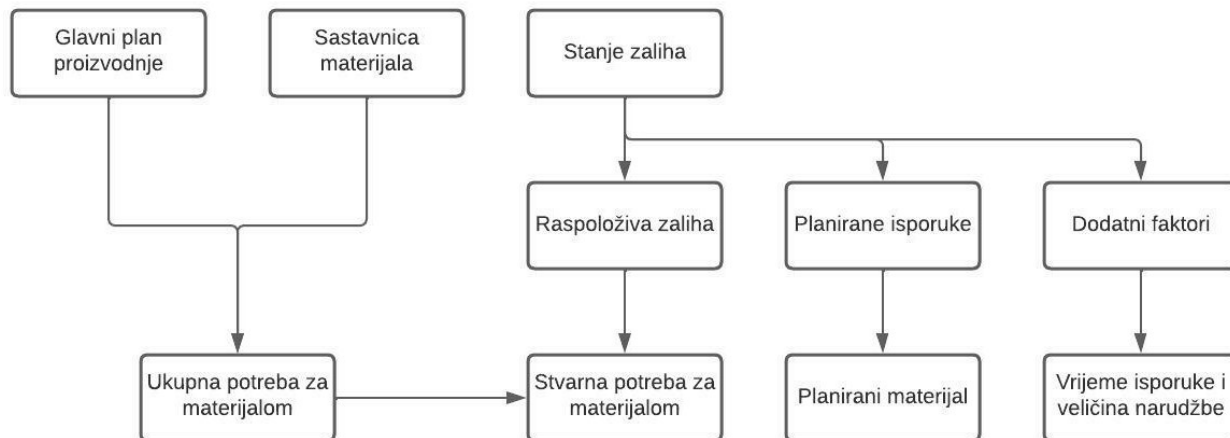
U sustavu nezavisnih zaliha ukupna potražnja za proizvodom sastoji se od mnogo zasebnih potražnji koje nisu međusobno povezane. Upravljanje zalihama u sustavu nezavisne potražnje može se predočiti pomoću tri glavna pitanja [19]:

- Koje materijale (proizvode, dijelove) naručiti – niti jedan proizvod, ma koliko bio jeftin, ne treba držati na zalihama bez prethodnog razmatranja troškova i koristi. Treba izbjegavati nepotrebna gomilanja zaliha.
- Kada naručiti – ovisi o sustavu kontrole zaliha, vrsti potražnje, vrijednosti robe, vremenu dobave, pouzdanosti dobavljača, i dr.
- Koliko naručiti – velike količine naručene robe uzrokuju visoke prosječne količine zaliha (a time i troškove držanja zaliha), ali manje troškove naručivanja i potrebnu administraciju. Manje, frekventnije narudžbe pak smanjuju prosječnu razinu zaliha, no povećavaju troškove naručivanja i administraciju.

U sustavu zavisnih zaliha, MRP koncept koristi informacije o terminima, proizvodima i materijalima koje dolaze iz tri glavna izvora [1]:

- Glavni plan proizvodnje – daje količinu svakog proizvoda koji se treba izraditi.
- Sastavnica materijala – daje popis materijala potrebnih za proizvod.
- Stanje zaliha – prikazuje raspoloživi materijal na skladištu.

Temeljem tih informacija određuje potrebu za naručivanjem (količina i vrijeme) zaliha. Na iznos naručene količine mogu imati utjecaja i dodatni faktori, kao što su minimalne količine u narudžbi, diskonti na cijene, ekonomska količina (s obzirom na transport) i dr. [Slika 3.2]. Kada proizvođač koristi više komponenti za izradu proizvoda, zahtjevi za svim komponentama su jasno povezani, budući da svi ovise o proizvodnom planu za konačni proizvod. [1]

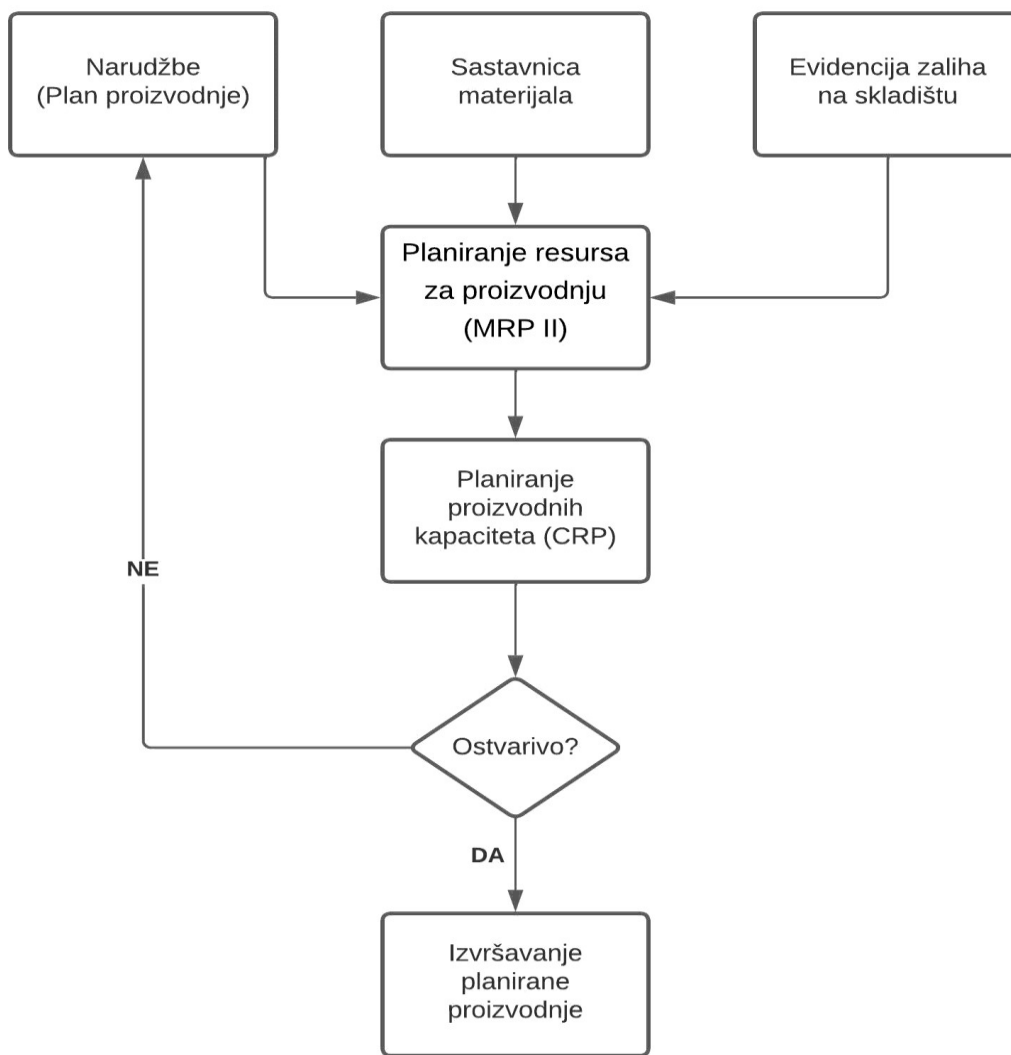


Slika 3.2. Shema MRP koncepta [1]

MRP koncept se može sažeti sljedećim koracima [1]:

1. Korištenje glavnog plana proizvodnje kako bi se odredila ukupna potreba proizvoda najviše razine.
2. Oduzimanje raspoložive zalihe i planiranih narudžbi kako bi se odredila stvarna potreba proizvoda najviše razine i terminiranje proizvodnje kako bi se zadovoljili rokovi.
3. Prelazak na sljedeću (nižu) razinu proizvoda, određivanje stvarne potrebe proizvoda niže razine.
4. Oduzimanje raspoložive zalihe i planiranih narudžbi za svaku potrebu. Temeljem vremena isporuke i drugih relevantnih informacija naručiti potrebe kako bi se zadovoljio glavni plan proizvodnje. Ako postoji dodatna razina materijala, vratiti se na korak 3.
5. Završavanje glavnog plana proizvodnje, dodavajući sve specifične prilagodbe.

Materijali su samo jedan resurs, a poduzeća moraju planirati i mnoge druge, uključujući ljude, opremu, prijevoz, itd. Povezivanje planiranja resursa s MRP-om naziva se planiranje resursa za proizvodnjom, odnosno MRP II. Proširenje MRP koncepta pridodaje povratne informacije za planiranje kapaciteta. Uz informacije kada materijali i u kojoj količini moraju biti nabavljeni (MRP), MRP II koncept terminira proizvodnu opremu, ljude koji rade na njoj i druge resurse. Ako poduzeće zna kada su potrebne sirovine, onda može zakazati dolazni transport, vozače, provjere kvalitete, itd. MRP II koncept koristi glavni plan proizvodnje kao osnovu za planiranje svih resursa u organizaciji [Slika 3.3.]. [1]



Slika 3.3. Shema MRP II koncepta [5]

## 4. SUSTAV UPRAVLJANJA SKLADIŠTEM (WMS)

Sustav za upravljanje skladištem (WMS, eng. *Warehouse Management System*) je softver aplikacija dizajnirana za podršku i optimizaciju skladišta, funkcionalnost i upravljanje distribucijskim centrom. WMS sustavi olakšavaju upravljanje u njihovom svakodnevnom planiranju i organiziranju skladišta, pomažu u procesima kontroliranja korištenja raspoloživih resursa, premještanja i skladištenja materijala. Manja poduzeća mogu koristiti proračunske tablice ili fizičke medije poput olovke i papira za dokumentiranje svojih procesa i aktivnosti, a to se također može smatrati osnovnim WMS-om. Međutim, u suvremenoj upotrebi, izraz se u velikoj mjeri odnosi na računalne sustave. [12, 20]

Sustav upravljanja skladištem (WMS) sastoji se od softvera i procesa koji poduzećima omogućuju kontrolu i upravljanje skladišnim operacijama od trenutka kada materijal ulazi u skladište do trenutka kada izlazi iz skladišta. Dodatno omogućuju tvrtkama da maksimiziraju svoju radnu snagu, iskorištenje skladišnog prostora i ulaganja u opremu koordinacijom i optimizacijom korištenja resursa i tokova materijala. Osnovne značajke WMS sustava su bilježenje točne lokacije zaliha unutar skladišta, optimizacije korištenja raspoloživog prostora i koordinacija zadataka za maksimalnu učinkovitost. Točnije, WMS sustavi su dizajnirani da podrže potrebe cijelog globalnog lanca opskrbe, uključujući distribuciju, proizvodnju, poduzeća s intenzivnom imovinom i usluge. [21, 22]

WMS nije samo siguran način za poboljšanje logistike skladišta, već je i neophodan u današnjem skladištu. Više od sustava kontrole zaliha, sustavi upravljanja skladištem preuzimaju kontrolu nad cjelokupnom logistikom skladišta, od kontrole i upravljanja zalihama, do ispunjenja narudžbi. Mnogi WMS danas uključuju mobilne alate, tako da upravitelji skladišta i zaposlenici mogu koristiti sustav u pokretu, putem pametnog telefona.

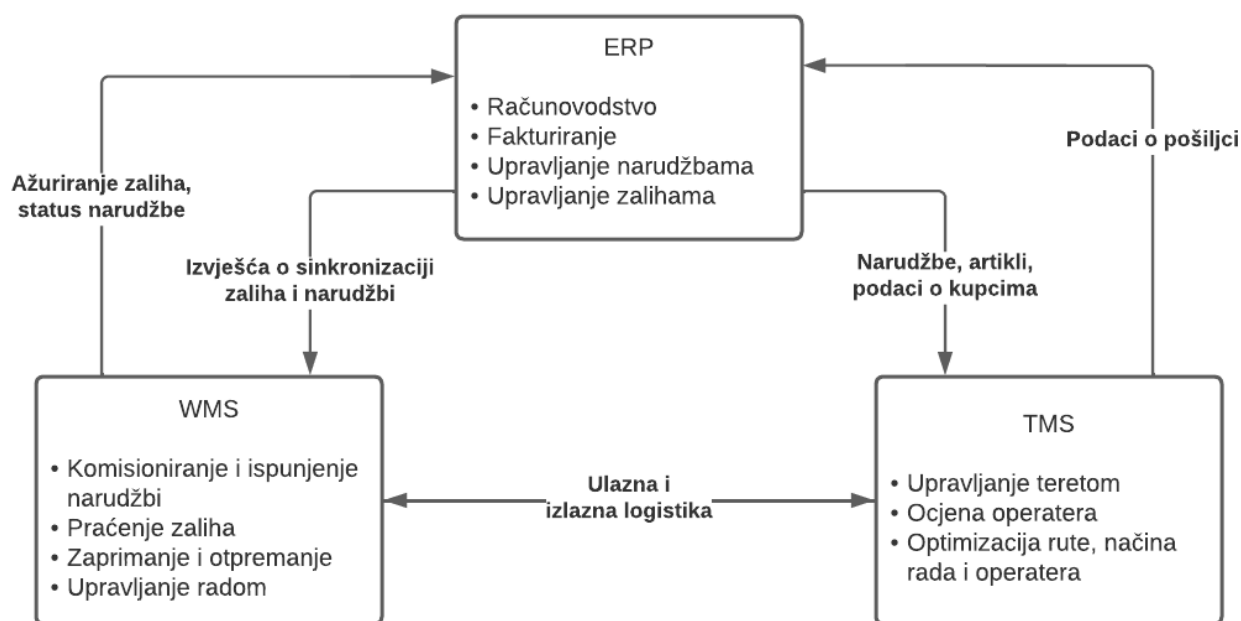
### 4.1. Uloga i značajke WMS sustava

Skladišta su u središtu proizvodnje i operacija lanca opskrbe jer drže sav materijal koji se koristi ili proizvodi u tim procesima, od sirovina do gotovih proizvoda. Svrha WMS-a je osigurati da se roba i materijal kreću kroz skladišta na najučinkovitiji i najisplativiji način. WMS upravlja mnogim funkcijama koje omogućuju ova kretanja, uključujući praćenje zaliha, izuzimanje, primanje i odlaganje. WMS također pruža vidljivost zalihe organizacije u bilo koje vrijeme i na lokaciji, bilo u objektu ili u tranzitu.

Lanac opskrbe može funkcionirati samo onoliko brzo, točno i učinkovito koliko to dopuštaju skladišni procesi. WMS igra vitalnu ulogu u upravljanju lancem opskrbe upravljajući



procesima ispunjenja narudžbi, od primanja sirovina do otpreme gotove robe. Npr. ako se sirovine ne primaju pravilno ili se dijelovi zagube u skladištu, lanac opskrbe može biti usporen ili poremećen. WMS je ključan u osiguravanju neometanog rada ovih procesa praćenjem zaliha i osiguravanjem da je roba ispravno pohranjena i sortirana, kao i da se točno otprema i prati. Često se koristi zajedno ili integriran s drugim povezanim sustavima, uključujući ERP i sustave upravljanja transportom (TMS, eng. *Transportation Management System*). Slika 4.1 prikazuje ulogu svakog sustava u obradi narudžbi i vrste podataka koje trebaju međusobno dijeliti kako bi se osiguralo da pravi proizvod stigne do kupca na vrijeme. [22]



Slika 4.1. Integracija WMS, ERP i TMS sustava [22]

Uloga WMS-a je pomoći korisnicima u upravljanju zadacima ispunjavanja, otpreme i primanja u skladištu ili distribucijskom centru, kao što je preuzimanje robe s polica za otpremu ili odlaganje primljene robe. Njegova je uloga u inventuri pratiti podatke o zalihama koji dolaze iz čitača barkoda i oznaka za radio frekventnu identifikaciju (RFID, eng. *Radio-Frequency identification*) te ažurirati modul za upravljanje zalihama u ERP sustavu kako bi se osiguralo da ima najnovije informacije. Integracijska veza sinkronizira podatke zaliha koje su pohranjene u ERP sustavu i WMS-u.

ERP sustav upravlja računovodstvom i većinom fakturiranja, upravljanja narudžbama i zalihama. TMS je mjesto gdje se upravlja procesom transporta. To je u biti spremište detaljnih informacija o prijevoznicima, ali je također transakcijski i komunikacijski sustav za planiranje, izvršenje i praćenje pošiljaka. Ponekad će se TMS integrirati s WMS-om kako bi se omogućila bolja koordinacija ulaznih i izlaznih logističkih zadataka.

Narudžbe obično dolaze automatski iz ERP-a ili sustava za upravljanje narudžbama koji su integrirani s TMS-om. ERP sustav daje informacije o narudžbi koje su TMS-u potrebne za izvršenje pošiljki odnosno transporta. Osim osnova kao što su ime i adresa kupca, podaci iz ERP sustava također uključuju detaljne informacije o artiklima kako bi se osiguralo da su pravi proizvodi isporučeni. TMS vraća pojedinosti o pošiljci koje su ERP sustavu potrebne za njegove funkcije računovodstva i upravljanja narudžbama, kao što su broj za praćenje, naziv prijevoznika i troškovi. Informacije o pošiljci također mogu ići u modul za upravljanje odnosima s klijentima (CRM, eng. *Customer Relationship Management*) kako bi se korisnicima pomoglo u ažuriranju statusa njihovih narudžbi. [22]

Mnoge su značajke zajedničke za sve WMS sustave. One uključuju sljedeće [22]:

- Dizajn skladišta – omogućuje organizacijama da prilagode tijek rada i logiku odabira kako bi osigurali da je skladište dizajnirano za optimiziranu raspodjelu zaliha.
- Praćenje zaliha – omogućuje korištenje naprednih sustava za praćenje, automatsku identifikaciju, uključujući RFID i skenere barkoda.
- Primanje i odlaganje – omogućuje skladištenje i preuzimanje zaliha, moguće ga je integrirati s tehnologijom *pick-to-light* ili *pick-by-voice* koja pomaže skladišnim radnicima da lociraju robu.
- Sakupljanje i pakiranje robe – uključujući zonsko sakupljanje i serijsko sakupljanje, funkcije zoniranja parcela i preplitanja zadataka kako bi se na najučinkovitiji način usmjerili zadatci preuzimanja i pakiranja.
- Dostava – omogućuje slanje tovarnog lista prije isporuke, generiranje popisa pakiranja i faktura za pošiljku te unaprijed slanje obavijesti o otpremi primateljima.
- Upravljanje radom – pomaže upraviteljima skladišta da prate učinak pomoću ključnih pokazatelja uspješnosti (KPI, eng. *Key Performance Indicator*).
- Upravljanje ulazno/izlaznim – pomaže vozačima koji dolaze u skladište kako bi pronašli odgovarajuća utovarna mjesta, *cross-docking* i druge funkcije ulazne i izlazne logistike.
- Izvještavanje – pomaže menadžerima analizirati uspješnost skladišnih operacija i pronaći područja za poboljšanje.

## 4.2. Prednosti sustava upravljanja skladištem

Iako je WMS složen i skup za implementaciju i izvođenje, organizacije dobivaju brojne prednosti koje mogu opravdati složenost i troškove. Implementacija WMS-a može pomoći organizaciji u smanjenju troškova rada, poboljšanju točnosti zaliha, poboljšanju fleksibilnosti i odziva, smanjenju pogrešaka u odabiru i otpremi robe i poboljšanju korisničke usluge. Suvremeni sustavi upravljanja skladištem rade s podacima u stvarnom vremenu, omogućujući organizaciji da upravlja najnovijim informacijama o aktivnostima kao što su narudžbe, pošiljke, primici i bilo kakvo kretanje robe. [22]

Prednost kontrolirane skladišne logistike je jednostavna – povećanje prihoda. Kada skladišne operacije teku glatko, zalihe su pravilno evidentirane, prava stavka se šalje u pravo vrijeme, zalihe se dopunjuju kada je potrebno, dolazi do manje pogrešaka pri komisioniranju i svi ljudi, procesi i sustavi rade usklađeno, kao rezultat skladište radi učinkovitije. Manje je pogrešaka i problema što rezultira maksimalnim prihodom. Implementiran WMS sustav omogućuje [23]:

- točan broj zaliha, na točnoj lokaciji u stvarnom vremenu
- smanjenje povrata
- automatsko nadopunjavanje zaliha u trenutku kada broj zaliha padne na minimalnu vrijednost
- maksimalno iskorištenje skladišnog prostora.

Ostale prednosti WMS-a protežu se na bolje planiranje potražnje, poboljšanu vidljivost i transparentnost, sljedljivost zaliha, manje pogrešaka pri odabiru, optimizirane procese, učinkovitu raspodjelu radne snage i poboljšane usluge za korisnike – čimbenike koji se svode na smanjene operativne troškove i veći prihod. Logistika skladišta se mijenja s fizičkim potrebama, inventurom, zaposlenicima i svim drugim čimbenicima kojima upravlja. Iako je moguće implementirati sustave, alate i postupke koji će pomoći upravljati i kontrolirati skladišnu logistiku, neometano poslovanje ovisi o pravilnoj obuci i razvoju politika.

## 4.3. Razine kompleksnosti WMS sustava

Softver za upravljanje skladištem dolazi u različitim vrstama i metodama implementacije, a tip obično ovisi o veličini i procesima organizacije. Oni mogu biti samostalni sustavi ili moduli u većem ERP sustavu ili paketu za izvršavanje opskrbnog lanca. WMS-ovi također mogu uvelike varirati u složenosti. Manje organizacije mogu koristiti jednostavnu seriju dokumenata u tiskanom obliku ili datoteke proračunskih tablica, ali većina većih organizacija, od malih i

srednjih poduzeća do velikih tvrtki, koristi složeni WMS softver. Neke WMS postavke dizajnirane su posebno za veličinu organizacije, a mnogi dobavljači imaju verzije WMS proizvoda koje se mogu prilagoditi različitim organizacijskim veličinama. Neke organizacije grade vlastiti WMS od nule, ali je češće implementiran WMS od poznatih dobavljača. [22]

Složeniji sustavi WMS-a obično uključuju specijalizirane značajke dizajnirane za određene industrije ili vrste objekata. Dobavljači WMS softvera nastoje ponuditi što je više moguće značajki u rješenju "jedan sustav za sve", koje mogu biti dostupni kao moduli. Akademsko istraživanje koristilo je približni klasifikacijski sustav koji se temelji na 3 razine složenosti [24]:

- Osnovni WMS – podržava upravljanje zalihama i kontrolu lokacije. Podaci o učinku koji se mogu proizvesti na ovoj razini općenito su ograničeni na protočnost, tj. koliko zaliha prolazi kroz skladište u određenom vremenskom razdoblju.
- Napredni WMS – može analizirati kapacitet i razinu zaliha, a može i pratiti koliko se vremena i rada troši na različite aktivnosti. To mu omogućuje generiranje podataka koji mjere učinkovitost i predlažu načine za njeno poboljšanje. Izvan istočne Azije, većina WMS-ova koji se danas koriste spadaju u ovu kategoriju. Na ovoj razini, dužnosti WMS-a mogu se početi preklapati sa ili zamijeniti one nadzornog sustava skladišta ili sustava za izvršenje skladišta.
- Kontrolirani WMS – može razmjenjivati podatke s drugim sustavima, kako bi prilikom planiranja aktivnosti uzeo u obzir informacije izvan skladišta (poput potreba proizvodnje, narudžbe kupaca, transport) i obrnuto. Može kontrolirati ili dobivati povratne informacije od drugih poslovnih sustava. Također može kontinuirano simulirati ili testirati strategije za poboljšanje operacija.

## 5. SUSTAV PLANIRANJA RESURSA PODUZEĆA (ERP)

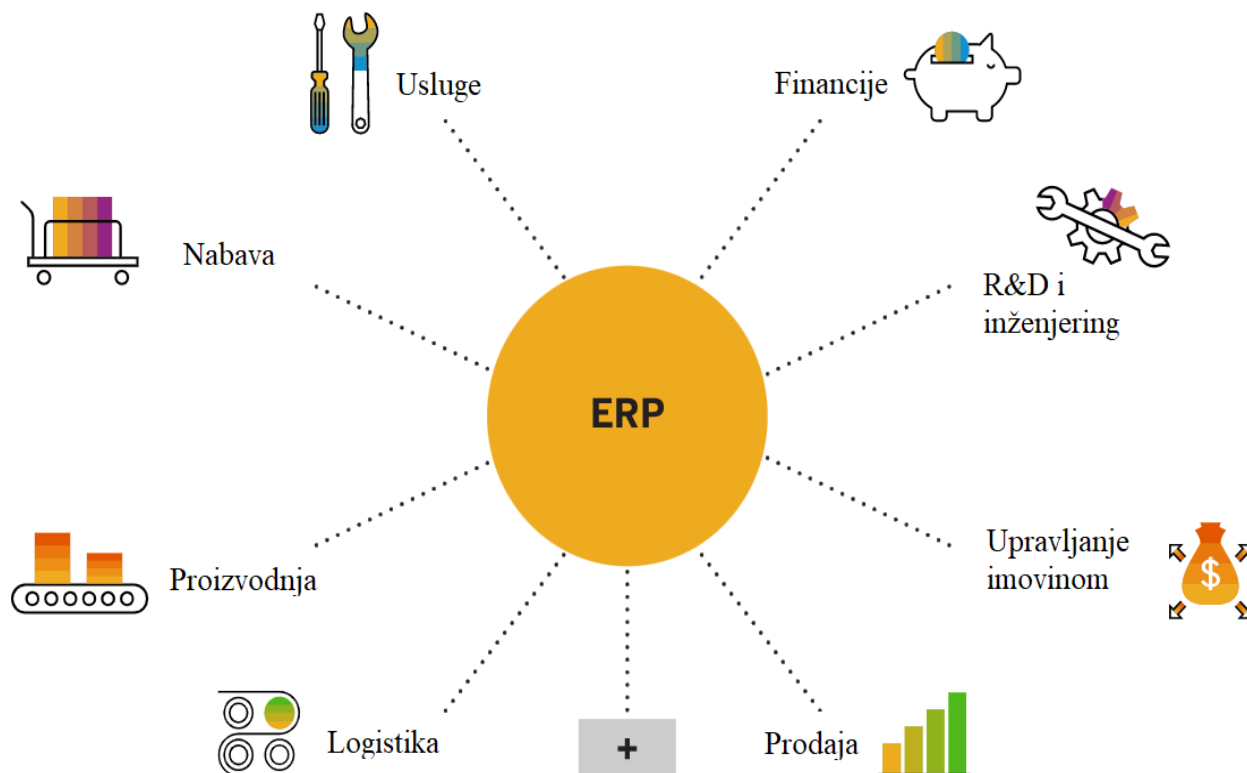
Najjednostavniji način definiranja ERP-a (eng. *Enterprise Resource Planning*), odnosno sustava planiranja resursa poduzeća, jest integracija svih ključnih poslovnih procesa potrebnih za vođenje tvrtke: financije, ljudski resursi, proizvodnja, lanac opskrbe, usluge, nabava i ostalo. Na svojoj najosnovnijoj razini, ERP pomaže učinkovito upravljati svim tim procesima u integriranom sustavu. Često se naziva sustavom evidencije organizacije. Ipak, današnji ERP sustavi su sve samo ne osnovni i nemaju mnogo sličnosti s ERP-om od prije nekoliko desetljeća. Koriste najnovije tehnologije kao što su umjetna inteligencija (AI, eng. *Artificial Intelligence*) i strojno učenje kako bi se osigurala inteligentna automatizacija, veća učinkovitost i trenutni uvid u cijelo poslovanje. Moderni ERP sustav također povezuje interne operacije s poslovnim partnerima i mrežama diljem svijeta, dajući tvrtkama suradnju, agilnost i brzinu koja im je potrebna kako bi bile konkurentne.

ERP sustav pruža automatizaciju, integraciju i inteligenciju koji su neophodni za učinkovito vođenje svih svakodnevnih poslovnih operacija, te se često opisuje kao središnji živčani sustav poduzeća. Većina ili svi podaci organizacije trebali bi se nalaziti u ERP sustavu kako bi se osigurao jedan izvor istine u cijelom poslovanju. Financije zahtijevaju ERP za brzo zatvaranje knjigovodstvenih zapisa. Prodaja treba ERP za upravljanje svim narudžbama kupaca. Logistika se oslanja na ERP za isporuku pravih proizvoda i usluga kupcima na vrijeme. Obveze prema dobavljačima trebaju ERP kako bi ispravno i na vrijeme plaćali dobavljačima. Menadžmentu je potreban trenutni uvid u rad poduzeća kako bi pravodobno donosio odluke i točnu financijsku evidenciju, stoga računaju na pouzdane podatke i analize koje im omogućuje ERP sustav. [25]

ERP sustav sastoji se od integriranih modula ili poslovnih aplikacija koje međusobno komuniciraju i dijele zajedničku bazu podataka [Slika 5.1]. Svaki ERP modul obično se fokusira na jedno poslovno područje, ali rade zajedno koristeći iste podatke kako bi zadovoljili potrebe tvrtke. Tvrtke mogu odabrati modul koji žele i mogu ga dodati i skalirati prema potrebi. ERP sustavi također podržavaju zahtjeve specifične za industriju, bilo kao dio osnovne funkcionalnosti sustava ili kroz proširenja aplikacija koja se neprimjetno integriraju s paketom. Jedni od najčešće korištenih ERP modula su [25]:

- Financije i računovodstvo – ključni modul svih ERP sustava, osim upravljanja financijama i automatizacije ključnih financijskih zadataka, pomaže tvrtkama u praćenju obveza i potraživanja, generiranje financijskih izvješća, usklađenost sa standardima priznavanja prihoda, ublažavanje financijskog rizika, itd.

- Upravljanje ljudskim resursima – pruža osnovne mogućnosti kao što su radno vrijeme i evidencija plaća. Dodatni paketi za upravljanje ljudskim resursima mogu se povezati s ERP-om i pružiti robusniju HR (eng. *Human Resource*) funkcionalnost, sve od analitike radne snage do upravljanja iskustvom zaposlenika.
- Nabava – pomaže tvrtkama u nabavi materijala i usluga koje su im potrebne za proizvodnju svoje robe. Modul centralizira i automatizira kupnju, uključujući zahtjeve za ponude, izradu ugovora i odobrenja.
- Prodaja – prodajni modul prati komunikaciju s potencijalnim klijentima i kupcima, pomaže komercijalistima da koriste uvide temeljene na podacima kako bi povećali prodaju i ciljali potencijalne klijente s pravim promocijama. Uključuje funkcionalnost za proces od narudžbe do gotovine, uključujući upravljanje narudžbama, ugovore, naplatu i upravljanje učinkom prodaje.
- Proizvodnja – pomaže tvrtkama da pojednostave složene proizvodne procese i osiguraju da je proizvodnja u skladu s potražnjom. Ovaj modul obično uključuje funkcionalnost za planiranje potreba za proizvodnju (MRP II), planiranje proizvodnje, izvršenje proizvodnje, upravljanje kvalitetom, itd.
- Logistika i upravljanje lancem opskrbe – modul opskrbnog lanca prati kretanje robe i zaliha kroz opskrbni lanac organizacije, pruža alate za upravljanje zalihama u stvarnom vremenu, operacije skladištenja, transport i logistiku.
- Usluga – servisni modul pomaže tvrtkama u pružanju pouzdanih, personaliziranih usluga koje korisnici očekuju. Modul može uključivati alate za popravke u kući, rezervne dijelove, upravljanje uslugama na terenu i tokove prihoda temeljene na uslugama. Također pruža analitiku koja pomaže predstavnicima servisa i tehničarima da brzo riješe probleme kupaca i poboljšaju lojalnost.
- R&D (eng. *Research and Development*) i inženjering – modul pruža alate za dizajn i razvoj proizvoda, upravljanje životnim ciklusom proizvoda i usklađenost proizvoda kako bi tvrtke mogle brzo i isplativo stvarati nove inovacije.
- Upravljanje imovinom poduzeća – modul uključuje funkcionalnost za prediktivno održavanje, zakazivanje, operacije i planiranje sredstava, minimizaciju vremena zastoja, održavanje strojeva i oprema u radu, briga o okolišu, zdravlje i sigurnost.



Slika 5.1. ERP moduli [25]

ERP sustav se fokusira na cjelovito poslovanje poduzeća gdje svi resursi poduzeća (ljudski, materijalni, financijski informacijski i organizacijski) pribavljaju te resurse i optimalno ih alociraju za postizanje ciljeva prema kriterijima efikasnosti, fleksibilnosti i rasta poslovnog sustava. Integracija ERP-a je na razini poduzeća te se integriraju svi podaci i programski sustavi u jednom poduzeću (interna integriranost). Također, ERP se integrira i na razini više poduzeća povezanih na zajedničkom poslu, dobavljačima, kooperantima i kupcima (eksterna integriranost), s tehničkim i tehnološkim podacima te naposljetku s programskim sustavima i inženjerskim paketima. [26]

### 5.1. Implementacija ERP sustava

Implementacija ERP sustava unutar tvrtke složeni je proces koji zahtijeva sustavno planiranje, stručno konzultiranje i dobro strukturirani pristup. Implementacija može potrajati i do nekoliko godina, zahtijeva promjene u procesu rada i načinu rada zaposlenika, te se preporuča da implementaciju ERP sustava uvode konzultantske tvrtke ili ERP zastupnici. ERP konzultanti su odgovorni su za savjetovanje, prilagodbu i podršku pri i nakon implementacije ERP sustava.

Pet stadija procesa implementacije ERP sustava su [26]:

0. Odabir ERP sustava – odabir ERP sustava definirana je kao nulta faza procesa, ali je jednako važna za poslovanje i implementaciju.
1. Strukturirano planiranje – prva i najvažnija faza odabira projektnog tima, prikaza i proučavanja poslovnih procesa, promatranja protoka informacija unutar i izvan organizacije, postavljanja ključnih ciljeva i izrade konačnog plana implementacije.
2. Proces evaluacije – faza ispitivanja potencijalnih softverskih mogućnosti, izrade priručnika za poslovne procese i razvoja standardnih radnih procedura.
3. Sastavljanje i čišćenje podataka – pomaže identificirati postojeće i nove podatke potrebne za rad u sustavu. Sastavljeni podatci se analiziraju zbog točnosti te se uklanjaju neželjene ili bezvrijedne informacije.
4. Edukacija i testiranje – testiranje sustava i edukacija korisnika, projektni tim testira i provjerava kompletnu bazu podataka, održavaju se obuke unutar organizacije za upoznavanje svih korisnika s načinom rada novog ERP sustava.
5. Korištenje i evaluacija – završna faza implementacije ERP sustava, projektni tim redovito provjerava rad ERP sustava kako bi pronašao i otklonio moguće greške i nepravilnosti u radu.

Ključni faktori na koje treba obratiti pozornost pri implementaciji ERP sustava su podrška najvišeg vodstva u tvrtki, sposobnost projektnog tima da izvrše projekt, veličina projekta, držanje definiranih rokova, definiranje jasnih ciljeva, povezanost među ostalim sustavima u tvrtki, te u konačnici upravljanje rizicima, promjenama i očekivanjima. Prilikom implementacije ERP sustava javljaju se određeni rizici. Rizici povezani s implementacijom ERP sustava su [26]:

- Odabir pogrešnog ERP sustava – ne postoji ERP koji će odgovarati za sve grane industrije zbog problema skalabilnosti, odnosno sposobnosti sustava da raste. Treba imati na umu potencijalno buduće širenje organizacije i sposobnost sustava da ih prati.
- Odabir pogrešnog konzultanta – često se koristi treća strana. Potrebno je biti temeljit kod intervjuiranja potencijalnih konzultanata kako bi se odabrao optimalni. Također je važno uspostaviti jasna očekivanja.
- Brzina implementacije – *Big Bang* je izraz za premještanje operacija postojećeg (naslijeđenog) sustava u ERP odjednom. Moguća je i postupna brzina implementacije kako se ERP rješenje razvija, instalirajući zasebne ERP jedinice tijekom vremena.



- Suprotstavljanje promjenama u poslovnom okruženju – vrlo je uobičajena neodlučnost i inercija među korisnicima, a budući da su ljudi neskloni promjenama, potrebna je podrška menadžmenta kako bi se potrebne promjene izvršile na lakši, bezbolan način.
- Troškovi i prekoračenje troškova – uobičajena područja visokih troškova su obuka zaposlenika, testiranje i integracija, konverzija baze podataka.
- Poremećaji u poslovanju (operacijama) – implementacija ERP uključuje proces redizajniranja poslovnih procesa u očekivanju poslovnih i operativnih promjena.

## 5.2. Prednosti i nedostaci ERP sustava

### 5.2.1. Prednosti

Dobar ERP sustav nudi mnoge različite prednosti. Olakšavaju praćenje narudžbi, praćenje zaliha, praćenje prihoda, predviđanje prodaje i povezane aktivnosti. Omogućuju potpunu vidljivost svih važnih procesa, u različitim odjelima organizacije (posebno za rukovodeće osoblje), te automatski i koherentan tijek rada od jednog odjela i funkcije do drugog, kako bi se osigurao gladak prijelaz i brži završetak procesa. Time se također osigurava da se sve međuresorne aktivnosti pravilno prate i da nijedna od njih nije zapuštena. Budući da se isti (ERP) softver koristi u svim odjelima, više nije potrebno da pojedinačni odjeli moraju kupovati i održavati vlastite softverske sustave. S ERP sustavima je moguća napredna integracija e-trgovine i većina njih može upravljati praćenjem/obradom narudžbi na webu.

Postoje različiti moduli u ERP sustavu kao što su financije i računi, upravljanje ljudskim resursima, proizvodnja, marketing i prodaja, upravljanje lancem opskrbe i skladištem, CRM, upravljanje projektima, itd. Budući da je ERP modularni softverski sustav, moguće je implementirati ili nekoliko ili mnogo modula na temelju zahtjeva organizacije. Ako se implementira više modula, integracija između različitih odjela postaje bolja. Sustav baze podataka je implementiran na pozadinu za pohranjivanje svih informacija koje ERP sustav zahtijeva, on omogućuje centraliziranu pohranu i sigurnosnu kopiju svih podataka poduzeća. ERP sustavi su sigurniji jer se na njih mogu primijeniti centralizirane sigurnosne politike i mogu se pratiti sve transakcije koje se događaju putem ERP-a.

ERP sustavi pružaju bolju vidljivost u cijeloj tvrtki i stoga omogućuju bolju/bržu suradnju u svim odjelima. Moguće je integrirati druge sustave (poput čitača barkodova, RFID) u ERP sustav putem aplikacijskog programskog sučelja (API, eng. *Application Programming*

*Interface*). Određeni dobavljači ERP-a mogu proširiti svoje ERP sustave kako bi osigurali funkcionalnosti poslovne inteligencije, koje mogu dati općeniti uvid u poslovne procese i identificirati potencijalna područja problema/poboljšanja. [27]

### 5.2.2. Nedostatci

Glavni nedostatci ERP sustava su vrijeme i novac uloženi u implementaciju. Trošak ERP softvera, planiranja, prilagodbe, konfiguracije, testiranja, implementacije može biti previsok. Implementacije oduzimaju puno vremena, projektima može biti potrebno 1 do 3 godine (ili više) da budu dovršeni i potpuno funkcionalni. Ušteda troškova/povrat se možda neće ostvariti odmah nakon implementacije ERP-a i prilično ju je teško izmjeriti. Mogući su i dodatni neizravni troškovi zbog implementacije ERP-a poput nove IT infrastrukture.

ERP implementacije teško je postići u decentraliziranim organizacijama s različitim poslovnim procesima i sustavima.. Također, sudjelovanje korisnika vrlo je važno za uspješnu implementaciju ERP projekata – stoga bi iscrpna obuka korisnika i jednostavno korisničko sučelje mogli biti kritični. Premalo prilagođavanja možda neće integrirati ERP sustav s poslovnim procesom, a previše prilagođavanja može usporiti projekt i otežati nadogradnju.

Evaluacija prije implementacije ERP sustava je kritična. Ako se evaluacija ne izvede ispravno i iskusni tehnički te poslovni resursi nisu dostupni tijekom evaluacije, implementacije ERP-a mogu postati neuspjeh. Nakon što se ERP sustav implementira, on postaje vezan za jednog dobavljača za daljnje nadogradnje i prilagodbe. Tvrtke su u diskreciji jednog dobavljača i možda neće moći učinkovito pregovarati za svoje usluge. [27]

## 6. GOSOFT ERP SUSTAV

ERP sustav koji je korišten za potrebe provođenja istraživanja i povezivanja s WMS aplikacijom je programski paket GoSoft. GoSoft je ERP sustav trgovačkog društva GOinfoZG i specijaliziran je za proizvodnu industriju. Programski paket GoSoft pokriva sve glavne funkcije proizvodnih poduzeća. Temelji se na interaktivnom unosu podataka i povezanosti svih funkcija u jedinstveni informacijski sustav.

GoSoft je klijent/server aplikacija, baza podataka koja se koristi je Sybase, razvojni alat za klijent aplikaciju je Power Builder, dok je za WEB aplikaciju korištena PHP tehnologija. Na serveru može biti instaliran operacijski sistem Windows ili Linux, ali klijent aplikacija treba Windows okruženje. Zahvaljujući kvaliteti i funkcionalnosti, GoSoft sustav se koristi na tržištima Hrvatske, Slovenije, BiH i Srbije kao ERP sustav koji se prilagođava pojedinom korisniku i primjenjuje na raznim vrstama proizvodnih poduzećima. Neka od značajnijih poduzeća koja koriste GoSoft ERP sustav su: Oprema d.d., DOK-ING, Ancona Grupa, Tehnix d.o.o., PIMS Elektro Oprema d.o.o. i dr. [28]

Neke od značajnih funkcionalnosti klijent verzije GoSoft ERP sustava su [28]:

- prodaja i nabava
- tehničko tehnološki podaci
- materijalno poslovanje
- kontrola kvalitete
- planiranje potreba materijala
- praćenje proizvodnih kapaciteta i izvršenog rada
- održavanje strojeva i opreme
- analize podataka
- financijsko računovodstvo
- obračun plaća i upravljanje ljudskim potencijalom.

Za GoSoft WEB aplikaciju dodatno su projektirane sljedeće funkcije [28]:

- CRP (eng. *Capacity Requirements Planning*) – modul za planiranje proizvodnih kapaciteta
- DMS (eng. *Document Management System*) – sustav za praćenje i upravljanje dokumentacijom
- MES (eng. *Manufacturing Execution System*) – sustav izvršenja proizvodnje
- upravljanje projektima

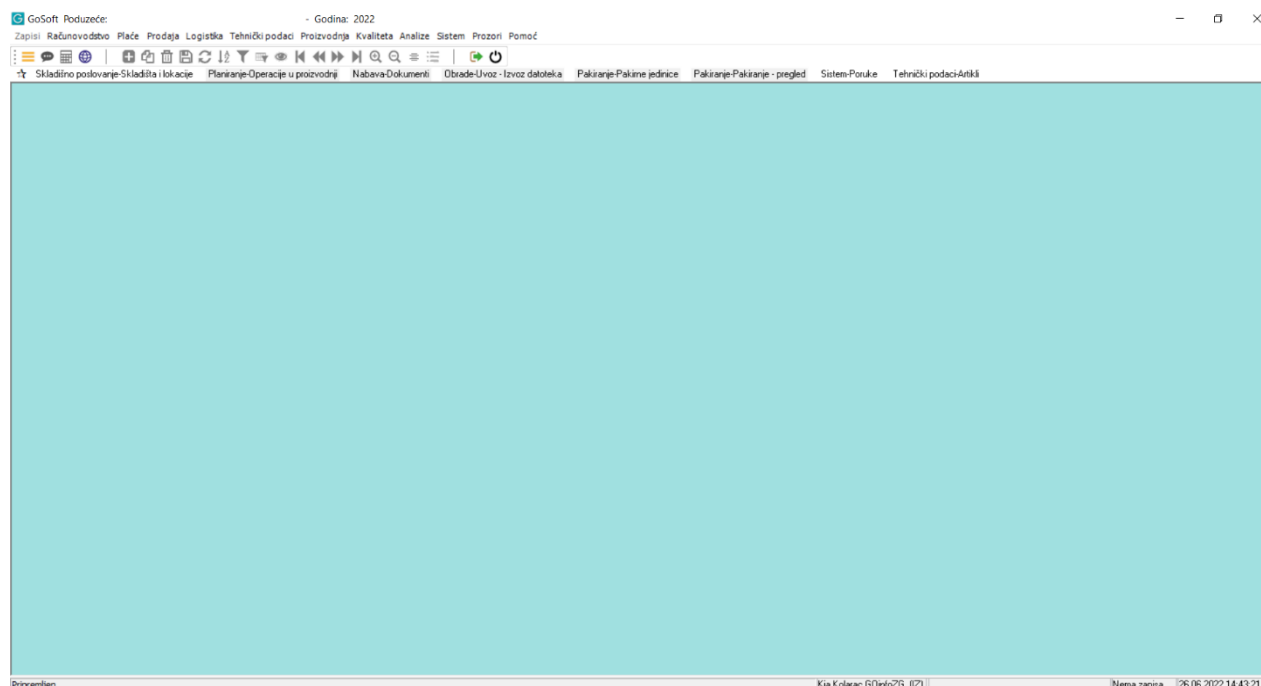
- sustav javnih narudžbi
- evidencija prisutnosti.

GoSoft ERP je sustav temeljen na MRP II konceptu koji se sastoji od proizvodnog, nabavnog, skladišnog, prodajnog, financijskog i računovodstvenog modula. To je sustav koji pomaže menadžmentu planirati i voditi cijeli proizvodni proces, od početnog naručivanja sirovina, preko izrade do gotovog proizvoda, pripremljenog za otpremu. GoSoft pomaže poduzeću povećati produktivnost i smanjiti protočna vremena i troškove u proizvodnji sljedećim funkcijama:

- Izrada i održavanje sveukupnog plana djelovanja s integriranim nadzorom nad zalihama i proizvodnjom.
- Optimizacija izrade radnih sredstava i radne sile pomoću nadzora nad resursima i brzim odazivom u trenucima novog terminiranja.
- Usklađivanje potreba između proizvodnih troškova i zadovoljnog kupca s upotrebom učinkovitih tehnika planiranja materijala i proizvodnje.
- Smanjenje troškova za kupljene materijale i poboljšanje kvalitete usluga dobavljača i uspostave kvalitetnog nadzora nabave.
- Potpora dinamičnom okolišu rukovoditelja s brzim dostupom do informacija o zalihama i stanju proizvodnje.
- Zaprimanje narudžbi od kupaca, pregled realizacije prodajnog plana i ostalih komercijalnih funkcija.
- Omogućava standardne financijske i računovodstvene postupke.
- Vođenje kadrovske evidencije.

### **6.1. Osnovni proizvodni proces unutar GoSoft ERP sustava**

Osnovni moduli GoSoft ERP sustava su: prodaja, logistika (nabava i skladišno poslovanje), tehnički podaci artikala, tehnologija, radna mjesta u proizvodnji, kontrola kvalitete te razne analize koje prikazuju promete roba po skladištima, prodaju pojedinih artikala, troškove proizvodnje, troškove nabave i mnoge druge analize. Prikupljeni i spremljeni podaci unutar baze podataka se iskorištavaju za potporu donošenja pravodobnih i ispravnih poslovnih odluka. Na Slika 6.1 nalazi se osnovni prozor GoSoft ERP sustava.



Slika 6.1. Osnovni prozor GoSoft ERP-a

Osnovni element GoSoft-a je artikl. U osnovnim podacima artikla [Slika 6.2] određuje se šifra artikla, naziv, karakteristike i svojstva pojedinog artikla. Svaki artikl se nalazi na određenom upravljačkom centru (npr. nabava, proizvodnja, rezervni dijelovi i dr.) koji je ključno obilježje svakog artikla. Upravljački centar artikla određuje hoće li se za pojedini artikl kreirati proizvodni radni nalozi, narudžbe u nabavi, radni nalozi za održavanje, itd. Jedinicom mjere definira se količinska jedinica mjere (npr. komad, kilogram, metar). Status artikla definira je li artikl aktivan (koristi li se trenutno) ili je u razvoju ili je trenutačno neaktivan. Ostali podaci su opcionalni i dodaju se po potrebi. Ovisno o vrsti artikla potrebno je ispuniti i ostale kartice na kojima se nalaze dodatni parametri. Oni mogu biti podaci o prodaji (kupci, minimalne količine, ...), nabavi (dobavljači, proizvođači, ...) [Slika 6.3], proizvodnji (minimalna količina, višekratnik, ...), strukturi, tehnologiji, crtežima itd.

Ident: M660147 FOTELJA

Strani nazivi | Partneri | Analize | Poruke | Privitci

Lista | **Osn. podaci** | Prodaja | Nabava | Proizvodnja | Dodatni podaci | **Struktura** | Tehnologija | Crteži | Varijante | Klasifikacija | Cijene | Zaliha | Planska kartica

Artikl: M660147 \*  
 Osnovni naziv: FOTELJA \*  
 Dodatni opis:

Upr. centar: PROIZ \*  
 Status: Aktivan \*  
 JM: kom \*  
 Oznaka:  
 Tip artikla: Normalni artikli \*

Varijantna grupa: Ni variantni  
 Obr. jed. / MT:  
 Kontrolna grupa: Gotovi proizvodi  
 Porezna tarifa: IF-25% RH ZA DOBRA I  
 Carinska tarifa:  
 MRP planiranje: Narudžbe  
 Prognose: MRP  
 Vrijem. rezerva:

Volumen: m3  
 Masa: kg  
 Dim. (XYZ): mm  
 ABC: XYZ:     
 Unos datuma upotrebe  
 Grupiranje potreba  
 Barkod: M660147  
 Praćenje serija: Neobavezr  
 FIFO izlaz:  
 Perioda inv. popisa:  
 Dat. inv. popisa:

Min. zaliha:  
 Max. zaliha:  
 Kalkulat. serija:  
 Skladište: 14  
 Lokacija:

Slika 6.2. Osnovni podaci artikla

Ident: 119024 LIM

Planska kartica | Strani nazivi | Partneri | Analize | Poruke | Privitci

Lista | Osn. podaci | Prodaja | **Nabava** | Proizvodnja | Dodatni podaci | Struktura | Tehnologija | Crteži | Varijante | Klasifikacija | Cijene | Zaliha

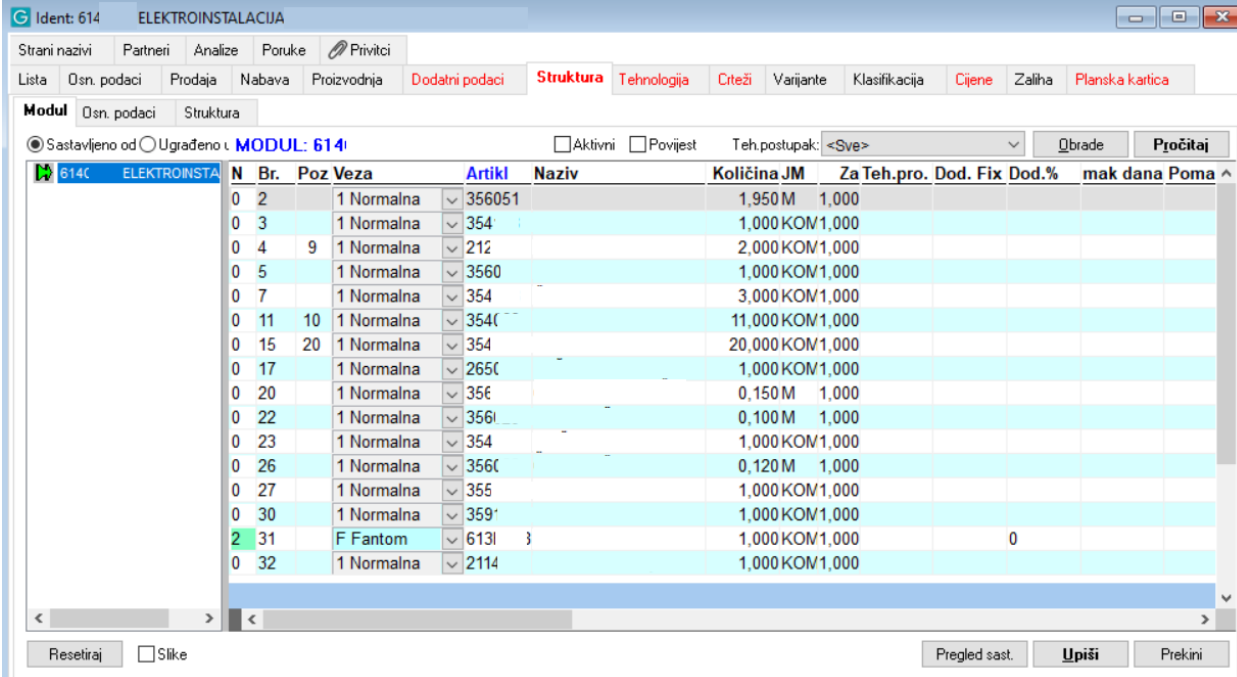
Nabavna JM:  
 Faktor JM:  
 Dostavni rok: dana  
 Dobavljač: 501088  
 Proizvođač:  
 Postupak:  Kontrola

Nalog - udruživanja: 15,000  
 Nalog - minim. količina: 100,000  
 Nalog - maxim. količina:  
 Nalog - fiksni:  
 Nalog - višekratni: 100,000  
 Porijek: \*

Opis:

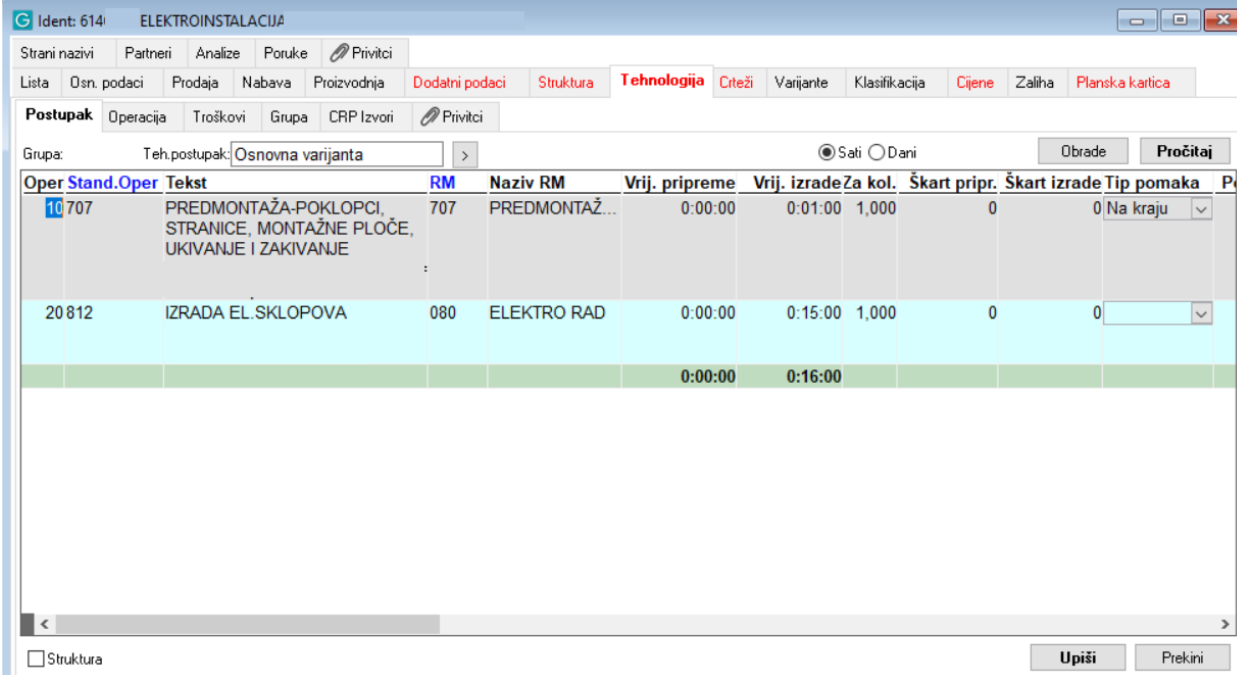
Slika 6.3. Nabavni podaci artikla

Kod proizvodnih artikala vrlo je bitno imati definiranu strukturu [Slika 6.4] i tehnologiju [Slika 6.5], odnosno sve tehnološke operacije koje su potrebne kako bi se proizvod izradio. Prije definiranja tehnologija izrade, unutar šifrantu radnih mjesta se definiraju radna mjesta na kojima se izvode tehnološke (standardne) operacije te se nakon toga u šifrantu standardnih operacija unose sve tehnološke operacije koje proizvodno poduzeće koristi. Na svako radno mjesto (npr. tokarilice, glodalice, bušilice, ...) pridodana je određena tehnološka operacija (tokarenje, glodanje, bušenje, ...). Definiranjem strukture i tehnologije artikla, završen je prvi korak upravljanja proizvodnjom kojim se omogućuje proizvodnja proizvodnog artikla.



N	Br.	Poz	Veza	Artikli	Naziv	Količina JM	Za Teh.pro.	Dod. Fix	Dod.%	mak dana	Poma
0	2		1 Normalna	356051		1,950 M	1,000				
0	3		1 Normalna	354		1,000 KOM	1,000				
0	4	9	1 Normalna	212		2,000 KOM	1,000				
0	5		1 Normalna	3560		1,000 KOM	1,000				
0	7		1 Normalna	354		3,000 KOM	1,000				
0	11	10	1 Normalna	354		11,000 KOM	1,000				
0	15	20	1 Normalna	354		20,000 KOM	1,000				
0	17		1 Normalna	265		1,000 KOM	1,000				
0	20		1 Normalna	356		0,150 M	1,000				
0	22		1 Normalna	356		0,100 M	1,000				
0	23		1 Normalna	354		1,000 KOM	1,000				
0	26		1 Normalna	356		0,120 M	1,000				
0	27		1 Normalna	355		1,000 KOM	1,000				
0	30		1 Normalna	359		1,000 KOM	1,000				
2	31		F Fantom	6131		1,000 KOM	1,000		0		
0	32		1 Normalna	2114		1,000 KOM	1,000				

Slika 6.4. Prikaz strukture artikla



Oper	Stand. Oper	Tekst	RM	Naziv RM	Vrij. pripreme	Vrij. izrade	Za kol.	Škart pripr.	Škart izrade	Tip pomaka
10	707	PREDMONTAŽA-POKLOPCI, STRANICE, MONTAŽNE PLOČE, UKIVANJE I ZAKIVANJE	707	PREDMONTAŽ...	0:00:00	0:01:00	1,000	0	0	Na kraju
20	812	IZRADA EL. SKLOPOVA	080	ELEKTRO RAD	0:00:00	0:15:00	1,000	0	0	
					0:00:00	0:16:00				

Slika 6.5. Prikaz tehnologije artikla

Nakon kreiranja artikala moguće je provesti osnovni proizvodni proces. U GoSoft-u je proizvodni proces koncipiran tako da se transakcije materijala, poluproizvoda i proizvoda obavljaju dokumentima kojima se knjiže i raspisuju sa stanja zaliha. Najvažniji dokumenti potrebni za planiranje i upravljanje proizvodnjom nalaze se unutar modula prodaje (ponuda, potvrda narudžbe, račun, ...) i logistike (narudžbenica, primka, izdatnica, otpremnica, ...).

Upravljanje proizvodnjom započinje u trenutku kada odjel prodaje zaprimi narudžbu kupca odnosno unese podatke u dokument pod najčešćim nazivom „Potvrda narudžbe“ [Slika 6.6]. Ovisno o poduzeću, naziv dokumenta je podložan promjenama. Potvrda narudžbe se uobičajeno radi iz dokumenta ponude. Prilikom upisa potvrde narudžbe, službeno postoji zahtjev za isporukom željenog proizvoda. Gotovi proizvodi se uobičajeno sastoje od poluproizvoda i sirovina koje se nabavljaju od dobavljača. Sastavnica prodajnog artikla definira se unutar modula „Tehnički podaci“ na prozoru s podacima o artiklu gdje je definiran svaki artikl u bazi s potrebnim količinama poluproizvoda i sirovina od kojih se sastoji.

Br. Artikl	Naziv artikla	Količina JM	Kč	P.Cij.	Dat.plan.	Projekt	Tarifa	% Tip PDV	Dat.isporu	Popust	Neto vrijedn.	Porez	Bruto vrijedn.
1356	KOMODA	1,000 kom	O			0	22/0574 EU12	25,0 BC	25.07.2022	0,00			
2356	KLUB STOLIĆ	1,000 kom	O			0	22/0574 EU12	25,0 BC	25.07.2022	0,00			
370003	DOSTAVA I MONTAŽA	1,000 kom	O			0	22/0574 EU12	25,0 BC	25.07.2022	0,00			
											3,000		0,00

Slika 6.6. Dokument potvrde narudžbe

Drugi korak upravljanja proizvodnjom predstavlja obrada za preplaniranje proizvodnje. Preplaniranje je obrada koja razbija strukturu prodajnog artikla i analizira svaki dio od kojeg se prodajni artikl sastoji kako bi se u proizvodnji kreirali radni nalozi za dijelove koje je potrebno proizvesti. Također, provjerava se zaliha svih nabavnih (i proizvodnih) artikala kako bi se kreirale narudžbe u nabavi za sve dijelove koje je potrebno nabaviti. U planskoj kartici artikla [Slika 6.7] se prikazuju podaci o dostupnoj zalihi, narudžbe u nabavi, naručeni artikli koji su u dolasku, narudžbe kupca i potrebe po pojedinom artiklu, odnosno svi tipovi prijema i izlaza artikala. Unutar planske kartice postoje sljedeći tipovi:

- ZAL – trenutna zaliha.
- NAB – u nabavi, odnosno naručeno (prijem).
- DN – radni nalog, ako je proizvodni artikl, onda je proizvodni radni nalog, a ako je nabavni artikl, onda je nabavni radni nalog (prijem).
- NAR – narudžba kupca po datumu isporuke na potvrdi narudžbe (izlaz).
- POT – potreba za radni nalog (izlaz).



Tip	Projekt	RN	Stat	Datum	Prijem	Izlaz	Saldo VD	Br. dok.	Rbr.	Partner	Naziv
ZAL				25.04.2022	96,549		96,549 S01	22/2041	1	501088	
ZAL				06.05.2022	375,000		471,549 S01	22/2284	1	501088	
POT	22J67	22J67000002	LN -	02.06.2022		4,688	466,861				
POT	22H22	22H22000011	PF -	04.06.2022		18,758	448,103				
POT	22H01	22H01000055	PF -	04.06.2022		9,375	438,728				
POT	22C72	22C72000256	PF -	07.06.2022		75,000	363,728				
NAB	22F32	22F32000029	Otvor	08.06.2022	500,000		863,728 NA1	22/1259	1	501088	
POT	22H76	22H76000011	PL -	09.06.2022		75,000	788,728				
POT	22D86	22D86000013	PL -	09.06.2022		37,500	751,228				
POT	22G81	22G81000014	PL -	09.06.2022		37,500	713,728				
POT	22E76	22E76000063	PF -	09.06.2022		17,188	696,540				
POT	22E98	22E98000039	PL -	10.06.2022		50,000	646,540				
POT	22E30	22E30000056	PL -	10.06.2022		51,563	594,977				

Slika 6.7. Planska kartica artikla

Po završetku preplaniranja, kreiraju se radni nalozi u proizvodnji. Temeljem dostavnog roka (zapisanog u kartici „Nabava“ u osnovnim podacima artikla), za svaki nabavni artikl sustav preporuča u kojem trenutku treba naručiti pojedini artikl da bi zadovoljio potrebe proizvodnje te kako bi proizvodnja proizvodnog artikla završila u trenutku kada gotov proizvod mora biti dostavljen kupcu.

Što se tiče proizvodnih radnih naloga koji se kreiraju pomoću obrade preplaniranja, postoji pet osnovnih statusa radnih naloga koji se koriste u GoSoft-u, a to su: PF, PL, LN, LA i KO [Slika 6.8]. PF (planirano, fiksno) radni nalozi su radni nalozi koji su nastali ručnim kreiranjem, odnosno nisu nastali obradom preplaniranja. PL (planirano) radni nalozi nastaju obradom preplaniranja i samo se u tome razlikuju od radnih naloga statusa PF. Oba radna naloga su planski nalozi, što znači da bi se oni trebali proizvoditi, međutim još nisu aktivni. Nakon što se pokrene obrada za lansiranje radnog naloga, status naloga će se promijeniti u LN (lansiran, neaktivan) što znači da je radni nalog lansiran. Osoba koja je odgovorna za lansiranje radnog naloga je najčešće tehnolog ili voditelj proizvodnje.

Projekt	Stat	GP	RN	Ident	Naziv	Količina	JM	Izrađeno	Poč. dana	Kraj	UC	Datum lans	
M22/0159	LN			M22/0159/00019	M3SN02T3B	18,000	kom	0,000	01.06.2022	-25	01.06.2022	PROIZ	09.05.2022
M22/0159	LN			M22/0159/00001	M660147	6,000	kom	0,000	01.06.2022	-25	01.06.2022	PROIZ	09.05.2022
22/0467	PL			22/0467/00003	M3KR07T3AA	1,000	kom	0,000	01.06.2022	-25	01.06.2022	PROIZ	
M22/0159	KO			M22/0159/00020	M3KR05T3A	7,000	kom	7,000	01.06.2022	-25	01.06.2022	PROIZ	09.05.2022
M22/0159	KO			M22/0159/00021	M3KR05T11A	6,000	kom	6,000	01.06.2022	-25	01.06.2022	PROIZ	09.05.2022
22/0342	LA			22/0342/00001	3710403	1,000	kom	1,000	01.06.2022	-25	01.06.2022	PROIZ	25.03.2022
M22/0001	LN			M22/0001/00004	M660071	1,000	kom	0,000	01.06.2022	-25	01.06.2022	PROIZ	03.05.2022
M22/0159	LN			M22/0159/00003	M3D00T2	20,000	kom	0,000	01.06.2022	-25	01.06.2022	PROIZ	09.05.2022
M22/0001	LN			M22/0001/00003	M700004	1,000	kom	0,000	01.06.2022	-25	01.06.2022	PROIZ	03.05.2022
M22/0001	LN			M22/0001/00009	M3KR02T2	1,000	kom	0,000	01.06.2022	-25	01.06.2022	PROIZ	03.05.2022
M22/0001	LN			M22/0001/00001	M3SF12T2A	1,000	kom	0,000	01.06.2022	-25	01.06.2022	PROIZ	03.05.2022
M22/0159	LA			M22/0159/00005	M3D003T3	3,000	kom	0,000	01.06.2022	-25	01.06.2022	PROIZ	09.05.2022
22/0567	PL			22/0567/00001	34000-0085	1,000	kpl	0,000	01.06.2022	-25	01.06.2022	PROIZ	
22/0342	PL			22/0342/00002	83HR2038	0,005	m3	0,000	01.06.2022	-25	01.06.2022	SUG	
M22/0159	LA			M22/0159/00006	M3D003T2	3,000	kom	0,000	01.06.2022	-25	01.06.2022	PROIZ	09.05.2022
M22/0159	LA			M22/0159/00004	M3D003T1	3,000	kom	0,000	01.06.2022	-25	01.06.2022	PROIZ	09.05.2022
22/0464	LA			22/0464/00001	356220073-001	1,000	kom	0,000	01.06.2022	-25	01.06.2022	PROIZ	06.05.2022
M22/0159	LA			M22/0159/00022	M3SF07T13B	3,000	kom	0,000	01.06.2022	-25	01.06.2022	PROIZ	09.05.2022
M22/0128	KO			M22/0128/00001	M630000	1,000	kom	1,000	01.06.2022	-25	01.06.2022	PROIZ	06.05.2022
M22/0159	LA			M22/0159/00023	M3SF07T2B	3,000	kom	0,000	01.06.2022	-25	01.06.2022	PROIZ	09.05.2022
M22/0159	KO			M22/0159/00002	M3D011T2A	10,000	kom	10,000	01.06.2022	-25	01.06.2022	PROIZ	09.05.2022
M22/0001	LN			M22/0001/00005	M660078	1,000	kom	0,000	01.06.2022	-25	01.06.2022	PROIZ	03.05.2022

Slika 6.8. Lista proizvodnih radnih naloga

Proizvodni radni nalozi sastoje se od potreba (materijala) [Slika 6.9] koji je potreban za izvođenje rada i tehnologija [Slika 6.10] kojima se materijal obrađuje i sastavlja u konačni proizvod. Prilikom knjiženog izdavanja (kreiranja dokumenta izdatnice) potreba sa skladišta u proizvodnju, radni nalog statusa LN automatski prelazi u status LA (lansiran, aktivan), što znači da se po njemu počelo raditi.

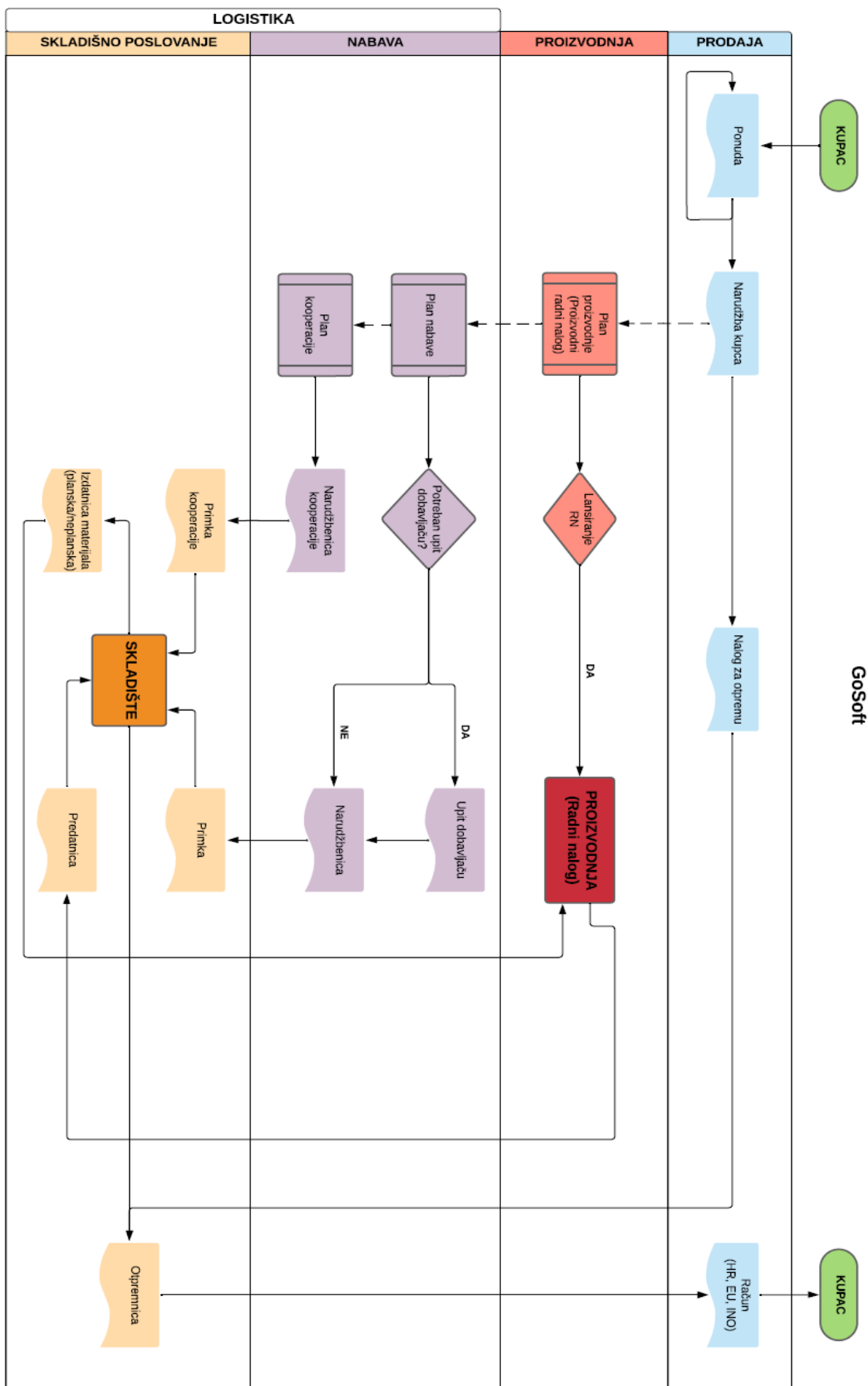
Potreba	Stat	Ident	Naziv	Količina	JM	Realizirano	Datum	Poz.	Oper.	Napomene
859367	KO	5000	COT SJEDIŠTE	1,000	kom	1,000	01.06.2022			
859358	KO	571I	MATICA	4,000	kom	4,000	01.06.2022			
859357	KO	571T	TIPLA	0,010	kg	0,100	01.06.2022			
859361	LN	571V	VJAK	4,000	kom	0,000	01.06.2022			
859360	KO	571V	VJAK	4,000	kom	4,000	01.06.2022			
859359	KO	571VI	VJAK	4,000	kom	4,000	01.06.2022			
859363	KO	575NO	KLIZAČ	4,000	kom	4,000	01.06.2022			
859364	KO	575NO	KLIZAČ	4,000	kom	4,000	01.06.2022			
859362	KO	575NO	BAZA	4,000	kom	4,000	01.06.2022			
859356	KO	579KM	KONST.	1,000	kom	1,000	01.06.2022			
859370	LN	581P0	MIL CLEAR	0,100l		0,000	01.06.2022			
859368	LN	581P0	MIL CLEAR	0,200	kg	0,000	01.06.2022			
859372	LN	584P0	RAZRJEĐIVAČ	0,100l		0,000	01.06.2022			
859371	LN	584P0	KONTAKT	0,100l		0,000	01.06.2022			
859369	LN	584P0	KONTAKT	0,100	kg	0,000	01.06.2022			
859365	LN	83HR	DASKA	0,005	m3	0,000	01.06.2022			
859366	LN	83HR	DASKA	0,006	m3	0,000	01.06.2022			

Slika 6.9. Potrebe proizvodnog radnog naloga

Oper.	Staj.	Stand.	Oper.	RM	Naziv RM	/rij. pripreme	Vrij. izrade	Za kol.	Radnici	Stroj.	Tip
10	LN	318	ŠTANCANJE CNC-	366	PROBIJAČICA	0:10:00	0:14:00	1,000	1,000	1,000	Količ
20	LN	118	SKIDANJE M.Đ.	042	VADENJE POZICIJA	0:00:00	0:15:00	1,000	1,000	1,000	Na p
30	LN	415	SAVIJANJE LIMA	171	SAVIJAČICA	0:00:00	0:20:00	1,000	1,000	1,000	Nem
						0:10:00	0:49:00				

Slika 6.10. Tehnologija proizvodnog radnog naloga

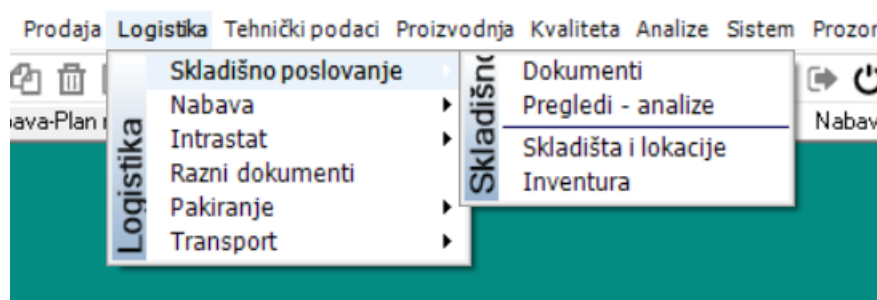
Nakon izdanih potreba na proizvodni radni nalog, radnici mogu započeti knjižiti rad na tehnološkim operacijama. Rad se knjiži unosom zapisa količina, potrebnog vremena rada i zapisa o radniku. Kada su knjižene sve potrebne količine na određenoj operaciji, operacija automatski postaje statusa KO (končan, završen). Po završetku zadnje operacije u proizvodnji, nastaje gotov proizvod u zadanim količinama. Za kraj proizvodnog procesa potrebno ga je predati na određeno skladište. Gotovi proizvod predaje se na skladište pomoću dokumenta predatnice kojom proizvodni radni nalog automatski prelazi u status završen (KO). Pomoću predatnice je proizvod službeno izašao iz odjela proizvodnje i oslobođeni su proizvodni kapaciteti. Po izlasku iz skladišta, potrebno je kreirati dokument otpremnice kako bi se gotovi proizvod mogao rasknjižiti sa zaliha tog skladišta i otpremiti kupcu. Završni korak proizvodnog (i prodajnog) procesa je kreiranje izlaznog računa, temeljem otpremnice, unutar modula prodaje. Izradom računa je proces planiranja, praćenja i upravljanja proizvodnim procesom unutar GoSoft-a završen. Na Slika 6.11 je prikazan standardni proizvodni proces unutar GoSoft-a. Svako poduzeće može zatražiti da se standardni proces proizvodnje i knjiženja prilagodi vlastitim potrebama, stoga postoji mogućnost odstupanja od procesa.



Slika 6.11. Standardni proizvodni (i prodajni) proces unutar GoSoft-a

## 6.2. Skladišno poslovanje unutar GoSoft ERP sustava

Unutar modula logistike u GoSoft-u nalazi se skladišno poslovanje poduzeća. U modulu skladišnog poslovanja [Slika 6.12] nalaze se skladišni dokumenti, pregledi i analize, popis (šifrant) skladišta i lokacija te modul inventure. Pregledi i analize služe za pregled prometa zaliha na skladištima po različitim kriterijima. Modul inventure služi za izradu popisa zaliha za izradu popisnih lista za artikle, ispunjavanje popisne liste te ponovnog upisa u sustav s rezultatima fizičkog popisa zalihe. Inventura se vodi za svako pojedino skladište, te za svaku lokaciju. U nastavku će biti detaljnije objašnjeni skladišni dokumenti, šifrant skladišta i šifrant lokacija.



Slika 6.12. Modul skladišnog poslovanja

### 6.2.1. Skladišni dokumenti

Skladišni dokumenti dijele se na interne i eksterne. Interni dokumenti ostaju unutar poduzeća, dok se eksterni dokumenti predaju drugim poduzećima, odnosno kupcima. Neki od bitnijih skladišnih dokumenata su primka, izdatnica, predatnica, otpremnica. Primka, izdatnica i predatnica su interni dokumenti, dok je otpremnica eksterni dokument. Otpremnica predstavlja dokaz izlaza robe iz skladišta i dostavlja se kupcima. Na temelju otpremnice dobavljača, kupac kreira dokument primke koji predstavlja dokaz o ulazu robe na skladište. Interni dokument primke uvijek mora odgovarati eksternom dokumentu otpremnice. Pomoću dokumenta izdatnice se izdaju potrebe radnog naloga u proizvodnju dok se pomoću dokumenta predatnice gotovi radni nalozi predaju nazad u skladište.

Također, moguće je imati i interne pred dokumente, poput naloga za izdavanje, naloga za predavanje i naloga za otpremu. Naloga za izdavanje i predavanje kreiraju djelatnici iz proizvodnje, prema kojima skladištari kreiraju izdatnice i predatnice, a naloga za otpremu u pravilu kreiraju komercijalisti, kao obavijest skladištara da je potrebno otpremiti robu prema kupcima.

### 6.2.2. Skladišta i lokacije

Unutar GoSoft ERP sustava, nalazi se šifrant skladišta koji je prikazan na Slika 6.13. Za sva poduzeća koja posluju s materijalom ili proizvodima obavezno je vođenje materijalnog poslovanja. Za to su potrebna skladišta na kojima se zaprimaju i izdaju artikli. Zasebna skladišta se otvaraju samo ako su skladišta fizički odvojena ili ako su skladišta na različitim kontima (npr. skladište materijala, skladište poluproizvoda, skladište gotovih proizvoda). Unutar šifranta se definiraju svi osnovni podaci skladišta [Slika 6.14]. Osnovni podaci skladišta su: šifra skladišta, naziv, obračunska jedinica, kontro zalihe i dodatni podaci. Moguće je postaviti kvačicu na opciju „Skladište je uključeno u MRP“. Ako je postavljena kvačica, onda će obrada preplaniranja pregledavati i računati raspoloživu i potrebnu zalihu (za prodaju, otpremu, radne naloge, itd.) s tog skladišta, a ako nema kvačice, onda se za to skladište ne pregledava zaliha.

SKLAD	Naziv skladišta	Obračunska jed.	MRP	Promijenio	Datum pr.	Aktivan	Def. Lok.	Konto
200	SKL. TRGOVAČKE ROBE	Materijalno poslovanje	<input checked="" type="checkbox"/>		16.01.2015 15:37:32	Aktivan	OS	6600
		Materijalno poslovanje	<input type="checkbox"/>		16.04.2019 14:09:45	Aktivan	OS	6661
300	SKL. GOTOVIH PROIZVODA	Materijalno poslovanje	<input checked="" type="checkbox"/>		16.01.2015 15:36:14	Aktivan	OS	6300
400	SKL. POLUPROIZVODA	Materijalno nevrednovano	<input checked="" type="checkbox"/>		24.07.2019 11:24:26	Aktivan	MT	6200
500	SKL. MATERIJALA	Materijalno poslovanje	<input checked="" type="checkbox"/>		16.01.2015 15:36:43	Aktivan	OS00	3100

Slika 6.13. Šifrant skladišta

Slika 6.14. Osnovni podaci skladišta

Unutar svakog skladišta se definiraju lokacije [Slika 6.15]. Osnovni podaci lokacija su: šifra lokacije, opis, volumen lokacije, težina koja stane na lokaciju, MRP i dr. Šifriranje lokacije je uvijek proizvoljno, ali se preporuča korištenje standardiziranog šifriranja radi lakšeg snalaženja, npr. regal A, stup 2, polica 5 što rezultira šifrom lokacije A0205. Također, moguće je za svaku lokaciju pregledati trenutačnu zalihu svih artikala.

Lokacija	Opis lokacije	Aktivna	Promet	Volumen	Težina	Prior.	Kontrolni	Način izlaza	MRP
0	Bez lokacije	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					Lokacija	<input checked="" type="checkbox"/>
N	Lokacija za nek.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Lokacija	<input checked="" type="checkbox"/>
ITD		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					Lokacija	<input checked="" type="checkbox"/>
A0101		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Lokacija	<input checked="" type="checkbox"/>
A0102		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Lokacija	<input checked="" type="checkbox"/>
A0103		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Lokacija	<input checked="" type="checkbox"/>
A0104		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Lokacija	<input checked="" type="checkbox"/>
A0105		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Lokacija	<input checked="" type="checkbox"/>
A0201		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Lokacija	<input checked="" type="checkbox"/>
A0202		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Lokacija	<input checked="" type="checkbox"/>
A0203		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Lokacija	<input checked="" type="checkbox"/>
A0204		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Lokacija	<input checked="" type="checkbox"/>
A0205		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Lokacija	<input checked="" type="checkbox"/>
A0301		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Lokacija	<input checked="" type="checkbox"/>
A0302		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Lokacija	<input checked="" type="checkbox"/>
A0303		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Lokacija	<input checked="" type="checkbox"/>
A0304		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Lokacija	<input checked="" type="checkbox"/>
A0305		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Lokacija	<input checked="" type="checkbox"/>
B0101		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Lokacija	<input checked="" type="checkbox"/>
B0102		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					Lokacija	<input checked="" type="checkbox"/>

Slika 6.15. Šifrant lokacija unutar skladišta

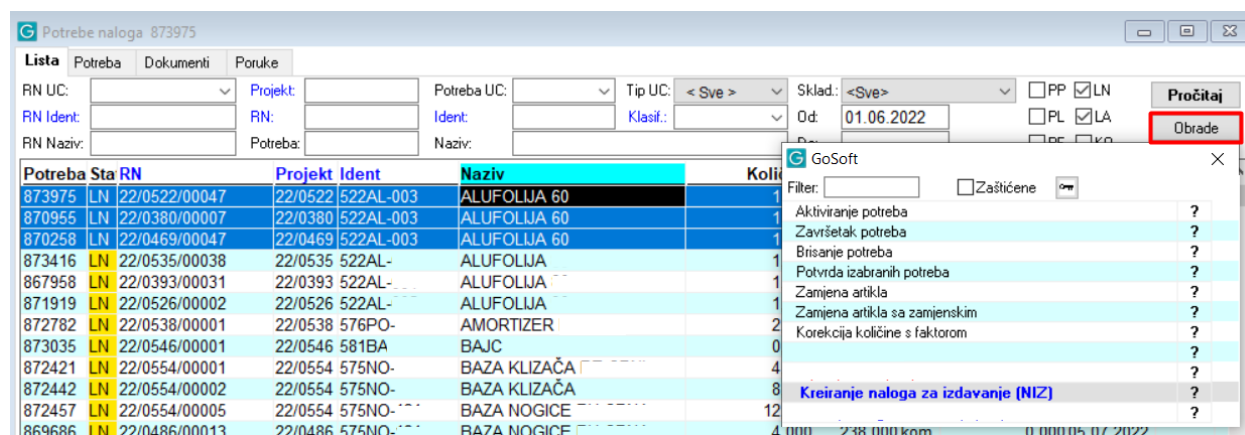
### 6.2.3. Proces zaprimanja, izdavanja, predavanja i otpremanja robe

U GoSoft-u je tijekom kreiranja nasljednih dokumenata pojednostavljen na način da se nasljedni dokument kreira na odabirom prethodnog te se zatim automatski prenose sve otvorene stavke i svi podaci na nasljedni dokument čime se ubrzava proces kreiranja dokumenata. Na Slika 6.16 je prikazan dokument primke s kojim se materijali zaprimaju na skladište. Temeljem narudžbenice (prethodni dokument) skladištari kreiraju primku (nasljedni dokument). U glavi dokumentu se zapisuje šifra vanjskog dokumenta, odnosno šifra otpremnice dobavljača kao dodatna informacija u slučaju određenih reklamacija sa zaprimljenom robom.

Br. Artikal	Naziv artikla	Količina JM	NA Sklad.	Na lokaciji	Dat.upot.	Projekt MT	Napomene	Porijek.	Težina	Izv. količina I Z
12570	KUTIJA KART.	2,000 KOM	360	0						2,000 Z
225721	KUTIJA KARTONSKA	53,000 KOM	360	0						53,000 Z
325729	KUTIJA KARTONSKA	48,000 KOM	360	0						48,000 Z
425744	KUTIJA KARTONSKA	1,000 KOM	360	0						1,000 Z
52574	KUTIJA KARTONSKA	1,000 KOM	360	0						1,000 Z

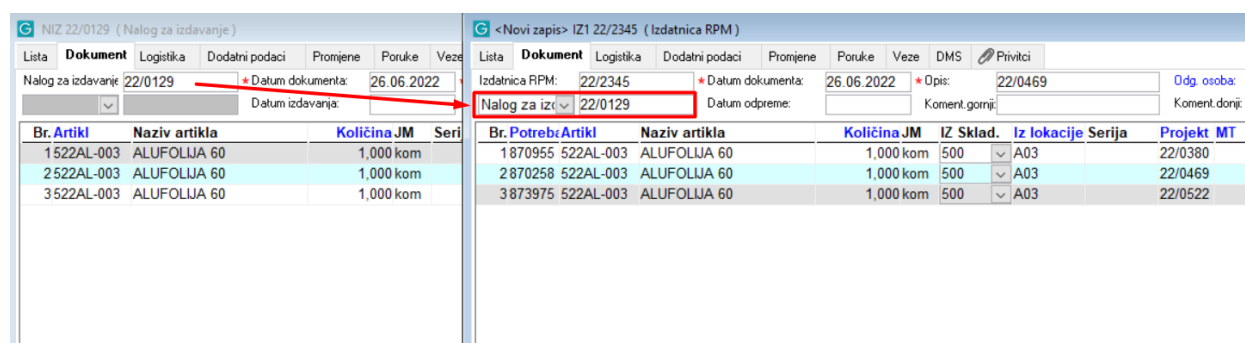
Slika 6.16. Primka materijala

Prilikom izdavanja potreba na određeni radni nalog, radnici iz proizvodnje kreiraju nalog za izdavanje. U GoSoft-u je proces postavljen na način da radnici, iz liste potreba, odaberu potrebe (artikle) koje su im potrebne za izvršenje radnog naloga, pritisnu gumb „Obrade“ i odaberu „Kreiranje naloga za izdavanje“ kao što je prikazano na Slika 6.17. U pozadini baze, izvršavaju se programske transakcije pomoću kojih se kreira nalog za izdavanje.



Slika 6.17. Obrada za kreiranje naloga za izdavanje

Skladištari, temeljem dokumenta naloga za izdavanje, kreiraju dokument izdatnice pomoću kojeg se izdaju potrebe na radni nalog kao što je prikazano na Slika 6.18. Na izdatnici se upisuje jedinstvena šifra potrebe (svaka potreba ima jedinstvenu šifru). U trenutku kada su potrebe izdane, na listi potreba u radnom nalogu te iste potrebe postaju statusa KO, odnosno konačne (završene, izdane).



Slika 6.18. Izdatnica

Prilikom završetka svih operacija na radnom nalogu, proizvodni radnici kreiraju dokument „Nalog za predavanje“. Zatim, skladištari temeljem naloga za predavanje, kreiraju predatnicu pomoću kojeg se završeni radni nalog, odnosno gotovi proizvod (ili polu proizvod) predaje na skladište [Slika 6.19]. Na dokument predatnice, upisuje se šifra radnog naloga (svaki radni nalog ima jedinstvenu šifru). U trenutku kada je radni nalog (proizvod) predan u skladište, radni nalog automatski postaje statusa KO, odnosno konačan (završen, predan).



The image shows two overlapping software windows. The top window is titled 'NPR 22/0061 (Nalog za predavanje)'. The bottom window is titled 'PR4 22/0546 (Predatnica GP)'. In the bottom window, a red box highlights the text 'Nalog za pri...' in the 'Dokument' field. A red arrow points from this field back to the 'Nalog za predavar' field in the top window. Both windows show various data entry fields and tables of items.

Slika 6.19. Predatnica

Prije otpremanja robe iz skladišta, komercijalisti kreiraju dokument „Nalog za otpremu“. Temeljem naloga za otpremu, skladištari kreiraju otpremnicu pomoću kojeg se gotovi proizvod otprema kupcu [Slika 6.20]. Naposljetku se iz otpremnice kreira račun za robu koja se otprema te se račun i otpremnica, zajedno sa otpremljenom robom, dostavljaju kupcu.

The image shows two overlapping software windows. The top window is titled 'NI 22/0090 (Nalog za otpremu)'. The bottom window is titled 'OT1 22/0449 (Otpremnica GP)'. In the bottom window, a red box highlights the text 'Nalog za ot...' in the 'Dokument' field. A red arrow points from this field back to the 'Nalog za otpremu' field in the top window. Both windows show various data entry fields and tables of items.

Slika 6.20. Otpremnica

## 7. TEORIJSKI PRIKAZ RAZVOJA WMS SUSTAVA

ERP i WMS sustavi neizostavan su dio svakog proizvodnog, skladišnog, nabavnog, distribucijskog i veleprodajnog poslovanja, bez njih posao ne bi mogao optimalno funkcionirati. Kao što je već rečeno, WMS se uglavnom koristi za upravljanje kretanjem i skladištenjem zaliha unutar skladišta, stoga se WMS uobičajeno integrira s ERP sustavom. Većina malih poduzeća ne zahtijeva pravu WMS funkcionalnost jer će mnoga ERP rješenja imati ugrađenu prikladnu funkcionalnost upravljanja skladištem. [29]

Kada je riječ o pozadinskim procesima poput preuzimanja narudžbi, upravljanja financijama ili nabave materijala, većina tvrtki se oslanja na ERP sustave. ERP sustav automatizira poslovne procese u svim odjelima poduzeća uključujući računovodstvo, unos i obradu narudžbi, nabavu, upravljanje zalihama, upravljanje skladištem, integraciju e-trgovine i upravljanje odnosima s klijentima. Glavna svrha ERP softvera je olakšati protok informacija između svih funkcionalnih područja poslovanja. Mnogi ERP sustavi imaju mnoge slične, katkad i iste mogućnosti kao i WMS. Iako će ERP softver uključivati neke WMS funkcionalnosti, ponuđene funkcionalnosti neće biti tako robusne poput onih unutar WMS sustava. Međutim, za male i srednje veleprodajne i distribucijske tvrtke, ERP sustav je često sve što je potrebno. U suštini, ERP sustav će imati WMS funkcionalnost, ali u manjem opsegu. I ERP i WMS dio su upravljanja lancem opskrbe i imaju za cilj pomoći tvrtkama da optimalno upravljaju svojim resursima. Sustavi izvješćuju o informacijama na temelju podataka u stvarnom vremenu na različite načine. [29]

U današnje vrijeme, dobavljači ERP sustava, ne samo da nude rješenja sustava upravljanja skladištem (WMS), nego pokreću okvire za funkcije e-trgovine, napredne analitike, unaprijed izgrađene IoT aplikacija te čvorišta globalne suradnje. Danas se glavni dobavljači ERP-a rangiraju kao jedni od vodećih dobavljača za sustave upravljanja skladištem. Analitičarska tvrtka Gartner procjenjuje da u pogledu broja novih WMS ponuda, vodeći dobavljači WMS-a imaju korijene u ERP-u, stoga je u mnogim slučajevima, dobavljač ERP tvrtke ujedno i WMS dobavljač. Prema Dwightu Klappichu, potpredsjedniku istraživanja izvršenja opskrbnog lanca u Gartneru, mnogi dobavljači ERP sustava surađuju s najboljim WMS dobavljačima kako bi integracijom WMS i ERP sustava poboljšali svoje proizvode. Još uvijek postoji tržište za složenijim i zahtjevnijim WMS sustavima, ali da za mnoge organizacije dobavljači ERP-a imaju odlično prilagođena WMS rješenja. Dobavljači ERP sustava poznati su po tome što nude čvrsto integrirane softverske pakete za pozadinske funkcije kao što je upravljanje narudžbama, financije, planiranje proizvodnje, ali donedavno nisu bili poznati kao

vodeći dobavljači WMS sustava. Danas se to mijenja, budući da ERP dobavljači, konstantno povećavaju i proširuju svoju ponudu. Do nedavno, WMS moduli od dobavljača ERP-a, usmjerenih na mala i srednja poduzeća, su bila nešto više od sustava za lociranje s određenom podrškom za skeniranje barkoda, omogućavajući korisnicima da lociraju zalihe u skladištu, ali obično nedostaje faza komisioniranja usmjerena na sustav uobičajen za WMS. [30, 31]

Klappich uspoređuje poboljšanje WMS-a od strane ERP dobavljača s načinom na koji su proizvođači automobila povećali kvalitetu zvučnih sustava u novim automobilima. Određeni broj potrošača bi se danas još uvijek odlučili za prilagođeni audio u automobilima, ali većini kupaca novih automobila tvornički audio zadovoljava sve njihove potrebe. Općenito, glavni dobavljači ERP-a ponudit će izvedbu lanca opskrbe koja možda nije najbolja u svim područjima, ali je to dovoljno dobro za većinu poduzeća. Prednosti integracije koje ERP dobavljači mogu ponuditi, kada je u pitanju integracija više aplikacija, su često poduzećima prihvatljivije. Dobavljači ERP sustava s integriranim WMS-om mogu ponuditi zajedničke alate za suradnju, korisničko iskustvo i analitiku koja obuhvaća sve softverske pakete. [30, 31]

Glavna prednost ERP dobavljača jest da je WMS sustav već integriran s ERP rješenjem, odnosno povezivanje podataka i komunikacija o narudžbama i zalihama s WMS-om su već obavljene. Uz WMS dobiven od ERP dobavljača, sve se nalazi pod „jednim krovom“ i sve radi na istoj bazi podataka te je istovremeno olakšana korisnička podrška. Kako se složenost sustava povećava, prednosti koje sve integrirane funkcije imaju zajedno se višestruko povećavaju. [31]

## 7.1. Budućnost WMS-a

Prema istraživanju Dwighta Klappicha, potražnja za uslugom u kojoj dobavljači istovremeno nude ERP i integriran WMS (ERP WMS), u smislu novih klijenata, raste brže od potražnje najboljih WMS sustava. Osim novih klijenata, među korisnicima su jako favorizirani dobavljači ERP WMS-a. Prema istraživanju je 62% ispitanika snažno predano jednom davatelju usluga kao što su Infor, Microsoft, Oracle ili SAP, ali to ne znači da je WMS koji pružaju dobavljači ERP sustava u dominantnoj poziciji. Također, ideja da će ERP WMS izbaciti najbolje WMS sustave iz poslovanja nije realna, s obzirom na to da je tržište dovoljno veliko za sve dobavljače.

Tehnologije sljedeće generacije su od velikog značaja za rast ERP WMS paketa gdje je namjera izgraditi još veću vidljivost zaliha u stvarnom vremenu nego što je to danas moguće. Najbolji WMS sustavi su poznati po svojoj vrhunskoj funkcionalnosti i je to smjer u kojem se treba kretati razvoj budućih ERP WMS sustava. Većina njih počinje s *cloud* infrastrukturom.

Tvrtke koje se kreću u smjeru tehnologije s *cloud* infrastrukturom žele eliminirati prilagodbu i utjecaj integracije ERP i WMS sustava bez žrtvovanja funkcionalnosti i s osiguranom brzinom komunikacije između različitih segmenata sustava. Bez *cloud* infrastrukture, vrijeme kašnjenja za prenošenje svih podataka i poruka iz WMS sustava bi bila na neprihvatljivoj razini.

Analitika podataka pruža novi način gledanja na sve podatke kako bi vidljivost rezultirala pravim radnjama u pravo vrijeme. Upravljanje podacima putem prediktivne analitike se poboljšava tijekom proizvoda od proizvodnje do kupca. Ako tvrtka može predvidjeti potražnju putem prediktivne analitike, zahtijevat će manje zaliha i može ubrzati kretanje zaliha kroz opskrbni lanac. Analiza podataka u ERP WMS-u može poboljšati radno opterećenje, tijekom rada, razinu zaliha i osoblje. Moguće je odrediti vrijeme potrebno za odabir stavki i predvidjeti koliko će vremena trebati za otpremanje narudžbe. To je pitanje sveobuhvatne integracije podataka radi poboljšanja poslovanja te se s vremenom, prediktivna analitika može iskoristiti za smanjenje troškova rada u skladištu za čak 10% do 20% kroz poboljšanu produktivnost.

Analiza podataka samo je jedna od tehnologija koja pomiče granice ERP WMS sustava. Omogućuje se korištenje novih tehnologija poput *pick-by-voice*, *pick-by-light*, *vision-picking*, kao i autonomnih mobilnih robota. U modernim skladištima, autonomni mobilni roboti omogućuju preuzimanje više narudžbi iz više područja komisioniranja. Roboti su pametniji od tradicionalnih AGV-ova (eng. *Automated Guided Vehicle*), koji rade slično kao fiksni transporter. Kao rezultat toga, robotima je potrebno manje informacija nego transporterima iz WMS-a za odabir artikala i narudžbi diljem skladišta. ERP WMS koji radi pomoću *cloud* infrastrukture koristi autonomne sposobnosti robota za učinkovit odabir artikala i ispunjavanje narudžbi. Potpuno drugačiji pristup izuzimanja artikala uključuje *vision-picking* ili *pick-by-voice* tehnologija. WMS usmjerava skladištara i komunicira putem pametnih naočala ili glasovnih naredbi. Kamera integrirana s naočalama skenira bar kodove i slušalice isporučuju naredbe izravno skladištaru i potvrđuje točnost odabira mnogo prije nego što sastavljena narudžba stigne do isporuke.

Dugoročni cilj ERP WMS sustava jest da stanje skladišta i sve bitne informacije budu prikazane u stvarnom vremenu u svim fazama, da se sustavi pojednostavne gdje god je to moguće i da se pruža maksimalna funkcionalnost. Kako bi se došlo do konačne faze, mora se poboljšati korisničko iskustvo kroz bolji tijek rada u skladištu, povećati funkcionalnost na temelju specifičnih zahtjeva industrije, maksimizirati utjecaj *cloud* infrastrukture i konačno ugraditi nove tehnologije kako bi ERP WMS sustav radio optimalno, s maksimalnom produktivnosti i minimalnim troškovima. [32]

## 7.2. Smjernice za razvoj WMS-a

Kako bi poduzeća bila produktivna, skladišni sustavi moraju biti sposobni raditi u stvarnom vremenu, upravljati svim procesima unutar skladišta i imati mogućnost komunikacije s drugim sustavima poduzeća. WMS može brzo obraditi podatke, koordinirati kretanja unutar skladišta i može upravljati velikim količinama transakcija. Dobar WMS povećava produktivnost rada, povećava iskorištenost prostora i opreme, poboljšava komunikaciju i povećava točnost.

Početna faza razvoja WMS aplikacije je prikupiti i usporediti što je više moguće informacija o trenutnim skladišnim procesima i postupcima te nakon toga odlučiti za svaki proces je li on stvarno potreban. Potrebno je sastaviti popis ključnih funkcija potrebnih za sustav i rangirati ih po važnosti: bitne, poželjne ili *nice to have*. Iako je teško predvidjeti, treba se uzeti u obzir i budući razvoj WMS aplikacije, poput uvođenja novih tehnologija, integracije s drugim sustavima, itd. [14]

Za potrebe razvoja odgovarajućeg WMS sustava, udruga *Business Application Software Developers Association* (BASDA) i *Sage Accpac* daje nekoliko smjernica koje treba uzeti u obzir prilikom razvoja WMS sustava [14]:

- formiranje projektnog tima
- definiranje, bilježenje, pregled i poboljšanje standardnih procesa
- formiranje popisa ključnih funkcija potrebnih za WMS
- uzimanje u obzir budući razvoj.

Također, potrebno je obratiti pažnju na ključne karakteristike WMS sustava, a to su [14]:

- sposobnost integracije s drugim sustavima
- modularni i skalabilni sustav
- dostupan preko WEB aplikacije
- jednostavan za korištenje
- standardiziran sustav
- zadovoljava specifične potrebe korisnika.

## 8. RAZVOJ WMS APLIKACIJE

### 8.1. Preuvjeti

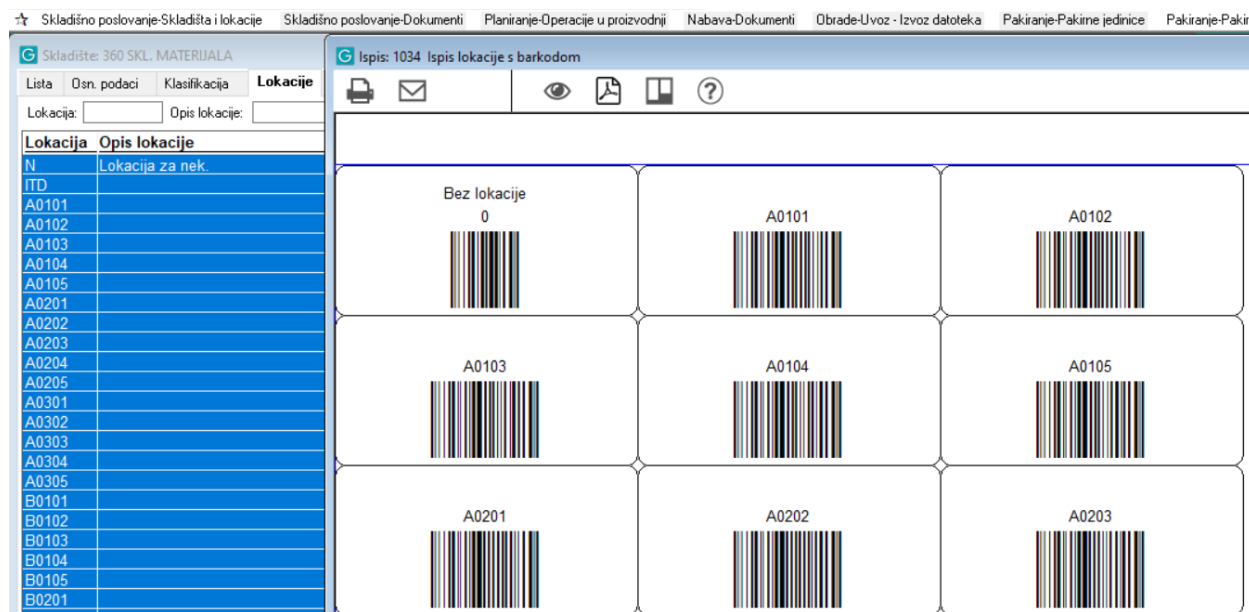
Prva i osnovna stvar koju je potrebno imati je mobilni uređaj s mogućnošću skeniranja barkoda [Slika 8.1]. Barkod je niz crnih linija i bijelih međuprostora koji, nakon skeniranja, omogućuju uvid u informacije o proizvodu. Barkodovi se često koriste u poslovanju, uključujući proizvodnju (barkod radnog naloga), skladištenje (barkod pakiranja) i prodaju (barkod artikla). Svaki proizvod ima svoj vlastiti barkod. Barkod je u današnje vrijeme jako važan za označavanje artikala, ubrzava cjelokupni proces i otklanja mogućnost grešaka uzrokovanih ljudskim faktorom.



Slika 8.1. Mobilni uređaj s barkod skenerom

Preuvjeti korištenja integriranog WMS sustava s GoSoft-om su definirana skladišta i lokacije unutar skladišta, pred dokumenti (nalozi), određeni tehnički podaci artikala. Skladišta i lokacije svakako moraju biti definirani i bez WMS sustava, ali za integraciju WMS-a i GoSoft-a je potrebno detaljnije definirati lokacije. Svako skladište treba imati detaljno definirane lokacije kako bi skladištari znali točno s koje lokacije se izuzima ili postavlja određeni artikl te kako bi se mogli optimalno kretati i pronalaziti odgovarajuće artikle unutar pojedinog skladišta. Unutar svakog skladišta je potrebno imati lokaciju „Komisioniranje“ koja služi kao obavijest korisnicima GoSoft-a (ako u tom trenutku budu provjeravali zalihi artikla) da je određeni artikli, unutar određenog skladišta, u fazi komisioniranja.

Nakon definiranih skladišta u GoSoft ERP sustavu, potrebno je označiti fizička skladišta i lokacije. Putem GoSoft-a je omogućen ispis barkoda lokacija pozivanjem ispisa 1034 ili 2034 [Slika 8.2]. Potrebno je isprintati sve lokacije skladišta i zalijepiti odgovarajuće barkodove na svaku lokaciju unutar skladišta kako bi se kasnije mogli odvijati skladišni procesi skeniranjem



Slika 8.2. Ispis barkoda lokacija

Unutar GoSoft-a je potrebno imati pred dokumente, odnosno naloge za izdavanje, predavanje i otpremu. Temeljem naloga, skladištari imaju informacije koje artikle trebaju izdati ili predati na skladište. Korisnici unutar GoSoft-a uobičajeno direktno koriste dokumente izdatnice, predatnice i otpremnice, ali se u tom slučaju mogu javiti procesne greške da radnici iz proizvodnje ili prodaje kreiraju skladišne dokumente. Također, veliki problem predstavlja komunikacija, odnosno nedostatak nje i brzina komunikacije između različitih odjela. Pomoću pred dokumenata se izbjegavaju ti problemi, odnosno kada radnik iz proizvodnje zatreba određene artikle kako bi mogao izvršiti radni nalog, kreira dokument naloga za izdavanje. Skladištar zatim dobiva obavijest da je potrebno izdati određene artikle na određeni radni nalog, temeljem zahtjeva iz proizvodnje.

Također, za optimalno korištenje WMS sustava, potrebno je imati detaljno definirane osnovne podatke artikla. Svaki artikl treba imati jedinstveni barkod, uobičajeno se postavlja da barkod artikla bude isti kao i šifra artikla ili za nabavne artikle da se barkod postavlja da bude isti kao i kod dobavljača. Uz barkod, potrebno je definirati skladište i lokaciju svakog pojedinog artikla [Slika 8.3]. Poželjno je definirati preuzeta skladišta i lokacije artikala iz razloga kako skladištari ne bi trebali sami odlučivati gdje će postaviti određeni artikl prilikom zaprimanja robe.

The screenshot shows a software interface for defining an article. The article ID is 521P0 and the name is FURNIR. The interface includes various fields for article details, such as 'Barkod' (Barcode) set to 521P0, 'Skladište' (Warehouse) set to 500, and 'Lokacija' (Location) set to OS02. The 'Barkod', 'Skladište', and 'Lokacija' fields are highlighted with red boxes.

Slika 8.3. Definiran barkod, skladište i lokacija artikla

## 8.2. Povezivanje WMS aplikacije i ERP sustava

U softverskoj arhitekturi kreiranja WEB aplikacija postoji mnogo slojeva između hardvera i krajnjeg korisnika. Prednja strana (*front-end*) je apstrakcija koja pojednostavljuje temeljnu komponentu pružanjem korisničkog sučelja, dok stražnja strana (*back-end*) obično upravlja bazom podataka, pohranom podataka i poslovnom logikom. *Front-end* i *back-end* programeri rade zajedno kako bi stvorili dinamične sustave koje korisnicima omogućuje brojne funkcionalnosti.

*Front-end* programeri se usredotočuju na stvaranje elemenata, značajki i vizualnih značajki aplikacije imajući na umu samog korisnika kako bi vizualni aspekti bili prihvatljivi i što jednostavniji. *Front-end* programeri grade elemente poput izgleda aplikacije, navigacija, gumbi, slike, grafika, animacije i mnoge druge. S druge strane, *back-end* programeri se fokusiraju na stranu aplikacije koje korisnici ne mogu vidjeti poput upravljanja bazom podataka i pohranjenim sadržajem, uređivanjem podataka i osiguravanjem da *font-end* dobro funkcionira. To je ono što aplikaciju čini interaktivnom. Iako korisnici nemaju izravnu interakciju s *back-end* dijelom, oni će s njim neizravno komunicirati s elementima *front-end* dijela. [33]

U razvoju WMS aplikacije, JavaScript programski jezik će se koristiti za izgradnju *front-end* prikaza, odnosno za vizualni prikaz koji korisnici vide preko WEB aplikacije, dok će se za *back-end* koristiti Python programski jezik koji će povezivati transakcije i funkcije iz GoSoft-a s WMS aplikacijom.



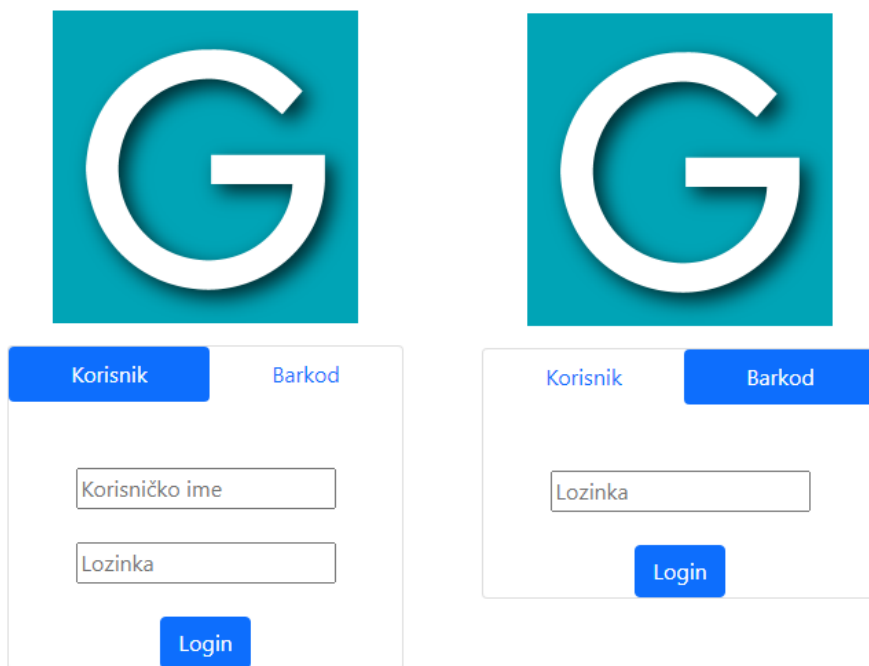
JavaScript je programski jezik na strani klijenta, što znači da je to programski jezik koji se izvodi unutar WEB stranice. WEB stranica sadržava ugrađeni JavaScript kod koji se izvršava kada korisnik posjeti stranicu. Jezik omogućuje WEB programerima da ugrade izvršni kod na svoje WEB stranice kako bi se one mogli učiniti interaktivnim ili obavljati jednostavnije zadatke. JavaScript je dobio ime po programskom jeziku Java, mnoge ideje su posuđene iz njega, ali su oni dva potpuno različita jezika. Najznačajnija razlika između njih je u tome što je JavaScript interpretirani jezik, odnosno može se pokretati na svim WEB stranicama bez potrebe za prevođenjem koja omogućuje kreiranje aplikacije za više platformi na jednostavan način. [34, 35]

Python je dinamičan i interpretiran programski jezik koji ima reputaciju kao lako razumljiv koji se najčešće koristi za razvijanje WEB aplikacija i analizu podataka. On je jedan od mnogih objektno orijentiranih programskih jezika i velika je prednost što aplikacije napisane u Python jeziku rade na mnogim platformama. U izvornom kodu nema deklaracija tipa varijabli, parametara, funkcija ili metoda što ga čini kratkim i fleksibilnim. [36, 37]

Spajanje WMS aplikacije s GoSoft-om se izvršava integracijom, odnosno međusobnom komunikacijom između JavaScript-a, Python-a i transakcija koje se izvršavaju unutar GoSoft-a. Vizualni prikaz WMS aplikacije koje korisnici vide je zapisana u JavaScript-u. Prilikom bilo kojeg odabira naredbi u aplikaciji, izvršava se Python kod koji poziva određene transakcije u GoSoft-u. Npr. na aplikaciji se upiše šifra artikla i pritisne tipka „Pročitaj“. Vizualni prikaz tipke je rađen u JavaScript-u, a prilikom odabira tipke, Python kod šalje upit u GoSoft da se izvrši naredba za čitanje osnovnih podataka zapisanog artikla. Kada GoSoft učita podatke, pomoću Python-a se ti podaci prenose u aplikaciju i naposljetku JavaScript vizualno prikazuje korisniku osnovne podatke upisanog artikla.

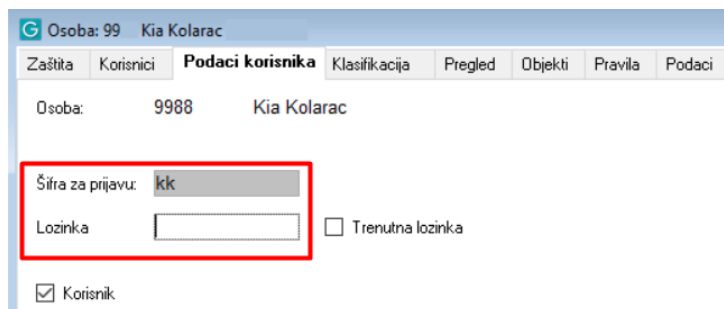
### **8.3. Prijava u WMS sustav**

Prijava u WMS sustav se obavlja preko korisničke šifre i lozinke ili skeniranjem barkoda vlastite iskaznice i upisom lozinke [Slika 8.4]. Nakon prijave korisnika, otvara se početna stranica u kojoj se nalaze dvije osnovne funkcije WMS aplikacije: rad s dokumentima i informacije o artiklima.

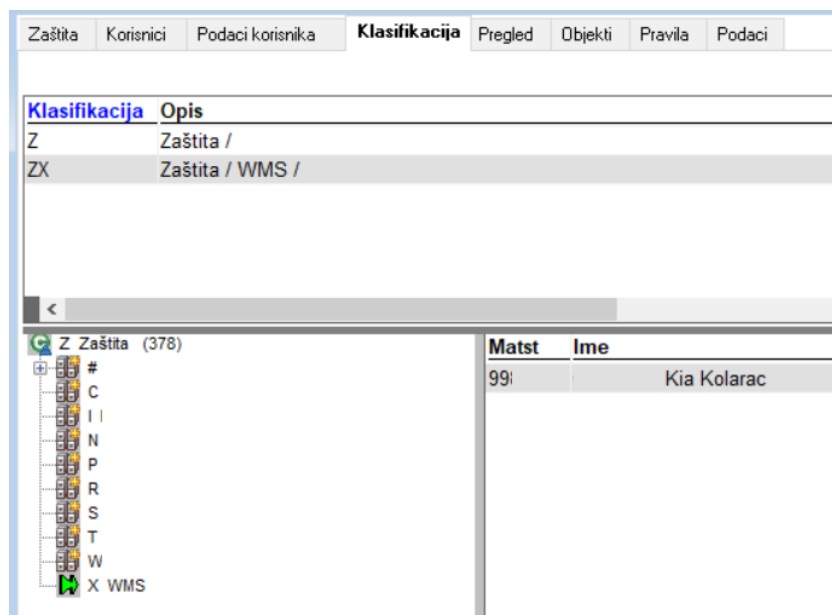


Slika 8.4. Prijava u WMS sustav

Korisnik se prijavljuje u WMS sustav pomoću šifre za prijavu i lozinke koja je definirana unutar GoSoft-a [Slika 8.5]. Šifra za prijavu korisnika predstavlja i barkod od iskaznice. Unutar GoSoft-a se osobama, koje smiju koristiti WMS sustav, postavlja klasifikacija ZX (WMS) u modulu „Zaštita“ kako bi se samo određeni korisnici mogli prijavljivati u WMS sustav [Slika 8.6].



Slika 8.5. Definiranje šifre za prijavu i lozinke





Slika 8.6. Definiranje klasifikacije korisnika u zaštitama

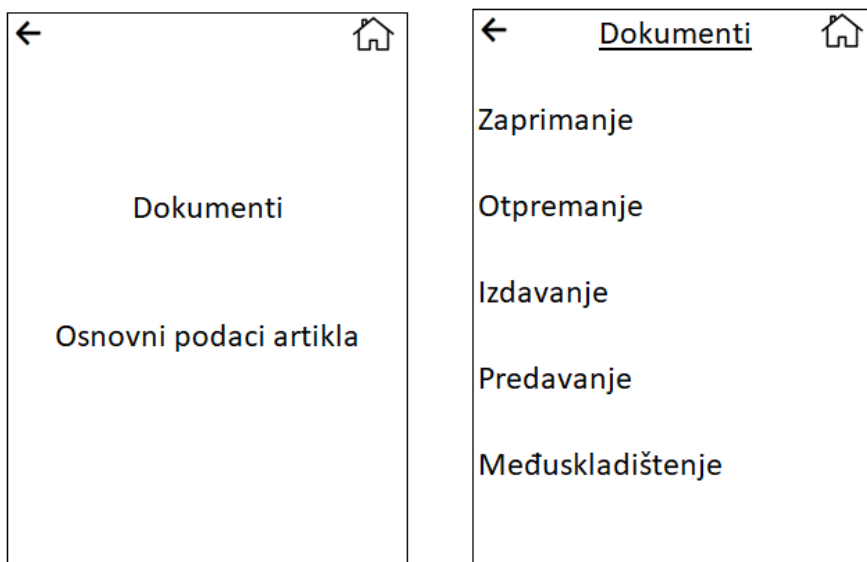
#### 8.4. Prikaz rada s WMS sustavom

U nastavku će biti opisan proces rada s WMS sustavom, integriranim s GoSoft-om te prikazom skica i slika procesa. Opisati će se glavni skladišni procesi: zaprimanje, otpremanje, izdavanje, predavanje i međuskladištenje.

Prilikom svakog procesa, sve pozadinske transakcije i funkcije se, na zahtjev korisnika poslanog iz WMS aplikacije, izvršavaju u GoSoft-u, dok se povratne informacije transakcija i funkcija prikazuju korisniku na WMS-u na ekranu mobilnog uređaja.

Početna stranica WMS aplikacije je prikazana na Slika 8.7. Na svakom prozoru WMS aplikacije se nalaze standardni gumbi za prečace:

-  – povratak na početnu stranicu
-  – povratak na prethodnu stranicu.



Slika 8.7. Skica početne stranice WMS-a i modula s dokumentima

#### 8.4.1. Pregled osnovnih podataka artikala

U modulu „Osnovni podaci artikla“ skladištari imaju mogućnost pregleda zalihe artikala, odnosno na kojim lokacijama i u kojoj količini se nalazi skenirani artikl. Artikl je moguće upisati u filter (šifra artikla ili naziv) ili je moguće skenirati artikl pomoću barkod skenera. Unosom šifre artikla ili skeniranjem barkoda, prikazuju se osnovni podaci artikla: šifra artikla, naziv, dodatni opis, oznaka i prikazuje se sva zaliha po svim lokacijama artikla [Slika 8.8].



Slika 8.8. Skica prikaza osnovnih podataka artikla

#### 8.4.2. Proces međuskладиštenja

U procesu međuskладиštenja artikli se prenose s jedne lokacije unutar skladišta na drugu lokaciju. Skladištari u WMS aplikaciji odabiru modul Dokumenti – Međuskладиštenje. Predviđeno je da se, prilikom prvog upisa lokacije i artikla, automatski kreira jedan dokument međuskладиšnice s trenutačnim datumom u kojem se upisuju sve stavke na taj datum.

U modulu međuskладиštenja je potrebno odabrati izlazi li artikl s lokacije ili se postavlja na lokaciju. Nakon toga, potrebno je skenirati barkod lokacije i artikla i upisati količinu artikla. WMS automatski nudi lokaciju na koju je potrebno postaviti prema informaciji koja se nalazi u osnovnim podacima artikla [Slika 8.9]. Ako već postoji dokument međuskладиšnice na trenutačni datum, onda se automatski upisuje stavka, inače se prvo kreira dokument s trenutačnim datumom, a zatim upisuje stavka. U trenutku upisa količine artikla, upisuje se stavka sa svim podacima i postavlja se lokacija „Komisioniranje“ [Slika 8.10].

Slika 8.9. Skica procesa međuskладиštenja u WMS-u

Br. Artikl	Naziv artikla	Količina JM	IZ Sklad.	Iz lokacije	NA Sklad. Na lokaciji	Projekt MT	Napomene	Izv. I
1212331	NALJEPNICA	34,000 KOM	360	0	360 Komis			

Slika 8.10. Međuskладиšnica u procesu komisioniranja

Prilikom postavljanja artikla na definiranu lokaciju, skladištar ponovno skenira artikl i novu lokaciju. Ako se ne upiše količina, onda se prenosi cijela količina koja je ranije izašla iz lokacije, a ako se upiše količina, onda se prenosi upisana količina [Slika 8.11]. Nakon što se artikl postavi na novu lokaciju, unutar dokumenta međuskladišnice se za tu stavku automatski mijenja lokacija iz „Komisioniranje“ u skeniranu lokaciju [Slika 8.12].

Slika 8.11. Slika proces postavljanja artikla na lokaciju

Br. Artkl	Naziv artikla	Količina JM	IZ Sklad.	Iz lokacije	NA Sklad.	Na lokaciji	Projekt MT	Napomene	Izv. I
1212331	NALJEPNICA	34,000 KOM	360	0	360	A0302			

Slika 8.12. Međuskladišnica u GoSoft-u

Također, u procesu otpremanja se automatski ispunjava dokument međuskladišnice, što će biti opisano u poglavlju 8.4.4.

### 8.4.3. Proces zaprimanja

Prilikom procesa zaprimanja robe u skladište, kamion istovari svu robu na određeno skladište, u ovom primjeru na skladište materijala. Artikli se postavljaju na lokaciju „Prijemna zona“ unutar skladišta materijala. U prijemnoj zoni se vodi provjera svih zaprimljenih artikala i obavljaju se procesi prijemne kontrole kvalitete. Skladištar na mobilnom uređaju odabire modul Dokumenti – Zaprimanje i odgovarajuću narudžbenicu. U sljedećem koraku se otvara prozor u

kojem skladištar unosi šifru otpremnice od dobavljača i datum otpreme [Slika 8.13]. Upisom tih informacija, u GoSoft-u se automatski kreira dokument primke, gdje se podaci glave dokumenta prenose iz narudžbenice, ali dokument trenutno nema niti jednu stavku.

Narudžbenice:	
NA1	Partner
22/0883	GOinfoZG
22/0884	Pivovara
22/0885	FSB
22/0886	FSB
22/0887	Rimac
22/0888	GOinfoZG
22/0889	FSB

NA1 22/0883
Unos šifre otpremnice:
<u>22/1308</u>
Datum otpreme:
<u>01.06.2022.</u>

Slika 8.13. Skica procesa zaprimanja u WMS-u

Nakon toga, omogućeno je skladištaru skeniranje zaprimljenih artikala i unos zaprimljene količine. Prilikom skeniranja artikla, u aplikaciji se prikazuje šifra artikla i otvara se polje u kojem se upisuje zaprimljena količina te se taj postupak ponavlja sve dok se ne skeniraju svi artikli [Slika 8.14]. Upisom količine, kreira se veza između stavke na narudžbenici i stavke na primci te se zatvara stavka na narudžbenici. Skeniranjem posljednjeg artikla, skladištar pritišće tipku za završetak skeniranja te je kao rezultat u GoSoft-u kreirana primka [Slika 8.15].

Završi skeniranje	
Skenirani artikl:	513SI
Upis količine:	81,2

Slika 8.14. Skica unosa artikla i količine kod procesa zaprimanja u WMS-u

PR1 22/0825 ( Primka RPM )

Lista Dokument Logistika Dodatni podaci Promjene Poruke Veze DMS Privitci

Primka RPM: 22/0825 \* Datum dokumenta: 01.06.2022 \* Opis: Odg. osoba: 26 \* Slobodan

Narudžbenik: NA1/22/0883 Datum otpreme: Koment.gornji: Koment.donji:

Partner: 001640 \* GOINFO ZG d.o.o. Transport: Naš transport \* Posao: Adresa prim.:

Primalelj: Kontakt: \* Doprema: EXW - Franko tvornica \* Mjesto dopr.: IS VP: Račun: Poziv:

Dostavnica: 22/1308 \* sa danom: 01.06.2022 \* Tip PDV: Popusti: Procen: Obračun PDV po plaćanju

Plaćačnik: Cjenik: 02 Zadnja nabavna cijel Valuta: HRK Rok plaćanja: Tečaj: 1,000000 Za: 1

Br.Artikl	Naziv artikla	Količina JM	Za JMNA Sklad.	Na lokaciji	Serijska	Dat.upot.	Projekt	MT	Napomene	Izv. količina
1513SI	MDF	81,200 m2	1500	PRUJEM						81,200

Slika 8.15. Primka u GoSoft-u



Kada je završen upis svih artikala i završeni su procesi kontrole kvalitete, postavljaju se artikli na pred definirane lokacije (lokacija zapisana u osnovnim podacima artikla). U slučajevima da artikl nema definiranu lokaciju, skladištar sam odabire lokaciju na kojoj će biti postavljen artikl. Postavljanje artikala na definirane lokacije artikala se obavlja procesom međuskladištenja opisanom u poglavlju 8.4.2.

#### 8.4.4. Proces otpremanja

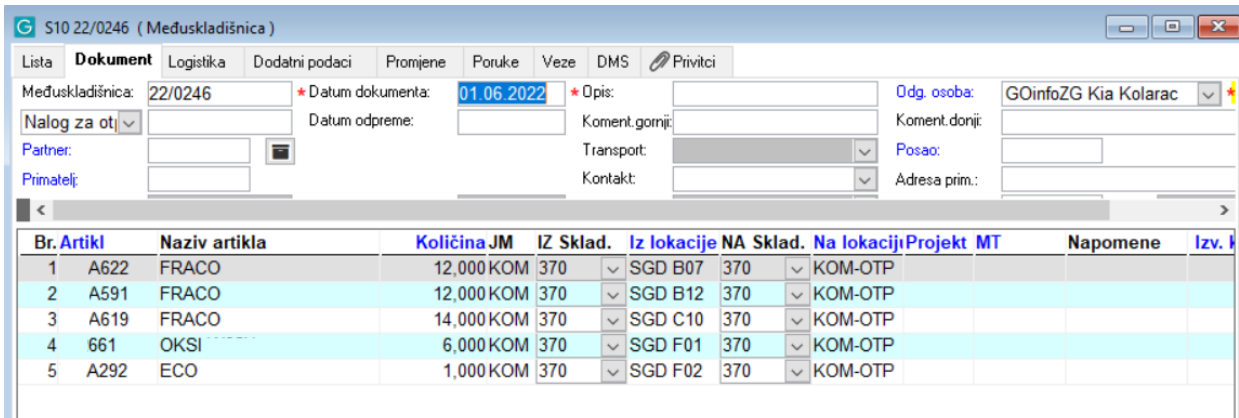
Prilikom procesa otpremanja robe iz skladišta prema kupcima, radnici iz komercijale kreiraju dokument naloga za otpremu. Unutar naloga za otpremu se nalaze sve informacije o primatelju, datumu otpreme, narudžbi kupca (potvrđi narudžbe), načinu plaćanja i transporta. Također, nalaze se sve stavke koje je potrebno otpremiti kupcu. Prilikom kreiranja naloga za otpremu, skladištari dobivaju obavijest da je potrebno kreirati dokument otpremnice.

U WMS-u se odabire modul Dokumenti – Otpremanje. Skladištar odabire dokument naloga za otpremu. Prema pre definiranom redoslijedu lokacija, skladištaru se prikazuju artikli i količine koje je potrebno otpremiti [Slika 8.16]. U trenutku kada skladištar skenira lokaciju, artikl i upiše odgovarajuću količinu, automatski se stavka upisuje na dokument međuskladišnice i upisuje se lokacija „Komisioniranje – otprema“ [Slika 8.17].



← Otpremanje 		← Otpremanje 		
Označi otpremljeno		NZR 22/0079		
Nalozi za otpremu:		Lokacija	Artikl	Kol.
NZR	Datum	SGD B07	A622	12
22/0079	01.06.2022.	SGD B12	A591	12
22/0080	02.06.2022.	SGD C10	A619	14
22/0081	02.06.2022.	SGD F01	661	6
22/0082	05.06.2022.	SGD F02	A292	1

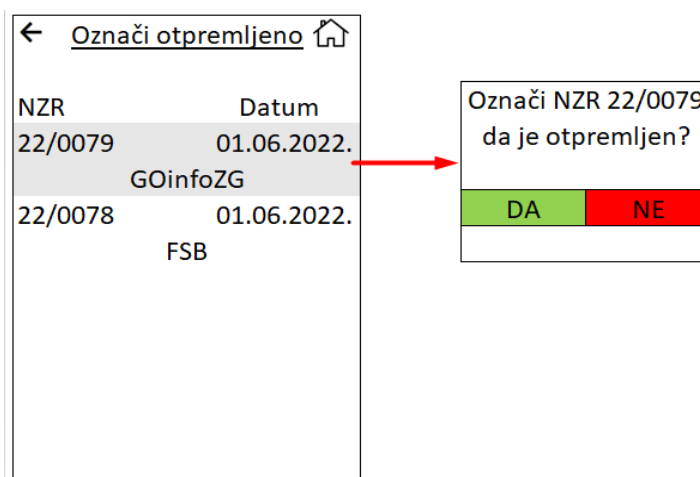
Slika 8.16. Skica procesa otpremanja u WMS-u



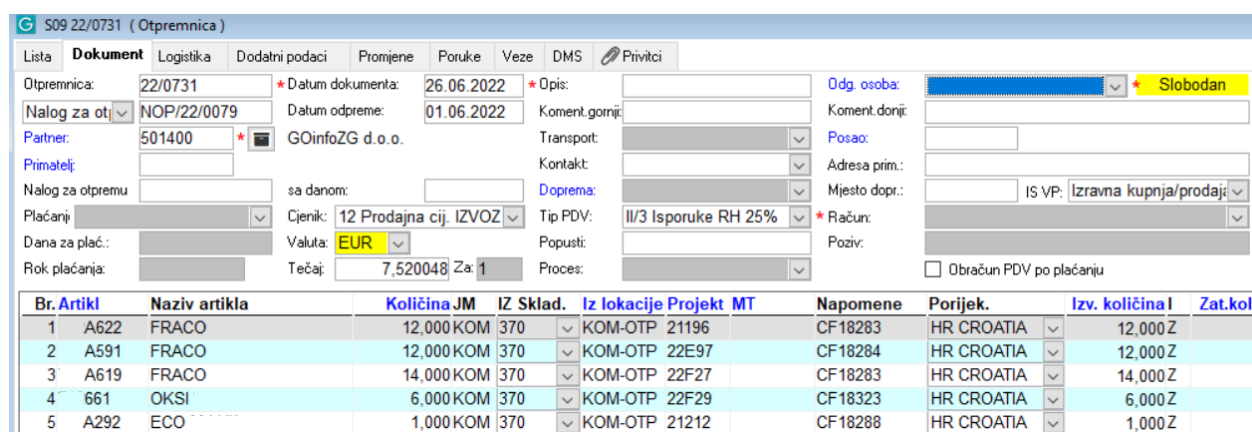
Br.	Artikl	Naziv artikla	Količina	JM	IZ Sklad.	Iz lokacije	NA Sklad.	Na lokaciji	Projekt	MT	Napomene	Izv. k
1	A622	FRACO	12,000	KOM	370	SGD B07	370	KOM-OTP				
2	A591	FRACO	12,000	KOM	370	SGD B12	370	KOM-OTP				
3	A619	FRACO	14,000	KOM	370	SGD C10	370	KOM-OTP				
4	661	OKSI	6,000	KOM	370	SGD F01	370	KOM-OTP				
5	A292	ECO	1,000	KOM	370	SGD F02	370	KOM-OTP				

Slika 8.17. Proces komisioniranja prije otpreme u GoSoft-u

Nakon što se samo jedan artikl (s naloga za otpremu) nalazi na lokaciji „Komisioniranje – otprema“, dokument otpremnice se prikazuje u modulu „Označi otpremljeno“. Kada se svi artikli postave u kamion, skladištar odabire modul „Označi otpremljeno“, odabire odgovarajući dokument naloga za otpremu te mu se prikazuje upozorenje da će nalog za otpremu biti označen kao otpremljen [Slika 8.18]. U tom trenutku se automatski u GoSoft-u kreira dokument otpremnice sa svim podacima iz naloga za otpremu [Slika 8.19]. Kreira se veza između dokumenata, povezuju se stavke između dokumenata i stavke s naloga za otpremu se zatvaraju.



Slika 8.18. Skica potvrde o otpremanju u WMS-u






Slika 8.19. Otpremnica u GoSoft-u

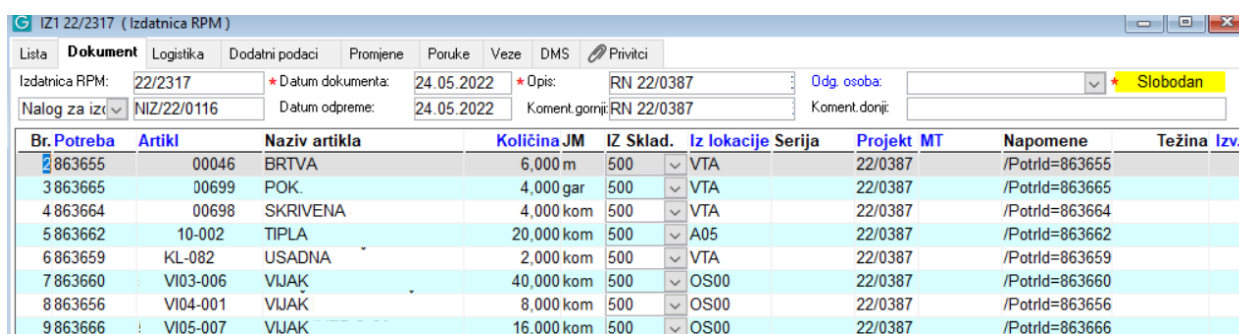
#### 8.4.5. Proces izdavanja

Kod procesa izdavanja se, potrebe za proizvodni radni nalog, izdaju iz skladišta u proizvodnju. Kada se proizvodni radni nalog lansira, radnici u proizvodnji kreiraju dokument naloga za izdavanje. U nalogu za izdavanje se nalaze sve potrebe i točna količina koja je potrebna za proizvodni radni nalog.

U WMS aplikaciji odabire se modul Dokumenti – Izdavanje i odabire se odgovarajući dokument naloga za izdavanje. Skladištaru su prikazani svi artikli u točnoj količini koje je potrebno izdati na proizvodni radni nalog. WMS aplikacija, prema pre definiranom redosljedu lokacija, prikazuje redom koje artikle i u kojoj količini je potrebno prikupiti i izdati. U trenutku izuzimanja artikla s lokacije, skladištar skenira lokaciju, barkod artikla i upisuje količinu [Slika 8.20]. Nakon toga se automatski kreira dokument izdatnice u kojem je zapisana šifra potrebe (artikla) i količina izdane potrebe, postavlja se veza između stavaka između dokumenta naloga za izdavanje i izdatnice te se u dokumentu naloga za izdavanje zatvara stavka [Slika 8.21].

← <u>Izdavanje</u> 		← <u>Izdavanje</u> 			← <u>Izdavanje</u> 		
Nalozi za izdavanje:		NZR 22/0116			NZR 22/0116		
NZR	Početak RN	Lokacija	Artikl	Kol.	Lokacija	Artikl	Kol.
22/0116	25.05.2022.	A0104	00046	6 m	A0104	00046	6 m
22/0118	25.05.2022.	A0105	000699	4 gar	A0105	000699	4 gar
22/0121	25.05.2022.	A0403	000698	4 kom	A0403	000698	4 kom
22/0122	25.05.2022.	B0202	10-002	20 kom	B0202	10-002	20 kom
22/0123	26.05.2022.	B0401	KL-082	2 kom	B0401	KL-082	2 kom
22/0124	26.05.2022.	D0101	VI03-006	40 kom	D0101	VI03-006	40 kom
22/0125	27.05.2022.	D0102	VI04-001	8 kom	D0102	VI04-001	8 kom
22/0126	28.05.2022.	D0201	VI05-007	16 kom	D0201	VI05-007	16 kom
22/0127	28.05.2022.						

Slika 8.20. Skica procesa izdavanja u WMS-u



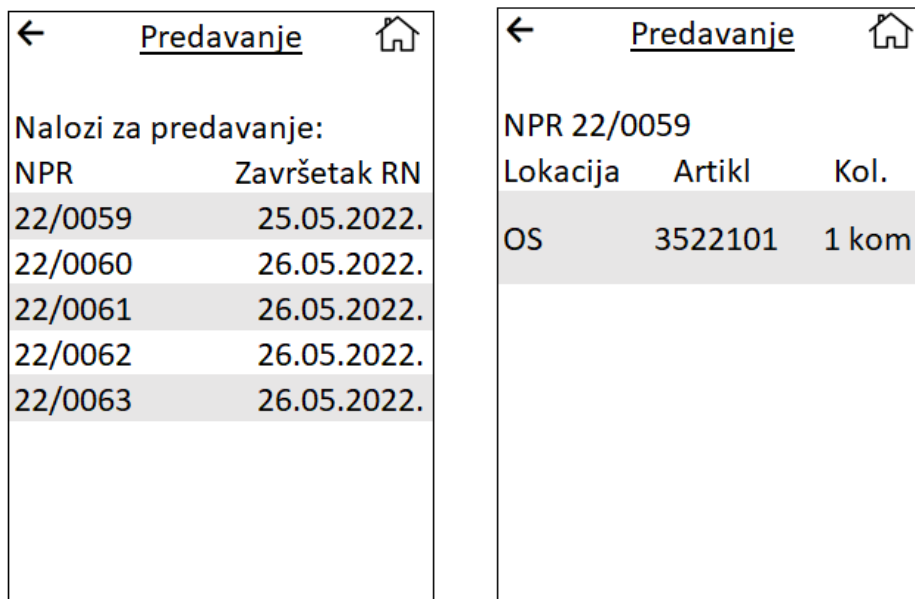
Br. Potreba	Artikl	Naziv artikla	Količina JM	IZ Sklad.	Iz lokacije	Serija	Projekt MT	Napomene	Težina Izv.
863655	00046	BRTVA	6,000 m	500	VTA		22/0387	/Potrid=863655	
3863665	00699	POK.	4,000 gar	500	VTA		22/0387	/Potrid=863665	
4863664	00698	SKRIVENA	4,000 kom	500	VTA		22/0387	/Potrid=863664	
5863662	10-002	TIPLA	20,000 kom	500	A05		22/0387	/Potrid=863662	
6863659	KL-082	USADNA	2,000 kom	500	VTA		22/0387	/Potrid=863659	
7863660	VI03-006	VJAK	40,000 kom	500	OS00		22/0387	/Potrid=863660	
8863656	VI04-001	VJAK	8,000 kom	500	OS00		22/0387	/Potrid=863656	
9863666	VI05-007	VJAK	16,000 kom	500	OS00		22/0387	/Potrid=863666	

Slika 8.21. Izdatnica u GoSoft-u

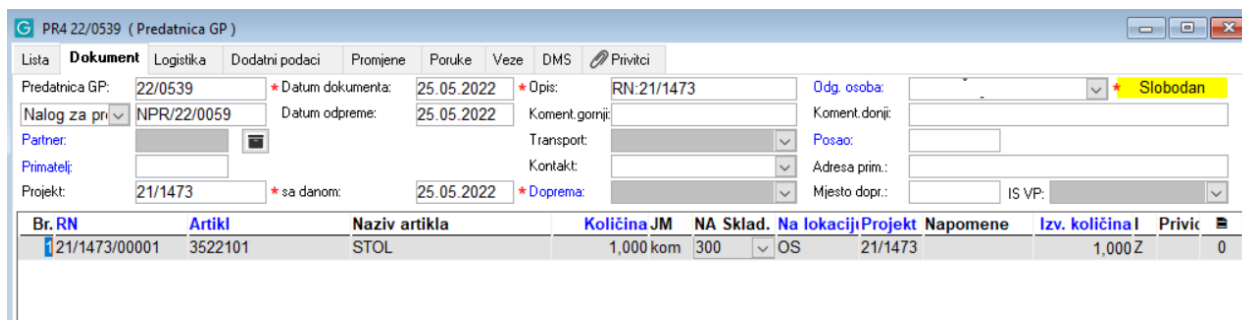
#### 8.4.6. Proces predavanja

U procesu predavanja, noseći artikli (poluproizvodi, gotovi proizvodi) koji se nalaze na proizvodnom radnom nalogu se predaju u skladište. Radnici u proizvodnji kreiraju dokument naloga za predavanje u kojem se zapisana šifra radnog naloga i količina koja će se predati u skladište.

U WMS aplikaciji odabire se modul Dokumenti – Predavanje i odabire se odgovarajući dokument naloga za predavanje. Skladištaru su prikazane informacije o artiklu, količini i lokaciji na kojoj je potrebno predati artikl u skladište [Slika 8.22]. U trenutku postavljanja na određenu lokaciju, skladištar mora skenirati barkod radnog naloga, a zatim barkod lokacije te se nakon toga automatski kreira dokument predatnice u kojem je zapisana šifra radnog naloga i lokacija skladišta na kojem je predan artikl. Prilikom kreiranog dokumenta predatnice, u GoSoft-u se postavlja veza stavaka između dokumenta naloga za predavanje i predatnice te se u dokumentu naloga za predavanje zatvara stavka [Slika 8.23].



Slika 8.22. Skica procesa predavanja u WMS-u



Slika 8.23. Predatnica u GoSoft-u

## 9. ZAKLJUČAK

ERP i WMS sustavi neizostavan su dio svakog proizvodnog, skladišnog, nabavnog, distribucijskog i veleprodajnog poslovanja, bez njih posao ne bi mogao optimalno funkcionirati. Uvođenje novih tehnologija u poslovanje poduzeća ne samo da poboljšava konkurentnost na izazovnom tržištu, već također može biti ključno u ispunjavanju sve većih zahtjeva kupaca. WMS je neophodan u današnjem brzom okruženju, informacije su ključ, a podaci u stvarnom vremenu su od značajne važnosti. Uvođenje WMS-a može poboljšati brzinu, produktivnost i točnost. Učinkovitost skladišta ključna je za učinkovito upravljanje lancem opskrbe i postizanje najbolje izvedbe u klasi. Može se tvrditi da nije svima potreban WMS, ali zapravo jedan od najvećih izazova za uvođenje WMS-a nije odabrati pravi sustav, već uvjeriti menadžerski tim da im je takav sustav potreban. Potencijalne prednosti uvođenja WMS-a uključuju [14]:

- vidljivost i sljedljivost zaliha u stvarnom vremenu
- poboljšana produktivnost
- točne evidencije zaliha
- smanjenje broja pogrešaka
- smanjenje povrata
- poboljšana usluga korisnicima
- minimizirana papirologija.

Kada je riječ o pozadinskim procesima poput preuzimanja narudžbi, upravljanja financijama ili nabave materijala, većina tvrtki se oslanja na ERP sustave. ERP sustav automatizira poslovne procese u svim odjelima poduzeća uključujući računovodstvo, unos i obradu narudžbi, nabavu, upravljanje zalihama, upravljanje skladištem, integraciju e-trgovine i upravljanje odnosima s klijentima. Glavna svrha ERP sustava je olakšati protok informacija između svih funkcionalnih područja poslovanja.

Mnogi ERP sustavi imaju mnoge slične, katkad i iste mogućnosti kao i WMS. Iako će ERP softver uključivati neke WMS funkcionalnosti, ponuđene funkcionalnosti neće biti tako robusne poput onih unutar WMS sustava. Međutim, za male i srednje veleprodajne i distribucijske tvrtke, ERP sustav je često sve što je potrebno. U suštini, ERP sustav će imati WMS funkcionalnost, ali u manjem opsegu.

Danas se glavni dobavljači ERP-a rangiraju kao jedni od vodećih dobavljača za sustave upravljanja skladištem. Mnogi dobavljači ERP sustava surađuju s najboljim WMS dobavljačima kako bi integracijom WMS i ERP sustava poboljšali svoje proizvode. Još uvijek postoji tržište

za složenijim i zahtjevnijim WMS sustavima, ali da za mnoge organizacije dobavljači ERP-a imaju odlično prilagođena WMS rješenja. Glavna prednost ERP dobavljača jest da je WMS sustav već integrirana s ERP rješenjem, odnosno povezivanje podataka i komunikacija o narudžbama i zalihama s WMS-om su već obavljene. Uz WMS dobiven od ERP dobavljača, sve se nalazi pod „jednim krovom“ i sve radi na istoj bazi podataka te je istovremeno olakšana korisnička podrška. Kako se složenost sustava povećava, prednosti koje sve integrirane funkcije imaju zajedno se višestruko povećavaju. Dugoročni cilj ERP WMS sustava jest da stanje skladišta i sve bitne informacije budu prikazane u stvarnom vremenu u svim fazama, da se sustavi pojednostavne gdje god je to moguće i da se pruža maksimalna funkcionalnost. [30, 31]

**LITERATURA**

- [1] D. Waters, Logistics: An Introduction to Supply Chain Management, Palgrave Macmillan, 2003.
- [2] G. Đukić, I - Logistički menadžment i SCM, Zagreb: Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2021.
- [3] Logistics Management: What It Is, Types, Tips, Components & Logistics Management Benefits, Dostupno na: <https://www.getfareye.com/insights/blog/what-is-logistics-management>, Pristupljeno: 26. Svibanj 2022.
- [4] L. L. Green, Logistics Engineering, A Wiley-Interscience Publication.
- [5] D. M. Lambert, J. R. Stock i L. M. Ellram, Fundamentals of Logistics Management, McGraw-Hill/Irwin, 1997.
- [6] R. D. Shapiro i J. L. Heskett, Logistics Strategy: Cases and Concepts, St. Paul, Minnesota: West Publishing, 1985.
- [7] G. Đukić, Tehnička logistika, Zagreb: Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2020.
- [8] Global Logistics Costs by Function and Mode, Dostupno na: <https://transportgeography.org/contents/chapter7/logistics-freight-distribution/global-logistics-costs-function/>, Pristupljeno: 15. Svibanj 2022.
- [9] Logistics Cost and Service 2020, The Establish Davis Database, 2021.
- [10] B. Madjarević, Rukovanje materijalom, Zagreb: Tehnička knjiga, 1972.
- [11] L. Pham, What is Warehousing in Logistics? Benefits and Rolse of Warehousing?, Dostupno na: <https://magenest.com/en/warehousing-in-logistics/>, Pristupljeno: 27. Svibanj 2022.
- [12] G. Đukić, VI - Upravljanje skladištem, Zagreb: Fakultet strojarstva i brodogradnje 2021.

- [13] The Complete Guide to Warehouse Management Systems, Dostupno na: <https://www.veeqo.com/warehouse-management-systems-wms>, Pristupljeno: 28. Lipanj 2022.
- [14] G. Richards, Warehouse Management: A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse, Kogan Page, 2017.
- [15] Warehouse Management, Dostupno na: <https://www.zoho.com/inventory/warehouse-management-guides/what-is-warehouse-logistics/>, Pristupljeno: 05. Svibanj 2022.
- [16] Materials Management, Dostupno na: <https://www.construction-institute.org/resources/knowledgebase/best-practices/materials-management>, Pristupljeno: 10. Svibanj 2022.
- [17] What is Materials Management? Definition and Purpose, Dostupno na: <https://hexagonxalt.com/resource-library/what-is-materials-management>, Pristupljeno: 10. Svibanj 2022.
- [18] J. T. Arnlod, S. N. Chapman i L. M. Clive, Introduction to Materials Management, Pearson Prentice Hall, 2008.
- [19] G. Đukić, V - Upravljanje zalihama, Zagreb: Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2021.
- [20] Warehouse Management System, Dostupno na: [https://en.wikipedia.org/wiki/Warehouse\\_management\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Warehouse_management_system), Pristupljeno: 05. Svibanj 2022.
- [21] What Is a Warehouse Management System (WMS)?, Dostupno na: [https://www.oracle.com/scm/what-is-warehouse-management/#:~:text=A%20warehouse%20management%20system%20\(WMS\)%20is%20a%20software%20solution%20that,center%20to%20the%20store%20shelf](https://www.oracle.com/scm/what-is-warehouse-management/#:~:text=A%20warehouse%20management%20system%20(WMS)%20is%20a%20software%20solution%20that,center%20to%20the%20store%20shelf), Pristupljeno: 10. Svibanj 2022.
- [22] J. O'Donnell, Warehouse Management System (WMS), Dostupno na: <https://www.techtarget.com/searcherp/definition/warehouse-management-system-WMS>, Pristupljeno: 11. Svibanj 2022.



- [23] N. Pontius, What is Warehouse Logistics? Challenges, Benefits and Best Practices, Dostupno na: <https://www.camcode.com/blog/what-is-warehouse-logistics/>. Pristupljeno: 11. Svibanj 2022.
- [24] J. A. Tompkins, Facilities Planning, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2010.
- [25] What Is ERP?, Dostupno na: <https://www.sap.com/insights/what-is-erp.html>, Pristupljeno: 15. Svibanj 2022.
- [26] D. Lisjak i D. Kolar, ERP - Enterprise Resource Planning, Zagreb: Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2022.
- [27] R. K, Advantages & Disadvantages of ERP (Enterprise Resource Planning) Systems, Dostupno na: <http://excitingip.com/2010/advantages-disadvantages-of-erp-enterprise-resource-planning-systems/>, Pristupljeno: 11. Svibanj 2022.
- [28] GOinfo, Dostupno na: <https://www.goinfo.si/hr/gosoft/opcenito/>, Pristupljeno: 15. Svibanj 2022.
- [29] What is the Difference Between WMS and ERP Software?, Dostupno na: <https://www.bluelinkerp.com/blog/warehouse-management-software-wms-vs-erp-software/>, Pristupljeno: 04. Lipanj 2022.
- [30] R. Michel, ERP Suppliers' Changing Role, Dostupno na: [https://www.logisticsmgmt.com/article/erp\\_suppliers\\_changing\\_role](https://www.logisticsmgmt.com/article/erp_suppliers_changing_role), Pristupljeno: 04. Lipanj 2022.
- [31] R. Michel, Warehouse/DC Management: Advanced WMS meets mid-market ERP, Dostupno na: [https://www.logisticsmgmt.com/article/warehouse\\_dc\\_management\\_advanced\\_wms\\_meets\\_mid\\_market\\_erp](https://www.logisticsmgmt.com/article/warehouse_dc_management_advanced_wms_meets_mid_market_erp), Pristupljeno: 04. Lipanj 2022.
- [32] G. Forger, The Path Forward for ERP WMS, Dostupno na: [https://www.logisticsmgmt.com/article/the\\_path\\_forward\\_for\\_erp\\_wms1](https://www.logisticsmgmt.com/article/the_path_forward_for_erp_wms1), Pristupljeno: 04. Lipanj 2022.

- [33] Front End vs. Back End: What's the Difference?, Dostupno na: <https://kenzie.snhu.edu/blog/front-end-vs-back-end-whats-the-difference/>, Pristupljeno: 12. Lipanj 2022.
- [34] How does JavaScript work and how can I build simple calculators with it?, Dostupno na: <https://computer.howstuffworks.com/javascript.htm>, Pristupljeno: 12. Lipanj 2022.
- [35] What is JavaScript?, Dostupno na: <https://web.stanford.edu/class/cs98si/slides/overview.html#:~:text=The%20source%20code%20is%20passed,each%20line%2C%20and%20runs%20it>, Pristupljeno: 12. Lipanj 2022.
- [36] C. Pollette, How Python Works, Dostupno na: <https://computer.howstuffworks.com/python.htm>, Pristupljeno: 12. Lipanj 2022.
- [37] Python Introduction, Dostupno na: <https://developers.google.com/edu/python/introduction#:~:text=Python%20is%20a%20dynamic%2C%20interpreted,checking%20of%20the%20source%20code>, Pristupljeno: 12. Lipanj 2022.