

# Analiza upravljanja zalihama u odabranoj tvrtki

---

**Novak, Dominik**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:112860>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-18**

*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# DIPLOMSKI RAD

**Dominik Novak**

Zagreb, 2024. godina.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# DIPLOMSKI RAD

Mentori:

Dr. sc. Goran Đukić, dipl. ing.

Student:

Dominik Novak

Zagreb, 2024. godina.

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

Zahvaljujem se svojoj obitelji i prijateljima koji su vjerovali u mene od samog početka i bili mi podrška tijekom čitavog obrazovanja. Hvala im na strpljenju i razumijevanju jer bez njih ne bih bio danas gdje jesam.

Zahvaljujem se i svojem mentoru Goranu Đukiću na pomoći, savjetima i ukazanom povjerenju.

I za kraj, zahvaljujem se Ivanki Serdarušić koja mi je pomogla i ustupila mi relevantne podatke u tvrtki koji su bili potrebni za izradu ovog rada.

Hvala svima!

Dominik Novak



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**  
 Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
 Povjerenstvo za diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:  
 Proizvodno inženjerstvo, inženjerstvo materijala, industrijsko inženjerstvo i menadžment,  
 mehatronika i robotika, autonomni sustavi i računalna inteligencija



Sveučilište u Zagrebu	
Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa: 602 - 04 / 24 - 06 / 01	
Ur.broj: 15 - 24 -	

## DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **Dominik Novak** JMBAG: 0035210440

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Analiza sustava upravljanja zalihama u odabranoj tvrtki**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Analysis of inventory management system in the selected company**

Opis zadatka:

Upravljanje zalihama materijala potrebnih u proizvodnji se u mnogim, pogotovo većim, tvrtkama bazira na korištenju različitih modela zaliha implementiranih u nekom od poslovnih sustava s modulom za upravljanje zalihama. Pri tome se ti modeli baziraju na definiranim parametrima - vrijednostima sigurnosnih zaliha, signalnih količina, količina naručivanja, periodima naručivanja, i sl. Definiranje tih vrijednosti može značajno utjecati na troškove zaliha i novo usluge odnosno dostupnost zaliha, pa je to jedan od važnijih ciljeva logistike u tvrtki.

U radu je potrebno:

- Dati osnovne informacije o djelatnosti, organizaciji i proizvodnom programu odabrane tvrtke.
- Detaljnije prikazati logistički sustav tvrtke, s naglaskom na intralogistiku i aktivnosti nabave, rukovanja materijalom, skladištenja i upravljanja zalihama sirovina i dobavnih dijelova.
- Dati teorijski pregled područja upravljanja zalihama s naglaskom na sustave kontrole zaliha i modele zaliha.
- Na odabranom skupu sirovina ili dobavnih dijelova provesti analizu vrijednosti parametara vezanih uz model upravljanja zalihama unutar modula poslovnog sustava (ERP-a).
- Simulacijama razmotriti učinak promjene vrijednosti nekog ili svih parametara, pri čemu su od interesa vrijednosti prosječnih količina zaliha (povezani s troškovima držanja zaliha), ciklusi ponovnog naručivanja (povezani s troškovima naručivanja i obnavljanja zaliha), vjerojatnost pojave nedostatka zaliha (povezani s troškovima nedostatka zaliha i/ili zahtijevanom razinom usluge) i sl.

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

Zadatak zadan:

16. studenoga 2023.

Datum predaje rada:

18. siječnja 2024.

Predviđeni datumi obrane:

22. – 26. siječnja 2024.

Zadatak zadao:

Prof. dr. sc. Goran Đukić

*Đukić*

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Ivica Garašić

*Garašić*

## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS SLIKA .....	III
POPIS TABLICA.....	V
POPIS OZNAKA .....	VI
SAŽETAK.....	VII
SUMMARY .....	VIII
1. UVOD.....	1
1.1. Opis problema i motivacija za istraživanje .....	1
1.2. Ciljevi i svrha rada .....	1
1.3. Metode istraživanja .....	2
1.4. Struktura rada .....	2
2. TEMELJNI POJMOVI LOGISTIČKOG SUSTAVA.....	4
2.1. Definicija logistike .....	4
2.2. Povijest i razvoj logistike .....	5
2.3. Lanac opskrbe .....	6
2.4. Logističke aktivnosti .....	7
2.4.1. Nabava .....	8
2.4.1.1. Definicija nabave .....	8
2.4.1.2. Politika nabave.....	9
2.4.1.3. Cijena nabave.....	10
2.4.1.4. Strategija nabave.....	11
2.4.1.5. Faza nabave.....	13
2.4.2. Skladištenje i komisioniranje .....	14
2.4.3. Upravljanje zalihama .....	16
2.4.4. Rukovanje materijalom .....	16
2.4.5. Pakiranje .....	18
2.4.6. Transport .....	19
2.4.7. Povratna logistika.....	22
2.4.8. Informacijski sustav i komunikacija .....	23
2.4.9. Lokacija.....	27
3. LOGISTIČKA STUKTURA U TVRTKI DOK-ING .....	29
3.1. O poduzeću .....	29
3.2. Lokacija poduzeća.....	33
3.3. Logističke aktivnosti .....	34
3.3.1. Informacijski sustav i komunikacija (ERP) .....	34
3.3.2. Nabava .....	37
3.3.3. Rukovanje materijalom .....	44
3.3.4. Upravljanje zalihama .....	49
3.3.5. Skladištenje .....	57
3.3.6. Pakiranje .....	63
3.3.7. Transport .....	65

---

4. TEORIJSKI PREGLED UPRAVLJANJA ZALIHAMA .....	67
4.1. Definicija i svrha zaliha .....	67
4.2. Troškovi zaliha.....	70
4.3. Planiranje i kontrola zaliha .....	73
4.3.1. Zavisna i nezavisna potražnja .....	73
4.3.2. Sustavi kontrole zaliha.....	75
4.3.2.1. Periodički sustav kontrole zaliha (P-model).....	75
4.3.2.2. Kontinuirani sustav kontrole zaliha (Q-model) .....	77
4.3.2.3. Suvremeni modeli planiranja i kontrole zaliha .....	80
4.4. Optimiranje upravljanja zalihama.....	80
5. ANALIZA UPRAVLJANJA ZALIHAMA U TVRTKI DOK-ING.....	84
5.1. Pregled i opis trenutnog upravljanja zalihama u tvrtki DOK-ING pomoću GoSoft alata na primjeru žice „16 AWG 600V“ .....	84
5.2. Analiza upravljanja zaliha na primjeru žice u MS Excelu.....	92
5.2.1. Analiza žice za prethodni mjesec (listopad 2023. Godine).....	92
5.2.2. Analiza žice za nadolazeći mjesec (prosinac 2023. Godine).....	95
5.2.3. Analiza žice pod pretpostavkom da nema prethodnih zaliha na skladištu.....	96
5.3. Optimizacija i prijedlog poboljšanja upravljanja zalihama na primjeru žice.....	98
6. ZAKLJUČAK.....	107
7. LITERATURA .....	108

**POPIS SLIKA**

Slika 1.	Razvoj logistike kroz povijest [3] .....	6
Slika 2.	Pojednostavljeni prikaz lanca opskrbe [5].....	7
Slika 3.	Prikaz glavnih logističkih funkcija i aktivnosti [6] .....	8
Slika 4.	Nabava u užem i širem smislu [8] .....	9
Slika 5.	Faze i aktivnosti u procesu nabave [10] .....	14
Slika 6.	Shematski prikaz funkcija skladišta [10].....	15
Slika 7.	Prikaz transportnih troškova prema modu i u ukupnom udjelu u svijetu, 2018. godina [17] .....	21
Slika 8.	Pojednostavljena shema aktivnosti povratne logistike [19] .....	23
Slika 9.	Poslovni model tvrtke DOK-ING, prerađeno prema [27].....	30
Slika 10.	Najmoderniji kontrateroristički robotski sustav, MV-3 Hystrix [27].....	32
Slika 11.	Lokacija tvrtke DOK-ING [28] .....	34
Slika 12.	Prikaz dostupnih modula u GoSoftu .....	36
Slika 13.	Prikaz nabavnog procesa u tvrtki DOK-ING .....	38
Slika 14.	Izgled plana nabave (gore), kooperacije (dolje) i zahtjeva za nabavu N00 (desno) u GoSoft-u .....	40
Slika 15.	Dokument „upit dobavljaču“ kreiran u GoSoft-u.....	41
Slika 16.	Dokument „narudžbenica“ kreiran u GoSoft-u .....	41
Slika 17.	Prikaz tehnološke obrade proizvodnog artikla „prihvat alata – zavareni sklop“...	42
Slika 18.	Primjer proizvodnog artikla „ruka roller lijeva“ sa tehnološkim postupcima izrade .....	44
Slika 19.	Stanje zaliha artikala koji su potrebni za izradu proizvodnog artikla .....	44
Slika 20.	Shema rukovanja materijalom u tvrtki DOK-ING .....	45
Slika 21.	Shematski prikaz procesa upravljanja zalihama u tvrtki DOK-ING.....	50
Slika 22.	Primjer obračuna ključnih pokazatelja pri upravljanju zalihama u tvrtki DOK-ING .....	55
Slika 23.	Primjer prikaza skladišta u GoSoft-u (dostupno proizvodnji i prodaji) .....	58
Slika 24.	Primjer konsignacijskog skladišta .....	59
Slika 25.	Primjer upravljanja skladištem na lokaciji kod kooperanata.....	60
Slika 26.	Zahtjev za prelociranje robe .....	61
Slika 27.	Zaglavlje skladišnog dokumenta S80.....	61
Slika 28.	Primjer prelokacije i „rezervacije“ artikla zbog prodaje kupcu .....	62
Slika 29.	Nalog za otpremu .....	63
Slika 30.	Narudžba prodaje .....	63
Slika 31.	Primjer pakiranja pack Tiger sustavom.....	65
Slika 32.	Prednosti i nedostaci držanja zaliha [32].....	69
Slika 33.	Odnos troškova naspram naručene količine [33] .....	70
Slika 34.	Struktura troškova držanja zaliha [34] .....	72
Slika 35.	Nezavisni model potražnje [11] .....	74
Slika 36.	Zavisni model potražnje [11] .....	74
Slika 37.	Periodički sustav planiranja i kontrole zaliha (P-model) [11].....	76
Slika 38.	Pojednostavljeni prikaz periodičkog sustava planiranja i kontrole zaliha, prerađeno prema [35] .....	77
Slika 39.	Kontinuirani sustav planiranja i kontrole zaliha [11].....	78
Slika 40.	Pojednostavljeni prikaz kontinuiranog sustava planiranja i kontrole zaliha, prerađeno prema [35] .....	79
Slika 41.	Grafički prikaz EOQ modela i relevantnih troškova, prerađeno prema [35] .....	81
Slika 42.	Interakcija razine ponovne narudžbe i vremena isporuke [11] .....	82



Slika 43.	Prosječna zaliha i količina prijema za artikl „žica 16 AWG 600 V“ posljednjih 12 mjeseci (od prosinca 2022. do prosinca 2023.) .....	85
Slika 44.	Upotreba artikla žice posljednjih 12 mjeseci .....	86
Slika 45.	Osnovni podaci o žici – minimalna zaliha, abc i xyz kategorije .....	87
Slika 46.	Dokument prijema žice i likvidirani trošak robe .....	88
Slika 47.	Planska cijena materijala (MC) žice 16 AWG 600V za 2023. godinu.....	89
Slika 48.	Obračun troškova za žicu .....	90
Slika 49.	Nabavna cijena žice .....	90
Slika 50.	Prikaz prosječnih cijena žica .....	91
Slika 51.	Fakturne cijene materijala žice u vremenskim periodima.....	91
Slika 52.	Izlazi i primke materijala žice za listopad 2023. godine .....	92
Slika 53.	Prikaz cijene naručene žice, fakturna cijena žice i troškovi.....	93
Slika 54.	Obračunska kartica u MS Excelu za žicu u listopadu 2023. godine .....	93
Slika 55.	Prikaz kalkulacije, cjenika i ostvarene razlike u GoSoft-u .....	95
Slika 56.	Buduća (najavljena) primka za prosinac 2023. godine .....	95
Slika 57.	Obračunska kartica žice u MS Excelu, projekcija cijene sa nadolazećom primkom po skupljijoj cijeni .....	96
Slika 58.	Projekcija cijene žice u slučaju da nema prethodnih zaliha na skladištu .....	97
Slika 59.	Kretanje zaliha žice tijekom vremena .....	98
Slika 60.	Primka po narudžbi za artikl žice .....	99
Slika 61.	Račun za jednu narudžbu žice .....	100
Slika 62.	Model ekonomske količine narudžbe za žicu .....	102
Slika 63.	Simulacija optimalne politike za žicu u idućih 10 godina.....	105
Slika 64.	Udio komponenata troškova za krajnji proizvod odnosno realizaciju projekta ..	105

---

**POPIS TABLICA**

Tablica 1. Prednosti i nedostaci lokalnog tržišta, prerađeno prema [9] .....	12
Tablica 2. Prednosti i nedostaci globalnog tržišta, prerađeno prema [9] .....	13
Tablica 3. Starost zaliha (sirovine i materijal – nabavni artikli) u tvrtki DOK-ING .....	52
Tablica 4. Starost zaliha (poluproizvodi) u tvrtki DOK-ING .....	52
Tablica 5. Ključni pokazatelji i mjere pri upravljanju zalihama u tvrtki DOK-ING .....	54

---

**POPIS OZNAKA**

<b>Oznaka</b>	<b>Jedinica</b>	<b>Opis</b>
C	€/m	Jedinični trošak narudžbe (po artiklu)
$C_h$	€	Trošak držanja zaliha
$C_0$	€	Trošak narudžbe
D	m	Potražnja
H	%	Godišnja stopa držanja zaliha
Q	m	Količina zaliha
EOQ	m	Ekonomična količina nabave
Vnab	dan/mjesec	Vrijeme nabave
$Z_{sig}$	m	Sigurnosna zaliha
$Z_{sign}$ (ROP)	m	Signalna zaliha
$\sigma$	m	Standardna devijacija
$\mu$	m	Očekivanje, aritmetička sredina

---

**SAŽETAK**

Tekst sažetka (style: TEKST)

Sadržaj diplomskog rada fokusiranog na upravljanje zalihama u tvrtki DOK-ING ističe ključnost ovog aspekta za uspješno poslovanje. Eefikasno upravljanje zalihama neophodno je za smanjenje troškova, poboljšanje konkurentske pozicije i ostvarivanje uspješnih poslovnih rezultata. Analizirajući stvarno poslovno okruženje, rad pruža duboki uvid u izazove s kojima se tvrtka suočava te identificira područja koja zahtijevaju optimizaciju. Kroz ovu analizu, rad nudi konkretne strategije i rješenja kako unaprijediti upravljanje zalihama, uzimajući u obzir specifičnosti projektne trvrte DOK-ING-a. U središtu rada je istraživanje koje se temelji na teorijskoj i praktičnoj analizi podataka o zalihama, pratećim troškovima i performansama tvrtke. Kroz metodologiju optimizacije, autor pruža preporuke za unapređenje procesa naručivanja, smanjenje zaliha i optimizaciju ukupnih troškova. U konačnici, rad ima za cilj opisati logistički sustav u teroiji i praksi, te pružiti korisne smjernice za tvrtku DOK-ING i druge slične organizacije u optimizaciji njihovog sustava upravljanja zalihama radi postizanja boljih poslovnih rezultata. Analiza je provedena korištenjem MS Excela, temeljena na dostupnim podacima u informacijskom sustavu GoSoft.

Ključne riječi: upravljanje zalihama, logistički sustav, analiza i optimizacija, ekonomična količina narudžbe

---

**SUMMARY****Abstract**

The content of the master's thesis focusing on inventory management in the company DOK-ING highlights the crucial nature of this aspect for successful business operations. Efficient inventory management is essential for cost reduction, improving competitive positioning, and achieving successful business outcomes. Analyzing the real business environment, the thesis provides a deep insight into the challenges faced by the company and identifies areas that require optimization. Through this analysis, the thesis offers specific strategies and solutions to enhance inventory management, taking into account the specificities of DOK-ING. At the core of the thesis is research based on theoretical and practical analysis of inventory data, associated costs, and company performance. Through optimization methodology, the author provides recommendations to improve ordering processes, reduce inventory levels, and optimize overall costs. Ultimately, the thesis aims to describe the logistics system in theory and practice and offer useful guidelines for DOK-ING and similar organizations to optimize their inventory management systems for better business results. The analysis was conducted using MS Excel, based on available data in the GoSoft information system.

**Key words:** Inventory management, logistics system, analysis and optimization, economic order quantity

## 1. UVOD

Ovaj diplomski rad istražuje i analizira sustav upravljanja zalihama u odabranoj tvrtki DOK-ING. Tema pruža uvid u kompleksnost logistike i ključne aspekte upravljanja zalihama, s posebnim naglaskom na prilagodbu i optimizaciju procesa unutar specifičnog poslovnog okruženja tvrtke DOK-ING.

### 1.1. Opis problema i motivacija za istraživanje

U današnjem globaliziranom poslovnom okruženju, efikasno upravljanje logističkim lancem postaje ključna komponenta uspješnog poslovanja organizacija. Logistički lanac obuhvaća složen niz aktivnosti povezanih s opskrbom sirovinama, skladištenjem, upravljanjem zalihama, distribucijom i transportom, te predstavlja vitalnu komponentu poslovnih operacija. Upravljanje logističkim lancem nije samo nužnost, već i strateška prednost koja može značajno utjecati na konkurentske pozicije poduzeća.

Motivacija za provođenje ovog diplomskog istraživanja leži u prepoznavanju ključne važnosti logistike u svakom poslovnom okruženju. Bez obzira na sektor ili industriju, logistički lanac je prisutan u svakoj organizaciji i igra ključnu ulogu u isporuci proizvoda ili usluga krajnjim korisnicima. Učinkovito upravljanje logističkim procesima može rezultirati smanjenjem troškova, poboljšanjem kvalitete usluge, povećanjem zadovoljstva korisnika te stvaranjem održive konkurentske prednosti.

### 1.2. Ciljevi i svrha rada

Opća svrha ovog diplomskog rada je definirati i razraditi logističku strukturu, te unaprijediti logistički sustav tvrtke „DOK-ING“ kako bi se povećala operativna učinkovitost i konkurentska prednost na tržištu električnih vozila u vojnoj industriji. U tu svrhu, postavljeni su specifični ciljevi koji će usmjeriti istraživanje i analizu.

Specifični ciljevi ovog istraživanja uključuju identifikaciju ključnih problema u logističkom lancu tvrtke DOK-ING, analizu specifičnog logističkog segmenta koji zahtijeva optimizaciju, razvoj strategija za poboljšanje efikasnosti tog segmenta, te procjenu utjecaja optimizacije na operativne i/ili financijske rezultate tvrtke.

Osim toga, u okviru ovog istraživanja postaviti će se određena istraživačka pitanja koja će pomoći u usmjerenju analize. Neka od tih pitanja uključuju: Kakva je logistička struktura u tvrtki DOK-ING? Na koji način se obavljaju osnovne logističke aktivnosti u tvrtki? Kako identificirati i prioritetizirati probleme u logističkom lancu tvrtke DOK-ING? Koji su ključni čimbenici koji utječu na efikasnost odabranog logističkog segmenta? Kako razviti strategije koje će poboljšati performanse tog segmenta?

Očekivani doprinos ovog rada je pružiti bolji uvid i pregled u trenutnu logističku strukturu te predložiti konkretne preporuke za optimizaciju određenog logističkog segmenta tvrtke DOK-ING, čime će se postići operativna izvrsnost i povećati konkurentska prednost u industriji električnih vozila.

### **1.3. Metode istraživanja**

Za provođenje ovog istraživanja primijenit će se kombinacija kvalitativnih i kvantitativnih metoda kako bi se prikupili, analizirali i interpretirali relevantni podatci. Kvalitativne metode uključuju intervjuiranje ključnih dionika unutar tvrtke DOK-ING kako bi se dobio dublji uvid u trenutno stanje i identificirali problemi u logističkom lancu.

Kvantitativna analiza temeljit će se na relevantnim podacima o performansama logističkog segmenta.

Važno je napomenuti da će se tijekom istraživanja trebati pridržavati etičkih standarda istraživanja, uključujući pitanja privatnosti i prava sudionika. Istraživanje će se provesti u skladu s relevantnim etičkim smjernicama i protokolima kako bi se osigurao integritet istraživanja i zaštita informacija same tvrtke.

U svrhu kvalitetne izrade diplomskog rada koristio sam se knjigama, studijama objavljenim u znanstvenim člancima, nastavnim materijalima fakulteta i internetom. Metode istraživanja korištene u ovom diplomskom radu su:

1. Prikupljanje podataka putem literature i interneta
2. Prikupljanje podataka unutar analiziranog poduzeća
3. Prilagođavanje i oblikovanje prikupljenih podataka sukladno zadanoj tematici rada
4. Sastavljanje podataka i iznošenje analitičkog mišljenja o mogućim poboljšanjima

### **1.4. Struktura rada**

Struktura ovog diplomskog rada razrađena je kako bi omogućila temeljito razumijevanje logističkih koncepata i njihovu primjenu u stvarnom poslovnom kontekstu. Početni dio rada služi kao uvod u ključne logističke teme, pružajući temeljno poznavanje terminologije kao što su logistika, lanac opskrbe (supply chain) i logističke aktivnosti kao što su nabava, upravljanje zalihama, skladištenje i slični. Ovaj uvod služi kao teorijska podloga za daljnju analizu i optimizaciju logističkog sustava tvrtke DOK-ING.

Nakon postavljanja temeljnih logističkih pojmova, fokus se stavlja na tvrtku DOK-ING kako bi se dublje razumjela njena logistička struktura i aktivnosti. U ovom kontekstu, provodi se analiza primjene osnovnih logističkih koncepata u stvarnom poslovnom okruženju i identificiraju se specifični izazovi s kojima se tvrtka suočava unutar svog logističkog lanca.

Nakon što se detaljno opiše logistička struktura tvrtke DOK-ING, prelazi se na treći dio rada. U ovom dijelu rada prelazi se na pregled i opis teoretskih osnova vezanih za upravljanje zalihama, kao što su definicije i svrha zaliha u poduzeću, sustavi kontrole zaliha, razni modeli upravljanja te mogućnosti optimizacije.

Na kraju u četvrtom dijelu ovoga rada, radi se pregled, analiza te optimizacija odnosno prijedlog za unaprjeđenje upravljanja zalihama na primjeru materijala žice koji je standardizirani element, često korišten u proizvodnji.

Ovom strukturom rada omogućuje se postupno produbljivanje razumijevanja ključnih logističkih pojmova, primjenjujući ih u stvarnom poslovnom kontekstu tvrtke DOK-ING. Na temelju tih analiza, rad zatim prelazi na praktičnu primjenu metoda optimizacije na odabrani segment logističkog lanca a to je upravljanje zalihama.



## 2. TEMELJNI POJMOVI LOGISTIČKOG SUSTAVA

### 2.1. Definicija logistike

U teoriji, pojam „logistika“ nije jasno definiran (postoji određena dvojnost). Ne postoji jedinstvena prihvaćena definicija. Pojedini autori naglašavaju različite aspekte unutar definicije koncepta, koji se odnose i na ekonomsku praksu i na područje znanja. Evo nekih od ovih definicija [1]:

Američko vijeće za logistički menadžment predložilo je definiciju koja je široko rasprostranjena u SAD-u: „Logistika je proces planiranja, implementacije i kontrole efikasnog i efektivnog protoka i skladištenja robe, usluga i srodnih informacija od mjesta podrijetla do točke potrošnje u svrhu usklađivanja sa zahtjevima kupaca.“

S druge strane, Europsko logističko udruženje usvojilo je definiciju da je logistika koncept koji uključuje organizaciju, planiranje, kontrolu i izvršenje protoka robe iz njihovih mjesta proizvodnje (kupnje), kroz sferu proizvodnje i distribucije, do krajnjeg potrošača, čiji je cilj zadovoljiti zahtjeve tržišta uz minimalnu predanost i kapital.

Analizirajući sadržaj citiranih i objavljenih definicija, može se zaključiti:

- logistika je proces fizičkog protoka robe/usluga i pratećih informacija;
- logistika je koncept integriranog upravljanja robom/uslugama i informacijskim protokom;
- logistika je interdisciplinarno područje (osim vlastite baštine, sastoji se i od tehničkih, vojnih, matematičkih i ekonomskih znanosti, uključujući upravljanje) gdje je predmet istraživanja pravilnosti i pojave koje nastaju tijekom protoka robe/informacija u cijelom lancu opskrbe.

Stoga, može se zaključiti da je suština logistike protok materijalnih dobara i usluga od mjesta njihovog podrijetla do krajnjeg kupca (potrošača). Cilj je osigurati adekvatnost mjesta (premještanje robe na mjesta gdje postoji potražnja za njima) i vrijeme (održavanje odgovarajućih razina zaliha i pravilna distribucija robe/usluga). Generalno gledajući, neka sveobuhvatna definicija koja se upotrebljava u modernom svijetu je da se logistika može opisati kao uslužna djelatnost koja se bavi svladavanjem prostora i vremena uz najmanje troškove, te se najčešće koristi za označavanje poslovne funkcije i znanstvene discipline koja se bavi koordinacijom svih kretanja materijala, proizvoda i robe u fizičkom, informacijskom i organizacijskom pogledu. Kružni proces od nabave preko proizvodnje i prodaje do potrošača.

## 2.2. Povijest i razvoj logistike

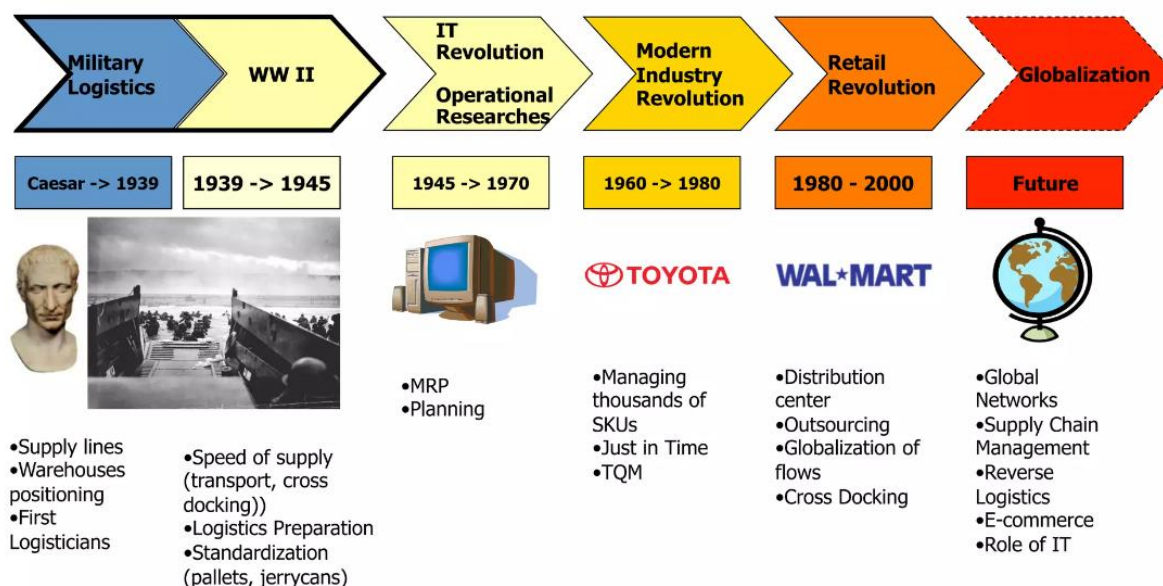
Etimologija pojma „logistika“ ima francuske i grčke korijene. Dolazi od francuske izvedenice „logistique“ što označava dočasnički čin „Marechal de logis“ čija je zadaća bila planirati sve administrativne poslove vezane uz pomak snaga u francuskoj vojsci u 17. stoljeću; te izvedenice „loger“ što znači stanovati, smjestiti se. S druge strane, prema starogrčkoj izvedenici dolazi od riječi „logos“ što znači znanost o principima i oblicima pravilnog mišljenja i prosuđivanja te riječi „logistikos“ odnosno predstavlja vještine, iskustva i znanja o očuvanju, procjeni i prosudbi svih relevantnih elemenata u prostoru i vremenu potrebnih za optimalno rješavanje strateških i taktičkih zadataka u svim područjima ljudskih aktivnosti. Logistika kao koncept ima bogatu povijest koja seže unatrag tisućama godina. Evo nekoliko ključnih trenutaka u povijesti i razvoju logistike [2]:

- **Antička Grčka:** Kao što je već spomenuto, riječ "logistika" prvi put se koristila u antičkoj Grčkoj, gdje je bila povezana s vojnim operacijama. Grčki filozof Aristotel razvio je prve teorije o logistici kao procesu planiranja i organizacije.
- **Rimsko Carstvo:** Rimski car August uvodi sustav opskrbe hrane za vojsku, koji je postao poznat kao "Cursus publicus." To je bio rani oblik logističkog upravljanja kako bi se osigurala opskrba vojske i održavanje komunikacija.
- **Srednji vijek:** U srednjem vijeku, logistika je i dalje bila prisutna u vojnim operacijama, ali i u trgovini. Karavane i trgovačke rute bile su organizirane kako bi se prevozili tereti.
- **Industrijska revolucija:** S početkom industrijske revolucije u 18. i 19. stoljeću, logistika je dobila na važnosti. Razvoj željeznica, parobroda i modernih komunikacijskih mreža omogućili su brži i učinkovitiji transport robe.
- **20. stoljeće:** Tijekom 20. stoljeća, logistika je postala ključna komponenta globalnih ekonomskih i vojnih operacija. Počela se primjenjivati u širem kontekstu, uključujući industriju, trgovinu i distribuciju.
- **Logistika 4.0:** Moderna logistika, odnosno Logistika 4.0, temelji se na digitalizaciji, umjetnoj inteligenciji (AI), internetu stvari (IoT) i automatizaciji robotskih procesa (RPA). Optimizacija rute, korištenje autonomnih vozila i implementacija automatiziranih skladišta primjeri su ovog novog tehnološkog doba.
- **Logistika 5.0:** nakon pojave Industrije 5.0, izraza koji je skovala Europska komisija, logistička industrija nastoji promicati dodatne vrijednosti vitalne za njezinu budućnost. To uključuje dobrobit ljudi, ekološku održivost i otpornost, te stavlja naglasak na društveni faktor. Njime se potiče i jačanje strategija otpornosti kako bi se ojačao sektor

od iznenadnih poremećaja u lancu opskrbe kao što su oni koji su posljedica pandemije koronavirusa.

U 21. stoljeću, logistika je postala neizostavan dio svih aspekata modernog društva. Razvoj informacijske tehnologije, globalizacija trgovine i usmjerenost na održivost samo su neki od faktora koji oblikuju suvremenu logistiku. Danas logistika ima ključnu ulogu u optimizaciji lanaca opskrbe, distribuciji proizvoda, upravljanju zalihama i mnogim drugim aspektima poslovanja. Svojim korijenima u vojnim operacijama, logistika je evoluirala u kompleksnu disciplinu koja oblikuje suvremeni način života i poslovanja. Na slici 1. prikazan je pojednostavljen prikaz povijesti i razvoja logistike:

## History of Logistics



Slika 1. Razvoj logistike kroz povijest [3]

### 2.3. Lanac opskrbe

Definicija upravljanja lancem opskrbe (SCM) glasi kao integracija aktivnosti kroz različite organizacije kako bi se maksimizirao tijek robe, podataka i usluga od dobavljača do klijenata. To podrazumijeva nadzor cijelog lanca opskrbe, počevši od sirovine i završavajući gotovim proizvodima. SCM obuhvaća zadatke poput naručivanja zaliha, planiranja i zakazivanja proizvodnje, praćenja zaliha, upravljanja distribucijskim kanalima i još mnogo toga. Također podrazumijeva upravljanje interakcijama s kupcima i dobavljačima kako bi se jamčilo da se proizvodi isporučuju prema rasporedu i unutar proračuna.

Primarna razlika između upravljanja lancem opskrbe i logistike je da se upravljanje lancem opskrbe usredotočuje na upravljanje odnosa s dobavljačima i kupcima radi optimizacije protoka materijala i usluga, dok se logistika usredotočuje na stvarno fizičko kretanje robe s jednog mjesta na drugo. Dok se SCM bavi upravljanjem odnosima s dobavljačima i kupcima kako bi zajamčili da se roba isporučuje na vrijeme i odgovarajući trošak, logistika je usmjerena na stvarni protok robe. Osim toga SCM se fokusira na zadovoljstvo kupaca dok se logistika fokusira na smanjenje troškova [4]. Na slici 2. prikazana je pojednostavljena shema lanca opskrbe.

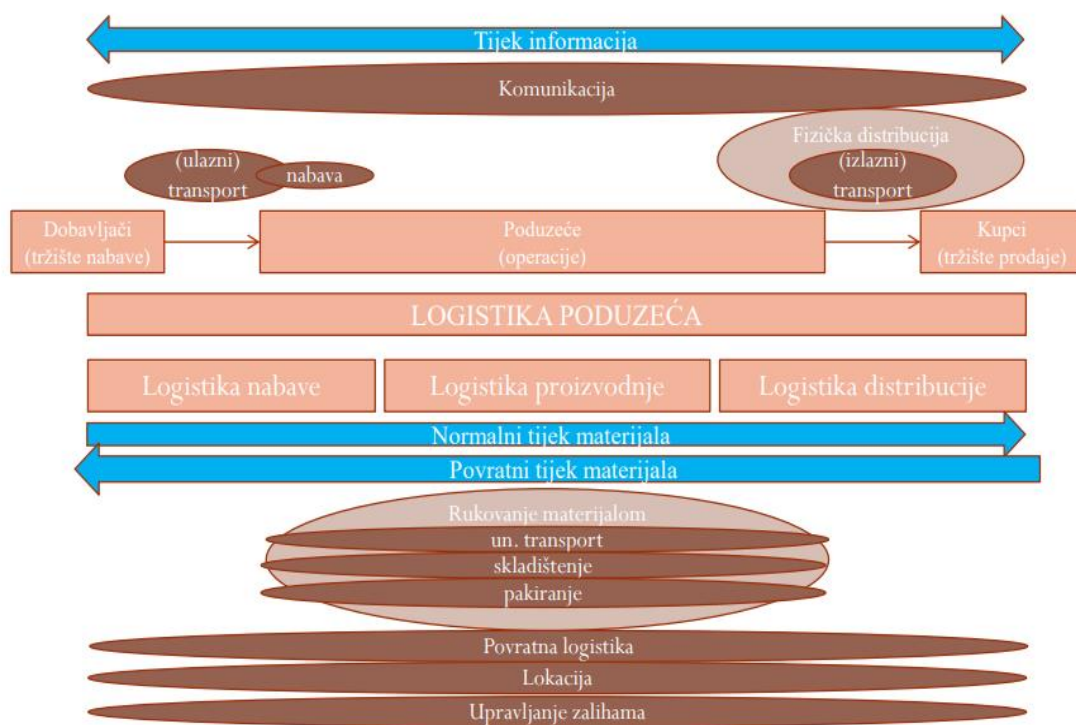


Slika 2. Pojednostavljeni prikaz lanca opskrbe [5]

#### 2.4. Logističke aktivnosti

Logističke aktivnosti su specifični zadaci i procesi u okviru lanca opskrbe (supply chain) koji se bave upravljanjem tokovima materijala, informacija i resursa kako bi se isporučili proizvodi ili usluge krajnjim korisnicima. Ovisno o industriji i vrsti organizacije, logističke aktivnosti mogu varirati, ali obično uključuju sljedeće: nabava, skladištenje i komisioniranje, upravljanje zalihama, rukovanje materijalom, pakiranje, logistika transporta, povratna logistika, informacijski sustav i komunikacija, i lokacija. Na slici 3. prikazana je shema glavnih logističkih funkcija i aktivnosti:

## Logističke aktivnosti



Slika 3. Prikaz glavnih logističkih funkcija i aktivnosti [6]

## 2.4.1. Nabava

U ovom potpoglavlju opisat će se teorijska osnova nabave koja uključuje definiciju, politiku, cijenu i strategiju nabave.

## 2.4.1.1. Definicija nabave

Nabava (eng. procurement, ponekad i eng. purchasing, aquisition, sourcing) redovito se navodi kao jedna od ključnih logističkih aktivnosti. Definicija logistike nabave glasi: „Logistika nabave obuhvaća kompleksno planiranje, upravljanje i fizičku obradu toka materijala i nabavljenih dijelova od dobavljača pa do pripreme za proizvodnju, uključujući i informacijske procese potrebite za ciljanu opskrbu proizvodnje. Nabava je osiguranje (pronalaženje i kupnja) materijala i usluga od poduzeća izvana za potporu operacijama proizvodnje, marketinga, prodaje i logistike. Pojednostavljeno se može reći kako logistika nabave predstavlja optimalno pribavljanje potrebnih materijala i dijelova za proizvodnju željenih proizvoda. Tijek materijala kroz organizaciju iniciran je kada nabava pošalje narudžbu dobavljaču. Današnja uloga nabave je znatno proširena te obuhvaća brojne operativne zadatke (npr. izbor dobavljača, pregovaranje o rokovima, količinama i cijenama, evaluaciju dobavljača) ali i strategijske zadatke (planiranje

potreba, upravljanje odnosima s dobavljačima, kooperacije u nabavi, istraživanje tržišta nabave i dr.). [7]

Nabava u užem smislu i nabava u širem smislu odnose se na različite aspekte i opsege aktivnosti u procesu nabave unutar organizacije ili lanca opskrbe. Nabava u užem smislu odnosi se na konkretne transakcije i operativne aspekte, dok nabava u širem smislu uključuje strategijsko planiranje i upravljanje nabavom kako bi se ostvarile dugoročne koristi i ciljevi organizacije. Ovisno o organizaciji i njezinim potrebama, obje dimenzije nabave su važne za uspješno upravljanje lancem opskrbe. Na slici 4. prikazana je razlika između njih [8]:



**Slika 4. Nabava u užem i širem smislu [8]**

#### 2.4.1.2. Politika nabave

Politika nabave je strateški okvir i skup smjernica koje organizacija usvaja kako bi usmjeravala svoje odluke i postupke u procesu nabave. Ona je bitna jer omogućava organizaciji da optimizira svoje nabavne aktivnosti, postigne uštede, osigura kvalitetu proizvoda ili usluga te ostvari konkurentne prednosti na tržištu. Politiku nabave kao njene sastavnice čine [9]:

- **Politika količine:** Politika količine odnosi se na odluke i strategije koje organizacija primjenjuje kako bi odredila optimalne količine proizvoda ili sirovina koje će kupiti, uzimajući u obzir potražnju, skladištenje i troškove nabave.

- **Politika zaliha:** Politika zaliha odnosi se na pristup organizacije upravljanju zalihama, uključujući koliko proizvoda treba biti dostupno u skladištu u određenom trenutku, kako bi se izbjegli viškovi ili nestašice.
  - **Politika kakvoće proizvoda:** Politika kakvoće proizvoda definira standarde i specifikacije kvalitete koje proizvodi ili sirovine moraju zadovoljavati kako bi bili prihvatljivi za nabavu. Ovo osigurava kvalitetu i usklađenost s potrebama organizacije.
  - **Politika nabavnih cijena:** Politika nabavnih cijena uključuje pregovaranje s dobavljačima radi postizanja najpovoljnijih cijena proizvoda ili usluga, uzimajući u obzir konkurenciju, tržišne uvjete i kvalitetu.
  - **Politika izvora nabave:** Politika izvora nabave odnosi se na odabir izvora nabave, odnosno odluku o tome gdje će organizacija nabaviti proizvode ili sirovine. To može uključivati lokalne, nacionalne ili međunarodne dobavljače.
  - **Politika dopreme:** Politika dopreme obuhvaća strategije i planiranje transporta proizvoda od dobavljača do organizacije ili između različitih točaka u lancu opskrbe. To uključuje izbor prijevoznih sredstava i rute kako bi se osigurala sigurna i učinkovita dostava.
- Svaka od ovih sastavnica igra ključnu ulogu u oblikovanju politike nabave organizacije i osigurava da nabava bude učinkovita, ekonomična i usklađena s ciljevima i potrebama organizacije.

#### 2.4.1.3. Cijena nabave

Cijena nabave je ukupan financijski iznos koji organizacija plaća za nabavu određenih proizvoda, sirovina, ili usluga od svojih dobavljača. Bitna je jer direktno utječe na troškove poslovanja organizacije te može imati značajan utjecaj na profitabilnost i konkurentske prednosti. Upravljanje cijenom nabave omogućava organizaciji da optimizira svoje financijske resurse, ostvari uštede i osigura konkurentske cijene proizvoda ili usluga koje nudi na tržištu. Važno je razlikovati donju i gornju granicu cijene. Gornja granica cijene je iznos koji kupac može i hoće platiti za određeni predmet nabave, a da ne ugrozi konkurentnost prodaje proizvoda organizacije za koju radi, te da primjenom, prodajom ili oplemenjivanjem toga predmeta ostvari primjerenu dobit. Donju granicu cijena određuje dobavljač i/ili nabava. To je cijena koju dobavljač nije spreman sniziti pri zadanim uvjetima poslovanja, odnosno cijena s kojom će pokriti barem granične troškove poslovanja. Zbog toga i nabava određuje donju granicu cijene, da ne bi pre niskim cijenama ugrozila egzistenciju dobavljača. Cijena također može biti fiksna i klizna. Fiksna cijena je ugovorena cijena, koju valja platiti po jedinici mjere ili za ukupnu količinu dobra odnosno usluge, a da se nigdje u ugovoru/narudžbi ne navede da se cijena može

promijeniti. Klizna cijena je cijena proizvoda koja se može promijeniti prema određenim uvjetima predviđenima ugovorom. [9]

#### 2.4.1.4. Strategija nabave

Strategija nabave je skup pravila, sredstava i putova ostvarenja ciljeva nabave, kojima se na duži rok osigurava ili poboljšava doprinos nabave stvaranju vrijednosti i uspješnosti poslovanja poduzeća. Cilj je dugoročno osiguranje ekonomičnog poslovanja poduzeća, a to se ostvaruje tako da je nužno odgovoriti na sljedeća pitanja i pritom donijeti kvalitetne odluke:

- opskrba s jednog ili više izvora?
- nabave na globalnom ili lokalnom tržištu?
- outsourcing ili insourcing?
- proizvesti ili nabaviti?
- opskrbe s vlastitih zaliha ili držanje zaliha prepustiti dobavljaču?
- kooperacije u nabavi?
- recipročne nabave?
- kako odrediti prioritete?

Kako bi se moglo odgovoriti na ta pitanja potrebno je diferencirati razne strategije nabave koje se koriste u poduzećima [9]:

- **Pribavljanje kroz proces (process sourcing):** Pribavljanje kroz proces je strategija nabave koja se fokusira na identifikaciju i optimizaciju specifičnih procesa u lancu opskrbe kako bi se postigla efikasnost i smanjili troškovi; koristi se tijekom kontinuiranog unapređenja operacija.
- **Proaktivno pribavljanje (forward sourcing):** Proaktivno pribavljanje se koristi kad organizacija surađuje s dobavljačem kako bi razvila nove proizvode ili tehnologije, često u kontekstu dugoročnih partnerstava, kako bi osigurala inovaciju i konkurentske prednosti.
- **Pribavljanje od jednog izvora (single sourcing):** Pribavljanje od jednog izvora uključuje odabir jednog glavnog dobavljača za određeni proizvod ili uslugu i koristi se kada postoji visoka pouzdanost i povjerenje u tu dobavu te smanjenje složenosti lanca opskrbe.
- **Isključivo pribavljanje (sole sourcing):** Isključivo pribavljanje također podrazumijeva odabir jednog dobavljača, ali se koristi u slučaju kada postoji samo jedan



dobavljač koji može isporučiti određeni proizvod ili uslugu; koristi se kada nema alternative.

- **Dvostruko pribavljanje (dual sourcing):** Dvostruko pribavljanje uključuje korištenje dvaju različitih dobavljača za isti proizvod ili uslugu kako bi se smanjio rizik i osigurala konkurencija među dobavljačima; koristi se kada postoji potreba za diverzifikacijom.
- **Višestruko pribavljanje za različitim proizvodima (multiple sourcing):** Višestruko pribavljanje za različitim proizvodima je strategija koja uključuje suradnju s više dobavljača za različite proizvode ili usluge kako bi se osigurala raznolikost i konkurencija među dobavljačima; koristi se za optimizaciju fleksibilnosti i smanjenje rizika.
- **Višestruko pribavljanje za jedan proizvod (multi sourcing):** Višestruko pribavljanje za jedan proizvod se primjenjuje kad organizacija surađuje s više dobavljača za isti proizvod ili uslugu kako bi se postigla veća sigurnost opskrbe i bolje pregovaračke pozicije.
- **Globalno pribavljanje (global sourcing):** Globalno pribavljanje uključuje nabavu proizvoda ili usluga iz različitih dijelova svijeta radi postizanja konkurentne cijene i pristupa globalnom tržištu; koristi se za proizvode koji su dostupni na globalnoj razini i mogu se proizvoditi u različitim zemljama radi smanjenja troškova.

Kada se govori o nabavi, također je bitna odluka da li nabavljati sirovine/proizvode sa lokalnog ili globalnog tržišta. Lokalno tržište podrazumijeva tržište neke regije, užeg geografskog područja, te nacionalno tržište. Globalno tržište je tržište cijelog svijeta, svjetsko ili međunarodno tržište. Svako od tržišta ima svoje prednosti i nedostatke kao što je prikazano u tablicama 1. i 2. [9]:

**Tablica 1. Prednosti i nedostaci lokalnog tržišta, prerađeno prema [9]**

LOKALNO TRŽIŠTE	
PREDNOSTI	NEDOSTACI
- Niži troškovi funkcije nabave i transporta zbog prostorne blizine partnera tj. manje međusobne udaljenosti	- Lokalno tržište ima malu apsorpcijsku moć, što onemogućuje prednost ekonomije količine, pa se

	obično nudi lošija kakvoća uz više cijene robe
- Kratki rokovi isporuke manjih količina robe što rezultira nižim troškovima skladištenja i omogućuje efikasnije upravljanje zalihama	- Zbog slabe konkurencije, nude se lošija tehnička rješenja i manji asortiman robe; uspored je rast i razvoj proizvoda u proizvodnim poduzećima
- Brže se rješavaju problemi hitne narudžbe i problemi pogrešnih isporuka	- U slučaju tržišnih promjena i poremećaja, veća je vjerojatnost pojava nestašice

**Tablica 2. Prednosti i nedostaci globalnog tržišta, prerađeno prema [9]**

<b>GLOBALNO TRŽIŠTE</b>	
PREDNOSTI	NEDOSTACI
- Roba se nabavlja od specijaliziranih dobavljača koji primjenjuju vrhunsku tehnologiju	- Prostorna udaljenost stvara veće troškove poslovanja, prijevoza i osiguranja, te veće rizike isporuke
- Mnogostruko povećan izbor dobavljača, proširuje se asortiman proizvoda te povećava njihova kvaliteta uz bolju cijenu	- Pojava carinskih ograničenja, nesporazumi vezani uz kakvoću, mjere i standarde proizvoda; različitost pravnih normi
- Unaprijeđuje se poslovanje poduzeća	- Dodatni troškovi i rizici zbog složenije logistike

#### 2.4.1.5. Faza nabave

Faze nabave predstavljaju procese koje organizacija prolazi kako bi uspješno nabavila proizvode, sirovine ili usluge od svojih dobavljača. Tipično se sastoje od nekoliko ključnih koraka koje su prikazane na slici 5. [10] :

Faze	Kupac	Dobavljač
I. Faza	Dostava narudžbi dostavljaču	
II. Faza		Obrada narudžbe: - provjera i kontrola kreditne sposobnosti kupca, - provjera mogućnosti ispunjenja narudžbe, itd.
III. Faza		Priprema narudžbi: - komisioniranje robe, - pripremanje dokumentacije - pakiranje robe
IV. Faza		Isporuka naručene robe kupcu
V. Faza	Primitak i plaćanje isporučene robe	

Slika 5. Faze i aktivnosti u procesu nabave [10]

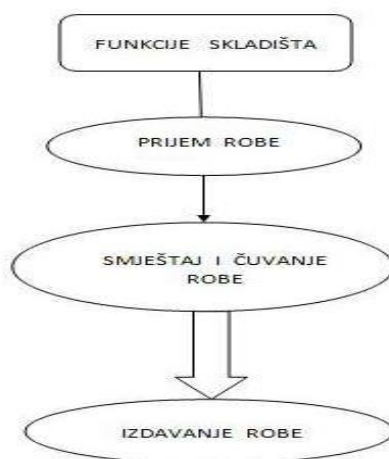
#### 2.4.2. Skladištenje i komisioniranje

Osim kretanja materijala, u poduzeću (i šire lancima opskrbe) dolazi i do mirovanja materijala – potrebe za uskladištenjem (dugotrajnije) ili privremenim odlaganjem (kratkotrajnije), i to je zadatak skladištenja (eng. warehousing, storing), odnosno logistike skladištenja ili skladišne logistike [6]. Skladište je fizički prostor ili objekt dizajniran za pohranu proizvoda, sirovina ili materijala prije nego što budu distribuirani ili korišteni. Skladišta igraju ključnu ulogu u lancu opskrbe (supply chain) jer omogućuju organizacijama da upravljaju zalihama, osiguravaju kontinuiranu dostupnost proizvoda i smanjuju rizik od nestašica.

Detaljnijim uvidom u literaturu, skladištenje se najčešće opisuje kao proces pohrane proizvoda ili sirovina u skladištima. Ovaj proces uključuje organiziranje, sortiranje i pohranu predmeta na odgovarajućim mjestima unutar skladišta. Cilj skladištenja je očuvanje proizvoda, njihova zaštita od oštećenja i lakoća pristupa kada su potrebni za daljnju obradu, prodaju ili isporuku. Logistika skladištenja, kao dio logistike, može se definirati kao planiranje, izvršavanje i kontrola uskladištenja robe i s tim povezanih informacija. Uloga skladištenja je dinamičko uravnoteženje tokova materijala, osiguravajući čuvanje materijala dok nije potreban (proizvodnji ili distribuciji). Aktivnosti skladištenja nisu samo usko gledano čuvanje i izdavanje robe, već i mnogo šire, odabir izvedbe skladišta, određivanje prostornog rasporeda u skladištu,

upravljanje skladišnim aktivnostima, optimizacije operacija unutar skladišta, briga o posebnim uvjetima čuvanja i sigurnost, i dr [6]. Gledano s ekonomskog aspekta, može se reći da, skladište izravnavava neujednačenost tržišne ponude i potražnje. To se događa kad ponuda premašuje potražnju, jer skladište pohranjuje proizvod u iščekivanju zahtjeva kupca. Skladištenje utječe na uslugu korisnika, razine zaliha i na uspjeh poduzeća u prodaji i marketingu. Zanemarivanjem skladišnog poslovanja mnoge tvrtke ne uspijevaju ga prepoznati kao izvor smanjenja troškova i poboljšanja produktivnosti.

Skladišno poslovanje uključuje brojne funkcije. Osnovne funkcije skladišta, a samim time i osnovne funkcije skladišnog poslovanja su: prijem robe, smještaj i čuvanje te izdavanje i otprema robe, shematski prikazano na slici 6. [10]:



**Slika 6. Shematski prikaz funkcija skladišta [10]**

Dakle, prva funkcija je prijem robe koja uključuje istovar, pregled i evidenciju robe, kako bi se provjerila točnost količine i kvaliteta robe. Zatim slijedi druga funkcija koja se zove smještaj i čuvanje robe, a obuhvaća sustavno organiziranje i raspoređivanje robe u skladištu te adekvatno čuvanje prema sigurnosnim mjerama (usmjerenih na očuvanje integriteta proizvoda i prevenciju gubitaka ili oštećenja); te na kraju funkcija izdavanja koja obuhvaća identifikaciju i isporuku proizvoda s potrebnom dokumentacijom.

S druge strane, komisioniranje je također proces koji se često spominje u literaturi, a svrstava se u potproces skladištenja. Također je bitno za napomenuti da se komisioniranje kao potproces negdje definira kao četvrta funkcija uz ova prethodno navedena 3 (prijem, smještaj i čuvanje, te izdavanje), odnosno ga u tumačenju svrstavaju u izdavanje robe. Komisioniranje je proces pripreme proizvoda za isporuku ili daljnju obradu. To uključuje i sastoji se od lociranja, identificiranja, provjere, izuzimanja robe iz skladišne lokacije, konsolidacije (formiranja

otpremne pošiljke), omatanja/pakiranja i prijevoza do otpremne zone radi utovara u vozilo vanjskog transporta. Logistika komisioniranja je dio logistike koja planira, izvršava i kontrolira aktivnosti pripreme robe za raspodjelu proizvođači ili kupcima. Proces komisioniranja obavlja se u skladištima, te se smatra i skladišnim potprocesom. Stoga se uskladištenje (čuvanje) i komisioniranje (priprema za izdavanje) često, uz procese prijema i izdavanja (otpreme), zajednički nazivaju skladištenje (eng. warehousing). Komisioniranje može biti ručno ili automatizirano, a njegova svrha je osigurati da se pravilni proizvodi isporuče na pravo mjesto i u pravo vrijeme.[6]

### **2.4.3. Upravljanje zalihama**

Upravljanje zalihama, što je ujedno i tema ovog rada, biti će detaljnije opisano u poglavlju 4., ali tu će se dati samo kratki teorijski osvrt pošto upravljanje zalihama također spada pod logističku aktivnost. Postoji mnogo definicija iz različitih izvora, ali može se zaključiti da je [prema 11, 12 i 13]: Upravljanje zalihama je ključna logistička aktivnost koja se bavi kontroliranjem, praćenjem i organizacijom zaliha roba, materijala ili proizvoda unutar organizacije. Neke od glavnih zadaća upravljanja zalihama u ostvarivanju svojih ciljeva su planiranje potreba materijala, određivanje optimalnih količina zaliha, definiranje količina i učestalosti naručivanja, praćenja stanja zaliha, naručivanje na vrijeme, definiranje sigurnosnih zaliha i sl., s ciljem minimizacije ukupnih troškova zaliha uz osiguranje traženog nivoa usluge (zadovoljenje potražnje). Upravljanje zalihama temelji se na planovima proizvodnje (zaprimljene i/ili ugovorene narudžbe, predviđanje potražnje na tržištu), normativima materijala (specifikacije materijala, pregled dijelova i poluproizvoda koji se izrađuju/montiraju u gotovi proizvod)

### **2.4.4. Rukovanje materijalom**

Rukovanje materijalom (eng. Material Handling), poznato i kao sustav toka materijala (eng. Material flow system) ili logistika toka materijala, je logistička aktivnost koja ostvaruje tokove materijala unutar poduzeća, između operacija unutar pogona, između pogona, unutar skladišta, od skladišta do pogona te od pogona do skladišta. Često se u literaturi naziva i unutarnjim transportom [6]. Nažalost, rukovanje materijalom često ostaje neprimijećeno i zanemareno, bilo od strane rukovoditelja poduzeća ili rukovoditelja logistikom. To se događa uglavnom jer je rukovanje materijalom čvrsto povezano s proizvodnjom. Paralelno ili izmjenjujući se, operacije proizvodnje i operacije rukovanja materijalom često se odvijaju istovremeno, pa se rukovanje materijalom često smatra sastavnim dijelom proizvodnje, što ne bi trebalo biti slučaj.

Formalna definicija rukovanja materijalom, koja se pojavljuje u mnogim stranim literaturnim izvorima, glasi: "Rukovanje materijalom je vještina i znanost premještanja, pakiranja i skladištenja tvari u bilo kojem obliku." Problem s rukovanjem materijalom je taj što ne izaziva izravne novčane tokove, pa je teško procijeniti njegov doprinos uspješnosti nekog poduzeća. Međutim, očito je da rukovanje materijalom zahtijeva određena financijska sredstva (radna snaga, oprema, prostor itd.). Budući da se ta sredstva troše ili jednokratno u duljem vremenskom razdoblju (kupnja prijevoznih sredstava ili osiguravanje prostora za prolaz tih sredstava) ili periodično (mjesečno za plaće zaposlenika), ti troškovi nisu izravno vezani za aktivnosti zbog kojih su troškovi nastali. Ovo rezultira time da ti troškovi nisu pod kontrolom i obično su mnogo viši nego što bi trebali biti. Poseban problem takvih troškova je taj što ne postoji gornja granica koliko mogu narasti - teorijski, troškovi rukovanja materijalom mogu apsorbirati cijeli profit poduzeća pa čak i više.

Ovisno o industrijskoj grani, troškovi rukovanja materijalom obično iznose između 30 i 70% ukupnih troškova proizvodnje, što ukazuje na nužnost eliminacije svih neefikasnosti u toj oblasti. Upravo zbog toga, potrebno je identificirati pokazatelje loše organiziranog rukovanja materijalom jer pružaju uvid u probleme i nedostatke u samom procesu. Najčešći pokazatelji loše organiziranog rukovanja materijalom su [14]:

- Zagušene transportne putanje (linije),
- Često premještanje materijala samo da bi se oslobodio prostor ili prolaz,
- Zastoji pri utovaru i istovaru (zbog neorganiziranosti i nepripremljenosti),
- Previše radnika na poslovima rukovanja materijalom,
- Nepostojanje gravitacijskih tokova materijala (gdje je to moguće),
- Nedovoljno iskorištenje kvalificirane radne snage,
- Iscrpljivanje zaliha,
- Nedostatak standardizacije (opreme, postupaka...),
- Visoki gubici,
- Česta povređivanja radnika,
- Česta oštećenja prijevoznih sredstava,
- Česta oštećenja transportiranog materijala ili robe,
- Neefikasan tok materijala,
- Neorganiziranost pri skladištenju materijala ili robe,
- Puno "praznih hodova" radne snage,
- Visoki indirektni troškovi radne snage,

- Prazan (neiskorišten) prostor u skladištu,
- Duge transportne putanje,
- "Priljavština" u pogonu (posebno na transportnim putanjama).

Analogno tome, mogu se ustanoviti neki osnovni ciljevi efikasnog rukovanja materijalom, a obuhvaćaju sljedeća područja:

- Kretanje (materijal i roba moraju nesmetano kretati u, kroz i iz proizvodnog prostora bez zastoja i žurbe, jer to signalizira kašnjenje ili probleme).
- Vrijeme (materijal ili roba moraju biti točno na određenom mjestu pored odgovarajuće opreme ili na odgovarajućem terminalu, ni prerano ni kasno, jer i jedno i drugo dovodi do gužvi i problema).
- Količina (isto što vrijedi i za vrijeme, vrijedi i za količine. Točna količina materijala na određenom mjestu kako nebi došlo do zastoja).
- Prostor (potrebno je potpuno iskoristiti skladišni prostor - bilo izgradnjom ili najmom skladišta, jer se plaća svaki kubični metar prostora, pa je logično maksimalno iskoristiti taj prostor, odnosno novac).

Važno je još spomenuti i korištenje raznih principa pri rukovanju materijalom kako bi se postigla efikanost. Na primjer, princip gravitacije koristi gravitaciju za premještanje materijala kad god je to moguće, smanjujući potrebu za aktivnim pogonima. Princip mehanizacije uvodi strojeve i sredstva za olakšavanje rukovanja materijalom kad je to izvedivo. Princip jedinične veličine se odnosi na povećanje količine, veličine ili mase jediničnog opterećenja ili intenziteta njegovog toka [15]. Rukovanje materijalom je ključno jer pomaže u minimiziranju troškova, optimizaciji resursa i održavanju glatkih operacija, čime se osigurava pouzdana opskrba i kvalitetna usluga za klijente, što je od vitalne važnosti za uspješno poslovanje poduzeća.

#### **2.4.5. Pakiranje**

Učinkovitost i efikasnost kretanja robe u lancu opskrbe ovise, između ostalog, o pakiranju, koje bi trebalo biti pravilno dizajnirano, prilagođeno zahtjevima kupca, transportu, identifikaciji i regulativama koje se primjenjuju u tom području. S logističke perspektive, pakiranje bi trebalo ispunjavati sljedeće funkcije [16]:

- Zaštitna funkcija - pakiranje bi trebalo biti potpuno prilagođeno tehničkim i funkcionalnim karakteristikama proizvoda, kao i njegovoj "vrijednosti". Što je veća

vrijednost nekog proizvoda, to pakiranje mora biti kvalitetnije (vrsta i volumen pakirnog materijala..)

- Funkcija skladištenja, transporta i rukovanja - povezana je s osjetljivošću pakiranja na procese mehanizacije i automatizacije (pakiranje bi trebalo biti prilagođeno postojećem standardiziranom dimenzijskom sustavu, olakšavati skladištenje, olakšavati oblikovanje jediničnih opterećenja itd.);
- Informativna funkcija - pakiranje je nositelj informacija koje se koriste u identifikaciji, rukovanju (uključujući dinamičko dopunjavanje) i procesima skladištenja, također pomaže u kontroli toka duž cijelog lanca opskrbe;
- Recikliranje, funkcija vezana uz otpad i odbacivanje (smanjenje ekološkog otiska, niži troškovi proizvodnje itd.)

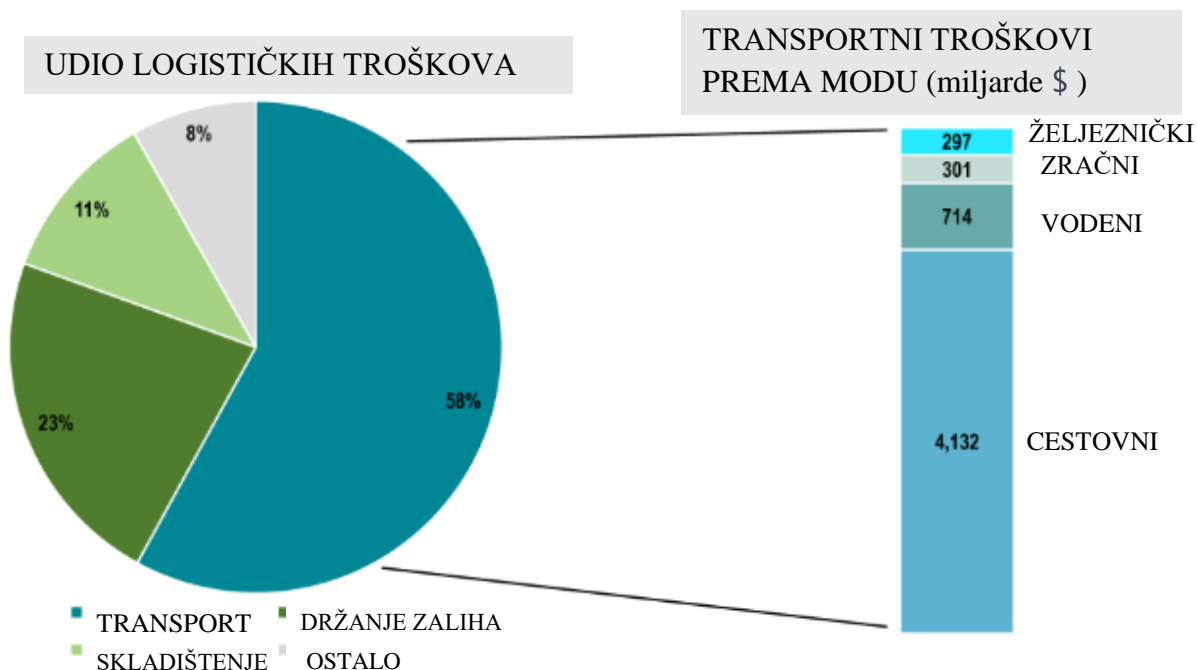
Dakle, može se zaključiti da pakiranje, kao logistička aktivnost, obuhvaća proces pripreme proizvoda ili materijala za transport, skladištenje i distribuciju. To uključuje odabir odgovarajućeg kontejnera, kutije, ambalaže ili omotača za proizvode kako bi se osigurala sigurnost tijekom prijevoza, zaštita od oštećenja i očuvanje kvalitete proizvoda. Pakiranje također može sadržavati označavanje i etiketiranje kako bi se olakšalo praćenje i identifikacija proizvoda. Oznaka pakiranja postaje sve važnija u uvjetima razvijene tržišne ekonomije. Na primjer, u Poljskoj postoje zakoni koji propisuju prirodu i opseg obavezne ili zabranjene informacije na pakiranju, čime se osigurava potpuna zaštita potrošača i očuvanja „fer“ poslovnih praksi. Simboli postavljeni na pakiranju koji prenose osnovne informacije o proizvodima i pakiranju mogu se podijeliti na obvezne i neobvezne simbole. Obvezni su oni bez kojih zapakirani proizvod ne može ući na tržište, dok su neobvezni simboli oni koje tvrtke slobodno koriste kako bi oblikovale određenu sliku proizvoda ili tvrtke. Ovi simboli prenose informacije o proizvodu i tvrtci, opisujući njegove karakteristike, svojstva, količinu, vrijednost i druge relevantne podatke te se koriste za automatsku identifikaciju proizvoda u lancu opskrbe. Stoga, pakiranje kao logistička aktivnost igra ključnu ulogu u sigurnom i učinkovitom kretanju proizvoda kroz lanac opskrbe, osiguravajući da proizvodi stignu do svojih odredišta u dobrom stanju i u skladu s propisima.

#### **2.4.6. Transport**

Transport (eng. transportation) je ključna logistička aktivnost zadužena za ostvarivanje kretanja materijala između pojedinih čvorova lanca opskrbe (vanjski transport). Ulazni transport ostvaruje kretanje materijala od dobavljača do poduzeća. Izlazni transport ostvaruje kretanje



materijala od poduzeća do kupca/korisnika. Aktivnosti transporta kao logističke aktivnosti nisu samo fizičko premješanje materijala (prevoženje), već i odabir tipa transporta (transportnog moda), odabir najboljeg operatera, oblikovanje ruta transporta, upravljanje flotom vozila, briga o ispunjenju svih sigurnosnih i zakonskih propisa, osiguranje dostave materijala na vrijeme i dr [6]. Što se tiče transportnih troškova, gotovo svi literaturni izvori tvrde da transport kao logistička aktivnost ima najveći trošak, ali postotak (udio od ostalih logističkih aktivnosti) varira između 35-60%, ovisno o regiji i industrijama u kojima se istražuje. Prema organizaciji koja se bavi transportnim sustavima i mobilnošću, osnovana u Kanadi 1997. godine, provelo se istraživanje vezano za globalne troškove transporta i transportnog moda (specifičnu vrstu transporta; postoje npr. cestovni, zračni, željeznički, vodeni) za 2018. godinu; prikazano na slici 7. [17]. Sa slike je moguće vidjeti kako dominiraju transportni troškovi koji iznose 58%, zatim slijede troškovi držanja zaliha sa 23%, troškovi skladištenja sa 11% te ostale aktivnosti u ukupnom iznosu od 8%. Ovaj omjer pokazuje da transport kao logistička aktivnost čini više od pola ukupnih logističkih troškova. Trošak transporta uključuje sredstva prijevoza, koridore, kontejnere, palete, terminale, radnu snagu i vrijeme. Ova slika ne označava samo strukturu troškova logističkih sustava, već i važnost redoslijeda poboljšanja procesa. Ona zauzima značajan udio u logističkim aktivnostima. Poboljšanje stavke s većim operativnim troškovima može postići bolje rezultate. Vrijednost udjela transporta varira s različitim industrijama. Za proizvode malog volumena, niske težine i visoke vrijednosti, trošak prijevoza jednostavno zauzima vrlo malen udio u prodaji i manje se razmatra; za velike, teške i niskovrijedne proizvode, prijevoz zauzima vrlo velik dio prodaje i više utječe na dobit, stoga se više razmatra. Stoga menadžeri logistike moraju temeljito razumjeti operaciju sustava prijevoza.



**Slika 7. Prikaz transportnih troškova prema modu i u ukupnom udjelu u svijetu, 2018. godina [17]**

Dakle, može se zaključiti da je logistika transporta poprilično široka i složena, te da bi se uspješno upravljalo tom granom potrebno je voditi računa o sljedećim ključnim stavkama:

1. **Izbor transportnog moda:** Logistički stručnjaci moraju odabrati najprikladniji transportni mod za određeni zadatak. Opcije uključuju cestovni, željeznički, zračni, pomorski ili vodeni transport. Ovaj odabir ovisi o vrsti robe, udaljenosti, brzini, troškovima i drugim faktorima.
2. **Upravljanje transportnim resursima:** Obuhvaća efikasno upravljanje vozilima (odabir voznog parka), infrastrukturom (luka, terminali) i osobljem (upravljanje vozačima i operativom) u logističkim operacijama. To uključuje i održavanje vozila, raspored vožnji, nadzor nad stanjem vozila. Održavanje i optimizacija transportnih resursa ključni su za učinkovito i ekonomično poslovanje.
3. **Planiranje ruta:** planiranje optimalnih ruta igra ključnu ulogu u logistici transporta. To uključuje utvrđivanje najbržih, najjeftinijih ili najsigurnijih putanja za prijevoz tereta ili ljudi. Najčešće metode koje se koriste su algoritmi za rješavanje putanja (routing algorithms), geografski informacijski sustavi (GIS), optimizacija teretnih vozila (vehicle routing optimization) te heuristički principi (npr. algoritam najbližeg susjeda).

4. **Praćenje i upravljanje teretom:** Praćenje tereta tijekom cijelog putovanja pomaže u osiguravanju da se teret ne izgubi, ne ošteti ili ne ukrade. Ovo se često postiže tehnologijom poput GPS-a, senzora i sustava za praćenje.
5. **Upravljanje vremenom:** Logistika transporta često se temelji na rokovima, posebno u slučaju isporuke robe. Upravljanje vremenom uključuje planiranje kako bi se ispunili rokovi klijenata i smanjila kašnjenja.
6. **Troškovno upravljanje:** Troškovi transporta mogu biti značajni, pa logistički stručnjaci moraju pažljivo upravljati financijskim resursima kako bi minimizirali troškove transporta, uključujući gorivo, održavanje, osiguranje i troškove rada.
7. **Sigurnost i ekološka održivost:** Logistika transporta također uključuje brigu o sigurnosti vozača i putnika, kao i o zaštiti okoliša. Poboljšanje ekološke održivosti postaje sve važniji aspekt logistike transporta.
8. **Pravna i regulatorna usklađenost:** Logistika transporta mora poštovati zakone i regulacije koje se odnose na transport, uključujući sigurnosne standarde, dozvole, carine i poreze.

Logistika transporta je dinamična i složena disciplina koja zahtijeva pažljivo planiranje, praćenje i prilagodbu kako bi se osigurala učinkovita i pouzdana dostava roba i usluga. Kroz upotrebu tehnologije i optimizacijskih metoda, tvrtke mogu poboljšati svoje logističke operacije i postići konkurentne prednosti na tržištu.

#### **2.4.7. Povratna logistika**

Povratna logistika potječe od pojmova "Reverse channel" i "Reverse flow" koji su se koristili u znanstvenoj literaturi sedamdesetih godina 20. stoljeća, a bili su vezani za procese recikliranja. Vijeće Europe početkom devedesetih godina donosi formalnu definiciju povratne logistike [18]: "povratna logistika je pojam koji se odnosi za definiranje uloge logistike u procesima reciklaže, zbrinjavanja otpada te upravljanja opasnim otpadom; u širem smislu pojam obuhvaća sve logističke aktivnosti koje su vezane uz recikliranje, zamjenu i ponovno korištenje, kao i smanjenje materijala i otpada." Krajem devedesetih godina 20. stoljeća, Vijeće Europe donosi službenu definiciju logistike povrata definirajući je kao: "... proces planiranja, implementacije i kontrole obrnutog toka sirovina, od procesa proizvodnje, distribucije ili točke korištenja, do točke obnavljanja ili prikladnog zbrinjavanja." Dakle povratna logistika je logistička aktivnost

usmjerena na planiranje, izvršavanje i kontrolu svih operacija vezanih uz povratne tokove materijala s ciljem ponovne uporabe ili adekvatnog zbrinjavanja. Uključuje sve materijale u povratima (škart, gotovi proizvodi, ambalažni materijal), zbog brojnih razloga (odustajanje od kupnje, vraćanje neprodane robe, reklamacije, vraćanje nakon isteka najma, ponovna uporaba proizvoda i ambalaže, recikliranje ili adekvatno zbrinjavanje nakon isteka životnog vijeka proizvoda, adekvatno zbrinjavanje opasnog otpada,...). Unutar povratne logistike dakako opet imamo aktivnosti rukovanja materijalom (prekrcaj/pretovar, pakiranje, unutarnji transport, odlaganje), transportiranja i skladištenja. [6]

Na slici 8. prikazana je pojednostavljena shema povratne logistike i elemente koje ona onuhvaća:



Slika 8. Pojednostavljena shema aktivnosti povratne logistike [19]

#### 2.4.8. Informacijski sustav i komunikacija

Razumijevanje informacijskih sustava (IS) i njihove uloge u logistici i upravljanju lancem opskrbe ključno je za optimizaciju poslovnih procesa i poboljšanje učinkovitosti. Informacijski sustav predstavlja skup hardverskih i softverskih komponenti koje zajedno omogućavaju prikupljanje, obradu, pohranu i distribuciju informacija u organizaciji. U logistici, IS omogućavaju praćenje i praćenje proizvoda, optimizaciju rute dostave, upravljanje zalihama, obradu narudžbi, praćenje performansi i reagiranje na promjene u lancu opskrbe. Upravljanje informacijama postaje ključna komponenta konkurentske prednosti jer omogućava organizacijama bolje planiranje, praćenje i optimizaciju svojih aktivnosti, što rezultira većom učinkovitošću i zadovoljstvom kupaca. Prema dostupnoj literaturi može se reći da informacijski sustav obavlja tri ključne funkcije: dokumentacijsku, informacijsku i upravljačku. Dokumentacijska funkcija se bavi sređivanjem poslovnih podataka o prošlim događajima,

pridonoseći izradu relevantnih izvješća. Informacijska funkcija pruža trenutne informacije o stanju sustava, pružajući temelj za odlučivanje i upravljanje. Upravljačka funkcija osigurava sveobuhvatne informacije za odlučivanje i upravljanje, uključujući podatke o stanju sustava, okoline te predviđanja budućeg ponašanja. Sve te funkcije se ostvaruju kroz aktivnosti prikupljanja, obrade, pohrane i dostave podataka i informacija. Upravljačka funkcija, kao najkompletnija, omogućuje učinkovito upravljanje logističkim sustavom i donošenje kvalitetnih poslovnih odluka [20]. S obzirom na zadatke koje obavljaju i načine ne koje olakšavaju rad korisnicima, postoji više vrsta poslovnih informacijskih sustava, a to su prema [21]:

- **ERP (Enterprise Resource Planning):** ERP je integrirani sustav za upravljanje poslovnim procesima i resursima organizacije, uključujući financije, proizvodnju i ljudske resurse.
- **CRM (Customer Relationship Management):** CRM se koristi za upravljanje odnosima s klijentima, pohranu informacija o klijentima te poboljšanje korisničkog iskustva.
- **SCM (Supply Chain Management):** SCM je sustav za upravljanje lancem opskrbe koji prati i optimizira kretanje proizvoda od proizvođača do krajnjeg korisnika.
- **TMS (Transportation Management System)** je softverska platforma koja olakšava upravljanje i optimizaciju transportnih operacija, uključujući planiranje rute, praćenje tereta i voznog parka te upravljanje prijevoznim ugovorima.
- **MIS (Management Information System):** MIS se koristi za prikupljanje, analizu i distribuciju informacija potrebnih za upravljanje organizacijom.
- **CMS (Content Management System):** CMS se koristi za upravljanje digitalnim sadržajem na web stranicama, olakšavajući uređivanje i objavljivanje sadržaja.
- **KMS (Knowledge Management System):** KMS pomaže u organizaciji i dijeljenju znanja unutar organizacije, čime se poboljšava produktivnost i inovacija.
- **DSS (Decision Support System):** DSS pomaže menadžerima u donošenju informiranih odluka pružajući im analitičke alate i informacije.
- **GIS (Geographic Information System):** GIS se koristi za prikaz i analizu prostornih podataka, što je posebno važno u logistici za planiranje rute i praćenje.
- **CPM (Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment):** CPM je metodologija koja se koristi u lancu opskrbe kako bi se poboljšala suradnja između različitih partnera u lancu opskrbe.

- **EAM (Enterprise Asset Management):** EAM je sustav za upravljanje svim fizičkim sredstvima organizacije, uključujući održavanje i praćenje aktivnosti.
- **EDMS (Electronic Document Management System):** EDMS se koristi za pohranu, organizaciju i upravljanje elektroničkim dokumentima u organizaciji. U suvremenom svijetu, ERP je neizostavni dio gotovo svakog poduzeća.

Od svih nabrojanih, svaki ima svoju svrhu i prilagođen je određenoj niši, međutim ERP (Enterprise Resource Planning) je možda jedan od najčešće korištenih u poduzećima jer obuhvaća mnoštvo modula i time objedinjuje čitav poslovni proces. ERP je integrirani informacijski sustav koji se koristi za upravljanje različitim aspektima poslovanja u organizaciji. Ovaj sustav objedinjuje različite funkcionalne odjele kao što su financije, proizvodnja, ljudski resursi, nabava i logistika, kako bi omogućio učinkovito upravljanje resursima i informacijama. Prema literaturnim izvorima [21 i 22], ERP je ključan u poduzećima iz nekoliko razloga:

1. **Integracija podataka:** ERP integrira podatke iz svih dijelova organizacije, što omogućava bolju vidljivost i razmjenu informacija između različitih odjela. To je ključno za logistiku jer omogućava praćenje i upravljanje zalihama, narudžbama i dostavom.
2. **Učinkovitost operacija:** ERP automatizira mnoge poslovne procese, smanjujući potrebu za ručnim unosom podataka i smanjujući moguće greške. To može poboljšati učinkovitost logističkih operacija.
3. **Bolje odlučivanje:** ERP pruža donositeljima odluka bolji uvid u poslovne performanse i omogućava analizu podataka kako bi se podržalo bolje odlučivanje u logistici i drugim aspektima poslovanja.
4. **Povezanost s Industrijom 4.0:** ERP se sve više povezuje s konceptom Industrije 4.0, koji uključuje automatizaciju, internetske stvari (IoT) i analizu podataka. Integracija ERP-a s Industrijom 4.0 omogućava organizacijama da prate i upravljaju svojim logističkim procesima u stvarnom vremenu, optimiziraju proizvodnju i smanje troškove.
5. **Globalno poslovanje:** Za organizacije koje posluju na globalnoj razini, ERP omogućava koordinaciju logističkih operacija i upravljanje lancem opskrbe na različitim tržištima.

U stranoj literaturi, često se spominje korištenje i važnost sustava za upravljanja skladištem (eng. Warehouse management system - WMS) i upravljanja odnosima s potrošačima (eng. Supplier relationship management - SRM) koji nisu prethodno gore sadržani.

Sustavi za upravljanje skladištem (WMS) podržavaju vođenje skladišta, posebno tok materijala (dolazak, pohrana, unutarnje kretanje i otprema), praćenje napretka i komunikaciju između dionika u sustavu. Korisnici WMS-a mogu primati relevantne informacije na računalnim terminalima o dodijeljenim zadacima i lokacijama materijala. Zadaci se optimiziraju, upravljaju i dodjeljuju putem centralnog kontrolnog sustava. Uobičajeni zadatak u skladištu je podizanje tražene palete i premještanje (ili dijelova nje) na novo mjesto. Praćenje svakog koraka može se obaviti (automatskim) skeniranjem barkoda; npr. barkoda na polici za prijavu lokacije, barkoda svakog uklonjenog predmeta radi provjere ispravnosti materijala i održavanja točnih zaliha. RFID (eng. Radio-Frequency Identification; tehnologija koja omogućuje automatsko identificiranje i praćenje objekata putem bežičnih signala) oznake, za razliku od barkoda, mogu sadržavati dodatne informacije poput rokova trajanja, uputa za rukovanje ili oznaka opasnosti [23].

Prema drugom znanstvenom članku [24], opisuje se proces upravljanja odnosima s dobavljačima (eng. supplier relationship management - SRM) koji pruža strukturu za razvoj i održavanje odnosa s dobavljačima. Kao što naziv sugerira, to je paralelna slika upravljanja odnosima s kupcima. Baš kao što tvrtka treba razvijati odnose sa svojim kupcima, također treba poticati odnose sa svojim dobavljačima. Razvijaju se sigurni odnosi s malim podskupom dobavljača temeljenih na vrijednosti koju pružaju organizaciji tijekom vremena, dok se tradicionalni odnosi održavaju s drugima. Timovi za dobavljače pregovaraju o ugovorima za proizvode i usluge s ključnim dobavljačima koji definiraju uvjete odnosa. Za svaki manje kritičan segment dobavljača, pružen je standardan ugovor za proizvode i usluge koji nije pregovaran. Upravljanje odnosima s dobavljačima odnosi se na definiranje i upravljanje ovim specifikacijama proizvoda i usluga. Dakle, fokusirajući se na razvoj dugoročnih i stratejskih partnerstava s ključnim dobavljačima, SRM omogućuje organizacijama prilagodljivost, smanjenje rizika te poboljšanje učinkovitosti i konkurentske prednosti. Segmentacija dobavljača prema važnosti i prilagodba strategija upravljanja odnosima omogućuje ciljanje specifičnih potreba i zahtjeva svakog dobavljača. Kroz učinkovite procese pregovaranja i izrade ugovora, SRM osigurava jasno definirane uvjete suradnje, čime se minimiziraju potencijalni nesporazumi. Integracija svih relevantnih internih odjela dodatno jača SRM pristup, čime se potiče suradnja između prodaje, marketinga, razvoja proizvoda, proizvodnje i nabave. Ciljevi upravljanja odnosima s dobavljačima uključuju privlačenje novih ekonomičnih dobavljača,

stjecanje novih partnera, razvoj i zadržavanje kvalitetnih dobavljača, povećanje zadovoljstva kupljenim proizvodima i uslugama, ubrzanje razvoja proizvoda te smanjenje troškova nabave i održavanja posredstvom poboljšanja poslovnih procesa u lancu opskrbe.

#### 2.4.9. Lokacija

Lokacija poduzeća predstavlja fizičku geografsku poziciju na kojoj organizacija obavlja svoje operacije i poslovanje. Izbor odgovarajuće lokacije ima ključan utjecaj na uspjeh i učinkovitost poduzeća. Odluka o lokaciji temelji se na razmatranju različitih čimbenika koji uključuju dostupnost tržišta i potrošača, pristup kvalificiranoj radnoj snazi, resursima i infrastrukturi, troškovima, logistici, zakonodavnom okviru i konkurenciji. Neke od metoda za pametniji odabir poduzeća su [25]:

1. **Metoda ocjenjivanja faktora (Factor-Rating Method):** Ova metoda uključuje identifikaciju ključnih faktora važnih za odabir lokacije, kao što su troškovi rada, dostupnost resursa, tržište i infrastruktura. Svaki faktor se ocjenjuje na temelju važnosti za organizaciju, a zatim se dodjeljuju ponderi za svaki faktor. Lokacije se potom ocjenjuju na temelju tih faktora i pondera, čime se dobiva ukupna ocjena za svaku lokaciju. Ova metoda pomaže kvantitativno usporediti različite lokacije na temelju specifičnih kriterija.
2. **Analiza rentabilnosti lokacije (Location Break-Even Analysis):** Ova metoda procjenjuje minimalni volumen poslovanja koji je potreban da bi se pokrili fiksni troškovi na određenoj lokaciji. Cilj je odrediti koliko će se proizvoda ili usluga morati prodati kako bi se postigao "break-even point" na odabranoj lokaciji. Ova analiza pomaže organizacijama razumjeti minimalni prag isplativosti za određenu lokaciju.
3. **Metoda centra gravitacije (Center of Gravity Method):** Ova metoda se često koristi u logistici kako bi se odabrala optimalna lokacija za distribucijski centar ili skladište. Temelji se na težinskom središtu brojača (na primjer, populacije, potražnje) i nastoji pronaći lokaciju koja će minimizirati ukupne troškove prijevoza ili distribucije do ciljnih točaka. Ova metoda posebno je korisna za optimizaciju lanca opskrbe i rute dostave.

Također, provedeno je jedno istraživanje 2010. godine u Hrvatskoj čija je glavna svrha bila , prema prosječnoj ocjeni (aritmetičkoj sredini) ispitanika, utvrditi hijerarhiju lokacijskih čimbenika malih i srednjih industrijskih poduzeća. Postoje brojni utjecajni čimbenici,



---

najvažnijim su se pokazali učinkovita električna mreža, kvalitetna povezanost s cestovnom mrežom te blizina kvalificirane radne snage [26].

### 3. LOGISTIČKA STUKTURA U TVRTKI DOK-ING

U ovom poglavlju, dati će se pregled opisa tvrtke (povijesni razvoj, poslovni model, područje djelovanja i sl.) te će se kasnije implementirati teorija logističkih aktivnosti (opisano u prethodnom poglavlju), opisano u prethodnom poglavlju,

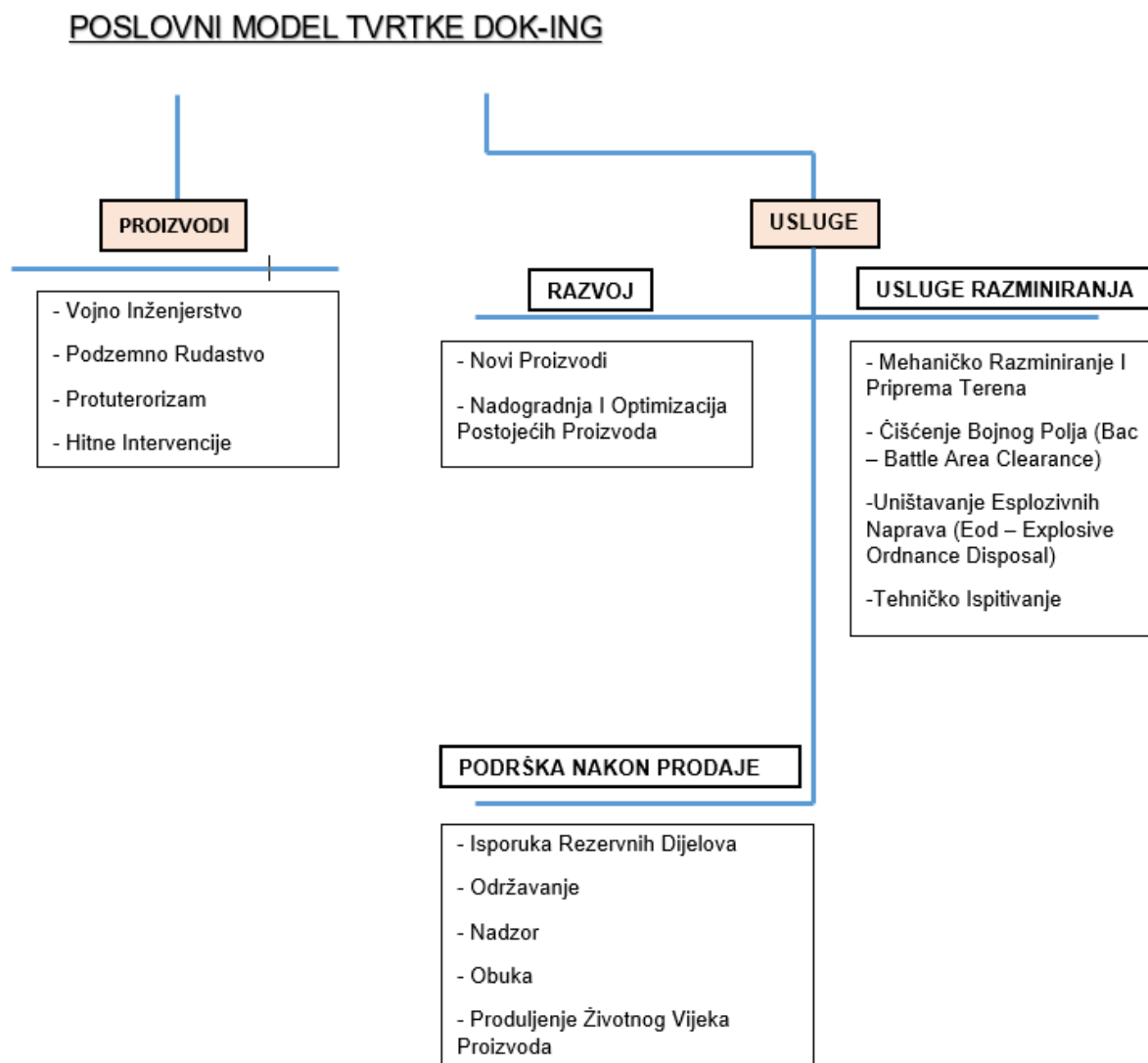
#### 3.1. O poduzeću

DOK-ING d.o.o. je hrvatska tvrtka osnovana 1992. godine, koja se ističe u proizvodnji bespilotnih višenamjenskih vozila, električnih vozila i robotskih sustava. Njihovi proizvodi čine čak 80% svjetskih robotiziranih strojeva za čišćenje mina.

Osim europskog sjedišta u Zagrebu, tvrtka DOK-ING ima urede i na drugim kontinentima, uključujući Sjevernu Ameriku, Afriku i Aziju. U više od 30 godina poslovanja, DOK-ING je stekao priznanje za svoj inovativni pristup te osvojio mnoge međunarodne nagrade za inovacije i tehnologije u području "poslovanja i industrije".

Njihovi robotski i autonomni sustavi primarno se koriste za deminiranje minskih polja, gašenje požara, podzemno rudarstvo i protuterorističke operacije. DOK-ING je prepoznat kao svjetski lider na području robotike i autonomnih sustava, a njihovi proizvodi igraju ključnu ulogu u osiguravanju ljudskih života i imovine u opasnim okruženjima. Poslovni model tvrtke DOK-ING sastoji se od pružanja raznih proizvoda koji su većinom bazirani prema vojnom inženjerstvu te pružanja usluga. Usluge koje se obavljaju su razvoj novih i optimizacija postojećih proizvoda, "Mine services actions" (akcije vezane uz mine) koje obuhvaćaju niz vojnih aktivnosti i postupaka usmjerenih na rješavanje problema minskih polja i eksplozivnih naprava na bojištu. Pod njih spadaju "BAC" (Battle Area Clearance) što predstavlja proces čišćenja bojišta od mina kako bi se osigurala sigurnost vojnih operacija, dok "EOD" (Explosive Ordnance Disposal) uključuje identifikaciju, dezaktivaciju i uklanjanje eksplozivnih naprava, uključujući mine i druge opasne eksplozive. Ground preparation (priprema tla) u rudarstvu obuhvaća pripremu terena i infrastrukture za izvođenje rudarskih operacija, dok „mechanical technical clearance and survey“ (mehaničko tehničko čišćenje i istraživanje) uključuje aktivnosti za identifikaciju, deaktivaciju i uklanjanje eksplozivnih naprava i mina, kao i provođenje tehničkih istraživanja kako bi se osigurala sigurnost i funkcionalnost na rudarskom terenu. Ove aktivnosti igraju ključnu ulogu u osiguranju sigurnosti i funkcionalnosti na bojištu te minimiziranju rizika od minskih polja i eksplozivnih prijetnji. Također se tvrtka bavi i podrškom nakon prodaje (eng. after sales support) što uključuje ključne aktivnosti poput distribucije rezervnih dijelova, održavanja, nadzora, obuke i produženja životnog ciklusa

proizvoda kako bi se pružila potpuna podrška kupcima nakon kupnje, osiguravajući njihovo zadovoljstvo i funkcionalnost proizvoda tijekom cijelog vijeka trajanja. Čitav poslovni model prikazan je na slici 9.:



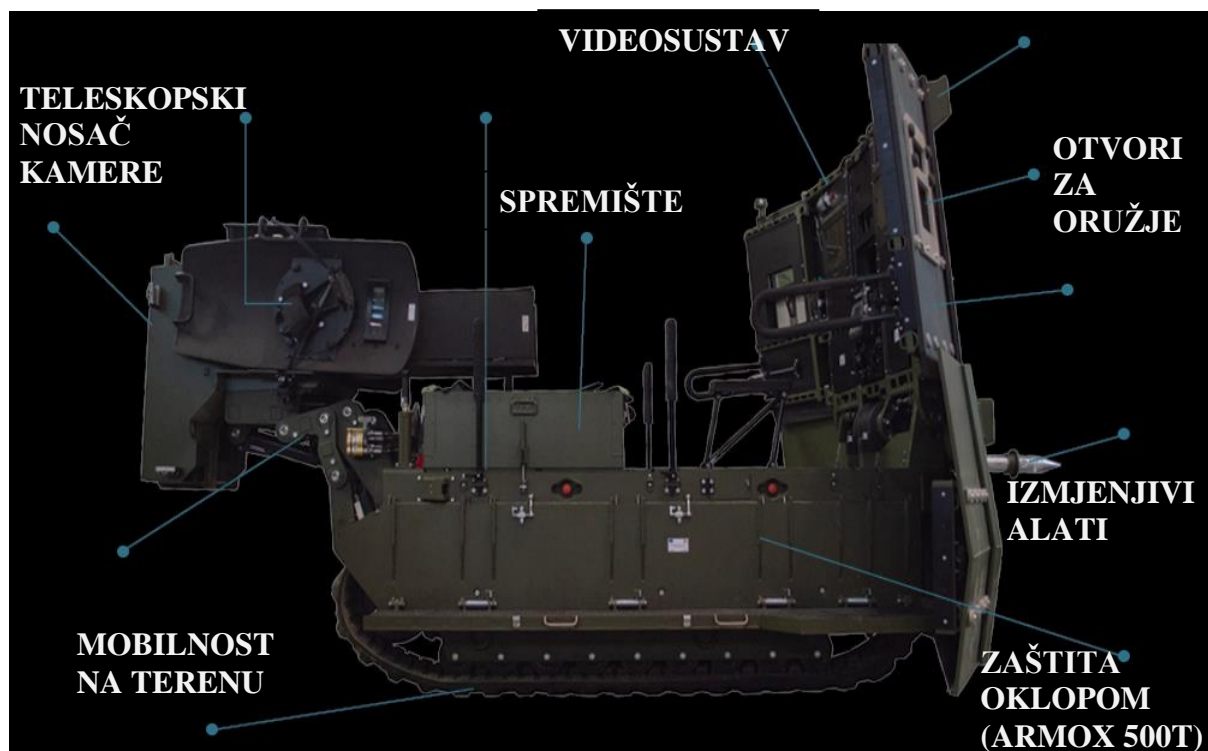
**Slika 9. Poslovni model tvrtke DOK-ING, prerađeno prema [27]**

DOK-ING, tvrtka s više od 30 godina iskustva, pruža inovativne tehnološke rješenja za vojnu industriju. Tijekom godina, tvrtka je prodala preko 400 svojih sustava u više od 40 zemalja diljem svijeta te osvojila više od 100 nacionalnih i međunarodnih nagrada, što je svjedočanstvo njenog uspješnog puta. Kratka povijest i bitne prekretnice ka njezinom uspješnom razvoju zabilježene su sljedećim godinama [27]:

- 1991: Prvi koraci, proizvodnja daljinski-upravljanih strojeva za zaštitu u opasnim uvjetima.

- 1997: Početak deminiranja i investicija američke organizacije SEAF u razvoj. (SEAF - American Small Enterprise Assistance Fund). MV-1 (SEAF) - Prvi mini flail sustav za deminiranje
- 2000: Prvi mini-razaranjski sustav MV-1 poslužio je kao osnova za novi i poboljšani razminiranijski sustav MV-4 koji je izrađen i isporučen svom prvom klijentu - Hrvatskom ministarstvu obrane. MV-4 predstavlja najprodavaniji proizvod tvrtke DOK-ING do danas.
- 2003: XLP Dozer (Anglo American Platinum) - Razvoj rudarskog dozera za kopanje.
- 2004: MV-4 (U.S. Army) - DOK-ING potpisuje ključni ugovor s američkom vojskom za proizvodnju MV-4 sustava, koji postaje temeljna oprema za američku vojsku. Sustav je dizajniran za različite vojne potrebe. Globalno širenje tvrtke.
- 2006: VJ-EKO - Nova proizvodna jedinica u Slunju za opskrbu izvoza. DOK-ING širi svoje poslovno područje u područje gašenja požara dizajniranjem i proizvodnjom svojeg prvog vatrogasnog stroja.
- 2009: Electrical ULP Dozer - Razvoj električnog rudarskog sustava. Strojevi isporučeni na još dva kontinenta - MV-10 sustavi Australskom odjelu za obranu i MV-4 sustavi Vladi Šri Lanke, neposredno nakon završetka rata.
- 2010: MVF-5 - Prvi sustav za hitne reakcije.
- 2014: ULP Fleet - Flota niskoprofilnih sustava za testiranje koncepata.
- 2016: MV-10 - Isporučka teških EOD sustava Saudijskoj Arabiji. (EOD označava "Explosive Ordnance Disposal," što je grana vojne i civilne djelatnosti usmjerena na otkrivanje, identifikaciju, deaktivaciju i sigurno uklanjanje eksplozivnih naprava i neeksplozivnih ubojitih sredstava, kao što su mine i bombe.
- 2018: MV-2 Honey Badger Compact EOD - Razvoj kompaktnog sustava za protueksplozivne zadatke. Razvijen je i predstavljen na Eurosatory 2018 u Parizu.
- 2021: MVC-8 Komodo - Niskoprofilni sustav za obranu od kemijskih, bioloških, radioloških i nuklearnih prijetnji. Predstavljen je na izložbi Adriatic Sea Defence & Aerospace (ASDA) u Splitu, Hrvatska.
- 2023: MV-3 Hystrix - Sustav za protuterorističke jedinice.

Kao što je vidljivo iz samog povijesnog razvoja, DOK-ING je ostvario brojne uspješne projekte ali najvažnije je istaknuti MV-3 Hystrix, kao najmodernijeg kompaktnog protuterorističkog sustava (2023). Kontrateroristički robotski sustav MV-3 Hystrix premijerno je predstavljen na sajmu Enforce Tac u Nürnbergu, Njemačka. Ovaj višenamjenski robotski sustav namijenjen je posebnim, intervencijskim, protueksplozivnim i protuterorističkim jedinicama policije i vojske (u akcijama kontrole terorizma, oslobađanju talaca i misijama rješavanja društvenih nemira i sukoba i sl.). Intervencije u borbi protiv terorizma stvaraju znatne prijetnje taktičkim timovima zbog ograničenja osobne balističke zaštite. MV-3 pruža prednost upotrebe sustava sa ili bez taktičkog tima, omogućavajući fleksibilnost i modularni pristup bez izlaganja opasnosti taktičkih članova. MV-3 vozilo prikazano je na slici 10.:



Slika 10. Najmoderniji kontrateroristički robotski sustav, MV-3 Hystrix [27]

Ovo vozilo, MV-3, pruža mogućnost širokog spektra taktičkih operacija, uključujući dinamičke ulaze (brze i iznenadne upade) i proboje (prodore), rješavanje prijetnji EOD-a (rješavanje eksplozivnih naprava) i CBRN-a (kemijska, biološka, radiološka i nuklearna prijetnja), te potpuno situacijsko razumijevanje putem video i audio nadzora. Također omogućava balističku zaštitu taktičkim timovima, povećanu vatrenu moć, evakuaciju povrijeđenih, transport balističkih štitova i druge specijalizirane opreme, uklanjanje prepreka i sumnjivih objekata te dinamičke ulaze i čišćenje.

MV-3 Hystrix vozilo ima 6,8 tona, operacijska brzina iznosi oko 8 km/h te ima kapacitet od 8 ljudi.

Dakle, može se zaključiti da DOK-ING, tvrtka s više od 30 godina iskustva i brojnim međunarodnim priznanjima, predstavlja vodećeg inovatora u proizvodnji visokotehnoloških autonomnih sustava za vojnu industriju. Svojom predanošću kvaliteti i sigurnosti, DOK-ING nastavlja oblikovati budućnost tehnološkog razvoja u vojnom sektoru.

### **3.2. Lokacija poduzeća**

DOK-ING ima svoje sjedište, proizvodni pogon i servis na površini od 15.000 četvornih metara u Zagrebu. Osim toga, Grad Slunj služi kao centar sekundarnog proizvodnog pogona, smješten samo 50 km južno od Zagreba. Dodatno, DOK-ING ima podružnicu u Sjedinjenim Američkim Državama, te DOK-ING Africa u Južnoj Africi, koja podržava programe južnoafričkih rudnika. S ukupno 220 zaposlenika raspoređenih na različite lokacije u Zagrebu, Slunju i Africi, DOK-ING je globalno orijentiran i strateški pozicioniran za pružanje svojih usluga.

Lokacija DOK-ING poduzeća u Zagrebu nalazi se u poslovnoj zoni na Žitnjaku, na adresi Slavonska Avenija 22 G, što joj pruža izvrsnu prometnu povezanost i infrastrukturu, budući da se nalazi u blizini značajnih prometnica, poput Radničke Ceste i Slavonske Avenije. U neposrednoj blizini moguće je pronaći niz industrijskih poduzeća, uključujući Elka d.o.o, Promo Logistika d.o.o, Metalka centar d.o.o, te Model pakiranja d.o.o. i slične. Ova koncentracija industrijskih subjekata može pružiti brojne prednosti DOK-ING-u, uključujući olakšanu suradnju, zajednička logistička rješenja, te potencijalne mogućnosti partnerstava i sinergije među tvrtkama, što dodatno doprinosi njihovoj konkurentске prednosti na tržištu. Ova povoljna geografska pozicija i dobra prometna povezanost omogućuju DOK-ING-u konkurentске prednosti u smislu logistike, dostupnosti, te bolje povezanosti s partnerima i kupcima što općenito povećava efikasnost njihovog poslovanja. To čini DOK-ING lokaciju izvrsnim središtem za njihove aktivnosti, omogućavajući im lakši pristup tržištima i veću poslovnu učinkovitost. Lokacija je prikazana na slici 11.:



Slika 11. Lokacija tvrtke DOK-ING [28]

### 3.3. Logističke aktivnosti

U narednim poglavljima detaljno će se istražiti ključne intralogističke aktivnosti tvrtke DOK-ING, s naglaskom na procese nabave, rukovanje materijalom i upravljanje zalihama. Ostale logističke aktivnosti poput transporta, pakiranja i skladištenja će se također kratko obuhvatiti, ali naglasak će biti na unutarnjim operacijama koje osiguravaju učinkovitost i funkcionalnost tvrtke. Ovo poglavlje prati cijelu 2. cjelinu u kojoj je prikazan teoretski opis logističkih aktivnosti, a upravo tu će se implementirati teorija u praksi, odnosno prikazat će se kako te logističke aktivnosti funkcioniraju u realnom svijetu u pravom poslovnom poduzeću. Prvo će se prikazati informacijski sustav (ERP) koji tvrtka DOK-ING koristi zbog lakšeg daljnjeg razumijevanja sadržaja pošto se i ostale logističke aktivnosti prikazuju u modulima koje obuhvaća taj informacijski sustav. Nakon toga slijede ostale logističke aktivnosti, popraćene teorijom iz 2. poglavlja.

#### 3.3.1. *Informacijski sustav i komunikacija (ERP)*

Kao razvojno-projektna tvrtka koja proizvodi specifične proizvode za vojne svrhe, informacijski sustav i komunikacijska infrastruktura ključni su za uspješno vođenje projekata, upravljanje resursima, kontrolu kvalitete i komunikaciju s klijentima. ERP (Enterprise Resource Planning) sustav je vrlo važan u kontekstu tvrtke DOK-ING jer omogućava centraliziranu i sveobuhvatnu kontrolu nad raznim aspektima poslovanja. ERP sustav je ključan alat u procesima tvrtke DOK-ING jer pomaže u učinkovitom vođenju svih operacija, od

naručivanja komponenti do isporuke gotovih proizvoda. ERP koji koristi tvrtka DOK-ING je GoSoft. Općenito, GoSoft je integrirani poslovni sustav, prvenstveno namijenjen srednje velikim proizvodnim poduzećima. Kreiran je na način da pomaže u rješavanju problema nadzora proizvodnih procesa te ima male troškove uvođenja. Osnovne funkcije softverskog paketa Go Soft uključuju arhiviranje strukture proizvoda, arhiviranje proizvodnih postupaka, nadzor zaliha, inventuru, izračun cijena i održavanje, lansiranje naloga, izradu narudžbi za nabavu, planiranje kapaciteta, terminiranje radnih naloga i njihovu slijedljivost, obradu povratnih informacija, praćenje materijala na putu, obračun radnih naloga i izvještaje o odstupanju, vrednovanje zaliha i narudžbi, analizu dobavljača, te mjerenje učinkovitosti. Sustav GoSoft sastavljen je iz više modularnih podsustava, koji su tako projektirani da omogućavaju postupno uvođenje cijelog proizvodnog procesa. Uz proizvodne funkcije, u paketu je integriran i modul obračuna osobnih dohodaka s kadrovskom evidencijom te paket za računovodstveno financijske poslove [29]. Jedna od ključnih značajki Go Soft-a u tvrtki DOK-ING je sposobnost generiranja i upravljanja radnim nalogima. To je od presudne važnosti u proizvodnom okruženju poput DOK-ING-a, gdje je potrebno koordinirati specifične zadatke i procese za sastavljanje složenih proizvoda. Ti radni nalozi se generiraju na temelju plana proizvodnje i definiraju korake i resurse potrebne za proizvodnju.

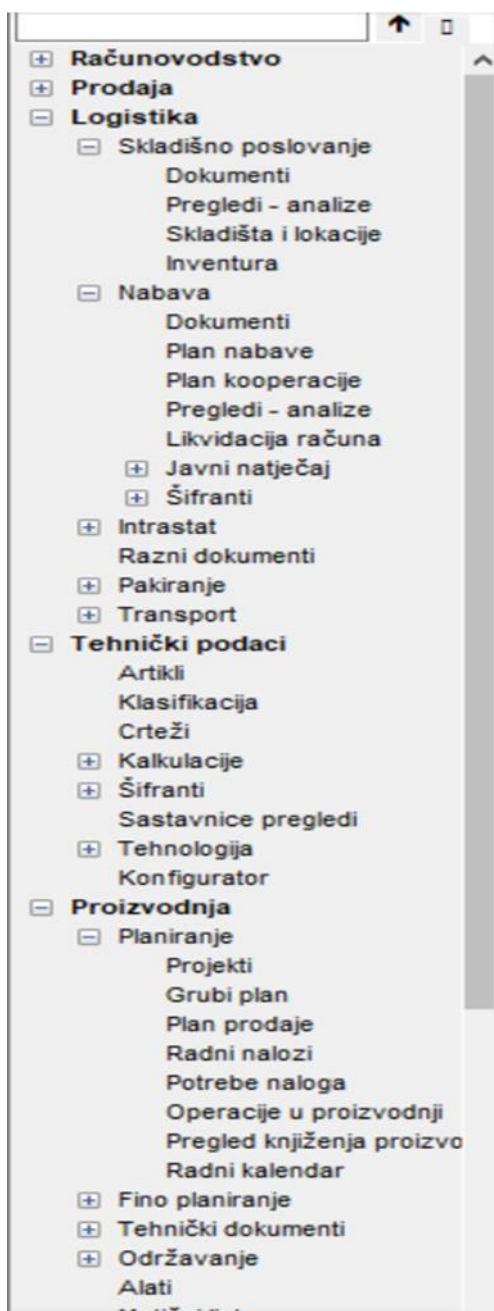
GoSoft također omogućuje učinkovito upravljanje resursima. Pomaže u praćenju i upravljanju zalihama tvrtke, osiguravajući da su ispravni dijelovi dostupni kad su potrebni za proizvodnju. To, zauzvrat, pomaže u sprječavanju kašnjenja i optimizaciji iskorištavanja resursa.

Osim toga, softver omogućuje tvrtki praćenje i održavanje osnovnih podataka, kao što je sastavnica materijala (BOM), što je ključno za konfiguraciju proizvoda. Dakle, ERP omogućava praćenje svih promjena u strukturi proizvoda, uključujući otvaranje novih vršnih šifri i promjene konfiguracije proizvoda. Ona osigurava da se ispravni dijelovi koriste u svakom proizvodu i olakšava promjene koje se mogu dogoditi tijekom procesa proizvodnje.

Također, jedan od ključnih elemenata ERP sustava u tvrtki DOK-ING je praćenje vremenskih rokova i upravljanje "buffer time-om" između vremena završetka proizvoda i vremena isporuke. "Buffer time" osigurava dovoljno vremena za eventualna tehnička ispitivanja ili dodatne provjere koje klijenti zahtijevaju. Dakle, ERP prati i upravlja ovim vremenima kako bi se osigurala pravovremena isporuka. Informacijski sustav GoSoft čini temelj za optimizaciju poslovanja DOK-ING-a, podržavajući integraciju, automatizaciju i učinkovitu komunikaciju unutar tvrtke i s klijentima. Tako se osigurava da DOK-ING uspješno obavlja složene vojne projekte i ostvaruje visoke standarde kvalitete. Na slici 12. prikazani su moduli koji se koriste u GoSoftu kao što su logistika (skladišno poslovanje, nabava, pakiranje, transport..), tehnički



podaci (artikli, crteži, kalkulacije, sastavnice, tehnologija..), proizvodnja, analize, računovodstvo te prodaja.



Slika 12. Prikaz dostupnih modula u GoSoftu

Moduli logistike omogućuju efikasno upravljanje i praćenje opskrbe, skladišta i isporuka, osiguravajući pravodobno dostavljanje proizvoda. Moduli proizvodnje omogućuju planiranje i kontrolu proizvodnih procesa, osiguravajući optimizaciju resursa. Modul tehničkih podataka omogućuje pohranu i upravljanje tehničkim informacijama o proizvodima, uključujući

specifikacije, crteže, i druge tehničke dokumentacije. Računovodstveni moduli omogućuju praćenje financijskih transakcija i izradu financijskih izvještaja. Moduli prodaje omogućuju upravljanje prodajnim procesima i praćenje interakcija s kupcima. Moduli analize pružaju alate za prikupljanje i analizu podataka kako bi se donosile informirane poslovne odluke.

### 3.3.2. Nabava

Nabava, kao dio procesa logistike, zadužena je za pravovremeno zadovoljavanje određene količine zaliha na skladište kako bi proizvodnja mogla neometano izvršavati svoje radne naloge. U tvrtki DOK-ING, nabava se obavlja u softverskom paketu GoSoft.

Nabavne potrebe u GoSoft-u se generiraju samostalno putem dokumenta N00- zahtjev za nabavu ili u vezi s modulom planiranja materijala (MRP).

Samostalno se nabava pokreće ručnim kreiranjem dokumenta N00, zahtjeva za nabavu u kojem se navodi mjesto troška odjela tražitelja, koji je ujedno i korisnik predmeta nabave. Takvi artikli, poput potrošnog materijala, HTZ opreme, mjerne i specijalne opreme, IT opreme, sitnog inventara, osnovnih sredstva i sl., se naručuju sa dokumentom nabave N02, zaprimaju na skladište sa primkom S06, a raspisuju sa pripadajućim izdatnicom.

MRP generira plan nabave i kooperacije koristeći planove prodaje i proizvodnje, s time da je omogućeno također i ručno interveniranje u plan.

MRP svakih 24 sata obavlja automatski analizu potreba, tzv. preplaniranje, uzimajući u obzir sve potrebe radnih naloga u proizvodnji i naloga prodaje rezervnih dijelova, zalihe na skladištima, kao i artikle u dolasku (naručene).

U prozoru GoSoft-a „Plan nabave“ i „Plan kooperacije“ omogućen je pregled svih planskih radnih naloga nabave, te se iz njega kreiraju upit za narudžbe i na kraju same narudžbenice prema dobavljačima.

„Plan nabave“ se kreira za artikle, tzv. nabavne artikle, čija je nabava određena samim nazivom artikla ili kataloškim brojevima proizvođača navedenim u nazivu i/ili opisu šifre, kao i za artikle koje se izrađuju i isporučuju prema nacrtima naručitelja.

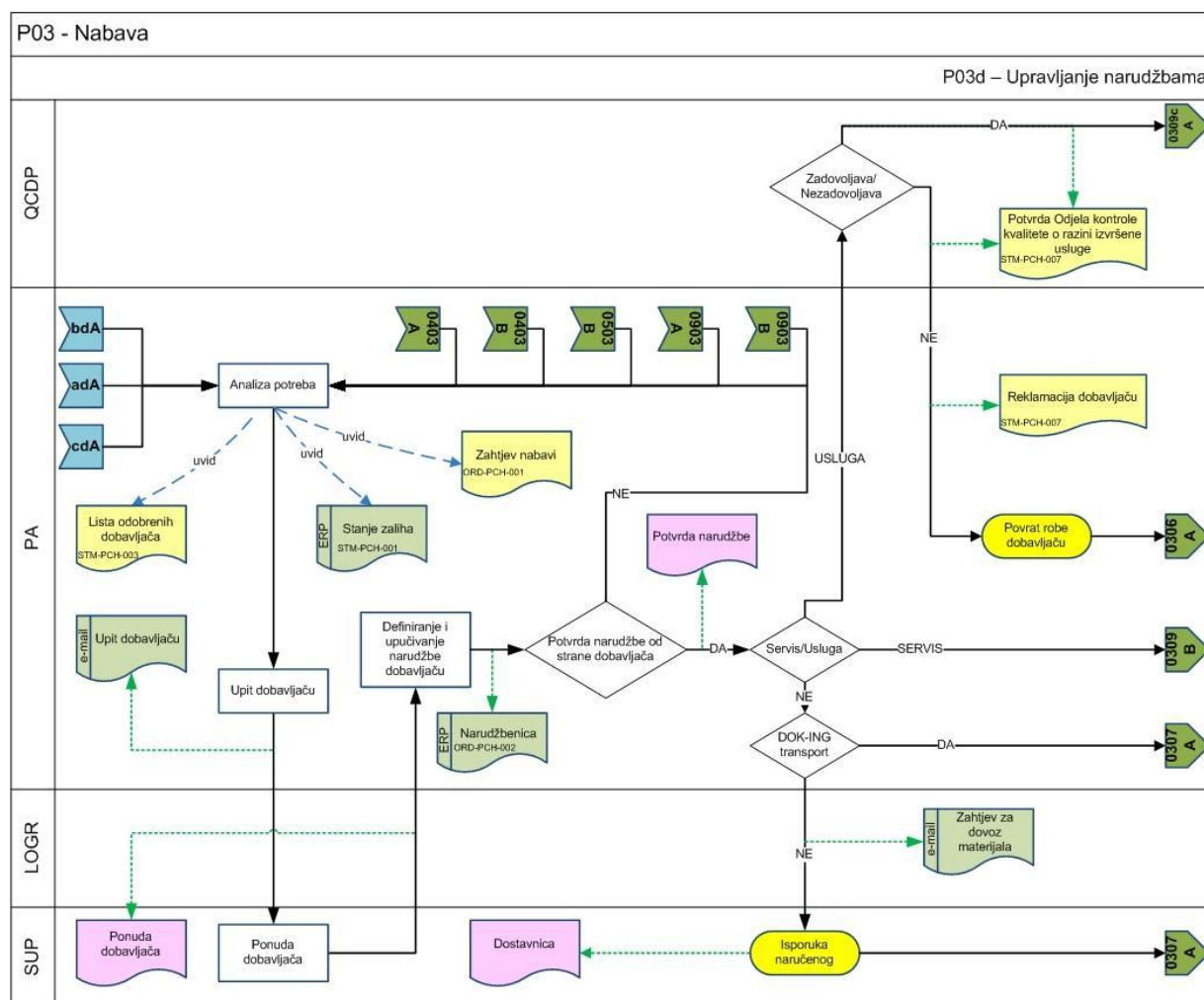
„Plan kooperacije“ je popis operacija (vezanih za radno mjesto RM 35) za proizvodne artikle za koje naručitelj nema tehnologiju izrade u vlastitom aranžmanu, tj. obavljaju se kod kooperanta. Pored planskih naloga nabave, u prozoru „Plan nabave“ je moguće ručno intervenirati dodavanjem dodatnih naloga nabavi, kako bi se osigurala dodatna količina artikala, npr. sigurnosna zaliha za razvojne projekte ili za prodajne aktivnosti rezervnih dijelova za koje postoji velika vjerovatnost prodaje (ali nema narudžbe prodaje).

Kod sljedećeg preplaniranja programski paket preračunava novonastale odnose koje je uzrokovala nabava ručnom intervencijom.

Sigurnosna zaliha se promatra neovisno o minimalnim zalihama (automatika preko MRP), kao i potrebama proizvodnih radnih naloga (automatika preko MRP) i prodajnih potreba rezervnih dijelova generiranih iz dokumenta narudžba prodaje (automatika preko MRP).

Nabavni artikli se zadužuju dokumentom S06 – primka po narudžbi N02, a proizvodni po završetku radnog naloga uz kvalitativni i kvantitativni pregled robe od strane tehničke kontrole dokumentom predatnice na skladište proizvodnih artikala.

Sa skladišta se primarno artikli izdaju za potrebe radnih naloga, dokumentom S07-izdatnica u proizvodnju, S28-izdatnica u servis/rez i S29-vlastiti servis/održavanje. Dokument S65, elektronski zahtjev za izdavanje robe sa skladišta po radnom nalogu, kreiraju planeri iz Odjela planiranja i ostali djelatnici ovlaštene od Voditelja proizvodnje. Pored potreba radnih naloga, artikli se izdaju i za potrebe isporuke kupcu dokumentom S37 - otpremnica kupcu na osnovu dokumenta narudžba prodaje P23. Cijeli nabavni proces prikazan je na slici 13.:



Slika 13. Prikaz nabavnog procesa u tvrtki DOK-ING

Može se uočiti da cijeli nabavni proces počinje od analize potreba za materijalom. Analiza potreba za materijalom je proces identifikacije i procjene količina potrebnih materijala kako bi se podržala proizvodnja ili ispunile narudžbe, s ciljem održavanja optimalnih zaliha. Nakon procjene količine potrebnih materijala obavlja se provjera stanja zaliha kako bi se utvrdila dostupnost materijala. Slijedi pregled liste odobrenih dobavljača kako bi se odabrao odgovarajući dobavljač za materijal. Na temelju analize potreba sastavlja se službeni dokument poznat kao "zahtjev za nabavu," koji sadrži specifikacije materijala ili usluge te količinu koja je potrebna za nabavu.

Nakon sastavljanja zahtjeva, šalje se upit dobavljaču kako bi se provjerila njegova dostupnost i cijena materijala. Nakon dobivanja odgovora, stvara se ponuda dobavljača koja sadrži detalje u vezi s cijenom, rokom isporuke i uvjetima.

U slučaju da su uvjeti prihvatljivi, izdaje se narudžbenica kao službeni dokument koji definira količinu i uvjete nabave. Nakon toga, očekuje se potvrda narudžbe od strane dobavljača.

Ako dobavljač potvrdi narudžbu, materijal se naručuje i usluga ili isporuka se obavlja. U slučaju da dobavljač ne potvrdi narudžbu ili ima problema s isporukom, proces može započeti ispočetka analizom potreba i traženjem potencijalnih dobavljača.

Ukoliko je riječ o usluzi, nakon izvršene usluge provodi se kontrola kako bi se osiguralo da je usluga obavljena prema očekivanjima te da zadovoljava tehničke zahtjeve i ispunjava predviđene funkcionalnosti. Usluga se najčešće odnosi na kooperante odnosno vanjske suradnike koji sudjeluju pri doradi nekih proizvodnih artikala. Ako se radi o servisu, postupak završava izvršenjem servisa (ukoliko je potreban neki popravak pristiglog artikla, najčešće poluproizvoda).

Ukoliko je potrebna dostava materijala, tvrtka DOK-ING priprema materijal za isporuku. Ako tvrtka ima svoj transport (isporuka se organizira vlastitim transportom), materijal se šalje prema odredištu. U suprotnom, izdaje se zahtjev za dostavu materijala i izrađuje se dokument dostavnice koji prati isporuku s informacijama o sadržaju, količini i uvjetima isporuke.

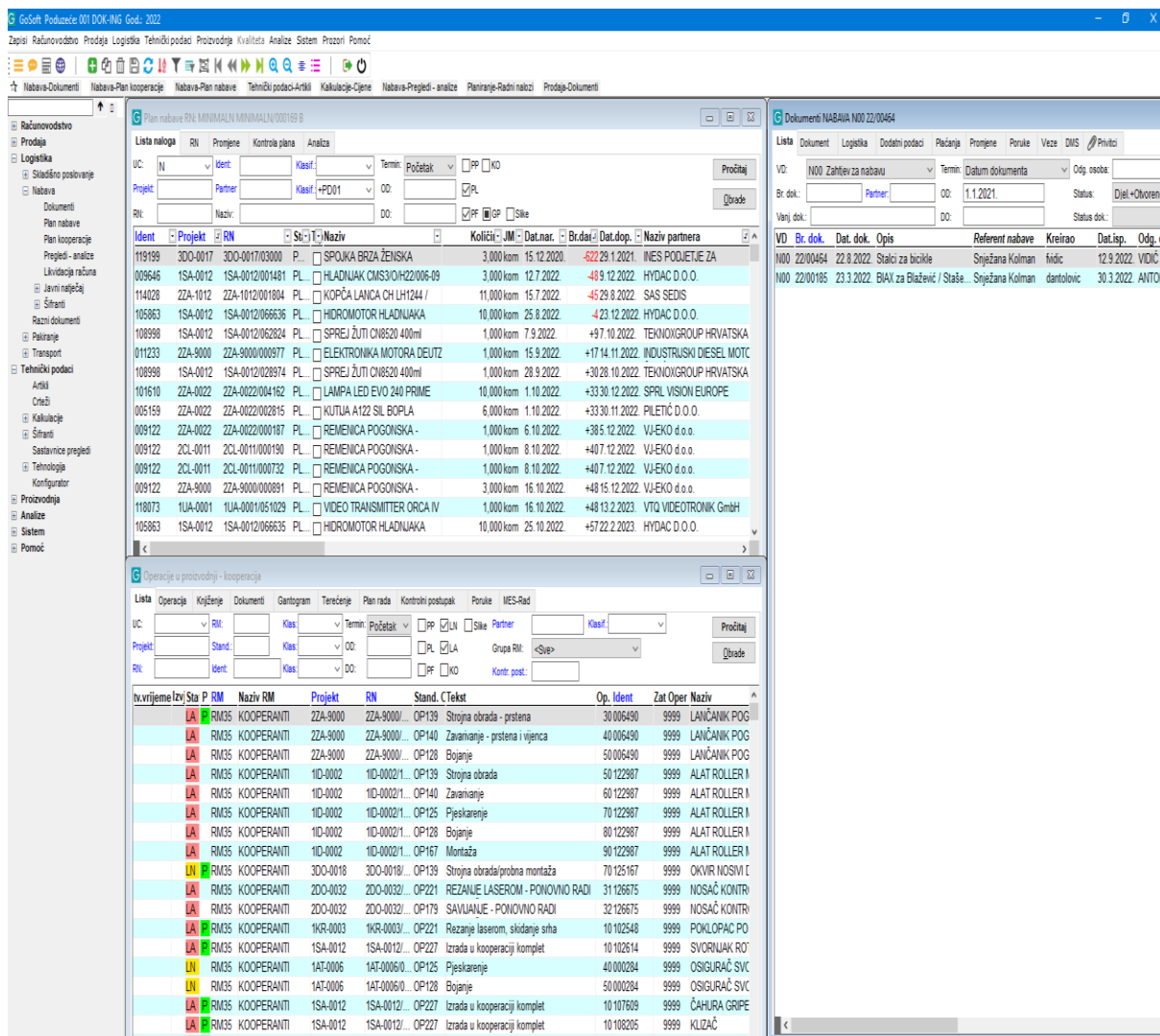
Nakon isporuke, postupak se zaključuje, osim ako nije potrebna kontrola kvalitete ili provođenje reklamacije u slučaju nezadovoljstva.

U tvrtki DOK-ING, proces narudžbe prema dobavljaču se odvija na sljedeći način:

- u Gosoft poslovnoj aplikaciji se automatski generira zahtjev za nabavu kroz naloge nabave u prozoru Plan nabave i Plan kooperacije, putanja u GoSoft-u *Logistika - Nabava*

- Plan nabave ili Plan kooperacije i ručno dokumentom N00- Zahtjev za nabavu, putanja u GoSoft-u Logistika - Dokumenti - VD Dokumenti N00.

Na slici 14. prikazani su prethodno opisani plan nabave, plan kooperacije i zahtjeva za nabavu N00 u GoSoft-u:



Slika 14. Izgled plana nabave (gore), kooperacije (dolje) i zahtjeva za nabavu N00 (desno) u GoSoft-u

Primjeri izrade dokumenata upita dobavljaču i narudžbenice prikazani su na slikama 15. i 16.:

DOK-ING God.: 2023 - [ N01 23/02277 ( Upit dobavljaču ) ]

Prodaja Logistika Tehnički podaci Proizvodnja Kvaliteta Analize Sistem Prozori Pomoć

Nabava-Plan nabave Tehnički podaci-Artikli Nabava-Plan kooperacije Analize-Fin.računovodstvo - pregledi i Skladišno poslovanje-Skladišta i

Lista Dokument Logistika Dodatni podaci Plaćanja Promjene Poruke Veze DMS Privitci

Upit dobavljaču: 23/02277 \* Datum dokumenta: 13.10.2023 \* Opis: Odg. osob

Zahtjev za n Dat. isp.: 5.3.2024 \* Koment.gornji: Koment.do

Partner: 000031 \* HANSA FLEX DOO Transport: Posao:

Primatelj: 000002 DOK-ING d.o.o. Kontakt: Adresa pri

sa danom: 13.10.2023 \* Isporuka: Mjesto dop

Plaćanje: VIRMAN \* Cjenik: NE Neto nabavne cijen Tip PDV: Račun:

Dana za plać.: 60 \* Valuta: EUR Popusti: Poziv:

Rok plaćanja: 4.5.2024 \* Tečaj: 1,000000 Za: 1 Proces: Proces:

Br. Artikl	Naziv artikla	Količina JM	Kč	N.Cij. Dat.plan.	Projekt	Dat.isporuk
1010927	ČEP BLIND XVHLNW13	25,000 kom	A	0,00	1KR-0004	5.3.2024

Slika 15. Dokument „upit dobavljaču“ kreiran u GoSoft-u

DOK-ING God.: 2023 - [<Novi zapis> N02 23/03108 ( Narudžbenica ) ]

Prodaja Logistika Tehnički podaci Proizvodnja Kvaliteta Analize Sistem Prozori Pomoć

Nabava-Plan nabave Tehnički podaci-Artikli Nabava-Plan kooperacije Analize-Fin.računovodstvo - pregledi i Skladišno poslovanje-Skladišta i

Lista Dokument Logistika Dodatni podaci Plaćanja Promjene Poruke Veze DMS Privitci

Narudžbenica: 23/03108 \* Datum dokumenta: 13.10.2023 \* Opis: Odg. osoba:

Upit dobavljaču: N01/23/02277 Dat. isp.: 5.3.2024 \* Koment.gornji: Koment.donji:

Partner: 000031 \* HANSA FLEX DOO Transport: Cestovni \* Posao:

Primatelj: 000002 DOK-ING d.o.o. Kontakt: Adresa prim.:

Ponuda dobavljaču: 003564 \* sa danom: 13.10.2023 \* Isporuka: EXW \* Mjesto dopr.:

Plaćanje: VIRMAN \* Cjenik: NE Neto nabavne cijen Tip PDV: III/1 ulazni PDV RH \* Račun:

Dana za plać.: 60 \* Valuta: EUR Popusti: Poziv:

Rok plaćanja: 4.5.2024 \* Tečaj: 1,000000 Za: 1 Proces: Proces:

Br. Artikl	Naziv artikla	Količina JM	Dat.isporuke	Projekt	N.Cij.	Neto vrijedn.
1010927	ČEP BLIND XVHLNW13	25,000 kom	5.3.2024	1KR-0004	1,00	25,00

Slika 16. Dokument „narudžbenica“ kreiran u GoSoft-u

Upit dobavljaču je inicijalni dokument koji se koristi za zatražiti materijale ili usluge od dobavljača. Kao što se vidi na slici, u upitu dobavljaču navedeni su detalji o potrebama, uključujući broj artikla, naziv artikla, količinu i projekt za koji je materijal potreban, datum isporuke te druge relevantne podatke. To je tzv. „zahtjev za nabavu“ (dokument N00 u tvrtki DOK-ING), ali još nije službena narudžba.

Narudžbenica je pravno obvezujući dokument koji se šalje dobavljaču kako bi se službeno naručili materijali ili usluge. Kao što je vidljivo na slici, ona sadrži specifične informacije o narudžbi, uključujući brojeve artikala, cijene, uvjete isporuke, način plaćanja (rok plaćanja, valuta, cjenik..), informacije o partnerima i drugi detalji.

Kao što je već spomenuto, u tvrtki DOK-ING postoje nabavni i proizvodni artikli. Nabavni artikli su materijali ili proizvodi koje tvrtka nabavlja od vanjskih dobavljača kako bi podržala

svoje operacije za potrebe ispunjenja radnih naloga, a sa krajnjim ciljem ispunjenja vremenskog roka za određeni projekt. Tvrтка DOK-ING je razvojno-projektna tvrtka te je zbog toga vremenska nužnost za ispunjenje projekta iznimno važna. Dakle, to su artikli koje tvrtka kupuje i ne proizvodi sama. Plan nabave obično se odnosi na nabavu ovih artikala i uključuje informacije o tome što se treba nabaviti, količinama, dobavljačima i uvjetima nabave.

Proizvodni artikli su materijali ili proizvodi koji se koriste u samom procesu proizvodnje tvrtke DOK-ING. To su artikli koji se koriste za stvaranje konačnih proizvoda ili usluga. Plan kooperacije uključuje proizvodne artikle po kojemu se određene komponente ili dijelovi proizvoda proizvode ili dobavljaju od strane drugih organizacija ili kooperanata u sklopu proizvodnog procesa.

Svaki proizvodni artikl u tvrtki DOK-ING (koji se mora proizvesti) mora imati opis tehnologije po kojoj se izrađuje, a primjer je prikazan na slici 17.:

ING God.: 2023 - [Ident: 124115 PRIHVAT ALATA - ZAVARENI SKLOP 117-82-01-00-00]

Jaja Logistika Tehnički podaci Proizvodnja Kvaliteta Analize Sistem Prozori Pomoć

Analyze-Fin.računovodstvo - pregledi i Skladišno poslovanje-Skladišta i Skladišno poslovanje-Pregledi - Skladišno Tehnički podaci-Artikli Planiranje-Radni nalozi Tehnologija

Lista Osn. podaci Prodaja Nabava Proizvodnja Dodatni podaci Struktura Tehnologija Crteži Vargante Klasifikacija Cjene Zaliha Planska kartica Strani nazivi Partneri Anali

Postupak Operacija Troškovi Grupa CRP Izvori Privlaci

Grupa: Teh.postupak: KOOP. 7 >>>

Oper	Stand.Oper	Tekst	RM	Naziv RM	rij. pripreme	Vrij. izrade	Za kol.	Škart pripr.	Škart izrade	Tip pomaka	Pomak	Rad. serija
10	OP222	Rezanje Hardox - laser, plazma, plir #15 mm \\dc3corp\Rezaona - razmjena\rezne liste\02_MV-10\Alat MV10 revizija\124115 - PRIHVAT PREDNJEG ALATA - SKLOP.dwg	RM35	KOOPERANTI	0:00:00	0:00:00	1,000					0
20	OP227	Izrada u kooperaciji komplet Strojna obrada Zavarivanje Pjeskarenje Bojanje	RM35	KOOPERANTI	0:00:00	0:00:00	1,000					0
30	OP170	Završna kontrola mehanike -Ispitivanje čvrstoće spoja (provjera pokušajem izbijanja kliznih ležajeva gumenim čekićem, uz primjenu ručne sile)	RM36	Kontrola - INAS...	0:05:00	0:05:00	1,000					0
					0:05:00	0:05:00						

N	Br.	UC	Poz	Veza	Artikl	Naziv	Oznaka	Količina	JM	Za Tehno.	Teh.pro	Napr
0	3	N1	1	Normalna	124039	LEŽAJ KLIZNI	117-10-01-39-0...	12,000	kom	1,000	81886	
0	4	N1	1	Normalna	124330	LEŽAJ KLIZNI 2	117-10-01-40-0...	4,000	kom	1,000	81886	
1	7	P	1	Normalna	124117	PLOČICA SERJUSKA PRIHVAT	102-99-10-00-0...	1,000	kom	1,000	81886	
0	12	N	1	Normalna	123258	ČEP BLIND XVHLNW25		2,000	kom	1,000	81886	
0	13	N	1	Normalna	010427	PRIKLJUČAK XVHS NW 32	CNN-UK-52	4,000	kom	1,000	81886	
1	14	N	1	Normalna	010927	ČEP BLIND XVHLNW13 (M22x1,5)	08-07-00-12	4,000	kom	1,000	81886	

Slika 17. Prikaz tehnološke obrade proizvodnog artikla „prihvat alata – zavareni sklop“

Na ovoj slici prikazan je primjer za proizvodnju artikla „Prihvat alata – zavareni sklop“. Svaka operacija ima svoj broj (npr. 10, 20, 30) što označava redni broj koraka odnosno kontinuiranost



i redosljed izvođenja, te standardni broj operacije (npr. OP 227) koja je unaprijed definirana „podoperacijama“ odnosno tehnološkim postupcima koji su potrebni za proizvodnju tog artikla. Tako sa slike možemo vidjeti da npr. Operacija 20 sa standardnim brojem OP 227 obuhvaća strojnu obradu, zavarivanje, pjeskarenje, bojanje te izradu u kooperaciji na određenom radnom mjestu (RM 35 koje je zapravo radno mjesto kooperanata) te se mogu iščitati drugi relevantni podaci kao što su vrijeme pripreme, vrijeme izvođenja, škart itd. Potrebno je istaknuti da vrijeme pripreme i izvođenja nisu definirani kada se radi sa kooperantima jer se ne može točno predvidjeti njihovo vrijeme za izradu s obzirom na varijetet usluga i kooperacija; dok su vremena koja se rade interno u tvrtki već unaprijed definirana zbog standardizacije. To se može vidjeti na slici 18., gdje je prikazan sličan ali malo detaljnije razrađeni primjer za proizvodni artikl „Ruka Roller lijeva“. Sastoji se od 11 različitih operacija, a svaka operacija sastoji se od nekoliko tehnoloških koraka te je svaka na posebnom radnom mjestu.

Šod.: 2023 - [Artikl: 009402 RUKA ROLLER LIJEVA MV4 MV4-08-03-00-00]

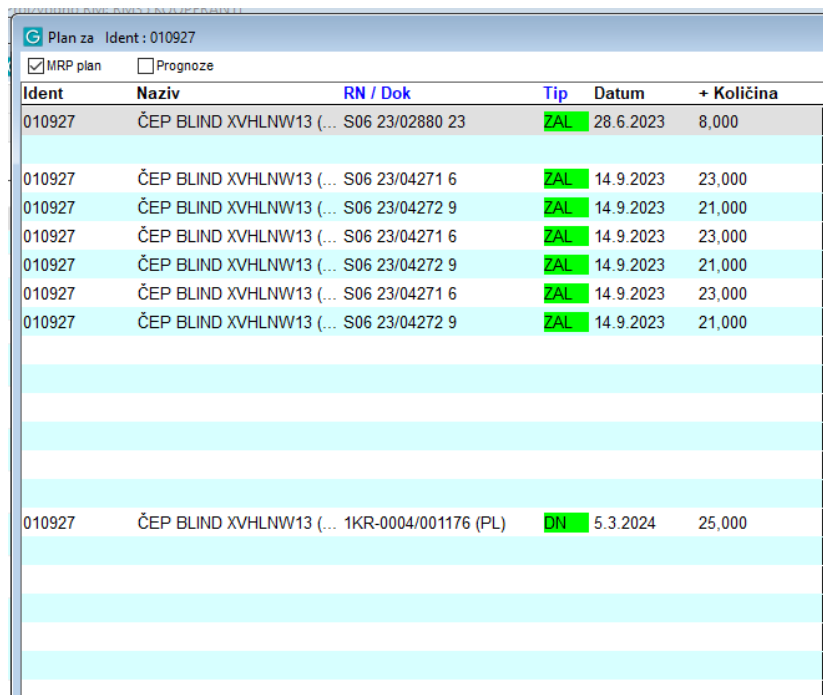
.ogistika Tehnički podaci Proizvodnja Kvaliteta Analize Sistem Prozori Pomoć

Operacija	Nabava-Dokumenti	Nabava-Plan nabave	Tehnički podaci-Artikli	Nabava-Plan kooperacije	Analize-Fin.računovodstvo - pregledi i	Skladišno poslovanje-							
Lista	Osn. podaci	Prodaja	Nabava	Proizvodnja	Dodatni podaci	Struktura	Tehnologija	Crteži	Varijante	Klasifikacija	Cijene	Zaliha	Planska kartic
Postupak	Operacija	Troškovi	Grupa	CRP Izvori	Privitci								
Teh.postupak: PROIZVODNJA KOOP. 3													
Oper	Stand.Oper	Tekst	RM	Naziv RM	rij. pripreme	Vrij. izrade	Za kol.	Škart priprav.	Škart izrade				
10	OP221	Rezanje laserom R:\interne rezne liste\01_MV-4\ROLLER\009402,009 - Ruka lijeva,desna mv4.dwg	RM35	KOOPERANTI	0:00:00	0:00:00	1,000						
20	OP016	Rezanje pilom crno	RM09	PILE STROJNE	0:10:00	0:18:00	1,000						
30	OP029	Tokarenje MV4-11-02-01-02, MV4-11-02-01-01, MV4-11-02-00-07	RM13	TOKARSKI STROJ...	0:20:00	0:20:00	1,000						
40	OP039	Glodanje/Bušenje/Urezivanje navoja	RM15	GLODALICE	0:20:00	1:15:00	1,000						
50	OP039	Rezanje pilom 3mm/Spajanje vijcim	RM15	GLODALICE	0:20:00	0:20:00	1,000						
60	OP029	Tokarenje MV4-11-02-01-02, MV4-11-02-01-01,	RM13	TOKARSKI STROJ...	0:20:00	1:05:00	1,000						
70	OP054	Zavarivanje MIG/MAG	RM19	ZAVARIVANJE MIG/...	0:15:00	6:00:00	1,000						
80	OP175	Izlazna kontrola	RM36	Kontrola - INAS (kav...	0:05:00	0:03:00	1,000						
90	OP125	Pjeskarenje	RM35	KOOPERANTI	0:00:00	0:00:00	1,000						
100	OP128	Bojanje	RM35	KOOPERANTI	0:00:00	0:00:00	1,000						
110	OP170	Završna kontrola	RM36	Kontrola - INAS (kav...	0:05:00	0:20:00	1,000						
					1:55:00	9:41:00							
N	Br.	UC	Poz	Veza	Artikli	Naziv	Oznaka	Količina	JM	Za Tehno.	Te		
0	8	N	1	Normalna	001217	PLOSNATO Č 60x8		3,500	kg	1,000	45640		
0	9	N	1	Normalna	008658	CJEV Č F244,5x12,5 B/Š		4,500	kg	1,000	45640		
0	10	N	1	Normalna	003016	OKRUGLI Č.0562 F200		42,000	kg	1,000	45640		



**Slika 18. Primjer proizvodnog artikla „ruka roller lijeva“ sa tehnološkim postupcima izrade**

Na dnu slika 17. i 18. u posebnom prozoru mogu se vidjeti artikli i materijali te njihova količina koji su potrebni za proizvodni proces. Posebnim klikom na njih otvara se novi prozor u kojemu se može uvidjeti stanje na zalihama tih materijala, prikazano na slici 19. za primjer „čepa blind“. Ukoliko ih nema na zalihama potrebno ih je naručiti zahtjevom za nabavu.



Ident	Naziv	RN / Dok	Tip	Datum	+ Količina
010927	ČEP BLIND XVHLNW13 (... S06 23/02880 23		ZAL	28.6.2023	8,000
010927	ČEP BLIND XVHLNW13 (... S06 23/04271 6		ZAL	14.9.2023	23,000
010927	ČEP BLIND XVHLNW13 (... S06 23/04272 9		ZAL	14.9.2023	21,000
010927	ČEP BLIND XVHLNW13 (... S06 23/04271 6		ZAL	14.9.2023	23,000
010927	ČEP BLIND XVHLNW13 (... S06 23/04272 9		ZAL	14.9.2023	21,000
010927	ČEP BLIND XVHLNW13 (... S06 23/04271 6		ZAL	14.9.2023	23,000
010927	ČEP BLIND XVHLNW13 (... S06 23/04272 9		ZAL	14.9.2023	21,000
010927	ČEP BLIND XVHLNW13 (... 1KR-0004/001176 (PL)		DN	5.3.2024	25,000

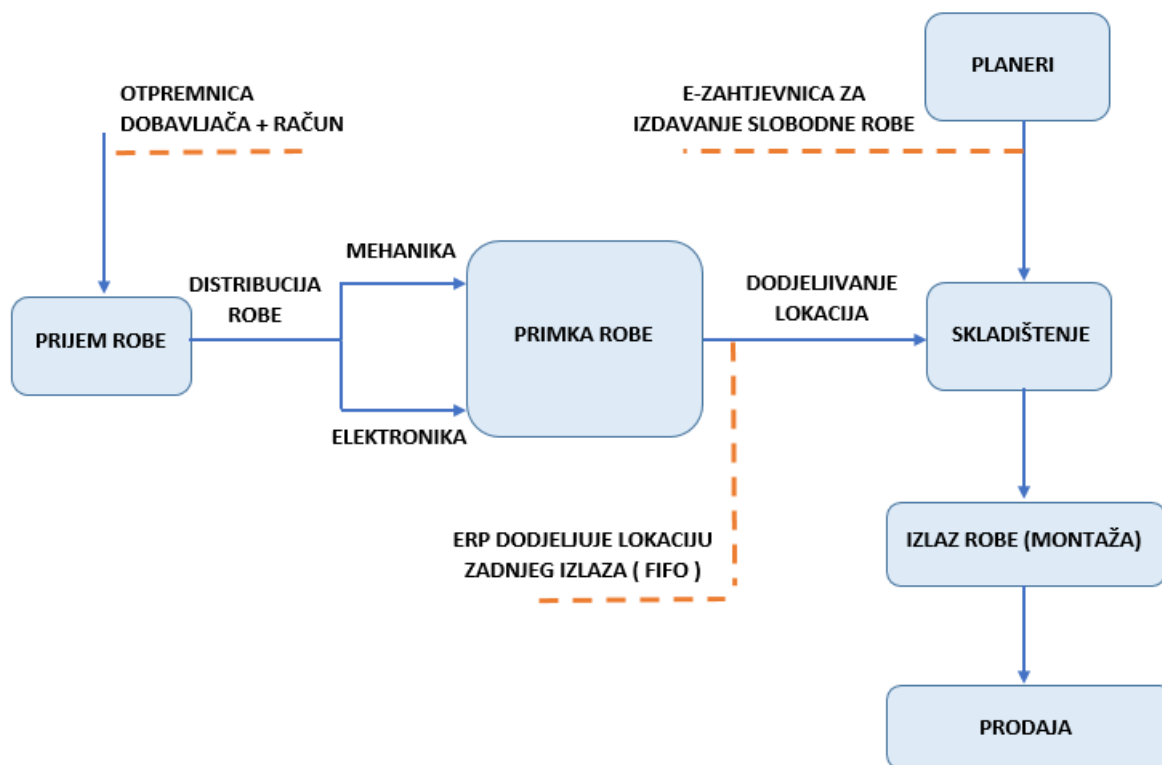
**Slika 19. Stanje zaliha artikala koji su potrebni za izradu proizvodnog artikla**

DOK-ING ima preko 15117 artikala (proizvoda) koji imaju postavljenu razrađenu tehnologiju. Da bi se neki artikl aktivirao u sustavu mora se isti upisati u narudžbu prodaje, a koja generira naloge proizvodnji i nabavi.

Planeri proizvodnje mogu ručnom intervencijom dodati naloge u ERP. Proces ručne intervencije je kontroliran od nadređenih s obzirom da su proizvodni nalozi generatori troška.

### 3.3.3. Rukovanje materijalom

Kao što je već rečeno, rukovanje materijalom je širok proces koji uključuje sve aktivnosti povezane s upravljanjem, transportom, pohranom, i praćenjem materijala i proizvoda unutar logističkog lanca tvrtke. Razrađena shema rukovanja materijalom u tvrtki DOK-ING prikazana je na slici 20.



Slika 20. Shema rukovanja materijalom u tvrtki DOK-ING

Rukovanje materijalom u tvrtki DOK-ING prati složen proces koji započinje s dokumentacijom od dobavljača. Otpremnica i račun su temeljni dokumenti koji su ključni za prijem robe u tvrtki. Otpremnica precizno navodi informacije o isporučenim proizvodima, uključujući količinu i opis, dok račun služi za financijsku evidenciju i plaćanje. Ovi dokumenti omogućuju tvrtki da prati dolazak narudžbe, provjeri kvalitetu i količinu robe, te usporedi primljenu robu s narudžbom. To se izvodi u prvoj fazi koja se zove prijem robe. Dakle, prijem robe označava trenutak fizičkog primitka materijala u tvrtki DOK-ING, te uključuje provjeru isporučene fizičke robe i usporedbu s pratećom dokumentacijom, kako bi se utvrdilo ima li očiglednih odstupanja. Nakon toga, slijedi distribucija robe, gdje se proizvodi smještaju na odgovarajuća skladišta prema vrsti, u ovom slučaju, skladište za *elektroniku* (npr. senzori, ožičenja, kontrolni i upravljački sklopovi, baterije itd.) ili skladište za *mehaniku* (npr. osovine, vratila, ležajevi, okviri i šasijske, razni alati itd.). Sljedeća Iznimno važna faza u ovom procesu je primka robe. Primka ide korak dalje i obično se odvija unutar skladišta ili poslovne organizacije. Ovdje se provode temeljnije provjere i procesi evidentiranja. Podaci o primljenoj robi unose se u sustav

za praćenje zaliha, a fokus je na temeljitoj provjeri i registraciji robe te njezinom pravilnom smještaju u skladištu. Cilj primke robe je osigurati točnost i kvalitetu primljene robe i pripremiti je za skladištenje ili upotrebu. Dakle, u tvrtki DOK-ING, primka se sastoji od temeljite provjere isporučene robe kako bi se utvrdila njezina usklađenost s otpremnicom (provjera količine, stanja proizvoda te se traže eventualna oštećenja). U slučaju bilo kakvih nesukladnosti između isporučene robe i otpremnice, kontaktira se odjel nabave u tvrtki kako bi se razjasnila situacija. Važno je napomenuti da u slučaju nesukladnosti robe, primka se ne može izvršiti, a time se ne može ovjeriti račun i dati na knjiženje u financije. Nakon što je roba primljena i provjerena, ERP sustav tvrtke DOK-ING, GoSoft, dodjeljuje lokaciju zadnjeg izlaza (FIFO; first-in, first-out). Dodjeljivanje "zadnjeg izlaza" u kontekstu ERP sustava znači da sustav prati redoslijed isporuka i skladištenja robe tako da proizvodi koji su stigli prvi (prvi su ušli u skladište) budu prvi isporučeni (prvi su na putu prema izlazu iz skladišta). Dakle, zadnji izlaz označava lokaciju na kojoj će roba biti smještena dok ne bude spremna za distribuciju ili upotrebu. Ova dodjela lokacija ključna je za učinkovito praćenje i upravljanje zalihama u tvrtki DOK-ING.

Također je značajna i uloga planera. Planeri tvrtke DOK-ING prate stanje zaliha i izdaju e-zahtjevnice za izdavanje slobodne robe. E-zahtjevnica je dokument koji omogućuje praćenje razlike između zaliha na skladištu i zaliha definiranih u sustavu za upravljanje materijalima (MRP). Ova e-zahtjevnica precizno određuje vrstu robe ovisno o tipu radnog naloga odnosno ima predefimirani izlaz robe u ovisnosti o tipu radnog naloga, budući da svaki tip radnog naloga ima svoju shemu kontiranja i praćenja troškova, što znači da se svaka izdatnica (dokument koji služi za praćenje i evidenciju izdavanja robe iz skladišta) različito kontira u financijskim evidencijama. Kontiranje je bitno za tvrtku DOK-ING jer se tim postupkom dodjeljuju odgovarajuće financijske kategorije ili računi transakcijama kako bi se pratili i klasificirali financijski aspekti poslovanja, omogućujući pravilno knjiženje i izvještavanje o financijskim aktivnostima tvrtke. Time se bavi financijski odjel tvrtke.

Nakon uspješne primke i izdavanja robe, slijedi skladištenje na odgovarajućim lokacijama prije nego što proizvodi budu montirani. Montaža u tvrtki DOK-ING predstavlja ključnu fazu u cjelokupnom procesu rukovanja materijalom. Ova faza označava završni korak u pretvaranju sirovih materijala, elektroničkih i mehaničkih komponenata u funkcionalne proizvode. Montažni proces obuhvaća niz operacija, poput spajanja elektroničkih sklopova, instaliranja mehaničkih dijelova, provođenja testiranja i inspekcija kako bi se osigurala sukladnost s tehničkim specifikacijama i standardima. Ovo je posebice bitno jer se u tvrtki DOK-ING rade složeni proizvodi, ovisno o projektu i razvojnim rješenjima, a s ciljem transformacije komponenti i dijelova u visokokvalitetne proizvode koji se koriste u složenim vojnim

operacijama. Nakon montaže, proizvodi su spremni za prodaju, što označava krajnji korak u procesu rukovanja materijalom u tvrtki DOK-ING. Tvrtka DOK-ING najčešće prodaje svoje proizvode i radi projekte za vojnu industriju i srodne sektore. Njezini proizvodi, kao što su robotski sustavi za protuminsko djelovanje, oprema za protuterorističke aktivnosti i drugi autonomni sustavi, često su namijenjeni oružanim snagama, policijskim i specijalnim postrojbama te drugim organizacijama koje se bave sigurnosnim i vojnim operacijama. Konkretni kupci i partneri mogu varirati ovisno o pojedinim projektima i narudžbama, a tvrtka DOK-ING je prisutna u više od 40 zemalja širom svijeta, Neki od ključnih partnera su vojska Sjedinjenih Američkih Država, Kraljevina Saudijska Arabija, Australija, Vlada Sri Lanke, te poduzeće Anglo American Platinum za potrebe rudarske industrije. Važno je napomenuti da DOK-ING svoje proizvode i rješenja prilagođava specifičnim potrebama i zahtjevima svojih klijenata i partnera, što čini tvrtku globalnim liderom u proizvodnji robotskih i autonomnih sustava za različite sektore.

Također, jedan od ključnih procesa koji spadaju pod logističku aktivnost rukovanja materijalom u tvrtki DOK-ING, je proces planiranja i upravljanja proizvodnjom i isporukom. Proces obuhvaća sljedeće korake:

1. *Planiranje proizvodnje (Forecast Plan):* Ovaj korak uključuje donošenje odluke o tome koji proizvodi će biti uključeni u proizvodnju, a donosi se plan proizvodnje, poznat kao "forecast plan". Plan proizvodnje temelji se na zahtjevima prodaje (prodaja je inicijator) i obuhvaća plan isporuke strojeva prema potpisanim ugovorima, ali također i prema najavama i budućim potrebama. Ova razlika je ključna jer se proizvodi koji se isporučuju prema najavama neće proizvoditi odmah, već će se pričekati na konačni zahtjev od kupca. Ovo omogućuje tvrtki da unaprijed planira svoju proizvodnju i isporuku kako bi zadovoljila potrebe klijenata.
2. *Unos vršnih artikala i CTRO testiranje:* Vršni artikli (šifre stroja) predstavljaju proizvode s kompletnom konfiguracijom i strukturom koji govore što je uključeno u taj proizvod. Svaki vršni artikl ima svoje jedinstvene karakteristike, uključujući tehničke specifikacije, popis komponenata, vrstu materijala i sve potrebne informacije za njegovu proizvodnju. Ovaj korak je izuzetno važan jer osigurava da se svaki proizvod proizvede u skladu s definiranim specifikacijama, čime se postiže kvaliteta proizvoda i dosljednost u svim proizvodima. U ovom koraku, ključna je uloga i CTRO testiranja. CTRO testiranje je postupak ispitivanja i osiguranja kvalitete komponenata koje se koriste u proizvodima, kao i same proizvode. CTRO testiranje je ključno za osiguranje

da proizvodi ispunjavaju visoke standarde kvalitete i pouzdanosti. Tijekom CTRO testiranja, proizvodi se podvrgavaju različitim testovima i inspekcijama kako bi se provjerila njihova funkcionalnost, performanse i pouzdanost. Ovi testovi mogu uključivati električna i mehanička ispitivanja, testiranje na terenu te druge specifične testove ovisno o vrsti proizvoda. Cilj je identificirati eventualne nedostatke ili probleme u proizvodnji te ih ispraviti prije nego što proizvod ode u fazu isporuke. CTRO testiranje je ključno za tvrtku DOK-ING jer se provjeravaju tehničke specifikacije i osigurava da proizvodi udovoljavaju svim potrebnim zahtjevima. U otprilike 80% slučajeva, nakon što DOK-ING proizvede gotov proizvod, klijenti često traže dodatna ispitivanja. Za ova dodatna ispitivanja angažiraju se specijalizirane tvrtke, poput Hrvatskog centra za testiranje, razvoj i obuku (HCR-CTRO). HCR-CTRO jedina je tvrtka u Hrvatskoj koja ima akreditaciju Hrvatske akreditacijske agencije za certificiranje strojeva za razminiranje, detektora metala, pasa za detekciju mina i osobne zaštitne opreme u skladu s normom HR EN ISO/IEC 17065:2013. Važno je napomenuti da datum završetka CTRO testiranja može biti različit od datuma isporuke jer se testiranje može provesti u sklopu pripreme za isporuku. Također, važno je napomenuti da vrijeme završetka konačnog proizvoda (projekta) nije isto kao i vrijeme isporuke. To je zato jer tvrtka DOK-ING često uzima „buffer time“. Buffer time („vrijeme zaštite“) je razdoblje koje se dodaje u raspored ili vremenski okvir planiranja kako bi se kompenzirala moguća kašnjenja, promjene ili neočekivani događaji tijekom projekta, a u 90% slučajeva se to vrijeme koristi kako bi se zadovoljili zahtjevi klijenata za dodatnim tehničkim ispitivanjima ili potrebama za prilagodbama, a sve s ciljem osiguranja najviše kvalitete proizvoda jer je naposljetku najbitnije zadovoljstvo kupaca te sigurnost i pouzdanost takvih sustava pri raznim vojnim operacijama.

3. *Uloga Project Managera (PM):* Project Manageri (voditelji projekta) su ključni akteri u tvrtki DOK-ING i odgovorni su za koordinaciju različitih aspekata projekata. PM-ovi surađuju s inženjerima (posebno razvojnim inženjerima i tehnologima) i konstruktorima kako bi otvorili nove vršne šifre za proizvode. To znači da definiraju nove artikle koji će biti dio ponude tvrtke. Ako je potrebno, PM-ovi mogu tražiti promjene u strukturi postojećih proizvoda kako bi se osigurala maksimalna funkcionalnost i kvaliteta. Osim toga, PM-ovi su odgovorni za praćenje statusa i napretka projekata te osiguravaju da se svi zadaci izvršavaju u skladu s postavljenim rokovima. Dakle, PM-ovi su ključni

čimbenik u osiguravanju da projekti unutar tvrtke DOK-ING budu uspješni, učinkoviti i pravodobni.

4. *ERP i upravljanje nalogom*: Kao što je već i prije objašnjeno, ERP sustav, poput GoSoft-a, igra ključnu ulogu u upravljanju cijelim procesom. ERP sustav ima zadatak raspodijeliti sve naloge za rad i upravljati cjelokupnom strukturom proizvodnje. Ovo uključuje izdavanje naloga za izradu komponenata, montažu proizvoda i provođenje testiranja. ERP sustav također osigurava da su sve komponente i dijelovi dostupni kada su potrebni, čime se optimizira proizvodni proces.

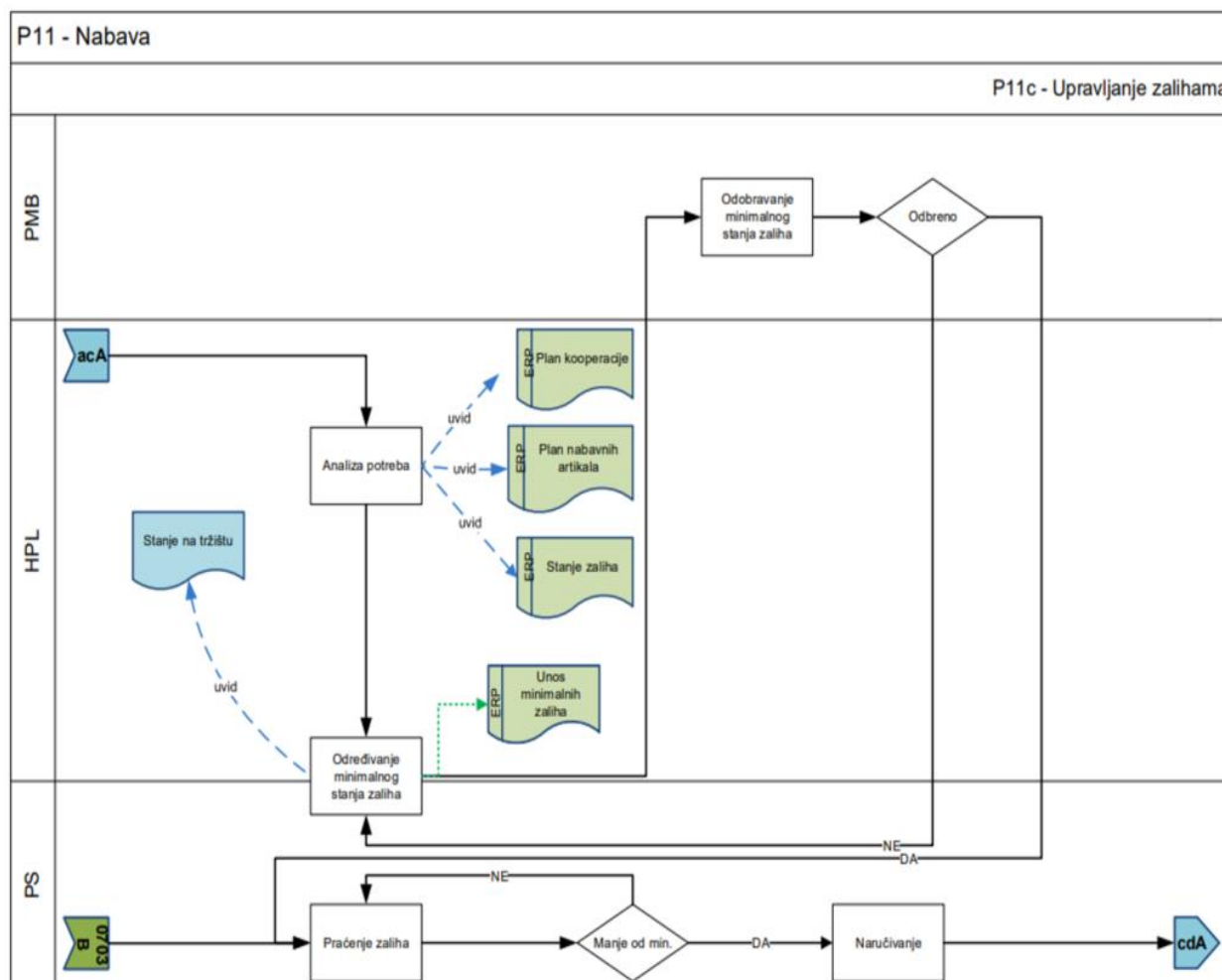
Ovaj integrirani pristup omogućava DOK-ING-u učinkovito planiranje, upravljanje i izvršavanje proizvodnje te pravilno upravljanje projektima za vojnu industriju, što ujedno predstavlja i potproces uspješnog rukovanja i toka materijala u tvrtki.

#### **3.3.4. Upravljanje zalihama**

Ovaj odjeljak će općenito opisati upravljanje zalihama u tvrtki DOK-ING, te pružiti osnovne informacije o načinu funkcioniranja i ključnim značajkama logističke aktivnosti kao takve. Detaljna analiza i prijedlog za optimizaciju bit će pruženi u poglavlju 5., koristeći praktičan primjer odabirom neke sirovine ili proizvoda koji se koristi u tvrtki DOK-ING.

Upravljanje zalihama u tvrtki DOK-ING ključno je za osiguranje učinkovitog poslovanja. Proces upravljanja zalihama započinje analizom potreba koja uključuje temeljite uvide u planove kooperacije s partnerima, potrebe za nabavom različitih artikala te trenutno stanje zaliha. Ovi uvidi su od suštinskog značaja jer omogućuju tvrtki DOK-ING da precizno odredi potrebne količine zaliha kako bi udovoljila zahtjevima svojih partnera i tržišta. Stanje na tržištu također igra ključnu ulogu u određivanju minimalnih stanja zaliha jer omogućuje tvrtki da se prilagodi promjenama u potražnji i opskrbi. Minimalne zalihe se automatski određuju putem ERP sustava, u ovom slučaju, GoSoft-a, koji u svojim osnovnim podacima artikla sadrži tu opciju. Nakon određivanja minimalnog stanja zaliha, postupak zahtijeva odobrenje tog stanja. Ukoliko se odobri, proces se nastavlja s praćenjem stanja zaliha. U slučaju da se praćenjem utvrdi da su zalihe pale ispod minimalnih vrijednosti, pokreće se postupak naručivanja kako bi se osiguralo neprekinuto opskrbljivanje. S druge strane, ako su zalihe na zadovoljavajućoj razini, proces se nastavlja s redovitim praćenjem, osiguravajući da se inventar održava na optimalnim razinama. Upravljanje zalihama u tvrtki DOK-ING odvija se na specifičan način jer se radi o projektno- razvojnoj tvrtki koja ne provodi serijsku proizvodnju kao većina drugih

proizvodnih poduzeća što znači da u takvom okruženju nema jednostavno definiranih optimalnih zaliha jer se potrebe za komponentama i materijalima stalno mijenjaju u skladu s trenutnim (i budućim) projektima i uvjetima na tržištu. Dakle, upravljanje zalihama u tvrtki DOK-ING prilagođeno je projektnom okruženju, te se temelji na temeljitim analizama potreba i dinamici tržišta kako bi se osigurala prilagodljivost i optimalno upravljanje zalihama. Proces upravljanja zalihama u tvrtki DOK-ING prikazan je na slici 31:



Slika 21. Shematski prikaz procesa upravljanja zalihama u tvrtki DOK-ING

U tvrtki DOK-ING, osim minimalnih zaliha koje određuje ERP sustav, postoji niz drugih vrsta zaliha koje se pažljivo upravljaju u skladu sa specifičnostima poslovanja.

Sigurnosne zalihe definiraju se ručno putem plana nabave, a odluke o tome donose različite osobe kao što su project manageri, planeri, odjel logistike i nabave ili drugi djelatnici koji su uključeni u taj kontrolirani proces.

Pored minimalnih i sigurnosnih zaliha, postoji mogućnost definiranja i maksimalnih zaliha, no takav pristup primjenjuje se isključivo kod potrošnog materijala za proizvodnju koji se ne nalazi u strukturi samih strojeva, a ima stalni obrtaj kao što su ulja, maziva, brusni papir i slično.

Također, u tvrtki DOK-ING koriste se i špekulativne zalihe, ali samo u situacijama kada postoji nagovještaj poremećaja opskrbe npr. utjecaj pandemije i rata u Ukrajini. Pandemija je uzrokovala poremećaje u globalnim lancima opskrbe, s obzirom na zatvaranje tvornica i smanjenje proizvodnje u mnogim dijelovima svijeta. Isto tako, sukobi u Ukrajini utjecali su na dostupnost određenih sirovina ili komponenata s obzirom na geopolitičke napetosti. Kako bi se nosio s takvim izazovima, DOK-ING je morao koristiti špekulativne zalihe kako bi osigurao neprekidnu opskrbu ključnim materijalima i komponentama, s ciljem održavanja kontinuiteta proizvodnje i ispunjavanja obveza prema kupcima, čime se osigurava stabilnost i pouzdanost u poslovanju. Sve u svemu, rat u Ukrajini je pozitivno utjecao na poslovanje tvrtke zbog povećane potražnje iako se počela stvarati sve veća konkurencija zato što su druge države i tvrtke počele ulagati u nuklearno-vojni razvoj. Svakako, tvrtka DOK-ING je i dalje preteča među ostalim europskim konkurentima te gradi svoje odnose s dobavljačima kao partnerima u poslovanju, stoga oni igraju značajnu ulogu u obavješćivanju o potencijalnim poremećajima u opskrbi.

Nadalje, bitno je spomenuti nekurentne zalihe u tvrtki DOK-ING. Nekurentne zalihe predstavljaju one zalihe koje nisu imale promet unazad četiri godine, nemaju planiran izlaz u tekućoj ili idućoj godini, ne nalaze se u katalogu rezervnih dijelova i obvezni su ih zadržavati na stanju zbog ugovornih obveza prema kupcima. Ovako označeni artikli spadaju u kategoriju "mrtvih zaliha." U okviru upravljanja zalihama, važno je napomenuti da Odjel razvoja pri kreiranju novih strojeva ne uzima u obzir stare zalihe zbog njihove nedostupnosti na tržištu, primjerice, za elektromotore, čipove i elektroniku (segment koji se brzo zastari). S druge strane, artikli poput lima, vijaka itd., mogu biti uzeti u obzir zato što se radi o standardiziranim dijelovima kojima je krivulja tehnološkog napretka dosta blaga što znači da takve zalihe imaju dugi vijek trajanja i ne spadaju pod nekurentne zalihe. Budući da je DOK-ING razvojna tvrtka, značajan udio zaliha čine nekurentne zalihe, s obzirom na kontinuirane nadogradnje i poboljšanja postojećih proizvoda i razvoj novih strojeva. Tijekom godišnjeg poslovnog planiranja, predviđa se trošak otpisa zaliha, a zalihe koje nisu potrebne ili se smatraju nekurentnima moraju se uredno zbrinuti.

Sljedeća bitna stvar vezana za upravljanje zalihama je starost zaliha. Starost zaliha je ključna informacija u tvrtki DOK-ING jer pomaže u praćenju i upravljanju tih zaliha, što je od iznimne važnosti za projektne tvrtke poput DOK-ING-a koja nema *serijsku proizvodnju*, već se *orijentira na projekte za vojnu industriju*. Starost zaliha označava koliko je vremena prošlo od



trenutka kada su sirovine i nabavni artikli postavljeni u skladište, a ključno je znati koliko dugo određene stavke zaliha ostaju neprodane ili neiskorištene kako bi se izbjegli nepotrebni troškovi i gubici. informacije o starosti zaliha u Dokingu prikazana je u tablicama 3. i 4.:

**Tablica 3. Starost zaliha (sirovine i materijal – nabavni artikli) u tvrtki DOK-ING**

<b>Sirovine i materijal – nabavni artikli (001)</b>	Odnos sa prosječnim stanjem zaliha
<b>0-30 dana</b>	12%
<b>30-60 dana</b>	10%
<b>60-90 dana</b>	7%
<b>90-120 dana</b>	6%
<b>120-180 dana</b>	9%
<b>180-365 dana</b>	22%
<b>Od 1 do 2 godine</b>	20%
<b>Od 2 do 3 godine</b>	4%
<b>Od 3 do 4 godine</b>	2%
<b>Više od 4 godine</b>	9%
<b>UKUPNO</b>	100%

**Tablica 4. Starost zaliha (poluproizvodi) u tvrtki DOK-ING**

<b>Poluproizvodi (002)</b>	Odnos sa prosječnim stanjem zaliha
<b>0-30 dana</b>	28%
<b>30-60 dana</b>	10%
<b>60-90 dana</b>	6%
<b>90-120 dana</b>	5%
<b>120-180 dana</b>	7%
<b>180-365 dana</b>	18%
<b>Od 1 do 2 godine</b>	15%
<b>Od 2 do 3 godine</b>	3%
<b>Od 3 do 4 godine</b>	2%
<b>Više od 4 godine</b>	6%

<b>UKUPNO</b>	100%
---------------	------

Najveći postotak zaliha, koji iznosi 22%, odnosi se na stavke zaliha koje su stare između 180 i 365 dana. Ovo znači da je značajan dio zaliha u tvrtki DOK-ING star i nije bio iskorišten ili prodan tijekom dužeg vremenskog perioda. Razlozi za to uključuju činjenicu da se mnogi nabavni artikli nabavljaju s rokovima isporuke do 7 mjeseci, jer se radi o visokokvalitetnim artiklima koje DOK-ING nabavlja direktno iz tvornica poput Hydac, Bosch Rexroth, CAT i Perkins. Rok isporuke i starost zaliha su povezani jer mnogi nabavni artikli u DOK-ING-u imaju dugi rok isporuke, što znači da treba dosta vremena da bi se nabavili i dostavili. Zbog tog dugog vremena isporuke, ti artikli često ostaju u skladištima tvrtke DOK-ING dulje vrijeme, od 180 do 365 dana, prije nego što budu iskorišteni ili prodani. Drugi razlog zadržavanja starih zaliha su reklamacije i povrati. S obzirom na to da su ti artikli visoke vrijednosti i koriste se u projektima za vojnu industriju, DOK-ING mora zadržavati značajne količine zaliha kako bi bio spreman za potencijalne reklamacije i potrebe svojih klijenata. Na primjer, ako se nakon 6 mjeseci korištenja artikla pojavi problem ili neispravnost, DOK-ING mora imati dovoljno zaliha na raspolaganju kako bi brzo zamijenio te artikle bez zastoja u projektima. To je razlog zašto se starija roba često zadržava na zalihama. Također se može spomenuti da poluproizvodi imaju i jako veliki postotak u vremenskom intervalu 0-30 dana, a to je zato što su poluproizvodi vjerojatno specifični za pojedine projekte i projektne zahtjeve, stoga mogu biti brže integrirani u proizvodne procese, te stoga imaju kraće vrijeme na zalihama tj. manju starost. Ukratko, rok isporuke određuje koliko dugo određeni artikli ostaju na zalihama prije nego što budu iskorišteni, a njihova visoka vrijednost i potreba za brzom reakcijom u slučaju problema čine da DOK-ING zadržava starije zalihe kako bi osigurao neprekidnost svojih projekata.

U tvrtki DOK-ING koristi se niz različitih mjera za učinkovito upravljanje zalihama kako bi se osigurala ekonomska isplativost i poslovna učinkovitost. Neki od ključnih pokazatelja i mjera koji se koriste u tvrtki, s ciljem moguće analize upravljanja zalihama te kasnije i mogućnosti poboljšanja, prikazani su u tablici 5.:

Tablica 5. Ključni pokazatelji i mjere pri upravljanju zalihama u tvrtki DOK-ING

<b>Mjere (vrijednosti mil EUR)</b>	<b>Objašnjenje, način obračuna</b>
<b>Ukupni izlaz</b>	<i>Ukupna vrijednost proizvoda ili materijala koji su napustili skladište u promatranom razdoblju.</i>
<b>Ukupni ulaz</b>	<i>Ukupna vrijednost proizvoda ili materijala koji su pristigli na skladište u istom promatranom razdoblju.</i>
<b>Početno stanje promatranog perioda</b>	<i>Vrijednost zaliha na početku promatranog razdoblja.</i>
<b>Završno stanje promatranog perioda</b>	<i>Vrijednost zaliha na kraju promatranog razdoblja.</i>
<b>Prosječno stanje zaliha</b>	<i>Srednja vrijednost zaliha tijekom promatranog razdoblja. Računa se kao: (početno stanje + završno stanje) / 2.</i>
<b>Koeficijent obrtaja artikala promatranog perioda</b>	<i>Mjera koliko često su se zalihe potrošile i obnovile tijekom promatranog razdoblja. Veći koeficijent obrtaja obično ukazuje na efikasnije upravljanje zalihama i bržu prodaju proizvoda. Izračunava se kao: ukupni izlaz / prosječno stanje zaliha.</i>
<b>Dani vezivanja zaliha</b>	<i>Broj dana koji su potrebni da se zalihe potroše. Kada su dani vezivanja niski, tvrtka može brže pretvoriti zalihe u gotovinu. To pomaže u smanjenju troškova skladištenja i povećanju likvidnosti. Izračunava se kao 365 (ako se radi o godini) / koeficijent obrtaja artikala.</i>
<b>Stopa promjene prosječnog stanja zaliha</b>	<i>Mjera koja prati brzinu kojom se prosječno stanje zaliha mijenja tijekom vremena. Ako je stopa promjene visoka, to znači da se zalihe brzo troše i obnavljaju. Niža stopa promjene ukazuje na sporiju dinamiku zaliha. Izračunava se kao geometrijska sredina svih prosjeka u promatranom razdoblju.</i>

Primjer obračuna ključnih mjera i pokazatelja u tvrtki Doking za 2022. godinu prikazan je na sljedećoj slici, slika 22. Potrebno je napomenuti da su brojke pokazne, a ne stvarne zbog očuvanja sigurnosti i tajnosti podataka tvrtke DOK-ING, međutim postupak obračuna (mjere i kalukacije) su identične.

Mjere	2022											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Izlaz vrijednost	100	150	300	150	100	200	600	700	100	50	50	50
Ulaz vrijednost	500	100	100	0	800	50	800	200	600	600	150	100
Početno stanje vrijednost	1000	1400	1350	1150	1000	1700	1550	1750	1250	1750	2300	2400
Završno stanje vrijednost	1400	1350	1150	1000	1700	1550	1750	1250	1750	2300	2400	2450
Prosječno stanje	1200	1375	1250	1075	1350	1625	1650	1500	1500	2025	2350	2425
KO - koeficijent obrtaja	0,08	0,11	0,24	0,14	0,07	0,12	0,36	0,47	0,07	0,02	0,02	0,02
DV - dani vezivanja zaliha	360	275	125	215	405	244	83	64	450	1215	1410	1455
	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
		1,14583	0,90909	0,86	1,25581	1,2037	1,01538	0,90909	1	1,35	1,160494	1,031915
Stopa pada prosječne zalihe u periodu u 2022.godini je iznosila	6,60%											

**Slika 22. Primjer obračuna ključnih pokazatelja pri upravljanju zalihamu u tvrtki DOK-ING**

Primjer izračuna za veljaču:

Izlazna i ulazna vrijednost zaliha određeni su automatski preko ERP-a gdje se bilježi sve što pristigne ili napusti skladište tijekom tog mjeseca.

Početno stanje zaliha je određeno završnim stanjem prethodnog mjeseca, odnosno iznosi 1400 novčanih jedinica što je zapravo završno stanje u siječnju.

Završno stanje zaliha iznosi:

$$\text{početno stanje} - (\text{izlaz} - \text{ulaz}) = 1400 - (150 - 100) = 1350 \text{ n. j.}$$

Prosječno stanje zaliha iznosi:

$$\frac{\text{početno stanje} + \text{završno stanje}}{2} = \frac{1400 + 1150}{2} = 1375 \text{ n. j.}$$

Koeficijent obrtaja (KO) iznosi:

$$\frac{\text{izlaz}}{\text{prosječno stanje}} = \frac{150}{1375} = 0,11$$

Dani vezivanja zaliha (DV) iznose:

$$\frac{\text{broj dana u promatranom razdoblju}}{\text{koeficijent obrtaja}} = \frac{30}{0,11} = 275 \text{ dana}$$

Stopa promjene prosječne zalihe u 2022. godini računa se pomoću formule za geometrijsku sredinu. Prvo je potrebno izračunati geometrijsku sredinu promjena prosječnih zaliha svakog mjeseca te onda pomnožiti sve stope promjene za svaki mjesec kako bi se dobila ukupna geometrijska sredina. U Excelu se to može učiniti pomoću funkcije „GEOMEAN“. Na primjer, stopa promjene za veljaču iznosi:

$$\frac{\text{prosječna zaliha u veljači}}{\text{prosječna zaliha u siječnju}} = \frac{1375}{1200} = 1,1458$$

Nakon što se taj korak ponovi za svaki mjesec, potrebno je pomnožiti sve stope, te ukupna stopa promjene za 2015.godinu iznosi:

$$\text{stopa promjene prosječne zalihe} = \text{GEOMEAN} (1,1458; 0,9091; \dots; 1,0103) = 6,6\%$$

Ako je stopa promjene prosječne zalihe u 2015. godini 6,6%, to znači da se promatra ukupna promjena tijekom cijele godine, uzimajući u obzir prosječne zalihe svih mjeseci (a ne samo početno i završno stanje u toj godini), te to ukazuje na trend dinamike rasta prosječnih zaliha u tom razdoblju. Bitno je napomenuti da to nije apsolutna promjena, već relativna odnosno ukazuje samo na trend rasta ili pada. Ako je stopa pozitivna, to može ukazivati na povećanje zaliha, što može biti korisno ako tvrtka očekuje rast prodaje ili želi osigurati kontinuiranu opskrbu. Međutim, prevelik rast zaliha može dovesti do većih troškova pohrane i smanjenja likvidnosti. S druge strane, negativna stopa promjene zaliha ukazuje na smanjenje zaliha tijekom razdoblja. To može biti dobro ako tvrtka želi smanjiti troškove skladištenja i optimizirati svoje zalihe. Međutim, preveliko smanjenje zaliha može dovesti do problema s dostupnošću proizvoda ili usluga. U svakom slučaju, važno je analizirati stopu promjene zaliha u kontekstu poslovanja tvrtke i njezinih ciljeva. Za tvrtku DOK-ING, koja se bavi projektiranjem i razvojem vojne opreme, stopa rasta prosječnih zaliha može ukazivati na povećanje zaliha materijala, komponenata i opreme zbog viših zahtjeva za projektima i duljih razdoblja isporuke, dok stopa pada može ukazivati na potencijalno opskrbne probleme, kraće rokove isporuke (i izvršenja projekata), te promjenama na tržištu. Vjerojatno postoji više načina obračuna ovog pokazatelja, što ovisi od poduzeća i same branše, ali tvrtka DOK-ING je računala i bilježi na prethodno opisani način.

### 3.3.5. Skladištenje

Skladištenje igra ključnu ulogu u poslovanju tvrtke DOK-ING, posebno s obzirom na njezinu specifičnu djelatnost kao razvojno-projektne tvrtke za vojnu industriju. Tvrtka DOK-ING posjeduje više skladišnih prostora koji su prilagođeni za sigurno skladištenje svojih dijelova i proizvoda. Ovi skladišni prostori obično su podijeljeni u različite sekcije kako bi se omogućila organizacija i laka identifikacija predmeta. Budući da DOK-ING proizvodi različite mehaničke i električne dijelove za svoje projekte, skladištenje ovih komponenti zahtijeva posebnu pozornost. Skladištenje komponenti u skladu s njihovim karakteristikama i potrebama za očuvanjem osigurava da su dostupni za montažu i integraciju u projektima. S obzirom da tvrtka DOK-ING često radi na projektima koji imaju specifične zahtjeve, to znači da skladišta moraju biti fleksibilna kako bi se prilagodila različitim potrebama. Tvrtka često mora skladištiti dijelove i proizvode koji se koriste u vojnim sustavima ili opremi te sukladno tome, moraju udovoljiti strogim standardima i regulativama koje proizlaze iz vojne industrije.

Tvrtka DOK-ING svoju skladišnu infrastrukturu širi na mnoge različite lokacije, često izvan svojeg glavnog pogona. Ovaj pristup omogućuje bolju prilagodljivost i povoljno postavljanje zaliha na geografskim mjestima gdje su potrebne. Često se izvode prelokacije robe, ovisno o potrebama i zahtjevima projekata. To uključuje slučajeve kada je potrebno prebaciti zalihe na lokacije koje su povoljnije za montažu, doradu ili za dugoročno skladištenje.

Sustav praćenja zaliha putem ERP-a igra ključnu ulogu u upravljanju svim skladištima. Tvrtka može isključiti ili uključiti pojedine skladišne lokacije i podlokacije, kao što su identifikacijski brojevi stalaža i police na stalaži, prema potrebama. Kada je određena lokacija isključena, kao što je primjerice skladište za otpremu kupcu (gdje se roba priprema za pakiranje i otpremu), sva roba prenesena na tu lokaciju više nije vidljiva kao dostupna zaliha za proizvodnju. Ipak, ta roba ostaje evidentirana kao zaliha sve dok se ne izradi otpremnica za kupca, a time i odgovarajući račun za tu isporuku. Primjer skladišta u MRP-u, dostupno proizvodnji i prodaji, prikazan je na slici 23.:

**Slika 23. Primjer prikaza skladišta u GoSoft-u (dostupno proizvodnji i prodaji)**

Na slici prikazan je primjer skladišta u okviru modula za upravljanje skladištima u sustavu MRP tvrtke DOK-ING. Ovo specifično skladište ima šifru 001 i nosi naziv "Skladište Repromaterijala." Ovaj naziv sugerira da je riječ o skladištu u kojem se čuvaju osnovni materijali i repromaterijali koji se koriste u proizvodnji. Što se tiče repromaterijala, oni su sirovine, dijelovi ili komponente koje se koriste u proizvodnji finalnih proizvoda. To su temeljni materijali koji čine komponente proizvoda. Na primjer, u kontekstu tvrtke DOK-ING, repromaterijali mogu uključivati elektroničke komponente, čelične dijelove, električne žice i druge osnovne komponente koje se koriste u izradi njihovih proizvoda. Ključna značajka ovog skladišta je činjenica da je uključeno u MRP (Planiranje potreba za materijalima), što znači da svi materijali i zalihe pohranjeni ovdje postaju vidljivi i dostupni za proizvodnju i prodaju. Na slici također se može primjetiti polje "Preuzeta lokacija," što označava mjesto odakle su materijali preneseni u ovo skladište. Ovo polje pruža dodatnu transparentnost o izvoru materijala i njihovom kretanju unutar tvrtke. Dodatna polja na slici uključuju "Konto zaliha," "Konto upotrebe materijala" i "Konto po obračunu." Ova polja omogućuju detaljan financijski nadzor i praćenje svih materijala pohranjenih u skladištu, uključujući i njihovu upotrebu u proizvodnji. Na kraju, tu je i polje "Poskalkulacija (materijal)" koje se koristi za izračun troškova materijala u proizvodnji, kao i kontrolni podaci koji prate i nadgledaju stanje skladišta. U usporedbi s prethodnim primjerom, ovaj drugi primjer predstavlja specifičnu situaciju u DOK-ING-u. Na slici 24. može se vidjeti skladište označeno šifrom 011, poznato kao "konsignacijsko skladište kod kupca." Konsignacijsko skladište predstavlja knjigovodstvenu zalihi u vlasništvu DOK-ING-a, iako se sama roba fizički nalazi u nekoj drugoj državi, kod samog kupca. Radi se o skladištu gdje DOK-ING zadržava vlasništvo nad robom, ali je smješta

od kupca kako bi mu bila uvijek dostupna kad je potrebna. To su uglavnom rezervni dijelovi i materijali koji se koriste za podršku i održavanje proizvoda koje je DOK-ING prodao kupcu. Za praktičnu provedbu ovog modela, DOK-ING i kupac su se prethodno dogovorili o uvjetima korištenja tog skladišta. U praksi, kad kupac treba određeni materijal ili rezervni dio, oni ga preuzimaju iz tog skladišta. Kupac, naravno, dobiva račun za materijal koji je preuzeo, i to je ugovoreni način plaćanja. Za nadzor i upravljanje konsignacijskim skladištem odgovorna je prodaja u DOK-ING-u. Oni prate stanje zaliha, osiguravaju da kupac uvijek ima potrebne materijale na raspolaganju i vode brigu o svim administrativnim aspektima, uključujući izradu faktura. Također, kako bi se osigurala točnost zaliha, svake godine se provodi inventura, što je detaljna provjera stvarnog stanja zaliha naspram evidencije.

IG God.: 2023 - [Skladište: 011 Sir.i mat.na vanjskom sk.]  
ja Logistika Tehnički podaci Proizvodnja Kvaliteta Analize Sistem Prozori Pomoć

Kalkulacije-Cijene Kalkulacije-Cjenici Tehnički podaci-Artikli Prodaja-Plan prodaje Nabava-Plan nabave Skladiš

Lista Osn. podaci Klasifikacija Lokacije Zaliha

Šifra skladišta: 011 \* Upotreba: Aktivan

Naziv skladišta: Sir.i mat.na vanjskom sk. \*

Obračunska jed.: Sirovine i materijal \*

Skladište je uključeno u MRP

Preuzeta lokacija: [dropdown]

Konto zalihe: 3100

Konto upotrebe materijala: [empty]

Konto po obračunu: [empty]

Poskalkulacija: Materijal \*

Kontrolni podaci: [empty text area]

Slika 24. Primjer konsignacijskog skladišta

Sljedeći primjer, prikazan na slici 25., predstavlja još jednu specifičnu situaciju unutar tvrtke DOK-ING, a to je kada se roba nalazi na lokacijama kooperanata, poslovnih partnera tvrtke. Ovakva situacija često se koristi kada postoji potreba za izradom "artikla prema uzorku" ili za uparivanjem komponenata za zadovoljenje specifičnih zahtjeva kupaca. Na primjer, klijent može zahtijevati jedinstvenu konfiguraciju proizvoda koja se ne proizvodi serijalno, pa je

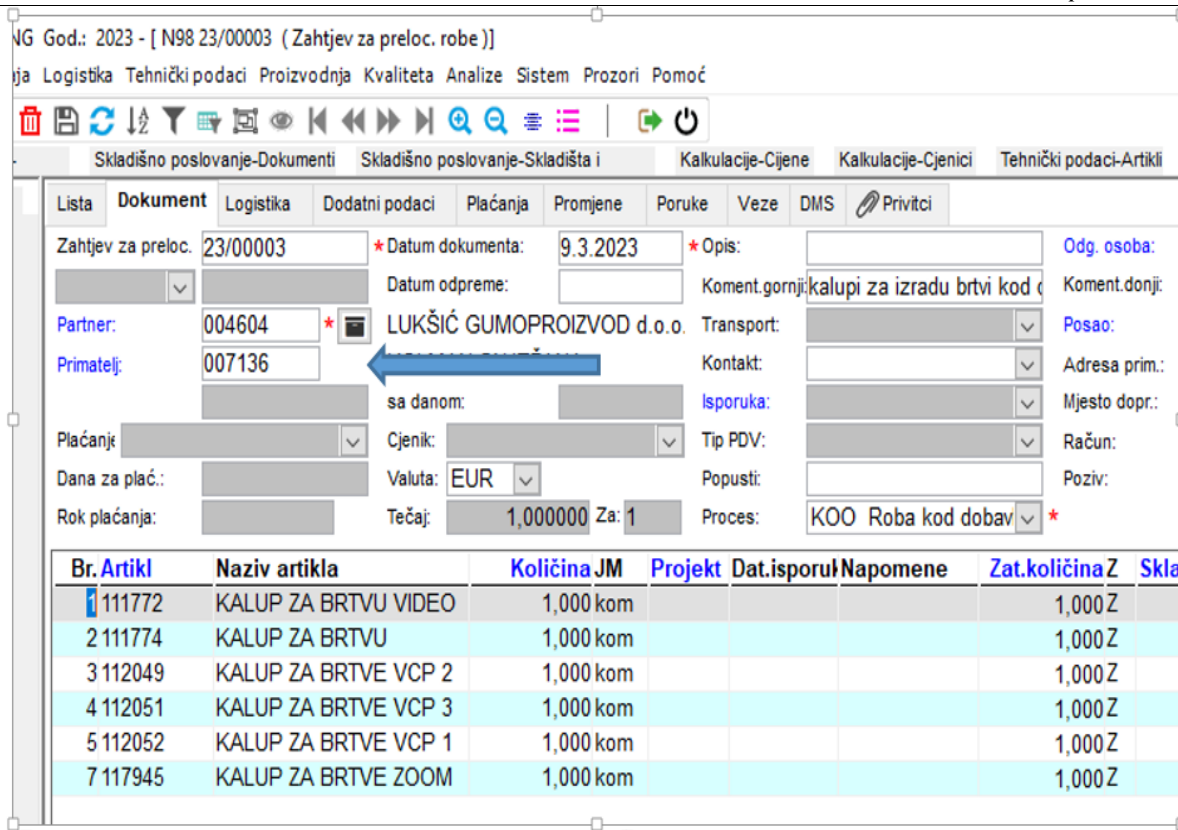


potrebno posebno montirati komponente kako bi se zadovoljili ti zahtjevi. U takvim situacijama, proizvodnja se temelji na dostupnim komponentama koje se čuvaju kod kooperanata. Roba na ovim lokacijama smatra se dostupnom za proizvodnju i vidljivom kao zaliha. Ključna komponenta u upravljanju ovakvim situacijama je upotreba međuskladišnice. Na samoj međuskladišnici, dokumentu koji služi za evidentiranje i praćenje prometa robe između različitih lokacija, unose se detaljni podaci o tome kod koje tvrtke se roba trenutno nalazi i tko je odgovoran za nju u ime tvrtke DOK-ING. To osigurava transparentno praćenje i upravljanje robom koja je privremeno izvan glavnih skladišta tvrtke. Ipak, kako bi se osigurala kontrola i sprječilo neovlašteno izdavanje robe dok se nalazi kod kooperanata, postavljena je kontrola odnosno ERP sustav neće generirati naloge za izradu ili nabavu artikala koji se trenutno nalaze kod kooperanata (dakle ne može se izdati dok god je na toj lokaciji), a odgovorna osoba iz DOK-ING-a je dužna osigurati što prije povratak iste (tzv. „revers“). Sve lokacije koje su uključene u MRP su razpoložive osim, ako zbog neki drugih razloga nije potrebno, a tome služi stupac „Kontrolni“ (Nije\_rasp\_zaliha).

Lokacija	Opis lokacije	Aktivna	Promet	Volumen	Težina	Prior.	Kontrolni	Način izlaza	MRP	Proizv. lokacija
KOOPER	Roba kod dobavljača/kooperanta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				Nije_rasp_zaliha	Lokacija	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

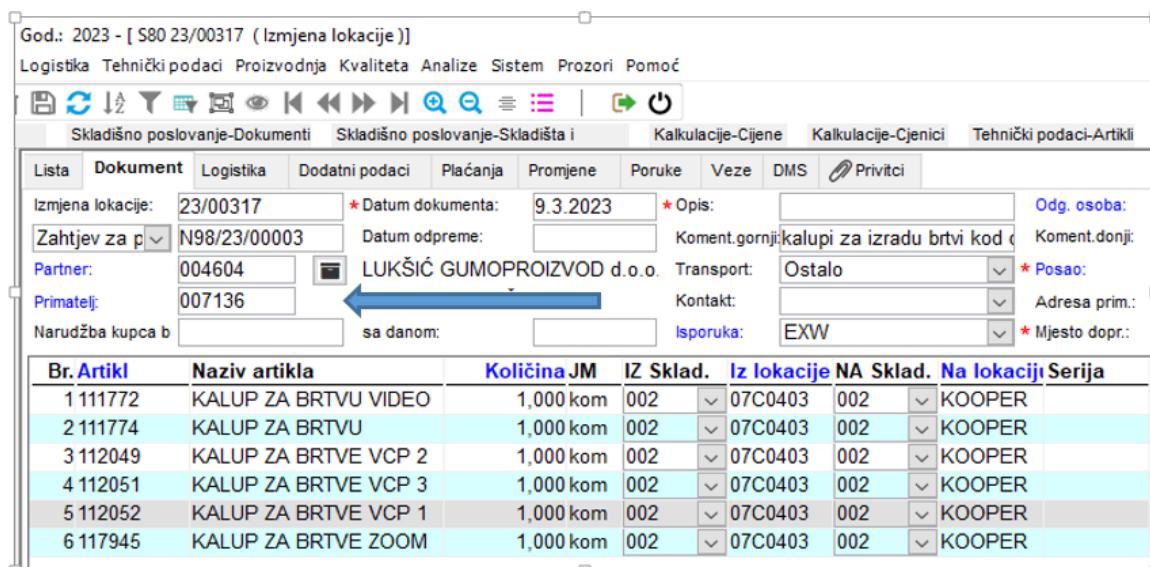
**Slika 25. Primjer upravljanja skladištem na lokaciji kod kooperanata**

Prelociranje robe igra ključnu ulogu u osiguravanju dostupnosti materijala na pravom mjestu u pravo vrijeme kako bi se podržala proizvodnja i isporuka. Na slici 26. prikazan je ispunjen zahtjev za prelociranje robe, koji definira kamo treba prenijeti određene zalihe i tko je odgovoran za tu akciju unutar tvrtke DOK-ING.



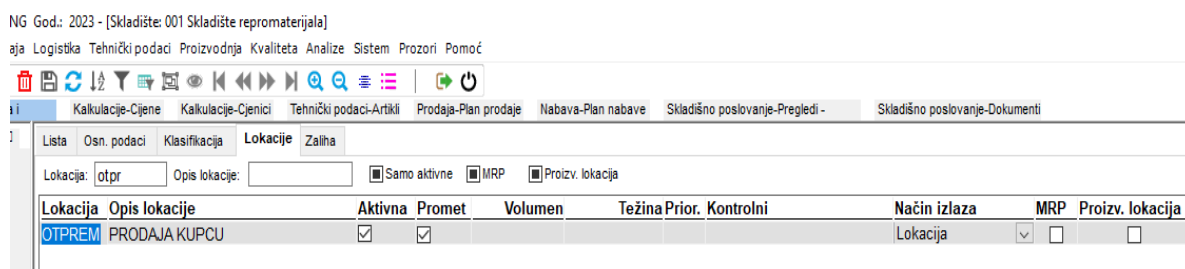
Slika 26. Zahtjev za prelociranje robe

Na slici 27. može se vidjeti pregled zaglavlja skladišnog dokumenta S80, koji je usko povezan s tim zahtjevom za prelociranje robe.



Slika 27. Zaglavlje skladišnog dokumenta S80

Pri određivanju vidljivosti zaliha u MRP sustavu, jedan od ključnih faktora je i prioritet. Primjer je lokacija unutar skladišta 001, koje je uključeno u MRP, ali sve što se nalazi na toj lokaciji nije raspoloživo. Praktični primjer može biti filter osovine mlatilice, artikl 124321, ušao na zalihu sa primkom, prodaja ga treba za poslati kupcu, a u isto vrijeme ga treba i proizvodnja. Ako je prioritet kupac, roba se prelocira skladišnim dokumentom S80 sa lokacije na lokaciju, te se time rezervira roba i ista nije dostupna nikome jer je roba na pakiranju i čeka otpremu. Na slici 28. može se vidjeti kako artikl nije vidljiv u MRP-u (prazno polje) jer se prodaje kupcu:



**Slika 28. Primjer prelokacije i „rezervacije“ artikla zbog prodaje kupcu**

Kako bi se do kraja opisalo skladištenje u ERP-u i njegove mogućnosti, mogu se još istaknuti dokumenti „nalog za otpremu“ i „narudžba prodaje“. Prodajni nalog P25/23/00347 potječe iz narudžbe prodaje P23, a pomoću opcije "Veze" unutar skladišnog dokumenta S80 (br. dokumenta 23/01373) omogućena je detaljna sljedivost povezanih dokumenata. Unutar ovog procesa, ključni dokumenti uključuju izmjenu lokacije, nalog za otpremu i narudžbu prodaje. Kao što je već rečeno izmjena lokacije je dokument koji označava promjenu lokacije ili premještanje robe unutar skladišta, što je često potrebno kako bi se udovoljilo zahtjevima kupaca ili proizvodnji. Ova izmjena može rezultirati time da zalih više nije dostupna dok se ne obavi premještaj. Nalog za otpremu je dokument koji označava nalog za otpremu robe koja je spremna za isporuku kupcima. On upućuje na pripremu i organizaciju otpreme proizvoda, često uključujući specifične detalje o transportu i dostavi. Narudžba prodaje je početni dokument u procesu prodaje koji opisuje kupčevu narudžbu za proizvode ili usluge. Sadrži informacije o količinama, cijenama i drugim uvjetima prodaje te služi kao polazna točka za generiranje ostalih dokumenata u procesu, uključujući prodajne naloge. Na slikama 29. i 30. prikazani su nalog za otpremu i narudžba prodaje:

NG God.: 2023 - [ P25 23/00347 ( Nalog za otpremu ) ]

Logistika Tehnički podaci Proizvodnja Kvaliteta Analize Sistem Prozori Pomoć

Sklađišno poslovanje-Dokumenti Sklađišno poslovanje-Sklađišta i Kalkulacije-Cijene Kalkulacije-Cjenici Tehnički p

Lista Dokument Logistika Dodatni podaci Plaćanja Promjene Poruke Veze DMS Privitci

Nalog za otpremu: 23/00347 \* Datum dokumenta: 26.10.2023 \* Opis: KSA 18xMV-10 rez.dij. C

Narudžba pl: P23/21/00245 Datum odpreme: 1.12.2023 Koment.gornji: Rezervni dijelovi za projekt K

Partner: 005980 \* MOD – PRESIDENCY OF GENE Transport: Pomorski \* F

Primatelj: Kontakt: A

Narudžba kupca b X \* sa danom: 1.12.2021 \* Isporuka: DAP \* I

Plaćanj: Cjenik: Tip PDV: F

Dana za plać.: Valuta: EUR Popusti: F

Rok plaćanja: Tečaj: 1,000000 Za: 1 Proces:

Artikl	Naziv artikla	Količiči	JM	Serijski	Dat.plan	Projekt
124321	OSOVINA MLATILICE	6,000 kom			7.8.2023	1SA-0012

Slika 29. Nalog za otpremu

G God.: 2023 - [ P23 21/00245 ( Narudžba prodaje ) ]

Logistika Tehnički podaci Proizvodnja Kvaliteta Analize Sistem Prozori Pomoć

Sklađišno poslovanje-Dokumenti Sklađišno poslovanje-Sklađišta i Kalkulacije-Cijene Kalkulacije-Cjenici Tehnički p

Lista Dokument Logistika Dodatni podaci Plaćanja Promjene Poruke Veze DMS Privitci

Narudžba prodaje: 21/00245 \* Datum dokumenta: 19.10.2021 \* Opis: KSA 18xMV-10 rez.dij.

Ponuda don: Datum odpreme: 1.12.2023 Koment.gornji: Rezervni dijelovi za projekt

Partner: 005980 \* MOD – PRESIDENCY OF GENE Transport: Pomorski

Primatelj: Kontakt:

Narudžba kupca b X \* sa danom: 1.12.2021 \* Isporuka: DAP

Plaćanj: L/C broj \* Cjenik: 3 Tip PDV: I/9 izvozne isporuke

Dana za plać.: Valuta: USD Popusti:

Rok plaćanja: Tečaj: 6,484008 Za: 1 Proces:

Artikl	Naziv artikla	Količiči	JM	Projekt	Upr.cent.
124321	OSOVINA MLATILICE	6,000 kom		1SA-0012	N1

Slika 30. Narudžba prodaje

### 3.3.6. Pakiranje

Pakiranje u tvrtki DOK-ING igra ključnu ulogu u osiguravanju kvalitete, sigurnosti i učinkovitosti procesa isporuke njihovih proizvoda kupcima. DOK-ING koristi različite metode pakiranja ovisno o vrsti proizvoda i njihovim karakteristikama. Rezervni dijelovi, koji čine važan segment proizvodnje, pakiraju se na euro palete na koje se stavljaju 7-slojne kartonske kutije ili u drvene sanduke. Ova podjela na kartonske kutije i drvene sanduke temelji se na težini i veličini proizvoda.

Kartonske kutije koriste se za lakše artikle, kao što su filteri, vijci, matice i ležajevi. S druge strane, teži artikli, kao što su pumpe, reduktori i osovine, pakiraju se u drvene sanduke. Ova

strategija pakiranja ima za cilj osigurati da teži dijelovi ne oštete kutiju tijekom transporta, što bi moglo rezultirati štetom na isporučenim artiklima i potencijalnim reklamacijama.

Unutar drvenih sanduka, artikli se dodatno štite „Tiger economy papirom“ kako bi se spriječilo međusobno oštećivanje tijekom transporta. Osim toga, svaki artikl se pojedinačno pakira u PVC inhibitorne vrećice različitih dimenzija, što sprječava nastanak korozije na metalnim dijelovima. Ovaj sveobuhvatni pristup pakiranju osigurava da svaki proizvod stigne do kupca u optimalnom stanju.

Kao što je već rečeno, DOK-ING koristi PackTiger Sustav za Punjenje Papira, koji pruža visoku razinu zaštite i praktičnosti tijekom procesa pakiranja. S ovim sustavom, tvrtka DOK-ING može pouzdano pakirati svoje proizvode kako bi ih zaštitila od oštećenja tijekom prijevoza. Neke od karakteristika PackTiger sustava za Punjenje papira su:

- PackTiger sustav za pakiranje papira tvrtke Sealed Air, najbrži sustav za pakiranje papira u industriji, stvara papirnate jastučice prilagođene duljine, do 150 u minuti, koji se mogu koristiti u različitim tehnikama pakiranja, uključujući amortizaciju i blokiranje i potporu.
- PackTiger sustav ima jednostavnu upravljačku ploču koja pohranjuje do 24 prilagođene konfiguracije jastučića. U ručnom načinu rada, stvaranje jastučića je jednostavno kao pritisak na gumb ili nožnih pedala. PackTiger sustav također može raditi u automatskom načinu rada, koristeći jednostavne tipke za jednostavan pristup često korištenim konfiguracijama jastučića. Donje učitavanje omogućuje brze promjene materijala i brzo pokretanje.
- PackTiger sustav za zaštitu od papira pruža ekološku odgovornost u svakoj fazi proizvodnog procesa. Počinje s TigerPad materijalom, koji sadrži 85% postindustrijskih i 15% potrošačkih recikliranih vlakana, što čini 100% reciklirano vlakno. Krajnji korisnik može lako ponovno koristiti ili reciklirati TigerPad materijal nakon primitka pošiljke, čime se štede prirodni resursi. Patentirani dizajn s jednim motorom smanjuje potrošnju energije u usporedbi s drugim papirnim sustavima, što rezultira većom energetsom uštedom. Budući da je papir prskan, snažan i trajan, potrebno je manje materijala za pružanje "više" performansi zaštite ambalaže za različite vrste proizvoda. To je dio holističkog dizajnerskog pristupa tvrtke Sealed Air, kombinirajući smanjenja izvora, recikliranja i korištenja održivih resursa.
- Elegantan dizajn sustava PackTiger omogućava jednostavnu integraciju u trenutni postupak pakiranja. Sustav je idealan za radne stanice, budući da se TigerPad materijal

može koristiti izravno iz sustava ili grupirati u spremnike. Opcije kao što su nožne pedala i daljinski upravljač čine PackTiger sustav pogodnim i za online operacije. Prijenosni PackTiger sustav lako se može postaviti bilo gdje.

Dakle, električna energija napaja motore i kontrolne komponente koje omogućuju izradu papirnatih jastučića i njihovo isporučivanje brzo i učinkovito. Ovaj ekološki i ekonomičan sustav igra ključnu ulogu u postupku pakiranja tvrtke DOK-ING, pridonoseći sigurnom i održivom transportu njihovih proizvoda. Pakiranje s PackTiger Sustavom za Punjenje Papira omogućuje tvrtki DOK-ING da isporuči svoje proizvode na siguran način i pritom štedi resurse i energiju.



**Slika 31. Primjer pakiranja pack Tiger sustavom**

### **3.3.7. Transport**

Transport unutar DOK-ING tvrtke igra ključnu ulogu u procesima distribucije i proizvodnje. Za učinkovito kretanje materijala i proizvoda unutar tvrtke koriste se različite vrste viličara s različitim nosivostima. Ovi viličari omogućuju brz i siguran prijenos različitih tereta, prilagođenih specifičnim potrebama tvrtke.

Tvrtka raspolaže viličarima različitih nosivosti, uključujući modele od 5 tona, 8 tona i impresivnih 12 tona. Ovi različiti kapaciteti omogućuju rukovanje raznovrsnim teretima, od manjih komponenata do teških dijelova. Viličari su ključan dio procesa pripreme proizvoda za distribuciju i isporuku kupcima.



Važno je napomenuti da se električni viličari koriste unutar proizvodne hale kako bi se smanjila emisija ispušnih plinova i ukupno onečišćenje okoliša. Ovaj ekološki osviješten pristup transportu odražava posvećenost tvrtke očuvanju okoliša i održivosti.

S druge strane, za teže terete i potrebe na otvorenom i tvrtki DOK-ING, koriste se dizel viličari s kapacitetom od 8 tona i 12 tona. Ovi viličari osiguravaju siguran i učinkovit transport čak i za najveće komponente i proizvode.

Kada je riječ o upravljanju skladištima, DOK-ING koristi visoko regalne viličare koji mogu doseći visine do otprilike 7 metara. Ovi viličari omogućuju dostupnost robe pohranjene na visokim policama skladišta. Ova učinkovita upotreba prostora omogućava tvrtki da optimalno iskoristi svoje skladišne kapacitete i brzo dohvati proizvode iz regala prema potrebama proizvodnje i isporuke.

Distribucija u tvrtci DOK-ING oslanja se na raznovrsne transportne metode, uključujući cestovni i zračni transport. Dostava velikih proizvoda poput strojeva za razminiranje i druge vojne namjene, ovisi o odredištu (geografskoj lokaciji) i specifičnostima narudžbe. U većini slučajeva, ovi proizvodi se isporučuju cestovnim transportom ukoliko je to moguće, jer to može biti ekonomičnije i brže, pogotovo ako je odredište unutar kontinentalnog dijela ili obližih regija. U drugim slučajevima, posebne transportne usluge i kamioni sa specijalnim prikolicama koriste se za prijevoz velikih strojeva. Za udaljenije destinacije, posebno izvan kontinentalnog dijela, ili ako postoji potreba za brzom isporukom, tvrtka DOK-ING može koristiti zračni ili morski transport. Zračni transport brz je, ali obično skuplji, dok se morski transport koristi za veće količine i kad nije presudna brza isporuka. S obzirom da je DOK-ING projektno-razvojna tvrtka te je vrijeme isporuke odnosno izvršenje projekta jedna od ključnih značajki koje im pruža između ostalog i konkurentsku prednost, najčešće se koriste zračni transport za udaljenije lokacije te cestovni za bliže. Također, DOK-ING surađuje s pouzdanim prijevoznicima i logističkim partnerima te se pridržava svih relevantnih standarda i sigurnosnih mjera ako bi osigurali da se veliki proizvodi isporuče sigurno i učinkovito. Što se tiče manjih proizvoda, poluproizvoda i ostalih artikala, obično se isporučuju putem kurirskih službi ili manjih kamiona, ovisno o volumenu narudžbe i destinaciji kupca.

## 4. TEORIJSKI PREGLED UPRAVLJANJA ZALIHAMA

U ovom poglavlju biti će detaljnije opisana teorija upravljanja zaliha, počevši od definicije i svrha zaliha, preko sustava kontrole zaliha pa do modela optimizacije zaliha. Pružit će se relevantni grafovi i formule za proračun iz literature za lakše razumijevanje same srži te služi kao podloga za 5. poglavlje u kojem će se primijeniti teorija na praktičnom primjeru u samoj tvrtki DOK-ING. Dakle, ovo poglavlje je generalni prikaz teorije dostupne iz literature, a u idućem 5. poglavlju će se implementirati u realnom poslovnom okruženju.

### 4.1. Definicija i svrha zaliha

Prema literaturi, postoji više različitih definicija zaliha. U stranoj literaturi, eksperti za upravljanje zalihama definiraju zalihe kao [30]: “Zalihe su neaktivna količina fizičkih dobara koja sadrže ekonomsku vrijednost i koje se čuvaju u različitim oblicima od strane organizacije; čekajući pakiranje, obradu, preradu, uporabu ili prodaju u budućem vremenskom razdoblju.” Bilo koja organizacija koja se bavi proizvodnjom, trgovinom, prodajom i pružanjem usluga proizvoda nužno će držati zalihe različitih fizičkih resursa kako bi pomogla u budućoj potrošnji i prodaji.

U engleskoj literaturi o upravljanju zalihama često se koriste dva termina: *stocks* i *inventory*. Iako u prijevodu na hrvatski jezik ovi pojmovi mogu imati slična značenja, u logistici se oni definiraju na sljedeći način:

- *Stocks* – odnosi se na određenu količinu robe ili materijala koja pripada određenom sudioniku u opskrbnom lancu.
- *Inventory* – označava popis stvari koje se nalaze na zalihama.

Gledano s računovodstvenog aspekta, pod zalihama se ne podrazumijevaju samo predmeti koji su već uskladišteni, već i oni koji se nalaze na putu prema skladištima. Iz ovih definicija proizlazi da zalihe čine "skupinu" stvari koje čekaju svoju upotrebu na određenoj razini opskrbnog lanca ili u proizvodnom procesu.[31]

Može se reći da su zalihe ublaživači (amortizeri) između tokova ulaza i izlaza materijalnih dobara. Potrebne su kada se vremenska i količinska struktura ulaza i izlaza tokova materijalnih dobara razlikuju, a mogu nastati zbog različite strukture u ulaznim i izlaznim tokovima materijalnih dobara na najrazličitijim mjestima u prodajnome kanalu. Naziv "amortizeri" dolazi iz ideje da zalihe djeluju kao mehanizam ublažavanja promjena ili šokova u poslovanju. Baš kao što amortizeri u automobilu smanjuju utjecaj udaraca na vožnju, zalihe ublažavaju negativne učinke promjena u potražnji ili opskrbi. Kad se prodaja naglo poveća ili smanji, zalihe



su tu da izgledaju te promjene, čuvajući stabilnost poslovanja.

Može se reći da svi materijali koji se nalaze unutar poduzeća smatraju se njihovom zalihom.

Osnovna podjela zaliha prema stupnju obrade je na: [11]

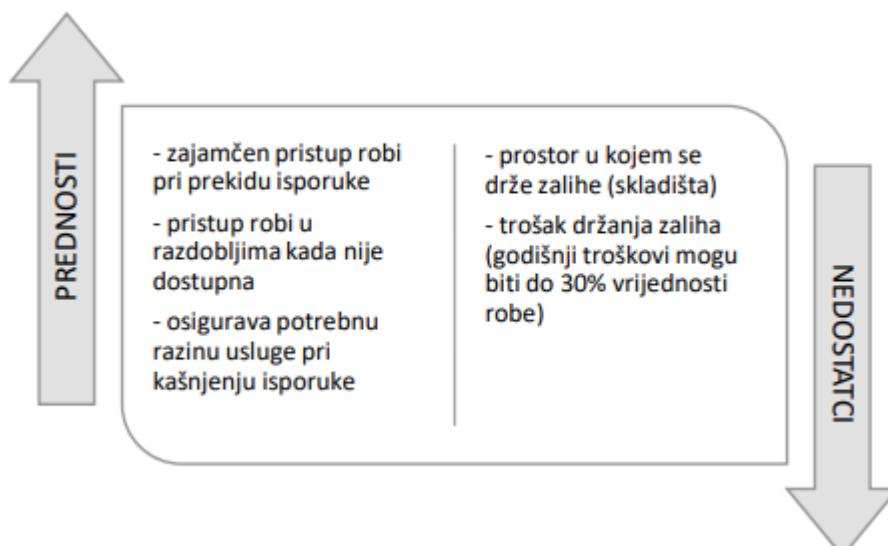
1. **Sirovine:** Sirovine su osnovni materijali i komponente koje se koriste u proizvodnji. Ove zalihe čine sirovine koje se pretvaraju u konačne proizvode i obuhvaćaju materijale kao što su metal, drvo, tkanine ili kemikalije.
2. **Poluproizvodi:** Poluproizvodi su djelomično obrađeni proizvodi koji se koriste kao sastavnice za izradu konačnih proizvoda. Ovi proizvodi nisu gotovi, ali su presudni za proizvodni proces, uključujući dijelove, sklopke ili komponente koje se kasnije integriraju u konačne proizvode.
3. **Gotovi proizvodi:** Gotovi proizvodi su konačni proizvodi spremni za isporuku klijentima. Ove zalihe uključuju gotove proizvode koji su prošli kroz sve faze proizvodnje i spremni su za prodaju ili distribuciju na tržištu.

Postoji više razloga držanja zaliha, a u literaturi se najčešće spominju dva glavna motiva [31]: ekonomija obujma i nesigurnost.

Ekonomija obujma u upravljanju zalihama odnosi se na prednosti koje tvrtke ostvaruju kada proizvode ili naručuju veće količine proizvoda. Proizvodnja ili naručivanje u velikim serijama omogućuje smanjenje fiksnih troškova po jedinici, čime se postiže efikasnija upotreba resursa. To može rezultirati smanjenjem ukupnih troškova proizvodnje ili nabave, stvarajući tako ekonomiju obujma.

Nesigurnost u upravljanju zalihama odnosi se na izazove s kojima se tvrtke suočavaju zbog nepredvidljivih promjena u potražnji, ponudi i drugim faktorima. Jedan od ključnih izazova je nesigurnost u točno vrijeme isporuke narudžbi, što može dovesti do problema u pravovremenom ispunjenju zahtjeva kupaca. Osim toga, nesigurnost u potražnji, tj. varijacije u količini proizvoda ili usluga koje kupci traže, također predstavlja važan aspekt nesigurnosti u upravljanju zalihama. Tvrtke se često suočavaju s tim izazovima implementiranjem strategija poput režima restrukturiranja lanaca opskrbe kako bi bolje odgovorile na dinamiku tržišta i minimizirale negativne učinke nesigurnosti.

Postoje dobre i loše strane držanja zaliha što je prikazano na slici 32.:



Slika 32. Prednosti i nedostaci držanja zaliha [32]

Podjela zaliha u logistici uključuje različite kategorije temeljem različitih kriterija kako bi se olakšalo upravljanje, ovisna o planiranoj količini zalihe materijala, poluproizvoda ili gotovih proizvoda [12]:

**Minimalne zalihe:** Najmanje količine proizvoda koje organizacija treba održavati kako bi izbjegla nestašice u tipičnim uvjetima.

**Maksimalne zalihe:** Najveće dopuštene količine proizvoda koje organizacija drži kako bi se izbjegle prekomjerne zalihe.

**Optimalne zalihe:** Količine proizvoda koje se temelje na ravnoteži između minimalnih i maksimalnih zaliha kako bi se postigla najbolja ravnoteža između troškova i raspoloživosti.

**Prosječne zalihe:** Srednja količina proizvoda koja se održava u zalihama tijekom određenog vremenskog razdoblja.

**Sigurnosne zalihe:** Dodatne zalihe koje se drže kako bi se osiguralo da se izbjegnú neočekivane nestašice ili kašnjenja u opskrbi.

**Špekulativne zalihe:** Zalihe koje se drže u nadi da će se njihova vrijednost povećati na tržištu prije prodaje.

**Sezonske zalihe:** Dodatne zalihe koje se drže kako bi se zadovoljile sezonske fluktuacije potražnje.

**Promocijske zalihe:** Zalihe koje se drže kako bi se podržale marketinške promocije ili posebne akcije.

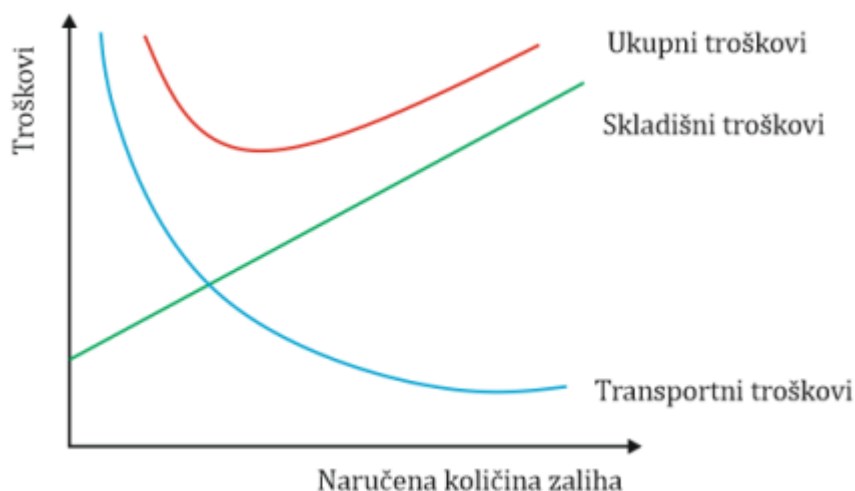
**Nekurentne zalihe:** Zalihe koje više nisu konkurentne na tržištu i mogu biti povučene ili otpisane.

Može se zaključiti iz ovog potpoglavlja da je upravljanje zalihama je vrlo važna funkcija koja određuje zdravlje lanca opskrbe, te utječe i na financijsko stanje bilance. Svaka organizacija neprestano teži održavanju optimalnih zaliha kako bi zadovoljila svoje potrebe i izbjegla pretjerane ili nedostatne zalihe koje mogu utjecati na financijske pokazatelje.

Tajoder je bitno napomenuti da su zalihe uvijek dinamične. Upravljanje zalihama zahtijeva stalnu i pažljivu evaluaciju vanjskih i unutarnjih faktora te kontrolu putem planiranja i pregleda. Većina organizacija ima odjel ili funkciju poslova zaliha, tzv. planere zaliha, koji neprekidno prate, kontroliraju i pregledavaju zalihe te surađuju s odjelima proizvodnje, nabave i financija.

## 4.2. Troškovi zaliha

Pri upravljanju zalihama, bitno je spomenuti i troškove. Kretanje skladišnih troškova, transportnih troškova i ukupnih troškova u zavisnosti o naručenoj količini zaliha, predloženo je grafom na slici 33.:



Slika 33. Odnos troškova naspram naručene količine [33]

Slika 33. prikazuje kako se troškovi transporta po jedinici robe smanjuju s povećanjem ukupne transportirane količine robe, te dosežu minimum kada količina transportirane robe postane iznimno velika. Skladišni troškovi izravno ovise o količini robe, rastući proporcionalno povećanju količine robe koja se drži na zalihi. Ukupni troškovi obuhvaćaju i transportne i skladišne troškove, i oni variraju prema promjenama tih elemenata. Najvažnije skupine troškova pri upravljanju zalihama su:

- **troškovi nabave i dopreme:** Ovi troškovi obuhvaćaju sve što tvrtka plaća kako bi nabavila svoje proizvode ili sirovine te ih dovela do svojih prostorija. Oni su obično uključeni u ukupne troškove i raspodijeljeni prema broju proizvedenih jedinica u svakom razdoblju. Ukupni troškovi nabave uključuju kupovnu cijenu robe, carinske troškove, te zavisne troškove koji obuhvaćaju transportne troškove, ukrcaj i iskrcaj, putno osiguranje, troškove pronalazjenja dobavljača i ubrzanja narudžbi, prijem robe, administrativne troškove pripreme narudžbenica te troškove elektroničke razmjene podataka.
- **troškovi skladištenja tj. držanja zaliha:** Ovo jednostavno predstavlja iznos najma koji poslovna tvrtka plaća za skladišni prostor gdje drži zalihe. To može biti izravni najam koji tvrtka plaća za sve skladišne prostore zajedno ili postotak ukupnog najma uredskog prostora koji se koristi za skladištenje zaliha. Ostali troškovi zaliha uključuju troškove usluga zaliha, troškove rizika vezane uz zalihe, troškove prilike - novac uložen u zalihe, troškove prostora za skladištenje te troškove financiranja zaliha. . Na primjer, plaćanje mjesečnog najma skladišnog prostora ili troškovi održavanja optimalnih uvjeta temperature za skladištenje proizvoda.
- **trošak nedostatnih zaliha:** Ovo su troškovi koji nastaju kada tvrtka nema dovoljno zaliha da zadovolji potražnju. Uključuju troškove hitnih pošiljki, poremećaje u proizvodnji te gubitak lojalnosti kupaca i ugleda. Na primjer, nedostatak ključnih dijelova za proizvodnju može rezultirati zaustavljanjem proizvodnje i gubitkom prihoda od prodaje gotovih proizvoda. Dakle to je specifičan trošak koji označava propuštenu priliku prodaje, gubitak povjerenja kupca, ugovorene kazne zbog kršenja roka isporuke i trošak hitnih narudžbi od strane dobavljača.

Struktura troškova držanja zaliha prikazana je na slici 34.:



Slika 34. Struktura troškova držanja zaliha [34]

Kao što je prikazano na slici, ukupni troškovi držanja zaliha u odnosu na jediničnu cijenu proizvoda mogu se strukturirati na sljedeći način:

- **Troškovi kapitala (10-15%):** Ovi troškovi odnose se na trošak vezan uz blokiranje kapitala u zalihama, tj. sredstva koja su vezana u zalihama umjesto da su dostupna za druge investicije. Primjerice, ako tvrtka ima značajnu količinu proizvoda u skladištu, novac uložen u tu zalihu nije dostupan za druge potrebe, poput investiranja u nove projekte. Istraživanje i razvoj ili plaćanje dugova.
- **Upravljanje skladišnim prostorom (2-5%):** Ovi troškovi uključuju troškove održavanja skladišta, troškove energije, troškove zaštite okoliša i troškove održavanja skladišnog sustava.
- **Gubitak robe/gubitak vrijednosti (4-6%):** Ovi troškovi obuhvaćaju gubitak vrijednosti ili fizički gubitak robe zbog zastarijevanja, oštećenja ili krađe. Na primjer, proizvodi koji imaju ograničen rok trajanja mogu postati neupotrebljivi prije nego što se prodaju, što rezultira gubitkom vrijednosti. To može primjerice biti hrana ili automobilske gume koje gube svoja mehanička svojstva prolaskom vremena.
- **Rukovanje materijalom (1-2%):** Ovi troškovi uključuju radnu snagu, opremu i procese potrebne za rukovanje, prebacivanje i pakiranje zaliha. Na primjer, troškovi rukovanja materijalom mogu se povećati ako proizvodi zahtijevaju posebnu pažnju ili zaštitu tijekom transporta.

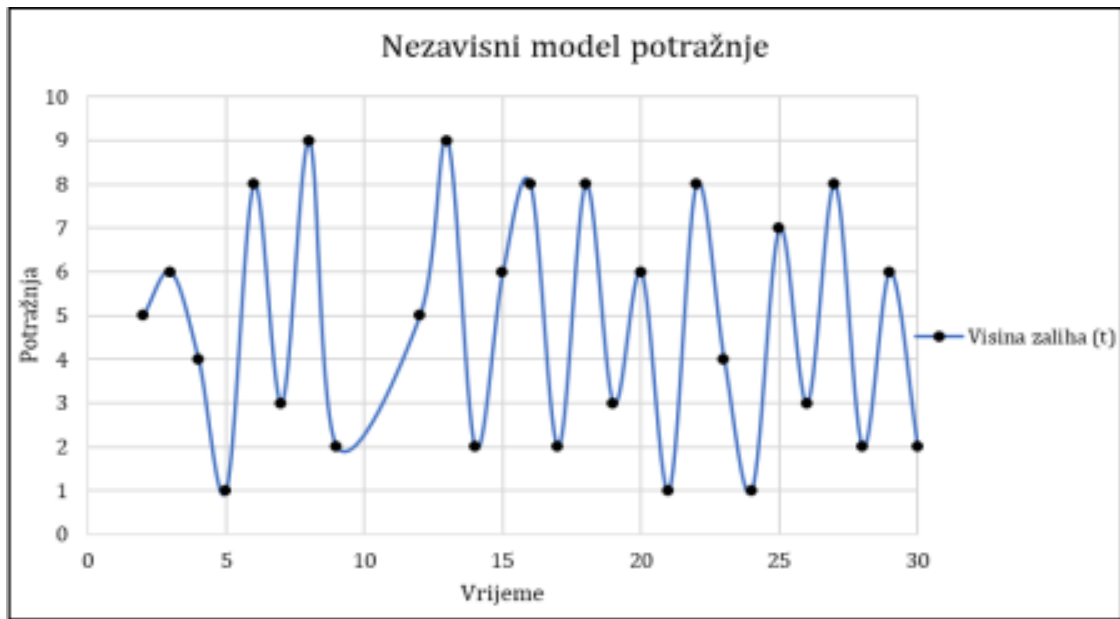
- **Administracija (1-2%):** Ovi troškovi odnose se na administrativne troškove povezane s upravljanjem zaliha, uključujući troškove povezane s praćenjem, vođenjem evidencije, dokumentacijom i planiranjem zaliha.
- **Osiguranje (1-5%):** Ovi troškovi uključuju troškove osiguranja zaštite od rizika povezanih s gubicima u zalihama, kao što su požari, krađe ili oštećenja uslijed prirodnih katastrofa.
- Može se zaključiti, kada se zbroje svi troškovi, da brojka može varirati između 20-35 % troškova u odnosu na jediničnu cijenu tog proizvoda, što poručuje iznimnu važnost optimalnog upravljanja zalihama.

### 4.3. Planiranje i kontrola zaliha

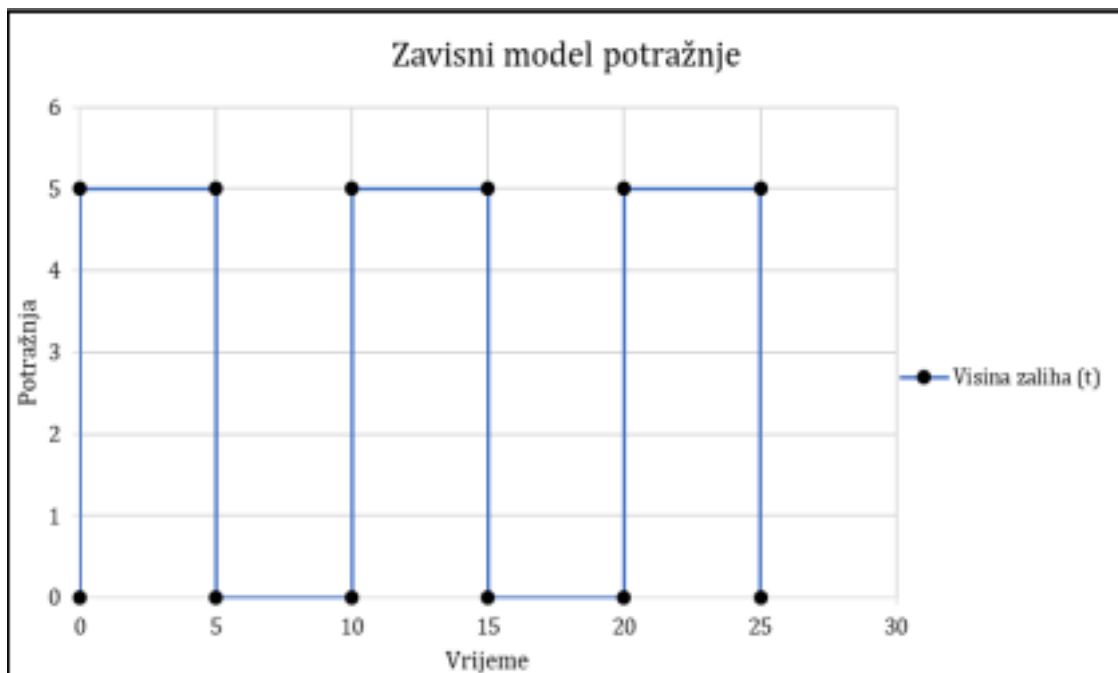
Planiranje i kontrola zaliha su procesi kojima se predviđa, organizira i nadzire količina robe koja se čuva kako bi se zadovoljile potrebe potrošača. Bitni su jer omogućuju efikasno upravljanje zalihama, minimiziranje gubitaka i nedostataka, osiguravajući da tvrtka ima dovoljno proizvoda za ispunjenje potražnje, istovremeno izbjegavajući prekomjerne zalihe koje povećavaju troškove skladištenja i finansijskih gubitaka. U nastavku će biti obrađeni razni modeli planiranja i kontrole zaliha.

#### 4.3.1. Zavisna i nezavisna potražnja

Upravljanje zalihama zahtijeva suočavanje s nepredvidivom prirodom potražnje za proizvodima. Oscilacije u potražnji mogu proizići iz raznih čimbenika kao što su sezonski trendovi, promjene u potrošačkim preferencijama ili vanjski utjecaji poput društvenih i ekonomskih promjena. Ova variranja u potražnji za proizvodima predstavljaju ključni izazov, a za analizu i predviđanje potražnje koriste se dva glavna modela: nezavisni i zavisni model potražnje. Modeli su prikazani na slikama 35 i 36.



Slika 35. Nezavisni model potražnje [11]



Slika 36. Zavisni model potražnje [11]

Nezavisni model zaliha odnosi se na potražnju koja se formira izvan proizvodnog procesa i uglavnom je usmjerena na potrošačko tržište. Karakteristika nezavisnog modela potražnje su

velike oscilacije u potražnji za proizvodima tijekom određenog razdoblja. Ove zalihe obično uključuju gotove proizvode ili rezervne dijelove za zamjenu. Potražnja se određuje kroz različite metode predviđanja kao što su analize tržišta, cijena proizvoda i faktora potrošača.

Zavisni model zaliha, s druge strane, povezan je s potražnjom dijelova ili komponenti koji ovise o potražnji za krajnjim proizvodom. Određivanje potražnje za ovim dijelovima temelji se na glavnom planu proizvodnje i sastavnicama materijala. Ovakve zalihe su u vezi s proizvodnjom ili popravkom određenih proizvoda. Karakteristika zavisnog modela potražnje su potrebe za vrlo visokom razinom zaliha proizvoda po svakoj narudžbi koja se javlja u određenom vremenskom intervalu.

Na primjer, proizvođač pametnih telefona može predvidjeti potražnju za određenim modelom na temelju marketinških istraživanja, trendova potrošača i cjenovne politike. Također, rezervni dijelovi za te telefone, poput baterija ili zaslona, također su proizvodi nezavisne potražnje jer se traže izvan proizvodnog procesa. Zavisna potražnja je ona koja ovisi o potražnji za drugim proizvodima. Na primjer, proizvođač automobila treba određene dijelove kako bi sastavio vozila prema potražnji kupaca. Potrebni dijelovi kao što su gume, motori ili električne komponente postaju zavisna potražnja jer ovise o potražnji za finalnim proizvodom - vozilom. Strategije upravljanja ovim vrstama zaliha razlikuju se: za nezavisnu potražnju svojstvena je filozofija nadopunjavanja, gdje se zalihe nadopunjuju nakon što se smanje. Za zavisnu potražnju, pristup je temeljen na filozofiji potreba, gdje se veličina narudžbe temelji na stvarnoj potrebi u određenom trenutku.

Različiti modeli upravljanja zalihama koriste se za ove dvije vrste potražnje. Za nezavisnu potražnju, popularan je model ekonomske količine narudžbe, dok su za zavisnu potražnju razvijeni modeli poput planiranja potreba materijala (MRP) i planiranja resursa za proizvodnju (MRP II). Modeli upravljanja zalihama će biti opisani u daljnjem radu.

#### **4.3.2. Sustavi kontrole zaliha**

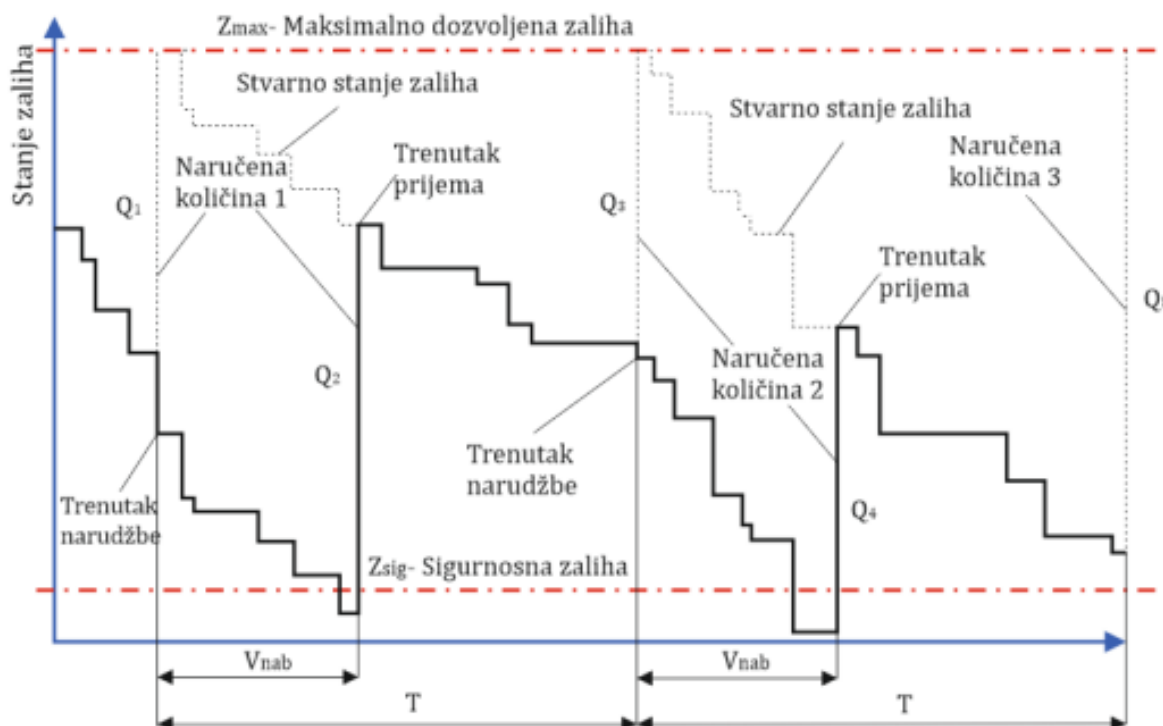
Postoje dva tradicionalna sustava kontrole zaliha, a to su periodički sustav kontrole zaliha (P-model) i kontinuirani sustav kontrole zaliha (Q-model). Također postoje i suvremeni sustavi kontrole zaliha. Svi će oni biti opisani u sljedećim potpoglavljima s naglaskom na prva dva.

##### *4.3.2.1. Periodički sustav kontrole zaliha (P-model)*

Periodički sustav naručivanja je metoda upravljanja zalihama u kojoj se naručivanje zaliha vrši u određenim, unaprijed definiranim vremenskim intervalima ili razdobljima. Umjesto da se naručuje kada je razina zaliha ispod određenog minimuma, kao kod kontinuiranog sustava



naručivanja, periodički sustav se oslanja na redovite periode ili cikluse, bez obzira na stvarne količine zaliha. Primjerice, tvrtka može planirati naručivati nove zalihe svakih mjesec dana ili kvartalno, neovisno o trenutnoj razini zaliha. Ova metoda može pojednostaviti upravljanje zalihama, ali istovremeno može rezultirati većim zalihama odmah nakon svake narudžbe, što može utjecati na troškove pohrane i druge aspekte logističkog sustava. Na slici 37., prikazan je periodički sustav planiranja i kontrole zaliha:



Slika 37. Periodički sustav planiranja i kontrole zaliha (P-model) [11]

Značenje simbola sa slike 37. jest:

**Z<sub>max</sub>** – maksimalno dozvoljena zaliha

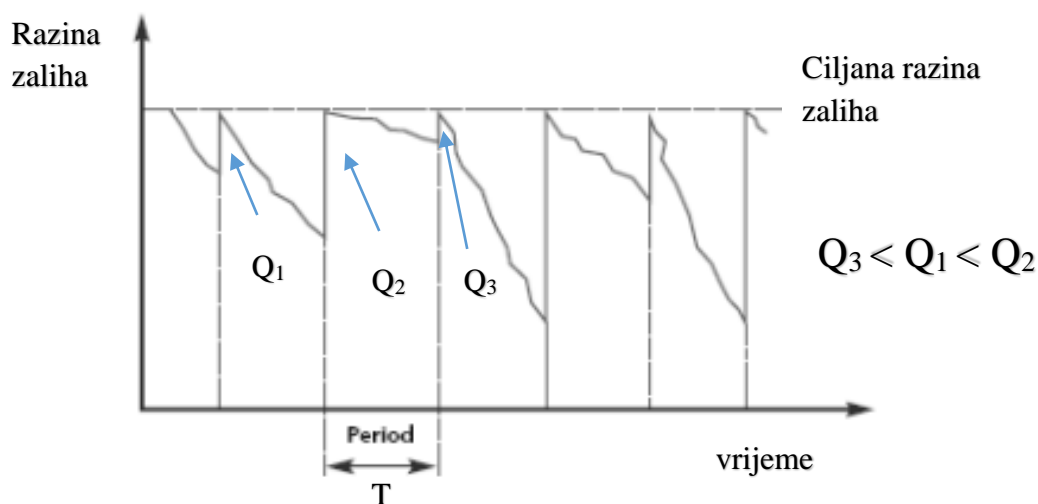
**Q<sub>1..5</sub>** – naručena količina zaliha (to je razlika između maksimalno dozvoljene zalihe i količine zaliha na skladištu u trenutku naručivanja; npr. ako je u prethodnom periodu bila slaba potrošnja tog proizvoda – količina zaliha na skladištu pri kraju tog fiksnog ciklusa T će biti veća, pa će biti potrebna manja količina Q<sub>n</sub> za naručiti jer treba manje tog proizvoda za nadopuniti do maksimalne granice. U ovom prikazu Q<sub>1</sub> i Q<sub>2</sub> označavaju naručenu količinu za prvi ciklus T, autor u različitom označavanju želi naglasiti da vrijeme nabave igra značajnu ulogu; jer kad se naruči određena količina u trenutku narudžbe (Q<sub>1</sub>), količina zaliha će i dalje padati jer je

potrebno određeno vrijeme da nabava stigne. Kada stigne u trenutku prijema, povećava se razina zaliha za  $Q_2$  (koja je zapravo jednaka kao i  $Q_1$ , ali se želi naglasiti razlika u teoretskom stanju zaliha – u trenutku narudžbe i stvarnom stanju zaliha - u trenutku prijema). Dakle, važno je shvatiti da je naručena količina  $Q_n$  varijabilna jer ovisi koliko se robe potrošilo u nekom određenom fiksnom ciklusu  $T$ ; odnosno varira ovisno o potražnji za tim proizvodom.)

**V<sub>nab</sub>** – vrijeme trajanja procesa realizacije narudžbe ili vrijeme nabave. Kada se naruči roba u trenutku narudžbe, razina zaliha na stanju će i dalje padati jer je potrebno vrijeme nabave da ta narudžba fizički stigne do lokacije.

**T** – fiksno vremensko razdoblje ponovnog naručivanja.

Također, prikazat će se i engleska literatura (ali prevedena na hrvatskom) za lakše razumijevanje sadržaja na slici 38.:



**Slika 38.** Pojednostavljeni prikaz periodičkog sustava planiranja i kontrole zaliha, prerađeno prema [35]

Dakle, sa slike je moguće uočiti kako je period (ciklus)  $T$  uvijek isti, a količina zaliha  $Q_n$  (označeno kao.  $Q_1, Q_2, \dots$ ) se mijenja ovisno o razini zaliha u trenutku naručivanja. Što je količina u tom trenutku manja, to će biti potrebno naručiti veću količinu kako bi se nadopunila razlika do ciljane razine zaliha. Također se može zaključiti sa slike, da je u ovom pokaznom primjeru, najveća naručena količina  $Q_2$ , pa  $Q_1$  pa  $Q_3$ , a vremenski period  $T$  je isti tj. fiksni.

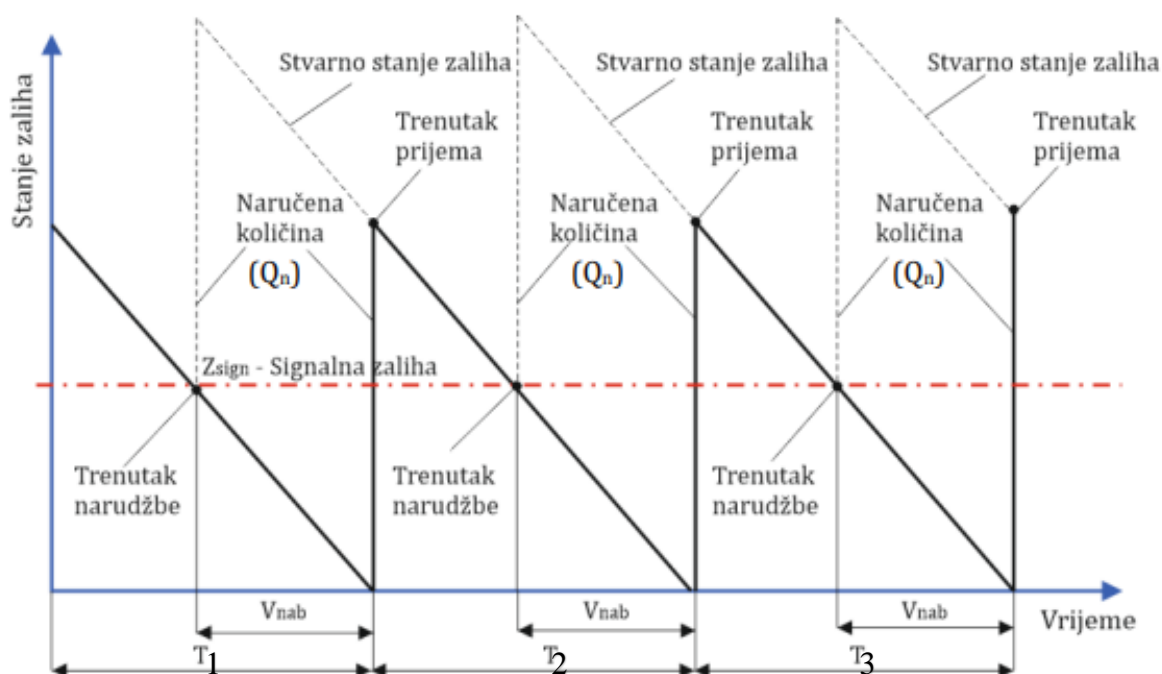
#### 4.3.2.2. Kontinuirani sustav kontrole zaliha ( $Q$ -model)

Kontinuirani sustav naručivanja je metoda upravljanja zalihama u kojoj se nove zalihe naručuju čim razina postojećih zaliha padne ispod određenog minimuma tj. signalne razine. Ova metoda

osigurava stalnu dostupnost proizvoda ili sirovina, minimizira rizik od nestašice i omogućava brzu reakciju na promjene u potražnji ili proizvodnji.

Dakle, može se zaključiti da razlika između periodičkog i kontinuiranog sustava naručivanja leži u načinu donošenja odluka o narudžbama. Kod kontinuiranog sustava, narudžbe se generiraju čim razina zaliha padne ispod određene granice, dok kod periodičkog sustava naručivanja, narudžbe se šalju u redovitim vremenskim intervalima bez obzira na stvarne razine zaliha. Periodički sustav koristi fiksne vremenske intervale za naručivanje, dok kontinuirani sustav koristi dinamički pristup, gdje se naručivanje događa kada zalihe padnu ispod zadane razine (tzv. signalna zaliha).

Na slici 39. prikazan je kontinuirani sustav planiranja zaliha:



Slika 39. Kontinuirani sustav planiranja i kontrole zaliha [11]

Značenje simbola sa slike jest:

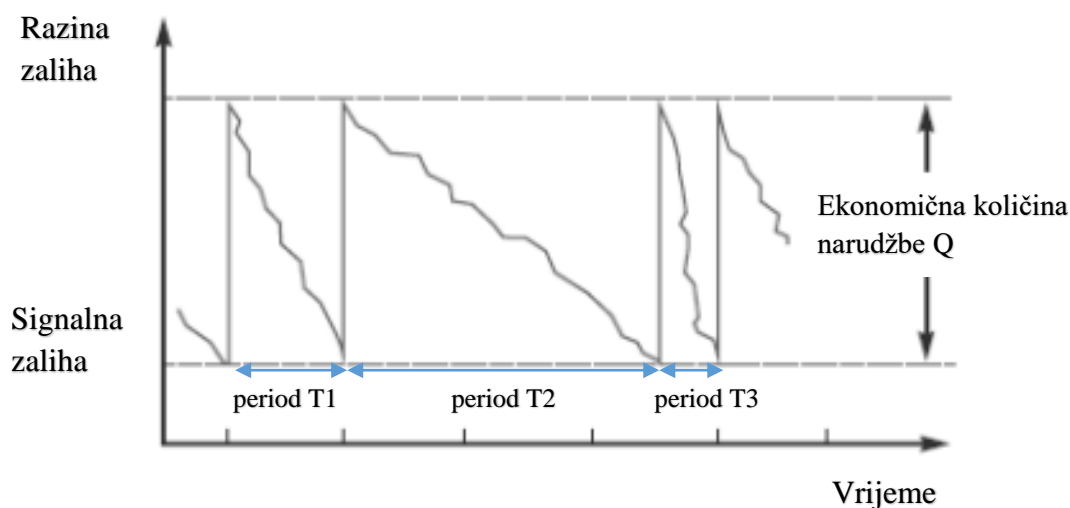
**ROP (Zsign)** – signalna zaliha ili točka ponovnog naručivanja ili točka ponovne nabave. Kada količina zaliha padne do ove razine, slijedi trenutak naručivanja za fiksnu količinu  $Q_n$ .

**$Q_n$**  – naručena količina koja je uvijek jednaka tj. fiksna. Jednaka je razlici signalne razine zaliha i ciljane razine zaliha (s time da ciljana razina zaliha ne mora biti poznata, već se može odrediti npr. izračunom EOQ modela, koji će biti opisan u idućem poglavlju).

**$V_{nab}$**  – vrijeme trajanja procesa realizacije narudžbe ili vrijeme nabave

$T_{1..3}$  – vremensko razdoblje naručivanja koje nije fiksno kao u P-modelu, već se mijenja ovisno o potrošnji robe. Što se više robe potroši u nekom intervalu, to će taj period  $T$  biti kraći jer će količina zaliha prije pasti do signalne razine zaliha i slijedit će trenutak narudžbe (što ujedno znači završetak prethodnog ciklusa  $T$  i početak novog).

Također, i za ovaj model će biti dan pojednostavljen primjer iz strane literature (ali preveden na hrvatskom) kako bi se lakše razumio sadržaj, a prikazan je na slici 40.:



**Slika 40. Pojednostavljeni prikaz kontinuiranog sustava planiranja i kontrole zaliha, prerađeno prema [35]**

Kao što je vidljivo na slici na 40., ciklusi  $T_n$  (označeni sa  $T_1$ ,  $T_2$  i  $T_3$ ) nisu fiksni nego varijabilni jer se mijenjaju ovisno o potrošnji (tj. potražnji) te određene robe. Što je potrošnja veća u nekom intervalu, to će razina zaliha brže padati i prije će doći do signalne zalihe. Kada dođe do signalne zalihe, naručuje se nova fiksna količina, koja se još naziva i ekonomična količina narudžbe jer se upravo EOQ modelom može izračunati koliko bi iznosila ta optimalna fiksna količina. U poglavlju 4.4 će se detaljnije opisati taj model, kao jedan od često korištenih optimizacijskih modela u području upravljanja zaliha.

Može se zaključiti da Q-model upravljanja zaliha često se primjenjuje kod proizvoda čija se potražnja relativno stabilno predviđa, poput osnovnih potrepština ili standardiziranih dijelova. Na primjer, potrošni materijali u proizvodnim linijama ili redovito korištene uredske potrepštine često se upravljaju prema Q-modelu.

S druge strane, P-model upravljanja zaliha koristi se kod proizvoda koji imaju nepravilnu potražnju ili se prodaju sezonski. Primjeri uključuju sezonsku odjeću ili proizvode koji su osjetljivi na trendove tržišta, gdje se narudžbe temelje na razdobljima kada se očekuje veća potražnja.

#### 4.3.2.3. Suvremeni modeli planiranja i kontrole zaliha

Ovo potpoglavlje nije nužno bitno za shvaćanje poglavlja 5 pa se neće ulaziti previše u dubinu. Bitno je znati kako je prethodnog desetljeća postepeno rasla kompleksnost poslovnih sustava (time i podsustava kao i logističkih) pa se tradicionalni modeli poput P i Q modela zamjenjuju suvremenim modelima planiranja i kontrole zaliha. U literaturi se istuče nekoliko važnih modela upravljanja zalihama i njihove definicije [13]:

- **JIT (Just In Time):** JIT model usredotočuje se na naručivanje zaliha točno kada su potrebne u proizvodnji, minimizirajući držanje zaliha i optimizirajući procese proizvodnje.
- **MPR I (Model planiranja materijalnih potreba):** MPR I je metodologija za praćenje i planiranje količina materijala potrebnih za proizvodnju na temelju unaprijed definiranih standarda i potreba proizvodnje.
- **MRP II (Model planiranja materijalnih resursa):** MRP II proširuje MPR I dodajući komponente kao što su planiranje kapaciteta i upravljanje ljudskim resursima kako bi se bolje upravljalo cjelokupnim resursima organizacije.
- **DRP (Model planiranja resursa distribucije):** DRP se koristi za upravljanje zalihama u lancu opskrbe, prateći količine proizvoda na različitim razinama lanca opskrbe kako bi se osigurala dostupnost proizvoda klijentima.
- **ERP (Model planiranja resursa poduzeća):** ERP je sveobuhvatni sustav za upravljanje resursima koji integrira različite aspekte poslovanja, uključujući financije, proizvodnju i logistiku, kako bi se optimiziralo upravljanje resursima u organizaciji.

Postoje i drugi, ali ovo su neki koji se najviše koriste u suvremenim poslovnim sustavima.

#### 4.4. Optimiranje upravljanja zalihama

Model Ekonomične Količine Naručivanja (EOQ), koji datira već više od stoljeća, predstavlja klasičan pristup optimizaciji upravljanja zalihama. Osnovna pretpostavka ovog modela leži u ideji da postoji optimalna količina narudžbe koja minimizira ukupne troškove zaliha. Pod pretpostavkom konstantne potrošnje zaliha i trenutne isporuke od dobavljača, poduzeće redovito naručuje od vanjskog dobavljača. Dobavljač dostavlja točno naručenu količinu, koja se zatim prosljeđuje korisniku, bilo eksternom ili internom. Važno je naglasiti da kod EOQ modela, naručena količina  $Q_n$  je fiksna i odgovara onoj količini kod Q-modela (gdje se naručuje

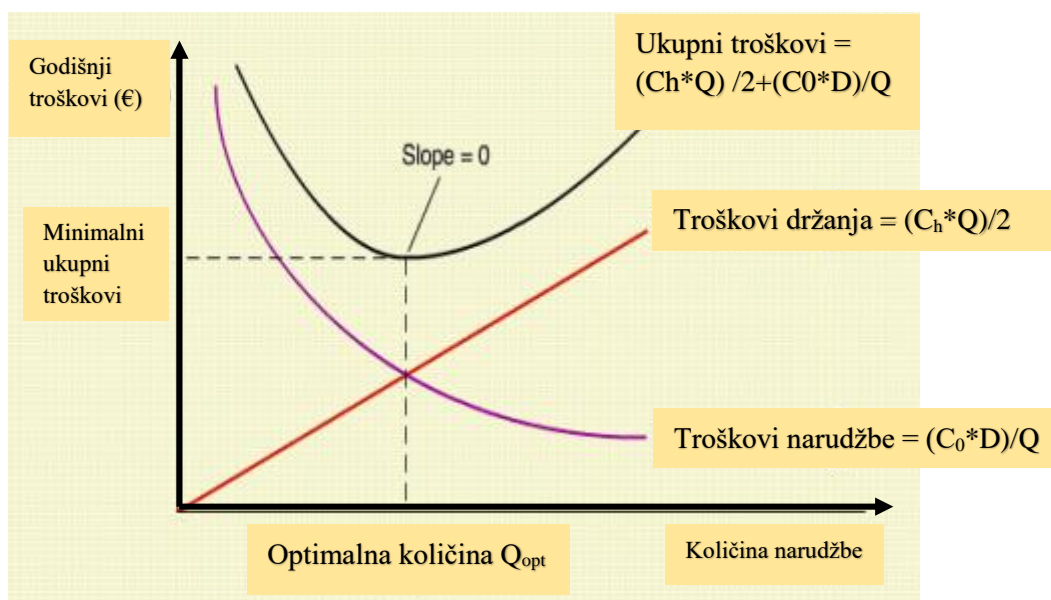
fiksne količine za različite vremenske cikluse T).

Dakle, EOQ model karakterizira periodičko naručivanje fiksne količine robe kada zalihe padnu na predefiniranu razinu, poznatu kao signalna zaliha ili točka naručivanja. Graf stanja zaliha oblikuje se kao „zubi pile“ s ciklusima zaliha, a EOQ predstavlja optimalnu količinu koja minimizira ukupne troškove zaliha. Model uključuje ove pretpostavke:

- potražnja je poznata i događa se u relativno konstantnim periodima
- roba ima dovoljno dug rok trajanja
- roba se nadzire kontinuiranim sustavom nadzora
- svi parametri troškova ostaju isti (tijekom beskonačnog perioda vremena)
- cijena narudžbe dolazi u jednoj isporuci.

Potrebno je efikasno prilagoditi narudžbe kako bi se postigla minimalna kombinacija troškova naručivanja (eng. ordering cost) i čuvanja zaliha (carrying cost), izbjegavajući pri tome manjkavosti u zalihama. Na taj način će ukupni troškovi (total cost) biti minimalni (minimum total cost), te se u toj točki na osi apscisa dobija optimalna fiksna količina naručivanja (optimal order -  $Q_{opt}$ ). Iako ova pojednostavljena verzija može biti ograničena, analiza nudi zaključke koji su od koristi za razumijevanje optimalnih strategija upravljanja zalihama u stvarnim, složenim situacijama. Ovaj model pretpostavlja trenutno izvršenje narudžbe tek kada zalihe padnu na nulu, čime se postiže smanjenje troškova skladištenja.

Na slici 41. moguće je vidjeti sve prethodno navedene troškove:



Slika 41. Grafički prikaz EOQ modela i relevantnih troškova, prerađeno prema [35]

Formula za izračun ekonomične količine nabave jest [11]:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot C_0}{C_h}}$$

gdje je:

$Q$  – količina jedinica – artikala – koja se nabavlja

$D$  – prognozirana potražnja u periodu vremena (mjesec, godina)

$C_0$  – trošak narudžbe

$H$  – godišnja stopa troška držanja zaliha (%) – (ovisi o poslovanju, između 10 % i 15 %)

$C$  – jedinični trošak kupovine ili proizvodnje

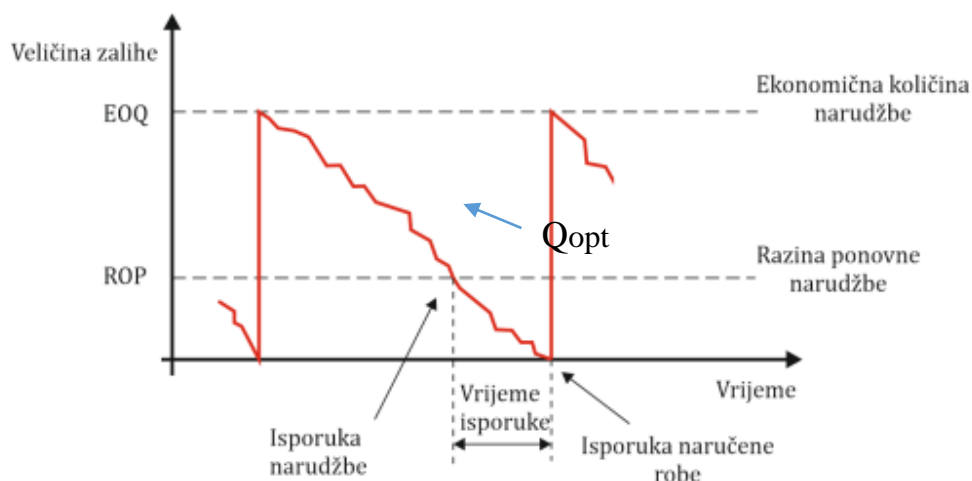
$Ch = (C \cdot H)$  – trošak držanja zaliha

Razvijanje optimalne razine ponovne narudžbe u sustavu upravljanja zalihama zahtijeva praćenje vremena isporuke robe i precizno planiranje veličina narudžbi. Ovaj proces olakšava korištenje programskih alata koji, uz definirane parametre narudžbe i isporuke, omogućuju automatsko obavještavanje odjela nabave o trenutku obnove zaliha, čime se postiže efikasno upravljanje signalnom zalihom ili ROP-om (Reorder Point). ROP se računa na sljedeći način:

$$\text{ROP ili razina signalne zalihe} = V_{\text{nab}} \cdot D + Z_{\text{sig}}$$

gdje je  $D$  prognozirana potražnja,  $V_{\text{nab}}$  je vrijeme nabave, a  $Z_{\text{sig}}$  je sigurnosna zaliha.

Na slici 54 moguće je vidjeti interakciju razine ponovne narudžbe i vremena isporuke



**Slika 42. Interakcija razine ponovne narudžbe i vremena isporuke [11]**

Može se zaključiti da je model ekonomične količine narudžbe (EOQ) koristan jer nudi jednostavne smjernice za određivanje optimalne veličine narudžbe te povezuje troškove s ciklusima nabave, olakšavajući donošenje odluka o zalihama. No, EOQ se temelji na

pretpostavkama o konstantnosti parametara poput potražnje, troškova i vremena isporuke, što može rezultirati nedovoljnom prilagodljivošću u dinamičnom poslovnom okruženju. Također, model ne uzima u obzir kompleksnost cjelokupne zalihe, fokusirajući se na svaki artikl neovisno o interakciji s ostalim artiklima, što može otežati upravljanje ukupnom zalihom i sprječiti iskorištavanje prednosti ekonomije obujma. Osim toga, EOQ se smatra relativno krutim u usporedbi s JIT (Just in Time) modelom, koji pruža veću fleksibilnost i podržava kontinuirana unaprjeđenja u upravljanju zalihama, prepoznajući kompleksniju prirodu problema upravljanja zaliha.

Pod optimizacijom mogu se još svrstati i ABC i XYZ analiza.

ABC analiza je metoda koja klasificira stavke inventara prema njihovom značaju za organizaciju. Kategorizira ih u tri skupine (A, B i C) prema vrijednosti, s A skupinom koja uključuje ključne stavke visoke vrijednosti, B skupinom koja predstavlja umjerenu važnost, i C skupinom koja obuhvaća veći broj stavki niske pojedinačne vrijednosti. Ova analiza pomaže usmjeriti pažnju i resurse prema najvažnijim dijelovima inventara, omogućavajući organizacijama učinkovito upravljanje zalihama i optimizaciju troškova.

XYZ analiza, s druge strane, dodatno proširuje ABC koncept uključujući dimenziju predvidive potražnje. Stavke se kategoriziraju kao X, Y i Z prema njihovoj predvidljivosti i stabilnosti potražnje. X kategorija obuhvaća stabilne stavke s lako predvidljivom potražnjom, Y kategorija uključuje stavke s umjerenom predvidljivošću, dok Z kategorija sadrži nesigurne stavke s teško predvidljivom potražnjom. Ova analiza pomaže prilagoditi strategije upravljanja zalihama ovisno o različitim karakteristikama stavki.

Primjer ABC analize bio bi razvrstavanje proizvoda prema njihovom doprinosu ukupnom prometu, identificirajući "A" stavke koje čine veći dio prihoda. XYZ analiza, s druge strane, primjenjuje se na klasifikaciju proizvoda prema predvidljivosti potražnje, označavajući ih kao "X" (predvidljivu potražnju), "Y" (umjereno predvidljivu) ili "Z" (nepredvidljivu potražnju). ABC analizom postiže se bolje upravljanje zalihama jer fokusira pažnju na proizvode koji čine veći dio prihoda, omogućujući efikasniju kontrolu i optimizaciju zaliha za te proizvode. XYZ analiza pomaže u prilagodbi strategije upravljanja zalihama prema predvidljivosti potražnje, dopuštajući prilagodbu zaliha za proizvode s različitim stupnjem nepredvidljivosti. Time se smanjuju troškovi i povećava efikasnost upravljanja zalihama.



## 5. ANALIZA UPRAVLJANJA ZALIHAMA U TVRTKI DOK-ING

U prethodnom poglavlju dan je teorijski pregled vezan za upravljanje zaliha, osnovne definicije i svrha, sustavi kontrole i planiranja zaliha, troškovi zaliha te model optimizacije; dok će se u ovom poglavlju probati prikazati neki teorijski dijelovi kroz praktičan primjer u tvrtki DOK-ING. Odabirom određenog proizvoda, a to će biti žica, prikazat će se analiza kroz ERP i programski alat Ms Excel gdje će se vršiti proračuni u svrhu analize troškova pri upravljanju zalihama. Pokazat će se važnost optimalnog upravljanja zaliha, te da puno varijabli igra ulogu pri optimizaciji (od analize tržišta i trendova pa do same fatkurne cijene materijala). Također u zadnjem poglavlju, izvršit će se optimizacija i prijedlog poboljšanja na temelju EOQ modela koji je ranije opisan. Važno je istaknuti da žica, kao pokazni primjer, je samo jedan materijal koji će se optimirati, ali je analogno tome i dobra smjernica za ostale materijale jer se može i mnoštvo drugih standardiziranih materijala na sličan način poboljšati.

### 5.1. Pregled i opis trenutnog upravljanja zalihama u tvrtki DOK-ING pomoću GoSoft alata na primjeru žice „16 AWG 600V“

Tvrtka DOK-ING se ističe kao projektna tvrtka, što je ključno razlikovno obilježje u odnosu na tvrtke koje se bave serijskom proizvodnjom. Ova distinkcija proizlazi iz specifičnosti rada na projektima, gdje se nabava materijala usmjerava prema radnim nalogima ili specifičnim potrebama trenutnog projekta. U takvom modelu, zalihe se usmjeravaju prema trenutnoj potražnji, što rezultira manjim količinama zaliha u odnosu na tvrtke s kontinuiranom serijskom proizvodnjom. Dok tvrtke koje kontinuirano proizvode imaju bolju mogućnost predviđanja potražnje te primjenu modela zaliha kao što su kontinuirani Q-modeli ili periodični P-modeli, projektnim tvrtkama je znatno teže primijeniti takve modele zbog promjenjive prirode potražnje. Ova razlika u modelu poslovanja utječe na način upravljanja zalihama, budući da projektna tvrtka mora biti fleksibilnija u nabavi i upravljanju zalihama kako bi zadovoljila promjenjive potrebe svakog pojedinog projekta. Unatoč tome, u projektnim tvrtkama poput DOK-ING-a, postoje standardizirani dijelovi kao što su limovi, žice, vijci i slični potrošni materijali koji se redovito koriste u raznim projektima. Ti materijali se održavaju na zalihama jer su ključni za kontinuiranu proizvodnju i omogućuju brže reagiranje na trenutačne potrebe projekata.

U nastavku ovog rada, fokus će biti na analizu upravljanja zaliha na primjeru narančaste žice "16 AWG 600V". Ova žica je čest materijal u proizvodnji u tvrtki DOK-ING, s obzirom da se koriste kao sastavni u robotici i autonomnim sustavima. Elektronički dijelovi, uključujući i ovu

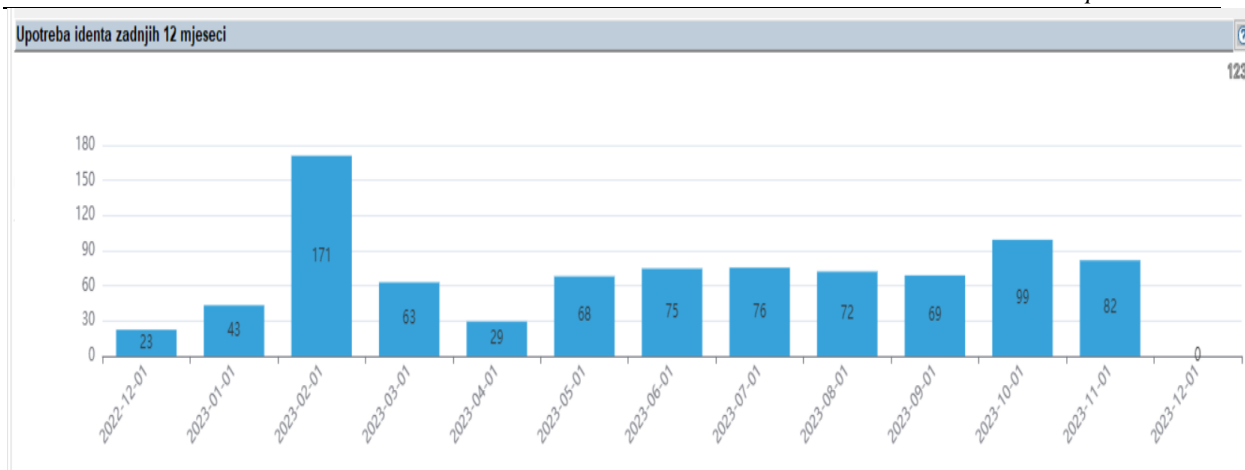
narančastu žicu, često su ključni ugradbeni elementi ili se koriste kao pomoćni dijelovi u različitim podsklopovima ili sklopovima. Skraćenica "AWG" označava "American Wire Gauge" ili američki mjerni sustav za debljinu žica. "AWG 16" označava specifičan promjer ili debljinu žice prema tom standardu i konverzijom na metrički sustav mjerenja iznosi približno 1,29 milimetara.

Primjenom informacijsko – komunikacijskog softvera *GoSoft*, u kartici „analize“ klikne se na podkarticu „zalihe“ za određeni artikl (u ovom slučaju artikl 009493, narančasta žica 16 AWG 600V) te se može vidjeti koliko iznosi prosječna zaliha i količina prijema u prošlosti po mjesecima. Na slici 43., prikazan je period od prosinca 2022. godine do prosinca 2023. godine za artikl te žice. U 2022. godini rok nabave je iznosio do 35 tjedana zbog posljedica korona virusa, a trenutno u 2024. godini iznosi od 4 do 6 tjedana (ovisno o količini). Proizvođač žice je HABIA CABLE GmbH.



**Slika 43.** Prosječna zaliha i količina prijema za artikl „žica 16 AWG 600 V“ posljednjih 12 mjeseci (od prosinca 2022. do prosinca 2023.)

U GoSoftu moguće je i prikazati uporabu identita odnosno artikla žice posljednjih 12 mjeseci kao što je vidljivo na slici 44.



**Slika 44. Upotreba artikla žice posljednjih 12 mjeseci**

Prikaz prosječne količine zaliha i primitaka materijala omogućuje uvid u dinamiku zalihama tijekom vremena, ističući trendove porasta ili smanjenja zalihama. S druge strane, grafovi koji pokazuju uporabu identa ili artikla po mjesecima pružaju uvid u potrošnju materijala tijekom različitih vremenskih razdoblja. Ovi grafovi omogućuju identifikaciju sezonskih varijacija ili promjena u potrošnji, što će biti od koristi za daljnju analizu i planiranje optimalnog upravljanja zalihama u tvrtki DOK-ING.

Također, može se opisati i način na koji se računa prosječna zaliha za ovaj artikl. Na primjer, ako je na zalihama 500 metara žice za veljaču i stajalo je 10 dana na zalihama u tom mjesecu, a zbog uporabe žice za proizvodnju, 400 metara je stajalo preostalih 20 dana onda je potrebno pomnožiti količinu sa brojem dana na skladištu te podijeliti sa ukupnim brojem dana u tom mjesecu. Dakle to bi bilo:  $(500 \cdot 10 + 400 \cdot 20) / 30 = 433,3$  metara. U poglavlju 3.3.4. prikazan je drugačiji izračun prosječne zalihe (kao početno stanje + završno stanje i podijeljeno sa 2), ali taj izračun nije realan kao ovaj, već služi za brzinsku analizu kada je potrebno. Svakako, ERP računa automatski prosječnu zalihu za ovaj artikl na način kako je sada objašnjeno, a ne kao u poglavlju 3.3.4.

Slika 45. pruža osnovne podatke o artiklu žice 16 AWG 600V narančaste boje, dostupne unutar ERP sustava tvrtke DOK-ING. Vidljivo je da minimalna zaliha ovog artikla iznosi 400 metara žice. Ova minimalna količina je unaprijed definirana (400 m) s obzirom na to da žica dolazi u kolotovima, a često se prilikom ožičenja može dogoditi da dođe do škarta. Iz tog razloga, uvijek se održava minimalna zaliha (400 m) kako bi se osiguralo da uvijek postoji dovoljno materijala za izvođenje radova čak i u slučaju neplaniranih situacija. Skladište 001 označava vrstu skladišta gdje se materijal nalazi ili se zaprima. Što se tiče ABC analize, može se vidjeti sa slike da ova žica pripada kategoriji "C", što označava nižu vrijednost i važnost ovog materijala unutar

poslovanja tvrtke. Za XYZ analizu, žica pripada kategoriji "Z". Ova klasifikacija ukazuje da se, unutar konteksta projektnog poslovanja tvrtke DOK-ING, žica 16 AWG 600V narančaste boje smatra vrlo promjenjivom i podložnom značajnim fluktuacijama u potražnji ili potrošnji. Međutim, potrebno je naglasiti da su u DOK-ING-u gotovo svi proizvodi i artikli u „Z“ području jer je teško predvidjeti potražnju s obzirom da je svaki projekt unikatan i sadrži svoje specifične radne naloge i zahtjeve prema kojima se nabavljaju artikli. Da bi se ovo dokazalo, može se izračunati koeficijent varijacije. Koeficijent varijacije je statistička mjera koja izražava omjer standardne devijacije i srednje vrijednosti, pružajući informacije o relativnoj varijabilnosti skupa podataka. Ako je koeficijent manji od 25%, spada u X klasu, ako je između 25-50% spada u Y klasu, te iznad 50% u Z klasu. S obzirom da je u kasnijem proračunu (str. 102.) izračunata standardna devijacija za žicu (koja iznosi 36,26 metara) te aritmetička sredina (koja iznosi 72,5 metara), uzet će se ti podaci. Kada se podijele te dvije vrijednosti dobije se da je koeficijent varijacije 50% što ukazuje da žica spada na granici između Y i Z klase. Ako podaci spadaju između Y i Z klase u XYZ analizi, to obično ukazuje na to da ti podaci imaju umjereni do visoki stupanj varijabilnosti u potrebama ili potražnji. U kontekstu XYZ analize, to znači da se za te podatke (tj. za žicu) obično primjenjuje srednje strog režim upravljanja zalihama kako bi se zadovoljile umjerene do velike fluktuacije u potrebama ili potražnji. Ovo je samo teorijski prikaz, iako je u GoSoftu označen u Z klasi.

JK-ING God.: 2023 - [Artikli: 009493 ŽICA 16AWG 600V TYPE E NARANČA PTFE 1619 600V / 200°C 512331619]  
 rodaja Logistika Tehnički podaci Proizvodnja Kvaliteta Analize Sistem Prozori Pomoć

abava-Dokumenti Nabava-Likvidacija računa Skladišno poslovanje-Skladišta i Skladišno poslovanje-Pregledi - Prodaja-Plan prodaje Analize-Fin.rač

Lista Osn. podaci Prodaja Nabava Proizvodnja Dodatni podaci Struktura Tehnologija Crteži Varjante Klasifikacija Cjene Zaliha

Artikl: 009493 \* Upr. centar: N \*  
 Naziv: ŽICA 16AWG 600V TYPE E NARANČA \* Status: Aktivan \*  
 Dodatni naziv: PTFE 1619 600V / 200°C JM: m \*  
 512331619 Oznaka: \*  
 Tip artikla: Normalni artikli \*

Varijantna grupa: Nije varijantni Volumen: m3 Masa: kg  
 Obr. jed. / MT: Dim. (X Y Z): mm  
 Kontna grupa: ABC: C XYZ: Z Unos datuma upotrebe  
 Porezna tarifa: Barkod: 400,000  Grupiranje potreba  
 Carinska tarifa: Min. zaliha: 400,000 Praćenje serija: Neobavezr  
 MRP planiranje: MRP \*  Potr.  RN Max. zaliha: FIFO izlaz:  
 Prognoze: MRP \*  Potr.  RN Kalkulat. serija: Perioda inv. popisa:  
 Vrijem.rezerva 30,00 Skladište: 001 Dat. inv. popisa:  
 Lokacija:

Slika 45. Osnovni podaci o žici – minimalna zaliha, abc i xyz kategorije

Slika 46. iz ERP sustava prikazuje skladišni dokument - primku, označenu kao S06. Ovaj dokument uključuje relevantne informacije o procesu zaprimanja robe u tvrtki DOK-ING.

Dostavnica, dokument koji se šalje od dobavljača, jasno je povezana s računom. Pojam 'Likvidirani trošak robe' označava da roba ima povezan račun u kojem se evidentiraju razni troškovi, uključujući vrijednost robe, troškove transporta i ostale naplate od strane dobavljača (npr. pakiranje, carina itd.). Sve te stavke, kada se zbroje, tvore bruto vrijednost koja se evidentira kao zalihom robe. Ovo je ključno jer pravilno bilježenje svih troškova povezanih s primljenom robom omogućuje točno praćenje vrijednosti zaliha.

Posebno, zavisni troškovi se unose u sustav i raspoređuju na sve artikle navedene na dostavnici dobavljača. Primjerice, ako se radi o isporuci različitih materijala poput žica, vijaka i limova od strane istog dobavljača, svaki artikl može imati različite troškove prijevoza ili pakiranja zbog njihove veličine, težine ili fragilnosti. Kada se ovakvi troškovi unose u sustav, oni se pridružuju svakom artiklu unutar dostavnice dobavljača proporcionalno, ovisno o tome kako su ti artikli utjecali na te troškove. Točno praćenje i povezivanje tih troškova s odgovarajućim artiklima omogućuje tvrtki da stvarno odredi ukupnu vrijednost svakog artikla, uključujući i dodatne troškove koji su nastali zbog isporuke tih artikala.

IG God.: 2023 - [Dokumenti SKL S06 23/04905]

ja Logistika Tehnički podaci Proizvodnja Kvaliteta Analize Sistem Prozori Pomoć

VD: S06 Primka po narudžbizakli. Termin: Datum dokumenta Odg. osoba:

Br. dok.: 23/04905 Partner: OD: Status: Sve

Vanj. dok.: DO: Status dok.: Slike

VD	Br. dok.	Dat. dok.	Partner	Naziv partnera	Dostavnica	Država	Članica EU	Likv. tr. roba	Likv. tr. carina	Likv. tr. transporta	Likv. ostali troškovi	Likv. tr. špedicija	Izvorni dok.
S06	23/04905	26.10.2023	002316	HABIA CABLE GmbH	7772	NJEMAČKA	DA	U09-23/00823		U09-23/00823	U09-23/00823		N02 23/02850

**Slika 46. Dokument prijema žice i likvidirani trošak robe**

Za osiguranje stabilnosti poslovanja tvrtke DOK-ING, zbroj netto vrijednosti robe i zavisnih troškova poput transporta, pakiranja i sličnih elemenata ne bi smio premašiti unaprijed određeni ulazni planirani iznos u proizvodnji. Ovaj ulazni planirani iznos predstavlja ključni faktor u strukturiranju proizvoda i ključan je za održavanje ekonomske isplativosti.

U tvrtki DOK-ING, značajnu ulogu igra planska cijena. Planska cijena, koja je definirana kao vršna cijena, postavlja granicu za ukupne troškove. Ako se značajno pređe postavljena granica, kontroling intervenira kako bi detaljno pregledao utjecaj povećanja na konačni proizvod. Svaki

artikl koji ulazi u strukturu proizvoda ima svoju postavljenu granicu. Na primjer, trenutno, granica je postavljena 09.10.2023. godine na temelju vrijednosti posljednjih narudžbi, informacija dobivenih od dobavljača (u smislu praćenja odnosno „osluškivanja“ tržišta) te praćenja globalnih i lokalnih događaja poput pandemije, geopolitičkih nemira, poremećaja opskrbe, inflacije i sličnih elemenata. U daljnjem kontekstu i tijekom analize, koristit će se naziv „MC“ jer je takva unešena u GoSoftu (MC je dakle planska ili vršna cijena artikla; sinonimi pri notaciji).

Ta planirana cijena materijala za žicu iznosi 1,64 eura po metru, označena kao MC. Ova planirana cijena predstavlja kalkulativnu cijenu koja se koristi za obračun troškova strukture cijelog gotovog proizvoda ili projekta. Bitno je napomenuti da je važno da netto vrijednost i svi zavisni troškovi budu ispod planirane cijene kako bi tvrtka DOK-ING ostvarila profitabilnost i ostvarila uštede, a upravo zalihe su ključna varijabla koja utječe na krajnju cijenu te odlučuje da li će biti ispod ili iznad planske cijene. Na slici 47. moguće je vidjeti da MC iznosi 1,64 eura.

Šif	Cjenik	Cijet	Cijena	Kol	JM	Datum	Valu
MC	Planska cijena materijala	1,64	1,64	1,000 m		9.10.2023	EUR

**Slika 47. Planska cijena materijala (MC) žice 16 AWG 600V za 2023. godinu**

Kako bi se dobila nabavna cijena žice, potrebno je vidjeti kolika je netto vrijednost žice te ostali zavisni troškovi kao što je prikazano na slici 48. Na slici je vidljiva fakturna vrijednost žice, koja iznosi 1,55 eura po metru (označena kao trošak 01), zatim trošak transporta do granice koji iznosi 0,02 eura po metru (trošak 03), kao i ostali troškovi, poput pakiranja ili sličnih, koji iznose 0,02 eura po metru. Ukupna primljena količina žice na ovoj primci iznosila je 316 metara. Pomnoživši ovu količinu sa odgovarajućim cijenama po stavkama, fakturna vrijednost žice u toj narudžbi iznosi 489,80 eura, dok je trošak transporta do granice 7,87 eura, te ostali troškovi 4,87 eura (razlika u iznosu je zbog zaokruživanja cijene troška na dvije decimale), što ukupno iznosi 502,54 eura.

Račun	Primka	Trošak	Naziv troška	Ident	Naziv	Količina JM	Iznj	Cijel	Valu
U09-23/00823	S06-23/04905	06	Ostali troškovi	009493	ŽICA 16AWG 600V TYPE E	316,000 m	4,87	0,02	EUR
U09-23/00823	S06-23/04905	01	Fakturna vrijednost	009493	ŽICA 16AWG 600V TYPE E	316,000 m	489,80	1,55	EUR
U09-23/00823	S06-23/04905	03	Transport do granice	009493	ŽICA 16AWG 600V TYPE E	316,000 m	7,87	0,02	EUR

Slika 48. Obračun troškova za žicu

Dakle, na kraju je nabavna cijena žice jednaka 1,59 eura (fakturna vrijednost + svi troškovi) te sa tom cijenom sijeda na zalihe.

Datum	Cijena	Cijena za	Količina JM
26.10.2023	1,59	1,59	1,000 m
26.10.2023	1,57	1,57	1,000 m
26.10.2023	1,55	1,55	1,000 m

Slika 49. Nabavna cijena žice

Na dan 30.09.2023. godine, početno stanje zaliha žice iznosilo je 727,6 metara, čija je ukupna vrijednost (saldo) bila 811,97 eura. To znači da je jedan metar žice imao prosječnu vrijednost zalihe od 1,11596 eura po metru.

Do datuma 26.10., materijal iz zaliha korišten u proizvodnji (dakle izlaz materijala) je bio po cijeni prosječne vrijednosti zaliha. Nakon obnavljanja zaliha po cijeni od 1,59 eura po metru i zbrajanjem s vrijednostima zaliha koje su bile prisutne u tom trenutku, dobivena je ukupna vrijednost zaliha od 1314,51 eura, koja kada se podijeli sa ukupnom količinom (početno stanje + primka) dobije se rezultat 1,266 što predstavlja novu prosječnu vrijednost zalihe. Može se zaključiti da iako je nabavna vrijednost te primke bila veća i iznosila 1,59 eura po metru žice, zbog prethodnih zaliha na stanju i niže prosječne vrijednosti tadašnje nabave, sadašnja vrijednost je manja; što znači da će žica koja se koristi u proizvodnji nakon te primke biti 1,266 eura a ne 1,59 te se može reći da je prethodno stanje zaliha bilo „spas“. Svi se ovi podaci mogu popratiti na slici 50.:

Datum	Period	VD	Br. dok.	Količina	Količit	JM	Dugu	Saldo	Cijer	RN
30.9.2023	09/23		POČ.ST			727,600 m	811,97	811,97	1,11596	
26.10.2023	10/23	S06	23/04905	316,000	316,000 m		502,54	1.314,51	1,59032	
30.10.2023	10/23	S07	23/10184	3,800	3,800 m		4,80	1.319,31	1,26316	1SA-0009/000462

Slika 50. Prikaz prosječnih cijena žica

Pregled budućih narudžbi pokazuje planirano povećanje cijene zaliha zbog najavljene narudžbe koja će biti plasirana 25.10.2023. godine po netto cijeni od 2,09 eura po metru. Ovo će imati značajan utjecaj na povećanje zaliha, ovisno o trenutnom stanju zaliha i po kojoj cijeni su one trenutno. Očekivano povećanje zaliha može također utjecati na vrijednost izlaza robe u proizvodnju, s obzirom na promjene u cijeni nabave materijala koje će se koristiti u proizvodnom procesu. Također se na slici 51. može vidjeti kako su cijene prijašnjih godina bile puno manje u odnosu na danas što je najveća posljedica inflacije i tržišnih promjena poput korone virusa, rata u Ukrajini i slično.

Datum	Cijena JM	Status	Napomena	Partner	Naziv
25.10.2023	2,09 m	1	N02 23/03217 - Paritet: EXW - Transport: Cestovni	002316	HABIA CABLE GmbH
20.9.2023	1,55 m	0	N02 23/02850 - Paritet: EXW - Transport: Cestovni	002316	HABIA CABLE GmbH
12.7.2022	1,30 m	0	N02 22/01828 - Paritet: EXW - Transport: Cestovni	002316	HABIA CABLE GmbH
13.8.2021	0,95 m	0	N02 21/01926 - Paritet: EXW - Transport: Cestovni	002316	HABIA CABLE GmbH
19.2.2020	0,90 m	0	N02 20/00317 - Paritet: FCA - Transport: Cestovni	002316	HABIA CABLE GmbH

Slika 51. Fakturane cijene materijala žice u vremenskim periodima



## 5.2. Analiza upravljanja zaliha na primjeru žice u MS Excelu

Prethodno poglavlje 5.1. dalo je pregled i opis trenutnog stanja upravljanja zalihama na primjeru odabranog artikla žice koja se često koristi u proizvodnji u tvrtki DOK-ING. Na temelju tog opisa i funkcioniranja u informacijskom sustavu GoSoft, sljedeća 3 potpoglavlja će prikazati analizu upravljanja zalihama žice u MS Excelu na temelju postojećih podataka dostupnih upravo iz GoSoft-a. Prvo će se pokazati analiza za prethodni mjesec (listopad 2023. godine), zatim za nadolazeći mjesec (prosinac 2023. godine) te na kraju će se napraviti „simulacija“ (projekcija) u slučaju što bi se dogodilo da nema postojećih zaliha na skladištu.

### 5.2.1. Analiza žice za prethodni mjesec (listopad 2023. Godine)

Na prethodnom primjeru žice, naziva 16 AWG 600V, koji je često korišten materijal u proizvodnoj i montažnoj jedinici DOK-ING-a, prikazat će se analiza za listopad 2023. godine. Ono što je trenutno dostupno u ERP-u je učestalost naručivanja (odnosno primki) i izlaza sa zaliha (dakle ono što je dano radnim nalogom za potrebe proizvodnje). Iz GoSoft-a su izvađeni ti podaci te su stavljeni u Microsoft Excel, kao što je vidljivo na slici 52. Sa slike je moguće vidjeti da je bila jedna veća primka od 316 metara te 9 manjih izlaza.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Datum	mjesec	godina	VD	Br. dok.	tumačenje dokumenta	Količina	JM	Partner	Naziv
2										
3	02.10.23	10	2023	S07	23/09052	izlazi sa zaliha	4,4		2316	HABIA CABLE GmbH
4	09.10.23	10	2023	S07	23/09031	izlazi sa zaliha	5 m		2316	HABIA CABLE GmbH
5	19.10.23	10	2023	S07	23/09028	izlazi sa zaliha	11,2 m		2316	HABIA CABLE GmbH
6	24.10.23	10	2023	S07	23/09019	izlazi sa zaliha	5 m		2316	HABIA CABLE GmbH
7	29.10.23	10	2023	S06	23/09064	primka	316 m		2316	HABIA CABLE GmbH
8	30.10.23	10	2023	S07	23/09133	izlazi sa zaliha	3,8 m		2316	HABIA CABLE GmbH
9	30.10.23	10	2023	S07	23/09276	izlazi sa zaliha	4,6 m		2316	HABIA CABLE GmbH
10	30.10.23	10	2023	S07	23/09263	izlazi sa zaliha	25,2 m		2316	HABIA CABLE GmbH
11	30.10.23	10	2023	S07	23/09323	izlazi sa zaliha	36 m		2316	HABIA CABLE GmbH
12	30.10.23	10	2023	S07	23/09319	izlazi sa zaliha	4 m		2316	HABIA CABLE GmbH

Slika 52. Izlazi i primke materijala žice za listopad 2023. godine

Ono što je također jako bitno je cijena naručene robe (koja je već prikazana u prethodnom poglavlju, slika 62) uključujući i troškove, koja je također dostupna u GoSoftu u kartici *Zaliha* → *Analiza zaliha* → *troškovi*; prikazano na slici 53.

Primka	Trošak	Naziv troška	Cijena euro	vrijednost	Valuta	Partner rač.	Partner računa naziv	Dat. PER rač.
S06-23/04905	03	Transport do granice	0,02	6,32	EUR	002316	HABIA CABLE GmbH	16.10.2023
S06-23/04905	01	Fakturna vrijednost	1,55	489,80	EUR	002316	HABIA CABLE GmbH	16.10.2023
S06-23/04905	06	Ostali troškovi	0,02	6,32	EUR	002316	HABIA CABLE GmbH	16.10.2023

Slika 53. Prikaz cijene naručene žice, fakturna cijena žice i troškovi

Pomoću tih dostupnih podataka sada se može napraviti obračunska kartica u MS Excelu, prikazano na slici 54:

Datum	Period	VD	Br. dok.	Br.	Količina	količina ulaza	količina izlaz	JM	vrijednost zaliha u datom trenutku (knjgovodstvena metoda vrednovanja zaliha po prosječnoj cijeni)	vrijedno st ulaza	vrijednost izlaza	Cijena zaliha koju ERP dodjeljuje obračunom
30.9.2023	09/23		POČ. ST		727,600			m	811,97			1,11596
11.10.2023	10/23	S07	23/09458	1			4,400	m			4,91	1,11596
17.10.2023	10/23	S07	23/09664	4			5,000	m			5,58	1,11596
17.10.2023	10/23	S07	23/09672	1			11,200	m			12,50	1,11596
23.10.2023	10/23	S07	23/09912	3			5,000	m			5,58	1,11596
stanje prije ulaza					702,000				783,40			1,11596
26.10.2023	10/23	S06	23/04905	3		316,000		m		502,54		1,59032
nova vrijednost					1.018,000				1.285,90			1,26316
30.10.2023	10/23	S07	23/10184	1			3,800	m			4,80	1,26316
31.10.2023	10/23	S07	23/10225	1			4,600	m			5,81	1,26316
31.10.2023	10/23	S07	23/10240	1			25,200	m			31,83	1,26316
31.10.2023	10/23	S07	23/10243	2			36,000	m			45,48	1,26316
31.10.2023	10/23	S07	23/10244	1			4,000	m			5,05	1,26316
31.10.2023	10/23		KON. ST		944,400				1.192,97			1,26316

Slika 54. Obračunska kartica u MS Excelu za žicu u listopadu 2023. godine

Početno stanje zaliha žice 16 AWG 600V iznosi 727,6 metara (kao što je prethodno još prikazano sa slike 64) i to je zapravo završno stanje 9. mjeseca. Cijena zaliha koju ERP dodjeljuje obračunom iznosi 1,11596 eura po jedinici metra, te umnoškom količine i cijene može se dobiti vrijednost zaliha u tom trenutku što iznosi 811,97 eura. Nakon toga slijede izlazi sa zaliha (datumi 2.10, 9.10, 19.10 i 24.10 sa slike 52.) za potrebe proizvodnje te se može vidjeti kako izlaze sa istom cijenom koju je dodijelio ERP te se vrijednost izlaza također dobija umnoškom te cijene i količine (npr 4,4 metra je izašlo po radnom nalogu sa prosječnom cijenom od 1,11596 eura po metru i onda vrijednost tog izlaza iznosi 4,91 eura). Nakon izlaza izračunata je ukupna količina u tom trenutku koja iznosi 702 metara žice; slijedi primka (datum 29.10) sa količinom od 316 metara. Ovaj dio obračuna je jako važan jer nabavna cijena žice je veća nego što je prosječna cijena žice na zalihama. Nabavna cijena može se vidjeti sa slike 49. kako je već prethodno objašnjeno, te ona iznosi 1,59 eura (fakturna vrijednost = 1,55 eura/m + transport =

0,02 eura/m + ostali troškovi = 0,02 eura/m). Dakle, vrijednost primke iznosi 502,54 eura i sijeda na zalihe sa tom cijenom od 1,59 eura/m. Ukupna količina nakon primke iznosi 1018 metara a prosječna cijena zaliha je sada 1,26316 eura/m (više nego prijašnja prosječna cijena, a manja od posljednje nabavne cijene žice). Nakon primke bilo je još 5 izlaza te je bitno za naglasiti kako izlaze sa novoizračunatom prosječnom cijenom od 1,26316 eura/metru te se analogno tome računa i vrijednost izlaza. MC cijena za žicu iznosi 1,64 eura/m, kao što je i rečeno na stranici 89) i ona ulazi u kalkulatívni cijenik cijelog proizvoda, pa se može zaključiti da je u 10. mjesecu napravljen sljedeći profit odnosno ušteda pri upravljanju zalihama:

$$\begin{aligned}
 U\check{S}T\check{E}D\check{A} &= MC \cdot ukupni\ izlaz\ za\ 10.\ mjesec - \sum_{n=1}^{\infty} (izlaz \cdot prosječna\ cijena\ zaliha)_n \\
 &= 1,64 \cdot 98,8 - (25,2 \cdot 1,11596 + 73,6 \cdot 1,26316) = 40,94\ eura
 \end{aligned}$$

Dakle, što se tiče proizvoda žice 16 AWG 600V, tvrtka DOK-ING je u plusu 40,94 eura. To je rezultat uspješnog upravljanja zalihama u odijelu nabave u tvrtki DOK-ING. Razlog uštede je taj što će ta žica, koja se ugrađuje u neki podsklop višeg stupnja (kasnije u montaži), biti uračunata s MC cijenom (koja je predodređena), a zapravo je trošak onaj s kojim će ta žica izaći s prosječnom cijenom zaliha. To znači da će na kraju kada se računaju stvarni ukupni troškovi krajnjeg proizvoda, DOK-ING biti u plusu sa uštedama svih materijala koji su elementi krajnjeg proizvoda tj. projekta.

U ERP-u je također moguće segmentacijski vidjeti razliku između stvarne kalkulacije (prosječna cijena zaliha \* količina tog izlaza) i vrijednosti cjenika (MC \* količina tog izlaza). Na primjer, u obračunu je prikazan jedan od izlaza koji iznosi 4,4 metra žice (izlaz 11.10.2023. u MS Excelu). Prema stvarnoj kalkulaciji, vrijednost za taj specifičan izlaz iznosi 4,91 eura (1,11596 eura/metru \* 4,4 metara; zelena strelica na slici 55.), a vrijednost po cjeniku iznosi 7,22 eura (1,64 eura/metru \* 4,4 metara; plava strelica na slici 55.), što znači da će razlika između vrijednosti po cjeniku i stvarne kalkulacije zapravo biti profit odnosno ušteda i ona iznosi 2,31 eura (crvena strelica na slici 55.). Dakle, ušteda za taj specifičan izlaz žice „16AWG 600V TYPE E NARANČASTA“ koji je plasiran prema radnom nalogu za potrebe proizvodnje iznosi 2,31 eura. Sve je prikazano na slici 55.:

Struktura	Tip	Ident	Naziv Artikla	Br. dok.	Kalkulaci	Vrijednost cjenil	Razli
009493	ZICA 16AWG 600V TYPE E N IZD	009493	ZICA 16AWG 600V TYPE E NARANČA	S06 21/03941.12	4,91	7,22	2,31

Slika 55. Prikaz kalkulacije, cjenika i ostvarene razlike u GoSoft-u

### 5.2.2. Analiza žice za nadolazeći mjesec (prosinac 2023. Godine)

Međutim, sada se može postaviti pitanje što bi bilo da je fakturna cijena 2,09 eura po metru (kako se i najavio porast cijena prema slici 51.), a primka u prosincu iznosi 200 metara. Dakle, u studenom će u proizvodnji izaći 82 metra po posljednjoj prosječnoj cijeni od 1,26316, a u prosincu primka iznosi 200 metara po cijeni od 2,13 eura po metru (pretpostavit će se da su troškovi transporta i ostalih troškova ostali isti i iznose 0,02). Postavlja se pitanje da li će povećana nabavna cijena uspjeti opravdati MC cijenu koja je niža i iznosi 1,64 eura po metru žice. Projekcija (simulacija) je dana sljedećim obračunom u Excelu (slika 57.) a poznati su sljedeći podaci:

Konačno stanje zaliha u listopadu (slika 54.) = 944,4 m

Prosječna cijena zaliha na kraju listopada (slika 54.) = 1,26316 eura/m

Nova fakturna cijena žice (najava – predviđanje iz ERP-a, slika 51.) = 2,09 eura/m

Troškovi transporta (hipotetski) = 0,02 eura/m

Ostali troškovi (hipotetski) = 0,02 eura/m

Izlaz u studenom (dostupno u ERP-u za planiranje potreba, slika 44.) = 82 metra po cijeni 1,26316 eura/m

Ulaz (primka – prosinac; dostupno u ERP-u za planiranje potreba tj. buduće narudžbe, slika 43. ili slika 56.) = 200 metara po cijeni 2,13 eura (ova se cijena dobila zbrajanjem nove fakturne cijene i hipotetskih troškova)

MC ( za 2023. godinu, slika 47.) = 1,64 eura/m

Artikl	Naziv artikla	Količini	JM	N.C	Projekt	Neto vrijed	Dat.isporuke
009493	ZICA 16AWG 600V TYPE	200,000 m	D	2,09	1KR-0004	418,00	6.12.2023

Slika 56. Buduća (najavljena) primka za prosinac 2023. godine

Datum	Period	VD	Br. dok.	Br.	Količina	količina ulaza	količina izlaz	JM	vrijednost zaliha u datom trenutku (knjgovodstvena metoda vrednovanja zaliha po prosječnoj cijeni)	vrijedno st ulaza	vrijednost izlaza	Cijena zaliha koju ERP dodjeljuje obračunom
30.9.2023	09/23		POC.ST		727,600			m	811,97			1,11596
11.10.2023	10/23	S07	23/09458	1			4,400	m			4,91	1,11596
17.10.2023	10/23	S07	23/09664	4			5,000	m			5,58	1,11596
17.10.2023	10/23	S07	23/09672	1			11,200	m			12,50	1,11596
23.10.2023	10/23	S07	23/09912	3			5,000	m			5,58	1,11596
stanje prije ulaza					702,000				783,40			1,11596
26.10.2023	10/23	S06	23/04905	3		316,000		m		502,54		1,59032
nova vrijednost					1.018,000				1.285,90			1,26316
30.10.2023	10/23	S07	23/10184	1			3,800	m			4,80	1,26316
31.10.2023	10/23	S07	23/10225	1			4,600	m			5,81	1,26316
31.10.2023	10/23	S07	23/10240	1			25,200	m			31,83	1,26316
31.10.2023	10/23	S07	23/10243	2			36,000	m			45,48	1,26316
31.10.2023	10/23	S07	23/10244	1			4,000	m			5,05	1,26316
31.10.2023	10/23		KON. ST		944,400				1.192,97			1,26316
25.11.2023	20.11.		novi izlaz				82	m			103,58	1,26316
stanje nakon izlaza					862,400				1.089,35			1,26316
6.12.2023	25.11.		novi ulaz			200		m		426		2,13
6.12.2023			ново stanje zaliha		1.062,400				1.515,35			1,42634524

**Slika 57. Obračunska kartica žice u MS Excelu, projekcija cijene sa nadolazećom primkom po skupljijoj cijeni**

Obračunom se utvrdilo kako će nova primka u prosincu sa nabavnom cijenom od 2,13 eura/m uzrokovati porast prosječne cijene zaliha na vrijednost od 1,426 eura/m što je i dalje manje od MC cijene koja ulazi u kalkulativni trošak krajnjeg proizvoda. Zaključak je da unatoč porastu nabavne cijene zbog globalne inflacije, geopolitičkih pojava i drugih trendova i poremećaja na tržištu, tvrtka DOK-ING će i dalje biti u uštedi što se tiče proizvoda žice zbog prethodnog stanja na zalihama koje su kupljene na nižoj cijeni u prošlosti (zajedno s jeftinijim transportom, troškovima pakiranja i sl.). Također treba naglasiti da ukoliko je god moguće, bez obzira na prethodno stanje zaliha, trebaju nabavne cijene biti manje od planske cijene materijala MC jer se time dugoročno šteti i narušava profitabilnost, a naposljetku i uspjeh odnosno otežana je prodaja proizvoda jer će tvrtka DOK-ING morati podići cijenu projekta klijentima što znači da konkurencija ima prednost na takvom globalnom tržištu.

### 5.2.3. Analiza žice pod pretpostavkom da nema prethodnih zaliha na skladištu

Iduće pitanje koje se postavlja je, što bi se dogodilo da tvrtka DOK-ING nije imala nikakvo stanje na zalihama žice, već da naručuje samo točno onoliko koliko je potrebno po radnom nalogu za određeni projekt? Pretpostavit će se da je stanje na zalihama prije primke 26.10.2023

iznosilo 0, a ostale cijene i količine izlaza i primke nakon toga ostat će iste kao i na prethodnoj analizi. Novi obračun prikazan je na slici 58.:

Datum	Period	VD	Br. dok.	Br.	Količina	količina ulaza	količina izlaz	JM	vrijednost zaliha u datom trenutku (knjgovodstvena metoda vrednovanja zaliha po prosječnoj cijeni)	vrijedno st ulaza	vrijednost izlaza	Cijena zaliha koju ERP dodjeljuje obračunom
stanje prije ulaza					0,000				0,00			0,00000
26.10.2023	10/23	S06	23/04905	3		316,000		m		502,54		1,59032
nova vrijednost					316,000				502,54			1,59032
30.10.2023	10/23	S07	23/10184	1			3,800	m			6,04	1,59032
31.10.2023	10/23	S07	23/10225	1			4,600	m			7,32	1,59032
31.10.2023	10/23	S07	23/10240	1			25,200	m			40,08	1,59032
31.10.2023	10/23	S07	23/10243	2			36,000	m			57,25	1,59032
31.10.2023	10/23	S07	23/10244	1			4,000	m			6,36	1,59032
31.10.2023	10/23		KON. ST		242,400				385,49			1,59032
25.11.2023	20.11.		novi izlaz				82	m			130,41	1,59032
stanje nakon izlaza					160,400				255,09			1,59032
6.12.2023	25.11.		novi ulaz			200		m		426		2,13
6.12.2023			ново stanje zaliha		360,400				681,09			1,889809456

**Slika 58. Projekcija cijene žice u slučaju da nema prethodnih zaliha na skladištu**

Ovim obračunom vidljivo je kako je krajnja prosječna cijena 1,889 eura/m žice te je veći od planske cijene materijala  $MC=1,64$  što znači da ne zadovoljava uvjete nabave. Svi budući izlazi u proizvodnji izlazit će po toj cijeni a u ERP-u će se kalkulirati po MC cijeni što znači da će tvrtka DOK-ING biti u minusu odnosno imati će veće troškove nego su planirani. To će rezultirati poskupljenjem projekta odnosno proizvoda ili će troškovi morati biti srezani u nekom drugom segmentu (kao npr. plaće ili potrošnja energije) što svakako nije dobro za dugoročno i održivo poslovanje takve tvrtke. Budući gubici bi iznosili:

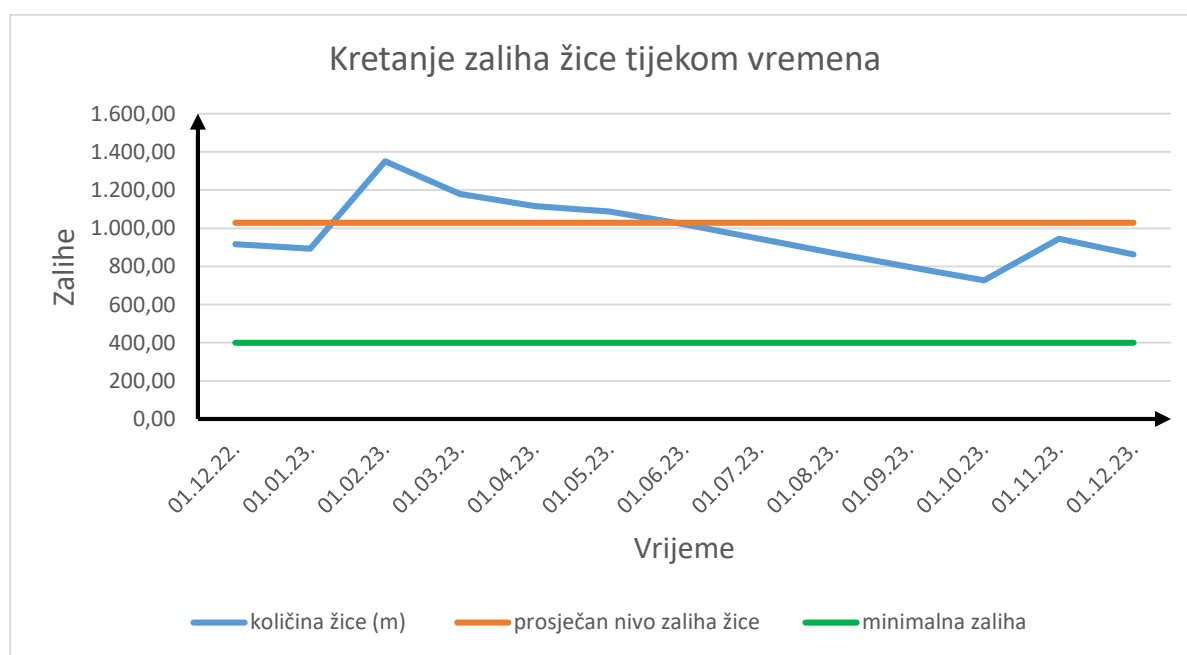
$$\text{Gubitak (eur)} = (\text{prosječna cijena zaliha} - MC) * \text{količina izlaza}$$

Ova formula vrijedi sve do iduće primke koja bi ponovno promijenila prosječnu cijenu ukoliko je drukčija.

Zaključak ove analize je da je potrebno imati neke zalihe od prije zbog niže cijene kako bi se smanjili prosječni troškovi za nabavu materijala, ali opet i ne previše da ne bi zalihe ostale neiskorištene i ostale predugo na skladištu i time vremenski i prostorno zauzimale kapacitet; jer se na taj način isto gubi vrijednost (tzv. nekurentne zalihe) – dakle treba naći neki optimum naručivanja. U sljedećem poglavlju fokus će biti upravo na optimizaciji i prijedlogu unaprjeđenja ove žice u tvrtki DOK-ING.

### 5.3. Optimizacija i prijedlog poboljšanja upravljanja zalihama na primjeru žice

Kako bi se pronašao optimum naručivanja koristit će se model ekonomične količine narudžbe (EOQ) za materijal žice „16AWG 600V TYPE E NARANČASTA“ kojim će se pokušati minimalizirati ukupni varijabilni troškovi u nabavi i držanju zaliha. Da bi se pronašla optimalna narudžba, treba promotriti nivo zaliha u funkciji vremena što je prikazano i grafom. Promatra se vremenski period 2023.godine odnosno posljednjih 12 mjeseci (os apscisa) i zalihe žice na skladištu (os ordinata). Početno stanje za 30.9.2023. je bio poznat iz obračuna pa se lako moglo izračunati i za ostale mjesece ako je poznata mjesečna potrošnja i primke žice (slika 43. i 44.). Na slici 59. se jasno može ukazati na trend promjene zaliha u posljednjih 12 mjeseci; na primjer može se vidjeti da je primka bila negdje u siječnju i listopadu zbog porasta krivulje nivoa zaliha, a ostalih mjeseci postepeno pada zbog nešto blaže potrošnje. Također je i prikazan prosječan nivo zaliha koji iznosi 1028,5 metara žice za 2023.godinu te minimalna zaliha postavljena u ERP-u koja iznosi 400 metara žice.



Slika 59. Kretanje zaliha žice tijekom vremena

Pitanje koje se postavlja je, da li je ovaj graf optimalan i pruža li maksimalnu uštedu za tvrtku DOK-ING pri upravljanju zalihama? S obzirom da se radi o nekom potrošnom materijalu koji



nije robustan, rijetko će se kada ispuniti narudžba koja obuhvaća samo artikl žice, već će narudžba obuhvaćati više artikala i u većoj količini kako bi transportni i ostali troškovi bili manji po jednoj jedinici. Primjer jedne primke po narudžbi prikazan je na slici 60. Na slici je moguće je vidjeti informacije kao što je vrsta žica, količina, datum isporuke te projekt za koji je vezana odnosno namijenjena. Vidi da se naručuju više vrsta žica i za različite projekte kako bi se smanjili pojedinačni troškovi narudžbe i dostave.

JG God: 2023 - [ S06 23/04905 ( Primka po narudžbi/zakj. ) ]

ja Logistika Tehnički podaci Proizvodnja Kvaliteta Analize Sistem Prozori Pomoć

Nabava-Pregledi - analize Nabava-Likvidacija računa Skladišno poslovanje-Pregledi - Tehnički podaci-Artikli Nabava-Dokumenti Skladišno poslovanje-Skladišta i Prodaja-Plan prodaje

Lista Dokument Logistika Dodatni podaci Plaćanja Promjene Poruke Veze DMS Privitci

Primka po narudžb 23/04905 \* Datum dokumenta: 26.10.2023 \* Opis: Odg. osoba: Slobodan

Narudžbenic N02/23/02850 Dat. isp.: Koment.gornji: Koment.donji:

Partner: 002316 \* HABIA CABLE GmbH Transport: Cestovni \* Posao:

Primatelj: 000002 DOK-ING d.o.o. Kontakt: Adresa prim: PRIMATELJ ROBE:DOK-ING d.o.o.Slavonski

Dostavnica br.: 7772 \* sa danom: 26.10.2023 \* Isporuka: EXW \* Mjesto dopr.: IS VP:

Br.	Artikl	Naziv artikla	Količina JM	NA Sklad.	Na lokaciji	Serija	Projekt	Izv. količina	Operacija UK	MT	Dat.isporuk	Kontrol
1	009489	ŽICA 16AWG 600V TYPE	510,000 m	001	03D	Nov	2ZA-1015	500,000			25.10.2023	
2	009490	ŽICA 16AWG 600V TYPE	300,000 m	001	03D	Nov	2ZA-1015	300,000			25.10.2023	
3	009493	ŽICA 16AWG 600V TYPE	316,000 m	001	03D	Nov	1UA-0010	300,000			25.10.2023	
4	009492	ŽICA 16AWG 600V TYPE	330,000 m	001	03D	Nov	2ZA-1015	300,000			25.10.2023	
5	009499	ŽICA 20AWG 600V TYPE	1.200,000 m	001	03D	Nov	2ZA-1015	1.200,000			25.10.2023	
6	010897	ŽICA 20AWG 600V TYPE	660,000 m	001	03D	Nov	2ZA-1015	600,000			25.10.2023	
7	009501	ŽICA 20AWG 600V TYPE	880,000 m	001	03D	Nov	1UA-0012	800,000			25.10.2023	
8	007154	ŽICA 26AWG 600V TYPE	220,000 m	001	03D	Nov	1UA-0015	200,000			25.10.2023	

4.416,000

Slika 60. Primka po narudžbi za artikl žice

Račun za prethodnu narudžbu prikazan je na slici 61. Sa slike se može uočiti da je fakturna cijena žice 4657,60 eura ( za svu naručenu količinu ) a troškovi transporta iznose 110 eura,



pakiranja 18,5 eura te troškovi ukrcaja 49,5 eura. Dakle, može se reći da je trošak jedne narudžbe žica  $110+18,5+49,5=178$  eura.

Pos	Part No Description	Sales Qty Unit	Price	Tax %	Net Amount EUR
Supplier Delivery Note Reference(s): 77772					
<b>Sub Total Amount</b>					<b>4,657.60</b>
<b>Packing</b>					<b>18.50</b>
<b>Spooling costs</b>					<b>49.50</b>
<b>Transport</b>					<b>110.00</b>
<b>Total Exclusive Tax</b>					<b>4,835.60</b>
<b>Total Tax</b>					<b>0.00</b>
<b>Invoice Amount</b>					<b>4,835.60</b>

Slika 61. Račun za jednu narudžbu žice

Sada kada su poznati ti podaci, može se primijeniti model ekonomične količine nabave, a formula za izračun glasi:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot C_0}{C_h}}$$

gdje je:

Q – količina (m) jedinica žice koja se nabavlja

D – prognozirana potražnja žice posljednjih 12 mjeseci (slika 44.) = 870 metara

$C_0$  – trošak narudžbe (slika 61.) = 178 eura

$C_h$  – trošak držanja zaliha =  $C \cdot H$

C – jedinični trošak kupovine žice = fakturna cijena žice je iznosila 1,55 eura u razdoblju od 30.9.2022. – 25.10.2023 i 2,09 eura od 25.10.2023 pa nadalje. Stoga će se uzeti prosječna cijena kao:  $(1,55 \cdot 11 + 2,09 \cdot 1) / 12 = 1,595$  eura/metru i pretpostavit će se da se nije mijenjala nego je bila konstantna tijekom cijelog perioda.

H – godišnja stopa troška držanja zaliha (%) – ovisi o poslovanju, iznosi između 10 i 15% [11]. Pretpostavit će se da iznosi 10% pošto se radi o projektnoj tvrtki koja nema previše zaliha i pošto se radi o materijalu žice koja vjerojatno ima niže troškove osiguranja, administracije i skladištenja nego neki drugi proizvodi.

Kad se uvrste navedeni podaci, dobije se sljedeći izraz:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot 870 \cdot 178}{1,595 \cdot 0,1}} = 1393,5 \text{ metara}$$

S obzirom da su primke prije iznosile između 200 i 500 metara za ovaj artikl, može se uočiti kako je ovo drastično povećanje, a to je zato što su visoki troškovi narudžbe u razmjeru sa vrijednosti žice, osobito transporta koji je jako skup iz više razloga: najčešći uvoznici znaju biti iz susjednih zemalja pa se dodatno plaća i carina, porezi, povećana je potrošnja goriva, ovisnost o vrsti prijevoznog sredstva itd. Iz tog razloga je bolje naručivati veću količinu manje učestalo nego obratno, a točnu frekvenciju odnosno ciklus naručivanja se može izračunati sljedećim izrazom:

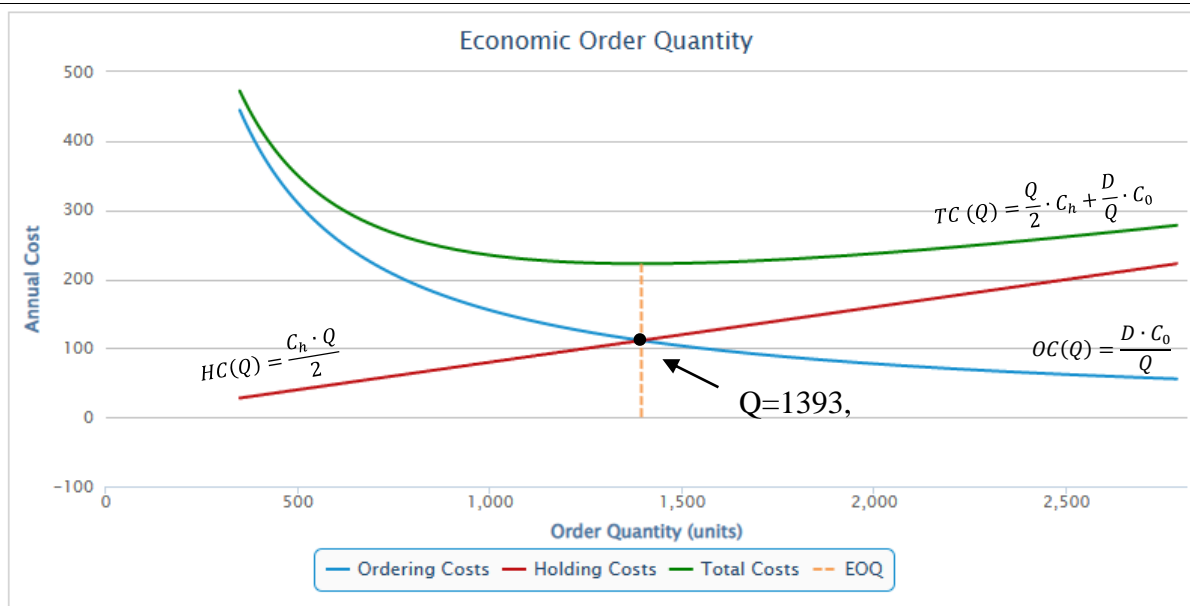
$$T = \frac{Q}{D} = \frac{1393,5}{870} = 1,6 \text{ god} \cdot 365 \text{ dana} = 584 \text{ dana}$$

Dakle, politika bi bila da je potrebno naručivati žicu svakih 584 dana sa količinom od 1393,5 metara kako bi imali najniže troškove; ali važno je istaknuti da nisu uzete u obzir varijacije cijena koje također igraju značajnu ulogu kao što je pokazano u prethodnim analizama, već je ova optimizacija utemeljena na minimizaciji troškova s obzirom na troškove narudžbe i troškove skladištenja tj. držanja žice na zalihama. Naravno, u praksi ima mnogo poremećaja, što u opskrbnom lancu, što u cijenama, trendovima, geopolitičkim razmjerima itd., stoga je ovaj teoretski model, koji podrazumijeva gotovo idealne uvjete poslovnog okruženja, dobro uzeti s dozom razuma iako se može reći kako je to dobra vodilja. Naposljetku, samo se konstantnim, iskustvenim podešavanjima u praksi mogu do kraja „izkristalizirati“ ovi teoretski modeli.

Na slici 62., EOQ model grafički prikazuje odnos između ukupnih troškova zaliha i količine narudžbe. Na osi x prikazana je količina narudžbe, dok su na osi y ukupni troškovi zaliha. Na grafu se mogu uočiti tri krivulje: jednu koja opisuje troškove narudžbe, drugu koja predstavlja troškove držanja zaliha i treću koja sumira to dvoje – krivulja ukupnih troškova.

Cilj EOQ modela je pronaći optimalnu količinu narudžbe koja minimizira ukupne troškove zaliha. To se postiže identificiranjem točke gdje se krivulje troškova narudžbe i troškova držanja zaliha sijeku. Ta točka predstavlja optimalnu količinu narudžbe koja omogućuje tvrtki da smanji ukupne troškove držanja zaliha, uzimajući u obzir troškove narudžbe i troškove držanja.

U ovom slučaju za tvrtku DOK-ING, izračunato je da je optimalna količina narudžbe  $Q=1393,5$  metara žice. To znači da će, prema EOQ modelu, narudžba žice u toj količini rezultirati minimalnim ukupnim troškovima zaliha za tvrtku, uravnotežujući troškove narudžbe i troškove držanja zaliha.



Slika 62. Model ekonomične količine narudžbe za žicu

Troškovi žice se mogu definirati i izračunati na sljedeći način:

**Ukupni troškovi zaliha (TC):** Sumiraju troškove narudžbe i troškove držanja. Cilj modela EOQ je pronaći količinu narudžbe koja minimizira ukupne troškove zaliha, balansirajući odnos između troškova narudžbe i troškova držanja. Ukupni troškovi (total costs - označeni zelenom bojom na grafu ..) mogu se definirati sljedećim izrazom:

$$TC(Q) = \frac{Q}{2} \cdot C_h + \frac{D}{Q} \cdot C_0 = \frac{1393,5}{2} \cdot 1,595 \cdot 0,1 + \frac{870}{1393,5} \cdot 178 = 222,26 \text{ eura}$$

**Troškovi držanja zaliha (HC):** Odražavaju troškove zadržavanja zaliha tijekom vremena. Rastu s povećanjem količine narudžbe  $Q$  jer veće količine znače više zadržanih zaliha, što dovodi do većih troškova zadržavanja zbog skladištenja, osiguranja, itd. Troškovi držanja (holding costs - crvena boja) mogu se definirati sljedećim izrazom:

$$HC(Q) = \frac{C_h \cdot Q}{2} = \frac{1,595 \cdot 0,1 \cdot 1393,5}{2} = 111,13 \text{ eura}$$

**Troškovi narudžbe (OC):** Predstavljaju ukupni trošak narudžbi tijekom određenog razdoblja. Kako količina narudžbe  $Q$  raste, broj narudžbi se smanjuje, što rezultira nižim troškovima narudžbe. Troškovi naručivanja (ordering costs- plava boja) mogu se definirati sljedećim izrazom:

$$OC(Q) = \frac{D \cdot C_0}{Q} = \frac{870 \cdot 178}{1393,5} = 111,13 \text{ eura}$$

Dakle, da se zaključi, ukupni godišnji troškovi zaliha za žicu „16AWG 600V TYPE E NARANČASTA“ za tvrtku DOK-ING iznose 222,26 eura, na što pola od tog iznosa (111,13 eura) otpada na troškove narudžbe, a druga polovica (111,13 eura) na troškove držanja zaliha. Sljedeće što se može izračunati je sigurnosna zaliha. Sigurnosna zaliha je dodatna količina zaliha koja se drži iznad optimalne razine kako bi se osiguralo da tvrtka može zadovoljiti neočekivane promjene u potražnji, opskrbnim kašnjenjima ili drugim nepredviđenim događajima. Kako bi se odredila sigurnosna zaliha, prvo je potrebno odrediti standardno odstupanje. Mjesečne potražnje su poznate (slika 44), a standardno odstupanje računa se sljedećim izrazom:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X - \mu)^2}{N}}$$

gdje je:

$\sigma$  – standardno odstupanje

X – pojedinačne vrijednosti u skupu podataka (slika 44, svaki mjesec je jedan X)

$\mu$  - srednja vrijednost (aritmetička sredina) skupa podataka

N – broj vrijednosti u skupu podataka (N=12, svaki mjesec jedna vrijednost)

$$\mu = \frac{23 + 43 + 171 + 63 + 29 + 68 + 75 + 76 + 72 + 69 + 99 + 82}{12} = 72,5 \text{ metara}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(23-72,5)^2 + (43-72,5)^2 + \dots + (82,5-72,5)^2}{12}} = 36.26 \text{ metara}$$

Standardno odstupanje mjeri raspršenost ili varijabilnost skupa podataka u odnosu na srednju vrijednost. Što je veće standardno odstupanje, to je veća varijabilnost podataka u odnosu na srednju vrijednost, dok manje vrijednosti standardnog odstupanja ukazuju na manju varijabilnost.

U ovom slučaju, ako je standardno odstupanje za količinu žice koja se kupuje svaki mjesec približno 36.26 metara, to znači da postoji prilična varijabilnost u količini žice koja se kupuje iz mjeseca u mjesec. Drugim riječima, količina žice koja je kupljena varira u rasponu od oko 36 metara od srednje vrijednosti količine koja je kupljena u posljednjih 12 mjeseci.

Ovo može ukazivati na promjene u potražnji, proizvodnji ili drugim čimbenicima koji utječu na kupnju žice tijekom vremena. Veće varijacije mogu rezultirati potrebom za boljim planiranjem zaliha ili upravljanjem potražnjom kako bi se smanjila fluktuacija u količini

kupljene žice. Ako se standardno odstupanje smanji, to može ukazivati na stabilniju i predvidljiviju potražnju, što olakšava planiranje zaliha i nabave.

Sada kada je izračunato standardno odstupanje, može se izračunati sigurnosna zaliha (pretpostavit će se da politika naručivanja pruža 98 postotnu razinu usluge):

$$Z_{sig} = z \cdot \sigma \cdot V_{nab}$$

Gdje je:

$Z_{sig}$  – sigurnosna zaliha (za razinu usluge od 98%)

$z$  – standardizirana vrijednost prema normalnoj razdiobi,  $z=2,05$  za 98%

$\sigma$  – standardno odstupanje

$V_{nab}$  - vrijeme isporuke; za žicu u DOK-ING iznosi 4-6 tjedana pa će se uzeti vrijednost 1,25 mjeseci.

$$Z_{sig} = 2,05 \cdot 36,26 \cdot 1,25 = 92,92 \text{ metara}$$

Nadalje, kada su poznati ti podaci, može se izračunati točka ponovne narudžbe odnosno signalna zaliha. Signalna zaliha je znak za narudžbu nove količine robe, a utvrđuje se na temelju informacija o potrošnji u planskom razdoblju te o rokovima isporuke dobavljača. Računa se na sljedeći način:

$$ROP (Z_{sign}) = V_{nab} \cdot D + Z_{sig}$$

Gdje je:

$V_{nab}$  – vrijeme isporuke; 1,25 mjeseci, odnosno 0,104 godine

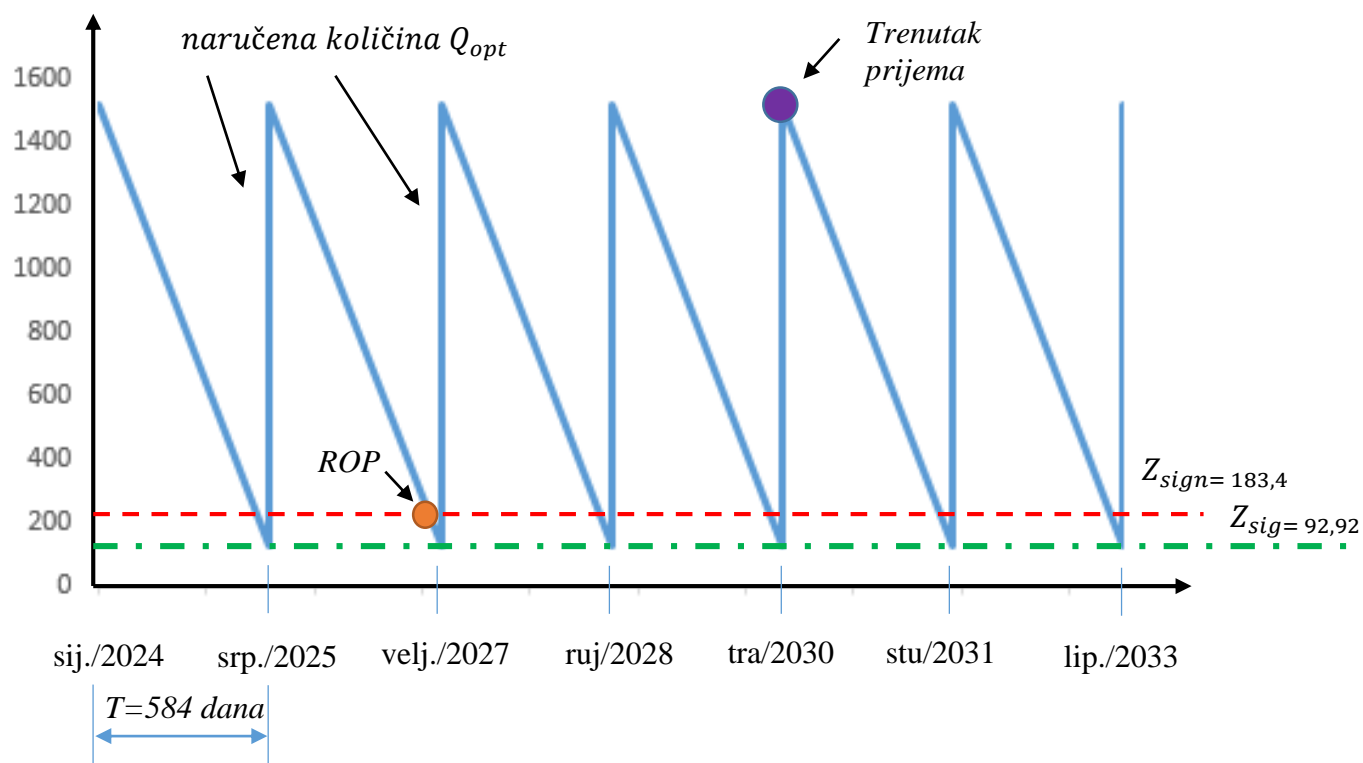
$D$  – potražnja, iznosi 870 metara za 2023. godinu

$Z_{sig}$  – sigurnosna zaliha; 92,92 metara

$$ROP = 0,104 \cdot 870 + 92,92 = 183,4 \text{ metara}$$

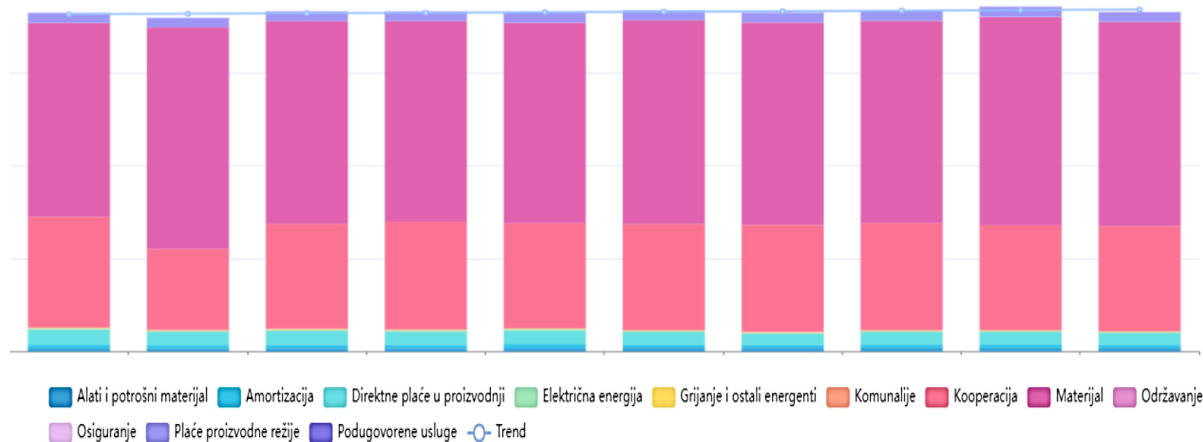
Sada kada su poznati svi potrebni podaci, može se nacrtati graf koji prikazuje kretanje visine zaliha s obzirom na potrošnju, narudžbu i prijem zaliha; a u ovisnosti o vremenu. Na grafu na slici 76 je prikazano kretanje zaliha žica za tvrtku DOK-ING u idućih 10 godina primjenjujući model ekonomične količine nabave. Dakle, ciklus naručivanja je svakih 584 dana (T) te se naručuje optimalna količina  $Q_{opt} = 1393,5$  metara žice. U trenutku prijema na zalihama će biti ta količina uvećana za sigurnosnu zalihu  $Z_{sig} = 92,92$  metara. Utroškom žice tijekom mjeseci, temeljen na potražnji u prošlosti, smanjuje se količina zaliha. Kada količina zaliha padne do signalne zalihe koja iznosi 183,4 metra, kreće naručivanje, koje se još naziva i točka ponovnog

naručivanja (ROP). Stanje zaliha i dalje pada jer je potrebno neko vrijeme nabave  $V_{nab} = 1,5$  mjeseci da narudžba stigne do tvrtke. Kada stigne, stanje zaliha ponovno skače za  $Q_{opt}$ .



**Slika 63. Simulacija optimalne politike za žicu u idućih 10 godina**

Za kraj, prikazat će se još utjecaj pojedinih elemenata na gotov proizvod odnosno projekt u tvrtki DOK-ING.



**Slika 64. Udio komponenata troškova za krajnji proizvod odnosno realizaciju projekta**

Ova slika pruža pregled utjecaja različitih faktora na krajnji proizvod ili projekt unutar tvrtke DOK-ING. Naglasak je na utjecaju nabave na proizvod, gdje se vidi da ta komponenta ima značajan udio od 85% do 90% u ukupnim troškovima izrade proizvoda.

Unutar utjecaja nabave, materijal predstavlja oko 60% troškova izrade proizvoda, što ga čini najznačajnijim faktorom. S druge strane, usluge izrade po dokumentaciji tvrtke, uključujući kooperacije, zauzimaju 25% do 30% ukupnih troškova, što također ima značajan utjecaj na konačnu cijenu proizvoda ili projekta.

Osim toga, ostali troškovi u manjim iznosima (0-7%) otpadaju na plaće, energiju, osiguranje, amortizaciju itd.

Ova struktura troškova stavlja veliki pritisak na djelatnike u odjelu nabave jer zahtijeva pažljivo praćenje cijena, kontrolu budžeta te upravljanje troškovima nabave kako bi se osigurala optimalna cijena proizvoda. Kalkulativna cijena koja je postavljena na početku godine važna je za prodajnu strategiju, a ovakav udio troškova obvezuje tvrtku da pažljivo prati i upravlja svakim segmentom nabave i proizvodnje kako bi održala konkurentnost na tržištu.

Ovaj visoki udio nabave u ukupnim troškovima izrade krajnjeg proizvoda u tvrtki DOK-ING izravno utječe na upravljanje zalihama. Budući da je nabava materijala ključni faktor, osiguravanje dovoljnih zaliha sirovina i komponenti postaje ključno za nesmetanu proizvodnju. Efikasno upravljanje zalihama omogućuje tvrtki da izbjegne prekide u proizvodnji zbog nedostatka materijala, što može rezultirati zakašnjelim isporukama ili čak gubicima u proizvodnji. Ovo je od posebnog značaja s obzirom na visok udio nabave u ukupnim troškovima.

U konačnici, veza između značaja zaliha i nabave leži u tome što dobra strategija upravljanja zalihama omogućuje tvrtki DOK-ING da stabilizira i optimizira svoj lanac nabave. Ovo osigurava dosljednost u proizvodnji, minimalizira troškove zbog nedostatka materijala i doprinosi boljoj preglednosti i kontroli troškova, posebno u kontekstu visokog udjela nabave u ukupnim troškovima izrade.

## 6. ZAKLJUČAK

Ovaj rad podijeljen je u četiri osnovne cjeline. Prva se faza fokusirala na teorijski pregled logistike, obuhvaćajući ključne funkcije poput nabave, skladištenja, transporta, pakiranja i slično, pružajući koncizne osnove o tim aspektima.

Drugi dio analizirao je tvrtku DOK-ING, gdje su navedene funkcije detaljno razrađene unutar te organizacije, a teoretski opis implementira se u realnom poslovnom okruženju. Naglasak je stavljen na intralogističke aktivnosti poput nabave, skladištenja, transporta i pakiranja.

Treći dio posvetio se teorijskom aspektu upravljanja zalihama, obuhvaćajući opće koncepte definicija zaliha, sustave kontrole (kontinuirane i periodičke), opis sustava poput DRP-a, ERP-a, MRP I i II, primjena modela ekonomične nabavke te diferencijaciju između zavisne i nezavisne potražnje.

U posljednjem dijelu provedena je analiza i optimizacija upravljanja zalihama unutar tvrtke DOK-ING, koristeći se primjerom žice kao često upotrebljavanim standardnim materijalom. Ova faza uključivala je analizu prosječne cijene zaliha, simulaciju projekcija scenarija te primjenu modela EOQ za optimizaciju upravljanja zalihama žice, uključujući grafički prikaz odnosno prijedlog poboljšanja za idućih deset godina.

Naglasak je stavljen na važnost praktične primjene, ističući da se samo u stvarnim poslovnim uvjetima može usavršiti upravljanje zalihama. Svi modeli i analize služe kao smjernice prema „savršenom“ putu upravljanja zalihama koji se neprestano mijenja zbog dinamike potražnje, trendova, tržišta, geopolitičkih faktora i drugih raznoraznih varijabli.



## 7. LITERATURA

- [1] Szymonik A.: Logistics and Supply Chain Management, 2012., Research Gate [book]
- [2] Interlake Mecalux: Logistics history, origin and development; pristupljeno 10.10.2023.
- [3] Slide to Doc: Logistics, retail and regions,  
<https://www.slideshare.net/rivetmoscow/logistics-retail-and-regions-3435112>, slide 35
- [4] Yildiz T.: Logistics and Supply Chain Management: Fundamentals and Strategies, 2023., Research Gate [book]
- [5] The Official Cedar Management Blog: Supply Chain: Backbone of any industry, 2020.
- [6] Đukić, G.: Podloge za nastavu, Tehnička logistika, FSB, Zagreb, 2021.
- [7] Segetlija Z.: Uvod u poslovnu logistiku, 2013.
- [8] Ferišak V.: Nabava: Politika – strategija – organizacija-management, Zagreb, 2002.
- [9] Erceg A.: Nabavno Poslovanje, Ekonomski fakultet u Osijeku, 2018.
- [10] Rudež A.: Analiza logističkog procesa nabave - primjer iz prakse, Diplomski rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2021.
- [11] Šafran M.: Osnove upravljanja zalihama, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2021.
- [12] Tolj S.: Primjena metoda za upravljanje zalihama, Završni rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017.
- [13] Gorički G.: Modeli upravljanja zalihama, Završni rad, Sveučilište sjever, Varaždin, 2016.
- [14] Bagh K.: Fundamental of Food Engineering and Applications, Chapter 4: Material Handling, 2018.
- [15] Beker I., Stanivuković D.: Logistika, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, 2017.
- [16] Syzmonik A.: Packaging in logistics, 2016, Research Gate Article
- [17] Rodrigue J.P.: The geography of transport systems, global logistics costs by function and mode, 2018.
- [18] Krpan LJ., Furjan M., Maršanić R.: Potencijali logistike povrata u maloprodaji, Technical journal 8, 2(2014)
- [19] Agrawal, S., Singh, R.K. Murtaza, Q.: Resources, Conservation and Recycling, 2015., Science Direct
- [20] Garača, Ž.: Poslovni informacijski sustavi, ekonomski fakultet Split 2008
- [21] Slide to Doc: Enterprise information systems in practice <https://slidetodoc.com/pv-213-enterprise-information-systems-in-practice-01>, pristupljeno: 15.10.2023.

- [22] Mesarić J.: Nastavni materijali, Sustavi za upravljanje resursima poduzeća (ERP), Ekonomski fakultet u Osijeku, 2017.
- [23] Wood. C. L.: Manufacturing and Logistics Information Systems, Research Gate [book], 2015.
- [24] Sohan. N., Singh J.R.: A Proposed Model for Integration of ERP, CRM, SRM and Supply Chain Management, Research Gate [book], 2012.
- [25] SlideShare: Faktori izbora lokacije, prezenatacija, [http://imi.fon.bg.ac.rs/lokacija-i-rasporedobjekata/wp-content/uploads/sites/13/Faktori-izbora-lokacije\\_primeri.pdf](http://imi.fon.bg.ac.rs/lokacija-i-rasporedobjekata/wp-content/uploads/sites/13/Faktori-izbora-lokacije_primeri.pdf),  
Pristupljeno: 20.10.2023.
- [26] Braičić Z.: Suvremeni pogledi na lokacijske čimbenike malih i srednjih industrijskih poduzeća Siska i Petrinje, <https://hrcak.srce.hr/file/199103>, 2010.
- [27] Službena stranica tvrtke DOK-ING: <https://dok-ing.hr/dok-ing-about-us/about-us/>, 2023.
- [28] Google karte:  
<https://www.google.co.uk/maps/search/dok+ing/@45.7905138,16.0040178,13.5z?entry=tту>,  
lokacija tvrtke DOK-ING
- [29] Službena stranica GoSoft-a, <https://www.goinfo.si/hr/gosoft/proizvodna-poduzeca/>,  
pristupljeno 25.10.2023.
- [30] Pranchi J: Inventory Management - Definition and Types of Inventory, Management Study Guide, <https://www.managementstudyguide.com/inventory-management.htm>,  
pristupljeno 23.12.2023.
- [31] Ammer, C., Ammer, D. S.: Dictionary of Business and Economics, The Free Press, London, 1984.
- [32] Rogic.M: Planiranje zaliha rezervnih dijelova, završni rad, Fakultet prometnih znanosti, 2022.
- [33] Šafran, M.: Planiranje logističkih procesa – predavanja, Fakultet prometnih znanosti
- [34] Tomašić, D.: Logistički model optimizacije upravljanja zalihama, doktorska disertacija, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.
- [35] Đukić G: Podloge za nastavu, Logistički menadžment, FSB, 2023.