

Mogućnosti unaprjeđenja upravljanja zalihama

Cerovski, Andrija

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:294990>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-22**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -
Institutional Repository](#)



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

MOGUĆNOSTI UNAPRJEĐENJA UPRAVLJANJA ZALIHAMA POSSIBILITIES TO IMPROVE INVENTORY MANAGEMENT

Mentor: Mario Šafran, prof. dr. sc. tech.

Student: Andrija Cerovski
JMBAG: 0135266325

Zagreb, rujan 2024.

Zagreb, 29. svibnja 2024.

Zavod: **Zavod za transportnu logistiku**
Predmet: **Upravljanje zalihama**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 7497

Pristupnik: **Andrija Cerovski (0135266325)**
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**
Smjer: **Logistika**

Zadatak: **Mogućnosti unaprjeđenja upravljanja zalihama**

Opis zadatka:

Upravljanje zalihama izazovna je aktivnost koja počiva na istraživačkom pristupu te praktičnoj logici. U radu treba dati pregled pojedinih mogućnosti kojima se može unaprijediti/optimizirati planiranje i držanje zaliha (sve navedeno potrebno je proći kroz primjer dobre prakse).

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

prof. dr. sc. Mario Šafran

SAŽETAK

U radu se analiziraju mogućnosti unaprjeđenja upravljanja zalihama s ciljem optimizacije poslovnih procesa i smanjenja troškova zaliha. Analizirani su tradicionalni modeli upravljanja zalihama poput ekonomske količine narudžbe (EOQ), kao i suvremeni sustavi poput MRP (Planiranje materijalnih potreba), ERP (Planiranje resursa poslovnog sustava) i JIT (Točno na vrijeme) koji minimizira zalihe. Poseban naglasak stavljen je na analize ABC i XYZ koje omogućuju kategorizaciju zaliha prema njihovoj vrijednosti i stabilnosti potražnje. Studija slučaja prikazuje praktične primjene ovih modela i naglašava važnost prilagodbe strategija naručivanja, optimizacije skladištenja i automatizacije procesa kako bi se postigla veća učinkovitost. Zaključak rada ističe da je za uspješno upravljanje zalihama ključno uvođenje naprednih tehnologija, kontinuirana edukacija zaposlenika i jačanje suradnje s dobavljačima.

KLJUČNE RIJEČI

Zalihe, optimizacija, analiza, planiranje, kontrola, količina, razina

SUMMARY

In the paper, the possibilities for improving inventory management are analyzed with the aim of optimizing business processes and reducing inventory costs. Traditional inventory management models such as Economic Order Quantity (EOQ) are analyzed, along with modern systems like MRP (Materials Requirement Planning), ERP (Enterprise Resource Planning), and JIT (Just In Time), which aim to minimize inventory levels. The focus is placed on ABC and XYZ analyses, which categorize inventory based on value and demand stability. A case study demonstrates the practical application of these models and emphasizes the importance of adapting ordering strategies, optimizing storage, and automating processes to achieve greater efficiency. The conclusion highlights that successful inventory management relies on implementing advanced technologies, continuous employee education, and strengthening supplier collaboration.

KEY WORDS

Inventory, optimization, analysis, planning, control, quantity, level

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. RAZLOZI DRŽANJA I VRSTE ZALIHA	2
2.1 Razlozi držanja zaliha.....	2
2.2 Vrste zaliha	3
2.2.1 Vrste zaliha prema vrsti robe	3
2.2.2 Vrste zaliha prema planiranoj i stvarnoj količini.....	4
3. POSTUPCI KONTROLE ZALIHA	7
3.1 Modeli kontrole zaliha.....	7
3.1.1 Kontinuirano praćenje zaliha – Q model.....	7
3.1.2 Periodičko praćenje zaliha – P model.....	8
3.1.3 Razlika između Q i P modela	9
3.2 Planiranje zaliha i resursa	10
3.2.1 Materials Requirement Planing (MRP) – Planiranje materijalnih potreba.....	10
3.2.2 Manufacturing Resources Planning (MRP II) – metoda planiranja proizvodnih kapaciteta	12
3.2.3 Enterprise resource planning (ERP) – Planiranje resursa poslovnog sustava	13
3.2.4 Distribution Requirements Planning (DRP) – planiranje potreba u procesu distribucije	14
3.2.5 Sustav proizvodnje „bez zaliha“ – JIT – Just In Time.....	15
3.2.5.1 JIT Sustav – Toyota	15
3.2.5.2 Kanban sustav	16
3.3 Optimizacija upravljanja zalihama	17
3.3.1 EOQ – Ekonomična količina narudžbe	17
3.3.2 Metode za upravljanje zalihama	18
3.3.2.1 ABC analiza.....	18
3.3.2.2 XYZ analiza.....	20
3.3.2.3 Unakrsna analiza.....	21
4. PRIKAZ ANALIZE ZALIHA S OSVRTOM NA POBOLJŠANJE – STUDIJA SLUČAJA	23
4.1 Izvedba ABC analize	24
4.2 Izvedba XYZ analize	27
4.3 Unakrsna analiza i osvrt na poboljšanje	29
5. ZAKLJUČAK	33
LITERATURA	34

POPIS KRATICA.....	36
POPIS SLIKA.....	37
POPIS TABLICA	38

1. UVOD

Upravljanje zalihama ključno je za učinkovito poslovanje i uspješnost poduzeća, posebno u industrijama koje se oslanjaju na kontinuiranu proizvodnju i distribuciju.

Zalihe predstavljaju materijale koji se koriste u poslovanju, bilo za unutarnju potrošnju ili daljnju prodaju, te uključuju sirovine, poluproizvode, materijale u radu i gotove proizvode.

Držanje zaliha ima nekoliko ključnih razloga, među kojima su zaštita poslovanja u uvjetima neizvjesnosti, omogućavanje ekonomične nabave i proizvodnje te osiguravanje toka materijala unutar proizvodnog sustava.

Cilj ovog rada je analizirati mogućnosti unaprjeđenja upravljanja zalihama kroz različite metode i sustave kontrole zaliha.

U radu se razmatraju tradicionalni modeli upravljanja zalihama, poput Ekonomične količine narudžbe (EOQ), kontinuiranog i periodičkog praćenja zaliha, te sustava poput MRP (Planiranje materijalnih potreba), MRP II (Planiranje proizvodnih resursa), ERP (Planiranje resursa poslovnog sustava) i DRP (Planiranje potreba u distribuciji). Poseban naglasak stavljen je na sustave poput „Točno na vrijeme“ (JIT), koji smanjuju zalihe na minimum, te ABC i XYZ analize koje omogućuju detaljnu kategorizaciju i bolju kontrolu nad zalihama.

Rad se sastoji od pet poglavlja:

1. Uvod
2. Razlozi držanja i vrste zaliha
3. Postupci kontrole zaliha
4. Prikaz analize zaliha s osvrtom na poboljšanje – studija slučaja
5. Zaključak.

Prvo poglavlje rada je uvod, u njemu se čitatelja uvodi u radnju i temu rada.

U drugom poglavlju rada navode se razlozi držanja zaliha, te podjela zaliha na dvije vrste, a te dvije vrste su zalihe prema vrsti robe, te zalihe prema planiranoj i stvarnoj količini.

U trećem poglavlju rada razmatraju se i objašnjavaju razni tradicionalni i suvremeni modeli upravljanja i kontrole zaliha.

U četvrtom poglavlju rada na primjeru tvrtke koja prodaje automobilske gume izvodi se studija slučaja, odnosno analize zaliha s osvrtom na poboljšanje upravljanja.

Peto poglavlje, ujedno i posljednje je zaključno razmišljanje i osvrt na cjelokupni rad.

2. RAZLOZI DRŽANJA I VRSTE ZALIHA

Zalihe predstavljaju vlastiti materijal koji se koristi u poslovanju, odnosno čija je namjena unutarnja potrošnja ili daljnja prodaja, a uključuju sirovine, poluproizvode, materijale u radu i gotove proizvode [1]. Držanje zaliha ima nekoliko ključnih razloga, a same zalihe mogu se podijeliti na više vrsta.

2.1 Razlozi držanja zaliha

Kako bi se osigurao kontinuitet proizvodnje, odnosno prodaje, potrebno je u proizvodnji i distribuciji konstantno održavati odgovarajuću količinu zaliha robe. Poduzeće mora raspolagati onom količinom zaliha koja osigurava normalno poslovanje, ako su zalihe velike i troškovi će biti veći, a u slučaju da su zalihe premale može doći do prekida proizvodnje, što također rezultira troškovima [1].

Svrha držanja zaliha u opskrbnom lancu je:

- zaštititi poslovanje i proizvodnju u uvjetima neizvjesnosti
- omogućiti ekonomičnu nabavu i proizvodnju
- pokriti objektivno prisutne promjene u ponudi i potražnji
- omogućiti tok materijala unutar proizvodnog, odnosno poslovnog sustava [1].

Razlozi zbog kojih je potrebno držati zalihe su sljedeći:

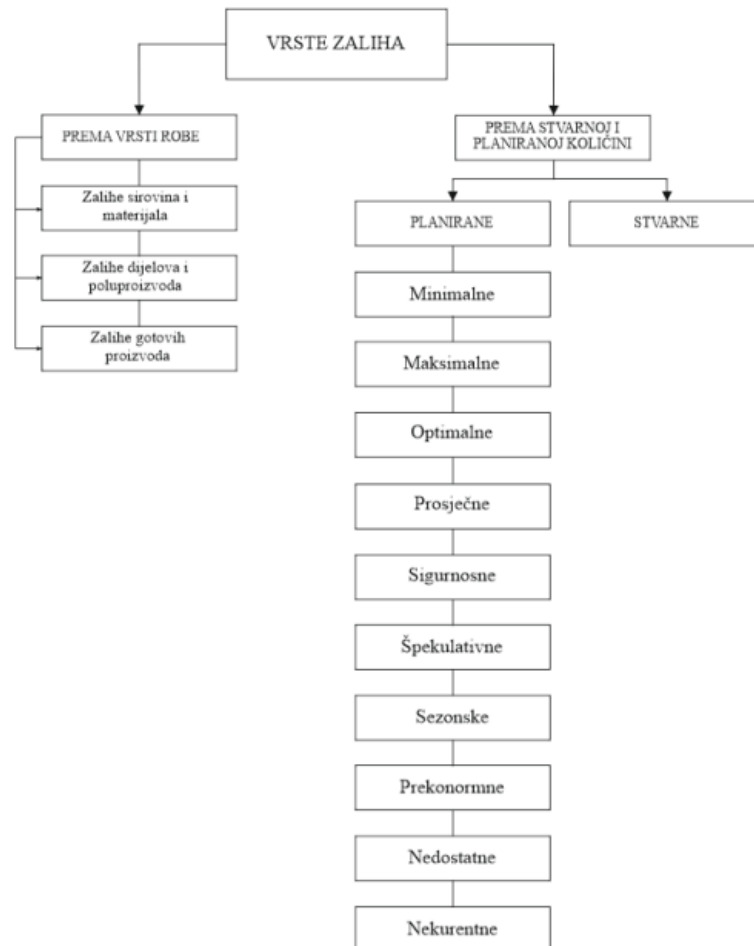
1. Dostupnost robe – Poduzeće mora biti spremno na neplanirane zahtjeve kupaca, odnosno u takvim slučajevima treba imati spremne i dostupne zalihe, jer u slučaju nedostupnosti zalihe dolazi do gubitka kupaca, a samim time i profita. Zahtjeve kupaca nije lako predvidjeti, a problem postaje izraženiji zbog sve većeg broja proizvoda i varijanti proizvoda.
2. Nepouzdana dobava i isporuka robe. Ovdje su uključena moguća kašnjenja ili nedostatak robe kod dobavljača, odnosno njena promjenjiva kvaliteta i cijena
3. Cijene transporta za veće količine robe su isplativije, što rezultira povećanom razinom zalihe
4. Ekonomija obujma – naručivanjem veće količine određene robe postiže se niža jedinična cijena za robu [2].

Neke od prednosti držanja zaliha su brzo i jednostavno zadovoljavanje potreba kupaca, kupnja sirovina ili materijala u rinfuzi (jeftinija cijena), lakše suočavanje s neočekivanim promjenama potražnje, osiguravaju kontinuitet proizvodnje i prodaje u slučaju prekida u opskrbnom lancu unutar ili izvan organizacije [1].

Mane držanja zaliha su veliki troškovi skladištenja zbog prostora kojeg zalihe zauzimaju, roba može zastarjeti dok je u skladištu, može doći do kvarenja ili oštećenja robe, veći troškovi administracije i osiguranja [1].

2.2 Vrste zaliha

Zalihe se mogu dijeliti prema vrsti robe koja se skladišti te prema stvarnoj i planiranoj količini (Slika 1).



Slika 1. Vrste zaliha, [1]

2.2.1 Vrste zaliha prema vrsti robe

Takozvane **zalihe repromaterijala** su jedna od najvažnijih vrsta zaliha, a pod njih spada određena roba u skladištu koja je pripremljena za proizvodnju, takozvana zaliha sirovina i materijala, a u nju se ubrajaju i inventar i ambalaža. Ove zalihe su osnova proizvodnje, stoga ih je potrebno imati u dovoljnim količinama i odgovarajuće kvalitete kako bi se proces proizvodnje mogao kontinuirano odvijati. Proizvodni procesi stabilnog i nepromjenjivog proizvodnog plana omogućuju stabilnu i nepromjenjivu nabavu repromaterijala potrebnih za proizvodnju, dok procesi koji su promjenjivi imaju problema s planiranjem zaliha repromaterijala [1].

Zalihe poluproizvoda čine **dijelovi i polugotovi proizvodi** koji prolaze kroz završnu fazu kako bi se dobio gotov proizvod. Poluproizvodi mogu biti iz vlastite proizvodnje ili nabavljeni od dobavljača [1].

Zalihe **gotovih proizvoda** u proizvodnom procesu su ona sredstva koja su spremna za prodaju, a sama količina zalihe gotovih proizvoda ovisi o njihovoj prodaji. U slučaju da prodaja pada onda je bitno sukladno tome smanjiti zalihe gotovih proizvoda. Jedan od razloga za formiranje zaliha gotovih proizvoda je neekonomičnost plasiranja proizvoda na tržište dinamikom njihovog izlaska iz proizvodnog procesa, dijelom je razlog neusklađenost transportnih kapaciteta i proizvodnje, a dijelom zbog kampanjske proizvodnje određenog proizvoda. Zalihe određenih proizvoda mogu se izbjeći u slučaju kada postoji poznati kupac za gotov proizvod, a to je ujedno i najisplativiji način jer je narudžba unaprijed poznata, prodaja sigurna a zalihe nepotrebne [1].

2.2.2 Vrste zaliha prema planiranoj i stvarnoj količini

Maksimalna zaliha predstavlja gornju granicu količine robe na skladištu iznad koje se u određenom razdoblju ne smije vršiti dodatna nabava robe. Držanje maksimalnih zaliha opravdano je kada proizvodnja ili narudžbe kupaca značajno osciliraju tijekom godine, te se na taj način poduzeće osigurava od nestašice robe. Maksimalne zalihe se može izračunati na više načina, a najčešće se vrijednost najveće planirane prodaje podijeli s danima odabranog ili planiranog razdoblja, te se rezultat pomnoži s normom danima. Norma dani su oni dani, odnosno broj dana, u kojima poduzeće mora imati odgovarajuću količinu zaliha robe [1].

Izraz za izračun maksimalnih zaliha (1):

$$Z_{max} = \frac{\text{vrijednost najveće planirane prodaje}}{\text{dana razdoblja za koji se traži normativ maksimalne zalihe}} \cdot \text{norma dani} \quad (1)$$

Minimalna zaliha je najmanja količina robe koja je potrebna da se pravovremeno zadovolje obveze poduzeća prema količini i asortimanu. Za izračunavanje minimalne količine zaliha potrebno je utvrditi dnevnu potrošnju ili prodaju robe te rokove nabave. U obrazac za izračunavanje minimalne zalihe uvrštavaju se prosječna dnevna potrošnja i vrijeme nabave, a u drugom obliku prosječna godišnja potražnja, vrijeme nabave i broj radnih dana u godini [1].

Izraz za izračun minimalnih zaliha (2):

$$Z_{min} = Q_{dn} \cdot V_{nab} \text{ ili } Z_{min} = \frac{Q_{god} \cdot V_{nab}}{N_{rd}} \quad (2)$$

Veličine u navedenom izrazu su:

- Q_{dn} – dnevna (prosječna) potrošnja

- Q_{god} – godišnja (prosječna) potrošnja
- V_{nab} – vrijeme nabave
- N_{rd} – broj radnih dana u godini [1].

Optimalne zalihe su zalihe koje se nalaze između minimalnih i maksimalnih zaliha, one predstavljaju količinu robe koja osigurava redovnu i potpunu opskrbu proizvodnje ili kupaca s minimalnim troškovima skladištenja i naručivanja robe. Postoji izraz za izračunavanje optimalnih zaliha gotovih proizvoda [1].

Izraz za izračun optimalne zalihe (3):

$$Z_{opt} = (P + R1) \cdot (V_{nab} + R2) \quad (3)$$

Veličine u navedenom izrazu su:

- Z_{opt} – normativ optimalne zalihe gotovih proizvoda izražen u vrijednosti
- P – dnevna ili mjesečna planirana prodaja gotovih proizvoda izražena u količini ili vrijednosti (planska cijena proizvoda)
- $R1$ – rezerva kojom se na temelju procjene povećava dnevna ili mjesečna planska prodaja gotovih proizvoda uslijed podbačaja plana proizvodnje te povećanog škarta ili loma gotovih proizvoda
- V_{nab} – normirani broj dana ili mjeseci između vremena naručivanja i isporuke – vrijeme nabave
- $R2$ – rezerva kojom se na temelju procjene povećava normirani broj dana ili mjeseci zbog izuzetnih teškoća u isporuci, odnosno otpremi robe [1].

Prosječne zalihe predstavljaju aritmetičku sredinu stanja zaliha robe tijekom određenog razdoblja, najčešće godinu dana. Prosječne zalihe mogu se izračunati tako da se zbroji početno i završno stanje zaliha te podijeli s dva, međutim taj način je upotrebljiv samo u slučaju uravnoteženog kretanja tih stanja. Stoga postoji izraz za računanje tih zaliha [1].

Izraz za izračun prosječne zalihe (4):

$$Z_{pros} = \frac{\frac{1}{2}(z1) + (z2) + (z3) + (z4) + \dots + \frac{1}{2}(zn)}{n - 1} \quad (4)$$

Sigurnosna zaliha je ona količina robe na skladištu koja služi kao osiguranje opskrbe prodaje ili proizvodnje u slučajevima povećane potražnje. Sigurnosna zaliha sprječava mogućnost nedostatka zaliha na skladištu te omogućuje kontinuirano odvijanje proizvodnje i distribucije [1].

Špekulativne zalihe su zalihe koje se nabavljaju unaprijed s ciljem njihove prodaje po znatno višim cijenama ili kao zaštita od potencijalnog nedostatka određenog materijala na tržištu [1].

Sezonske zalihe su proizvedene i prikupljene u jednom razdoblju kako bi se isporučivale u nekom budućem razdoblju za buduću potražnju, npr. mogu biti nabavljene pred određenu sezonu radi zadovoljenja veće potražnje u toj sezoni. Prikupljanje tih zaliha temelji se na točnom predviđanju potražnje [1].

Prekonormne zalihe su posljedica poremećaja između nabave i prodaje, često radi povećanja dinamike isporuke i proizvodnje poduzeće počne naručivati količinu robe iznad uobičajenih normi, što rezultira viškovima robe na skladištu i smanjenjem koeficijenta obrtaja [3].

Nedostatne zalihe onemogućuju redovan i kontinuiran tijek poslovanje te uzrokuju zastoje u proizvodnji i prodaji robe, što rezultira povećanjem troškova u svim dijelovima lanca opskrbe, a imaju i utjecaj na imidž poduzeća koji se mjeri izgubljenom prodajom [3].

Nekurentne zalihe su zalihe koje nemaju dovoljan koeficijent obrtaja, te samim time predstavljaju problem. To su zalihe koje se ne mogu prodati ili se mogu prodati po poprilično nižoj cijeni. Zalihe postaju nekurentne zbog zastarjelosti, pokvarljivosti, loma itd. Karakterizira ih vrlo mali koeficijent obrtaja, od 0 do 2 [1].

3. POSTUPCI KONTROLE ZALIHA

Kontrola zaliha ključna je u smanjenju troškova skladištenja i naručivanja, a pravilno upravljanje zalihama omogućava poduzeću da izbjegne višak i nestašicu zaliha. Praćenje zaliha u kontinuitetu pomaže pri planiranju nabave i proizvodnje, samim time povećava efikasnost poslovanja. Kontrola zaliha omogućava pravovremenu isporuku proizvoda, što pozitivno utječe na zadovoljstvo kupaca. Postoji nekoliko modela i postupaka kontrole zaliha.

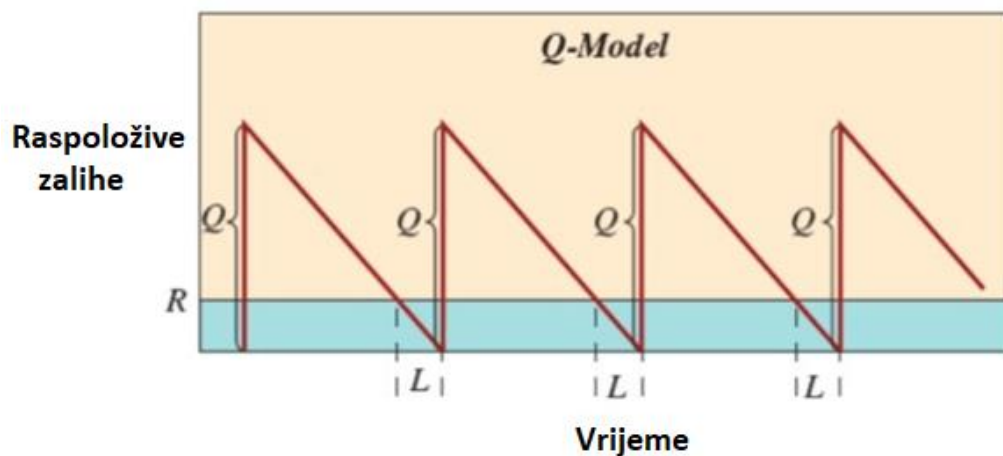
3.1 Modeli kontrole zaliha

Postoje dva modela praćenja zaliha, jedan od njih je kontinuirano praćenje zaliha – Q model, a drugi je periodičko praćenje zaliha – P model. Oba modela imaju svoje prednosti i mane, a razlikuju se u mnogo toga.

3.1.1 Kontinuirano praćenje zaliha – Q model

Sistem kontinuiranog praćenja zaliha nakon svakog uzimanja jedinice sa zaliha radi provjeru preostale razine zaliha kako bi odlučio jeli potrebna ponovna nabava. Provjera se radi nakon svakog uzimanja jedinice sa zaliha. Ako je razina zaliha niska sustav će izvršiti novu narudžbu [5].

Ukupne zalihe se održavaju između minimalnih i maksimalnih granica. Pristup s unaprijed određenom količinom omogućava naručivanje fiksne količine artikla u točno određeno vrijeme. A točno određeno vrijeme je kad razina zaliha dođe na nivo točke ponovnog naručivanja (engl. Reorder Point, ROP) (Slika 2.) [5]. Uvijek kada zalihe dosegnu točku ponovnog naručivanja R naručuje se fiksna količina zaliha Q. Zalihe pristižu nakon vremena L [5].



Slika 2. Grafički prikaz kontinuiranog praćenja zaliha

Izvor: [5]

Sustav kontinuiranog praćenja zaliha ima neke prednosti koje donosi poduzeću:

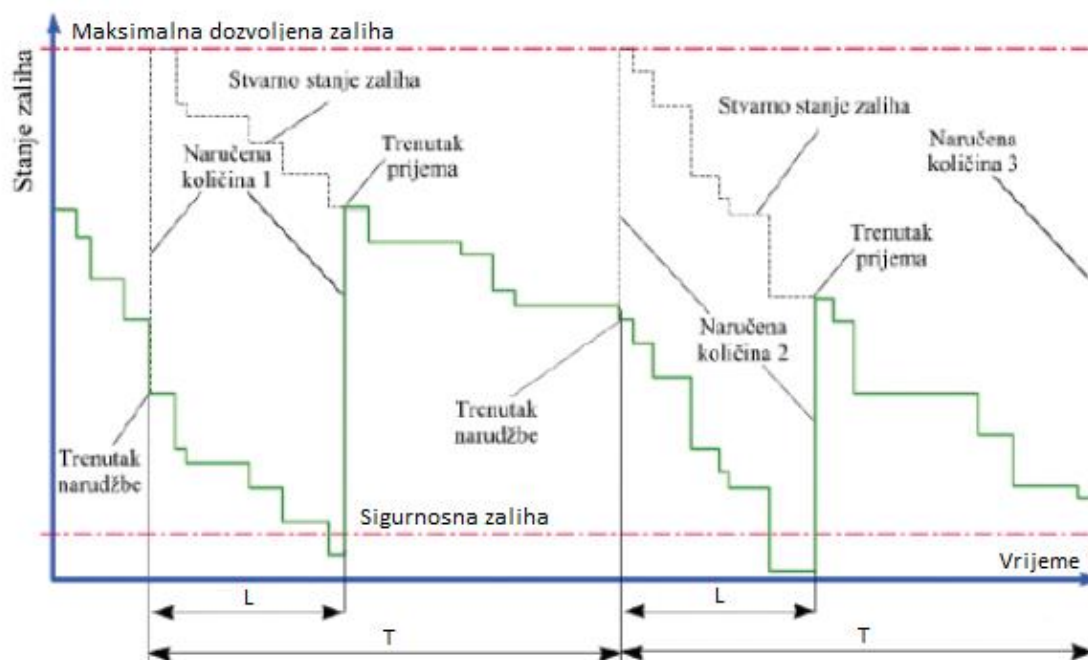
- Svaki resurs se naručuje u najisplativijoj količini.
- Osoblje nabave i kontrole zaliha automatski naručuje novu količinu proizvoda samo kad je to potrebno
- Ulaganje u zalihe se održava na prikladnoj razini na način da se izračunaju specifične minimalne i maksimalne razine zaliha [5].

Unatoč prednostima, postoje i mane koje odbijaju poduzeća od upotrebe sustava kontinuiranog praćenja:

- Narudžbe se često postavljaju u nezgodno vrijeme za proizvođače ili dobavljače materijala
- Artikli se ne mogu grupirati i sortirati istovremeno iz razloga što se točke ponovne narudžbe pojavljuju nasumično
- Ako je razlika između dvije narudžbe premala, postoji mogućnost da će dobavljač pričekati 2-3 narudžbe i zajedno ih poslati [5].

3.1.2 Periodičko praćenje zaliha – P model

Periodični sustav upravljanja zalihama temelji se na tome da se obnavljanje zaliha provodi u određenim vremenskim intervalima. Nakon provjere trenutnog stanja zaliha, one se nadopunjuju dodatnim narudžbama do ciljane razine (Slika 3.). Ciljana razina zaliha predviđa potražnju do sljedeće redovne provjere, uzimajući u obzir količinu potrebnu za vrijeme isporuke narudžbe. Količine narudžbi nisu fiksne, one variraju ovisno o tome koliko je potrebno za postizanje ciljane razine zaliha [1].



Slika 3. Grafički prikaz periodičkog praćenja zaliha

Izvor: [5]

Razina zaliha pada sve do razine fiksnog vremena naručivanja, a proces naručivanja je označen s L . Proces naručivanja je vrijeme trajanja procesa realizacije narudžbe od trenutka narudžbe do trenutka prijema nove robe. Visina naručenih zaliha mora postići željenu razinu. Ciklus naručivanja i zaprimanja robe kontinuirano se ponavlja, dok se razina zaliha kreće u granicama između maksimalnih i sigurnosnih zaliha [1].

Model periodičkog praćenja zaliha ima svoje prednosti:

- Troškovi naručivanja i inventara svedeni su na minimum. Troškovi naručivanja su značajno smanjeni, ali zahtijevaju više truda za svaku isporuku
- Kako su rasprodaje izvjesne, dobavljači će također nuditi značajne popuste
- Ovaj pristup je učinkovit za artikle s promjenjivom ili sezonskom potražnjom, čija se kupnja dogovara unaprijed na temelju predviđanja prodaje [5].

3.1.3 Razlika između Q i P modela

Razlike između ova dva modela vidljive su u uspostavljanju narudžbi, trenutku narudžbe, vođenju evidencije, količini narudžbe, veličini skladišta i vremenu održavanja.

Uspostavljanje narudžbi – u Q modelu zalihe dođu do razine točke ponovnog naručivanja, a u P modelu se naručivanje bazira na fiksnim vremenskim intervalima a ne razini zaliha [5].

Trenutak narudžbe – u Q modelu narudžba se dešava u bilo kojem trenutku kada razina zaliha dostigne točku ponovne narudžbe, dok se u P sustavu dešava samo nakon prolaska fiksnog perioda [5].

Vođenje evidencije – Evidencija se vodi svaki put kada se artikl uzme/nadoda sa zaliha, dok se u P sustavu vrši evidencija samu u razdoblju pregleda [5].

Količina narudžbe – Količina narudžbe u Q modelu je konstanta, uvijek se naručuje ista količina, dok se u P modelu količina mijenja u svakoj narudžbi [5].

Veličina skladišta – Veličina skladišta u Q modelu je često manja nego veličina skladišta u P modelu [5].

Vrijeme održavanja – održavanje u Q modelu je duže nego u P modelu zbog konstantnog vođenja evidencije, a u P modelu se evidencija vodi samo u razdoblju pregleda [5].

3.2 Planiranje zaliha i resursa

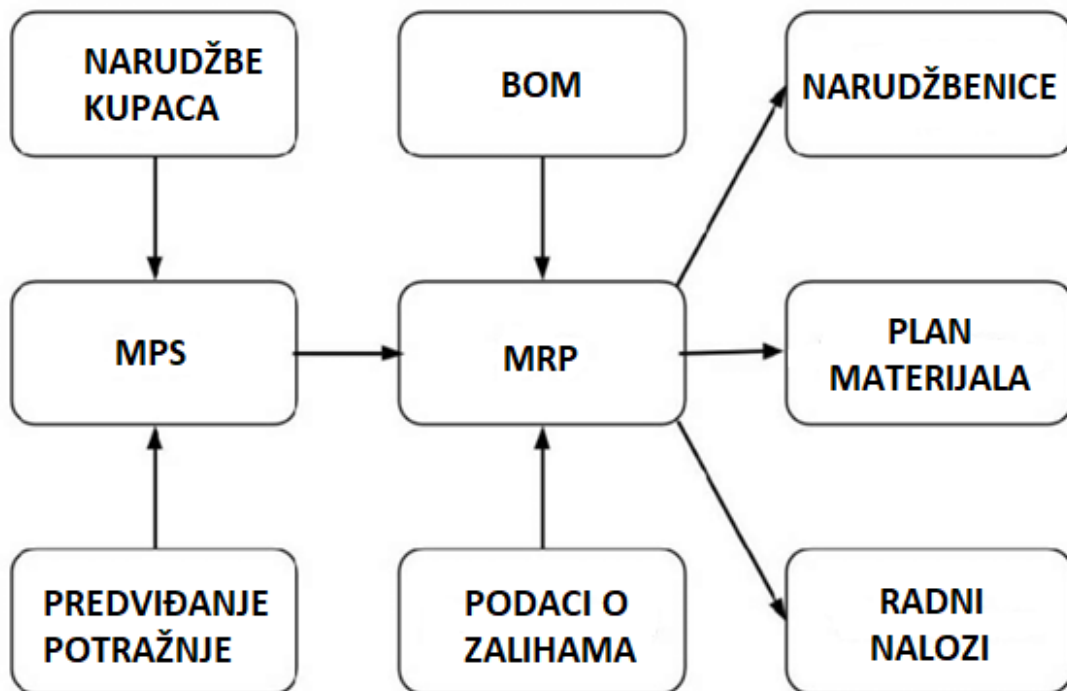
3.2.1 Materials Requirement Planing (MRP) – Planiranje materijalnih potreba

Planiranje materijalnih potreba (Materials Requirement Planing - MRP) je softverski integrirani sustav za upravljanje zalihama i nabavom dizajniran za poduzeća, a ujedno je i najraniji kompjuterski sustav za upravljanje zalihama. Tvrtke koriste MRP za procjenu količine sirovina, održavanje razine zaliha, planiranje proizvodnje i isporuka. MRP pomaže u razvoju plana proizvodnje gotovih proizvoda, na način da definira zahtjeve zaliha za dijelove i sirovine. MRP pomaže tvrtkama i proizvođačima definirati što je potrebno, koja količina je potrebna, i kada su materijali potrebni te radi unatrag od proizvodnog plana za gotovu robu. MRP pretvara plan u listu zahtjeva za pod sklopove, dijelove i sirovine potrebne za izradu gotovog proizvoda unutar utvrđenog rasporeda. MRP pomaže proizvođačima da shvate koji su zahtjevi zaliha dok uravnotežuju ponudu i potražnju [6].

Korištenjem MRP-a, menadžeri mogu utvrditi kolika je potreba za radnom snagom i zalihama kako bi se poboljšala učinkovitost proizvodnje, na način da unesu podatke u MRP shemu kao što su (Slika 4.):

- Popis materijala (Bills Of Materials – BOM) – Detalji o materijalima i dijelovima potrebnim za proizvodnju svakog proizvoda
- Ime proizvoda ili nomenklatura: ime gotovog proizvoda, koji se ponekad naziva razina "0" u BOM-u
- Glavni plan proizvodnje (Master Production Schedule – MPS) – Koliko je potrebno da bi se zadovoljila potražnja i kada je potrebno
- Rok trajanja uskladištenih materijala
- Datoteka sa statusom zaliha (Inventory Status File – ISF) – Dostupni materijali na zalihama i materijali koji su naručeni od dobavljača

- Podaci o planiranju – Ograničenja i upute kao npr. usmjeravanje, radni standardi i strojevi, standardi kvalitete i ispitivanja [6].



Slika 4. Prikaz MRP sustava

Izvor: [7]

Postupci MRP procesa su:

- Procjena potražnje i potrebnih materijala – nakon utvrđivanja potražnje kupaca i upotrebe popisa materijala, MRP raščlanjuje potražnju u specifične sirovine i komponente
- Raspoređuje zalihe materijala – MRP raspoređuje zalihe točno u područja gdje su one potrebne
- Planiranje proizvodnje – računa radnu snagu i potrebno vrijeme za dovršetak proizvodnje i stvara se vremenski okvir
- Nadgleda proces – MRP automatski obavještava menadžere u slučaju zastoja i čak predlaže planove u slučaju zastoja, kako bi se ispoštovao vremenski okvir [6].

Prednosti MRP-a su:

- Materijali i dijelovi su dostupni kada su potrebni
- Minimizirane zalihe i troškovi istih
- Smanjeno vrijeme isporuke prema kupcima
- Povećana efikasnost proizvodnje
- Povećana produktivnost rada [6].

Nedostaci MRP-a su:

- Strogo oslanjanje na točnost unesenih podataka
- Skupo ga je implementirati
- Tendencija držanju veće razine zaliha nego što je potrebno
- Ima manje mogućnosti od ERP sustava [6].

3.2.2 Manufacturing Resources Planning (MRP II) – metoda planiranja proizvodnih kapaciteta

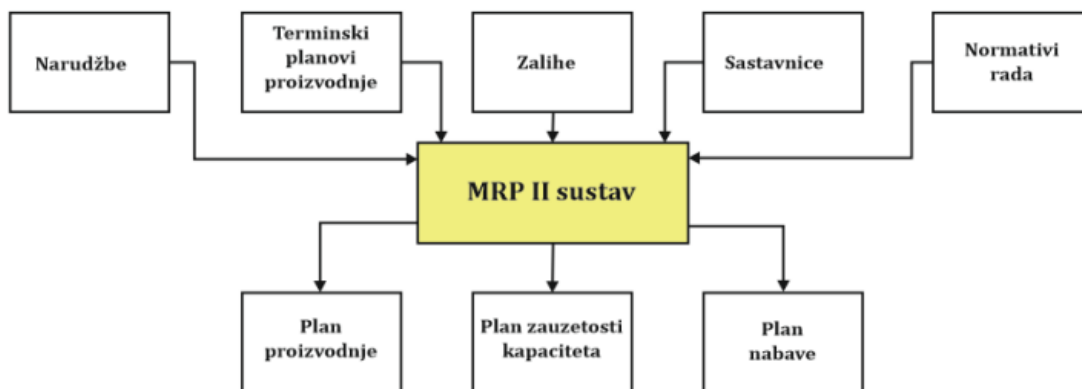
Metoda planiranja proizvodnih procesa (Manufacturing Resources Planning (MRP II)) je integrirani informacijski sustav kojeg koriste poduzeća. MRP II je unaprijeđeni MRP sistem, u kojem su integrirani dodatni podaci, kao što su potrebe zaposlenika i financijske potrebe. Sustav je dizajniran za centralizaciju, integraciju i obradu informacija za učinkovito donošenje odluka u planiranju, projektiranju, upravljanju zalihama i kontroli troškova u proizvodnji (Slika 5.). MRP II je računalni sustav koji stvara detaljne rasporede proizvodnje korištenjem podataka u stvarnom vremenu za koordinaciju pristizanja materijala s dostupnošću radne snage i strojeva [8].

Sustav MRP II je efektivno zamijenio MRP softver, jer većina MRP II sustava pruža sve funkcije MRP sustava. Osim što nudi glavno planiranje proizvodnje, popis materijala (BOM) i praćenje zaliha, MRP II pruža funkcionalnost u logistici, marketingu i općim financijama. Primjera radi MRP II uzima u obzir varijable koje MRP ne uzima, npr. kapacitete strojeva i osoblja, te tako pruža realniji prikaz operativnih mogućnosti poduzeća. Mnoge MRP II verzije nude i mogućnost simulacije, koje omogućuju operaterima da unesu varijable te vide reakciju sustava. Zbog svoje mogućnosti da vrati povratnu informaciju, MRP II se ponekad naziva sustavom zatvorene petlje [8].

Uz neke funkcije MRP-a, MRP II ima i sljedeće funkcije:

- Planiranje kapaciteta strojeva
- Predviđanje i upravljanje potražnjom
- Kontrola ulaska/izlaza (osiguranje kvalitete)
- Opće računovodstvo [8].

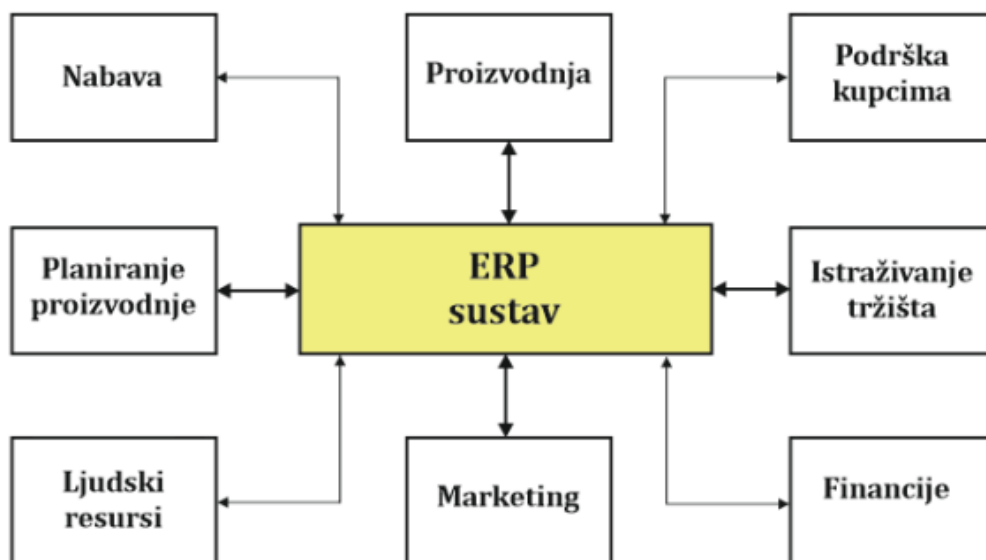
Ovaj sustav je i dalje u širokoj upotrebi u mnogim proizvodnim tvrtkama današnjice, a može se naći kao samostalan sustav ili kao dio ERP sustava, koji je poznat kao nasljednik MRP II softvera [8].



Slika 5. Shematski prikaz MRP II sustava, [1]

3.2.3 Enterprise resource planning (ERP) – Planiranje resursa poslovnog sustava

Planiranje resursa poslovnog sustava (Enterprise resource planning – ERP) je platforma koju tvrtke koriste za upravljanje i integriranje bitnih dijelova svojeg poslovanja. Mnoge funkcije/aplikacije ERP sustava su izrazito važne za tvrtke, jer im pomažu implementirati planiranje resursa na način da integriraju sve procese koji su potrebni da se tvrtka vodi jednim sustavom. ERP sustav također integrira planiranje, kupovinu zaliha, prodaju, marketing, financije, ljudske resurse i ostalo (Slika 6.) [9].



Slika 6. Shematski prikaz ERP sustava, [1]

Na ERP sustav se može gledati kao „ljepilo“ koje integrira različite kompjuterske sustave za jednu veliku organizaciju. Bez ERP sustava, svaki odjel bi imao svoj sustav optimiziran za posebne zadatke tog odjela. Dok s ERP-om, svaki odjel i dalje ima svoj sustav, ali svakom sustavu se može pristupiti kroz istu aplikaciju s jednim sučeljem [9].

ERP sustav pruža mogućnost različitim odjelima da lakše komuniciraju i dijele informacije s ostatkom tvrtke. Prikuplja informacije o aktivnostima i stanju različitih odjela, čineći te informacije dostupnima drugim dijelovima, gdje se mogu produktivno koristiti [9].

ERP sustav se tijekom godina razvio iz tradicionalnih softverskih sustava s ručnim unosom u sustave bazirane na „cloud“ softveru s pristupom na daljinu, preko web stranice. Platformu uglavnom održava tvrtka koja ju je stvorila, a tvrtke klijenata ocjenjuju usluge koje platforma pruža [9].

Tvrtke izaberu aplikaciju koju žele koristiti, onda hosting tvrtka učitava aplikaciju na server kojeg klijent iznajmljuje, te obje strane rade na integraciji klijentovih procesa i podataka u platformu. U trenutku kada su svi dijelovi povezani u jedan sustav, svi podaci su skupljeni na server i u istom trenutku postaju dostupni svima koji imaju dozvolu za njihovo korištenje. Izvješća mogu biti generirana s mjernim podacima, grafikonima, ili drugim vizualnim elementima i dodacima koji bi mogli biti potrebni klijentu da odredi kakve performanse imaju poslovanje i dijelovi istog [9].

Prednosti ERP sustava su:

- Poboljšanje preciznosti i produktivnosti - integracija i automatizacija poslovnih procesa eliminira redundancije i poboljšava točnost i produktivnost
- Poboljšava izvješćivanje - Točno i kompletno izvješćivanje pomaže tvrtkama da adekvatno planiraju, proračunaju, prognoziraju i komuniciraju stanje poslovanja organizaciji i zainteresiranim stranama, poput dioničara
- Povećanje efikasnosti - ERP-ovi omogućuju tvrtkama brz pristup informacijama potrebnim za klijente, dobavljače i poslovne partnere. To doprinosi većem zadovoljstvu kupaca i zaposlenika, bržim odgovorima i povećanoj preciznosti
- Poboljšava suradnju – odjeli lakše surađuju i razmjenjuju znanja [9].

Slabost ERP sustava se krije u tome što ne uspije uvijek sve unaprijediti ili eliminirati neefikasnost unutar poslovanja. Tvrtka bi trebala razmisliti o tome kako je organizirana ili riskirati s nekompatibilnom tehnologijom. ERP sustavi obično ne uspiju postići ciljeve zbog koji su ugrađeni, iz razloga što tvrtke teško odstranjuju stare radne procese, koji su dobro radili u prošlosti [9].

3.2.4 Distribution Requirements Planning (DRP) – planiranje potreba u procesu distribucije

Planiranje distribucijskih resursa (Distribution Requirements Planning DRP) je proces koji omogućuje učinkovitiju isporuku robe određivanjem koje proizvode, u kojim količinama i na kojim lokacijama treba rasporediti kako bi se zadovoljila predviđena potražnja. Glavni cilj DRP-a je smanjenje nestašica, troškova narudžbi, troškova transporta i troškova skladištenja robe. Distribucijska mreža obično se sastoji od nekoliko uzastopnih inventarnih točaka, kao što su tvornice, središnji distribucijski centri i nacionalni prodajni centri [10].

Poznat i kao planiranje nadopune distribucije, DRP je vremenski zasnovan pristup koji definira kada bi se zalihe mogle potrošiti i planira nadopunjavanja kako bi se spriječile nestašice. DRP koristi strukturu koja nalikuje na drvo, u kojoj glavna tvornica, npr. nego skladište, opskrbljuje regionalne tvornice koje zatim opskrbljuju ostale tvornice u drvetu [10].

Ključni element DRP-a je DRP tablica, koja obično sadrži elemente koji su bitni u procesu, a to su sljedeći elementi:

- Predviđanje potražnje
- Trenutna razina zalihe
- Ciljana sigurnosna zaliha
- Preporučene količine za nadopunu
- Vrijeme isporuke nadopune [10].

DRP sustav se može pronaći kao podsustav ERP softvera [10].

3.2.5 Sustav proizvodnje „bez zaliha“ – JIT – Just In Time

„Točno na vrijeme“ (Just In Time – JIT) sustav zaliha je strategija upravljanja koja usklađuje narudžbe sirovina od dobavljača direktno s rasporedom proizvodnje. Tvrtke ovu strategiju koriste kako bi povećale efikasnost i smanjili gubitke tako što im sirovine dolaze sama kada ih trebaju za proizvodne procese, što smanjuje troškove držanja zaliha. Za ovu metodu proizvođači moraju precizno predvidjeti potražnju [11].

JIT sustav minimalizira zalihe i povećava efikasnost, smanjuje troškove zaliha jer proizvođači primaju materijale i dijelove samo kada su potrebni za proizvodnju te ne trebaju plaćati troškove držanja zaliha. Također, proizvođačima neće ostati neželjene zalihe u slučaju otkaza ili ne ispunjavanja narudžbe [11].

Ovaj sustav ima nekoliko prednosti nad tradicionalnim sustavima. Vremena proizvodnje su kraća, što znači da se proizvođači mogu brže prebacivati s proizvoda na proizvod. Također, tvrtke troše manje novaca na sirovine na način da kupuju onoliko resursa koliko je potrebno za izradu naručenih proizvoda, ništa više od toga [11].

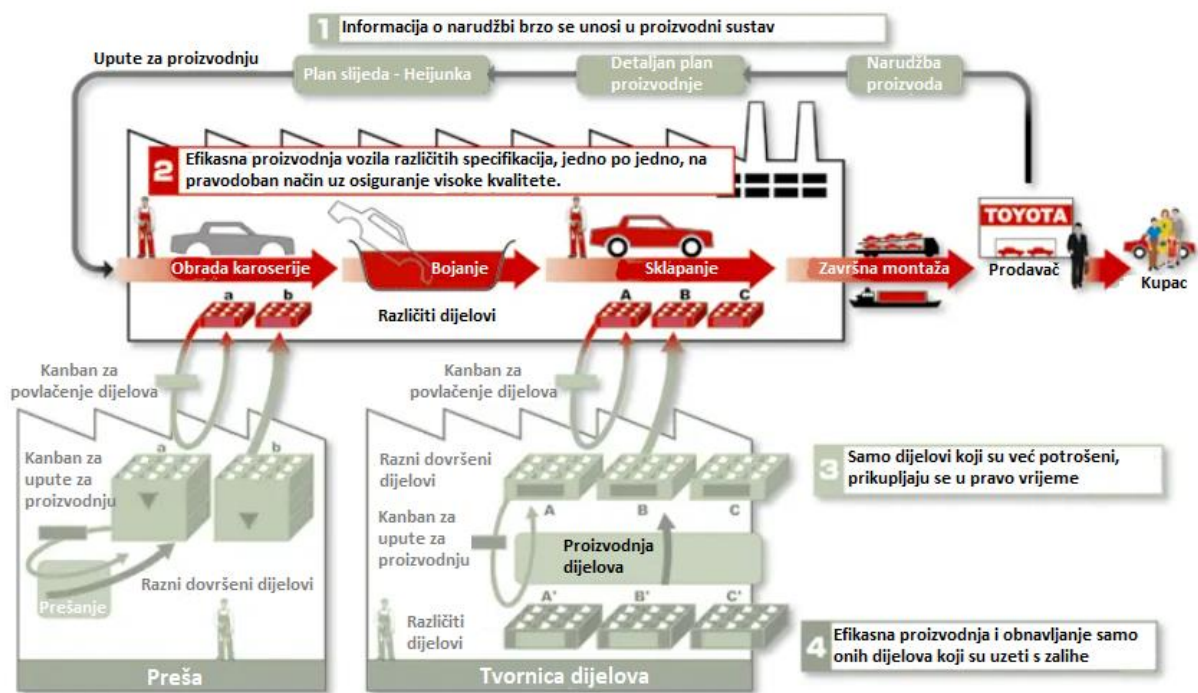
Potencijalni prekidi u opskrbnom lancu predstavljaju problem JIT sustavima. Ako dobavljač sirovina ima nekakav prekid te ne može dostaviti sirovine na vrijeme, to usporava cijeli proizvodni proces. Iznenađna neočekivana narudžba robe može odgoditi isporuku gotovih proizvoda krajnjim kupcima [11].

3.2.5.1 JIT Sustav – Toyota

Proizvođač motornih vozila Toyota je poznata po korištenju JIT sustava (Slika 7.). Njihova filozofija proizvodnje je eliminiranje otpada i postizanje najbolje moguće učinkovitosti, a to postižu JIT sustavom.

JIT znači proizvoditi samo ono što je potrebno, kad je potrebno, i u kojoj količini je potrebno, u svim fazama proizvodnje. Oni teže konzistentnoj kvaliteti, izjednačenom tijeku proizvodnje i jednostavnom rukovanju dijelovima. To zahtijeva da proizvodna linija bude opskrbljena svim pravim dijelovima. Kako se dijelovi koriste, nove zalihe dolaze u pravo vrijeme i u pravim količinama, te se tako izbjegavaju prekidi ili zastoji u proizvodnom sustavu

Kanban sustav je ključan za JIT proces. Omogućuje automatsku metodu u stvarnom vremenu za dopunjavanje dijelova na liniji i održavanje minimalnih zaliha [12].



Slika 7. Shematski prikaz JIT sustava Toyote

Izvor: [13]

3.2.5.2 Kanban sustav

Kanban je sustav kontrole zaliha koji se koristi u proizvodnji „Točno na vrijeme“ (JIT). Razvio ju je Taiichi Ohno, industrijski inženjer u Toyoti, a kanban je ime dobio po karticama u boji koje prate proizvodnju i naručuju nove isporuke dijelova ili materijala kada ponestanu. Kanban je japanska riječ koja se izravno prevodi kao "vizualna karta", tako da kanban sustav jednostavno znači korištenje vizualnih znakova za poticanje radnje potrebne za održavanje procesa [14].

Kanban sustav je sustav signala i odgovora. Kada zaliha određenog artikla na radnoj stanici bude pri kraju, pojavljuje se vizualni znak koji navodi koliko zaliha treba naručiti. Osoba koja koristi dijelove naručuje količinu navedenu u kanbanu, a dobavljač dostavlja točno taj traženi iznos [14].

3.3 Optimizacija upravljanja zalihama

3.3.1 EOQ – Ekonomična količina narudžbe

Ekonomična količina narudžbe (EOQ) je idealna količina nabave kojom poduzeće zadovoljava potražnju a minimalizira troškove zaliha, a to su troškovi držanja, troškovi naručivanja i troškovi manjka zaliha. Ovaj model planiranja proizvodnje proizveo je Ford W. Harris 1913. godine, a tijekom vremena bio je dorađivan. Formula ekonomične količine narudžbe podrazumijeva da su potražnja, narudžbe i troškovi držanja konstantni [4].

Formula kojom se računa ekonomična količina narudžbe (5):

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot C_0}{C_h}} \quad (5)$$

Veličine u navedenom izrazu su:

- Q – količina jedinica (proizvoda) koja se nabavlja
- D – prognozirana potražnja
- C₀ – trošak narudžbe
- C_h – trošak držanja zaliha (trošak držanja zaliha se dobije umnoškom godišnje stope troška držanja zaliha – H i jedinične cijene artikla – C) [1].

Cilj EOQ formule je odrediti optimalan broj proizvoda koji treba naručiti. Ako se uspije naručiti optimalan broj, tvrtka minimalizira troškove kupnje, dostave i skladištenja proizvoda. Za velik broj tvrtki zalihe predstavljaju najveći dio imovine, a tvrtke ih moraju imati dovoljno kako bi zadovoljile potrebe kupaca. Ako EOQ uspije minimalizirati količinu zaliha, uštedeni novac se može iskoristiti u druge svrhe [4].

EOQ formula tvrtki određuje točku ponovne narudžbe. Kada zalihe padnu na određenu razinu, EOQ formula, ako se primijeni na poslovne procese, traži narudžbu novih jedinica proizvoda. Određivanjem točke ponovne narudžbe, tvrtka sprječava mogućnost nestašice i može kontinuirano ispunjavati potražnju. U slučaju da tvrtka ostane bez zaliha, nastaje trošak nedostatka zaliha, što rezultira gubitkom prihoda iz razloga što tvrtka nema dovoljno zaliha za udovoljiti narudžbama. Nedostatak zaliha može utjecati i na gubitak kupaca, koji će isti proizvod potražiti na drugom mjestu [4].

EOQ formula ima svoja ograničenja, podrazumijeva da je potražnja kupaca konstantna, te da su i troškovi naručivanja i troškovi držanja konstantni. To otežava korištenje formule zbog događaja poput promjene potražnje, sezonskih promjena u troškovima zaliha, gubitaka prihoda zbog nestanka zaliha, te količinskih popusta [4].

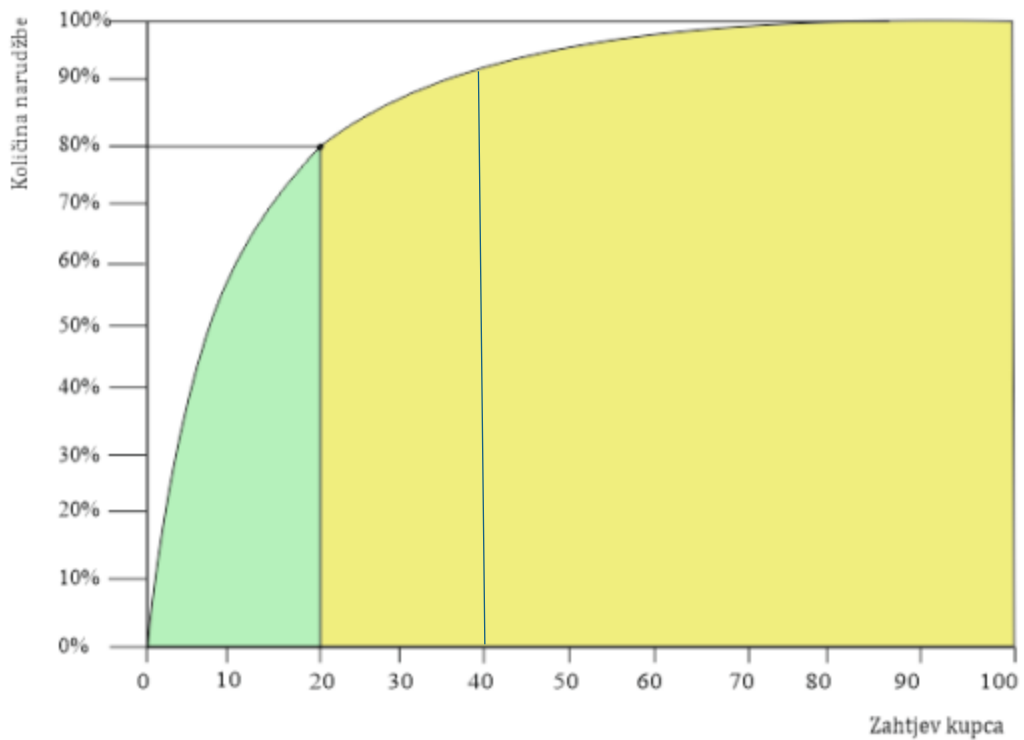
3.3.2 Metode za upravljanje zalihama

3.3.2.1 ABC analiza

ABC analiza zaliha kategorizira proizvode po njihovoj važnosti. Važnost može potjecati od tokova novca, vremena dostave, nestašica roba na zalihi, troškova nestašica, obujma prodaje ili profitabilnosti. Nakon odabira faktora rangiranja, izabiru se prijelomne toče za razrede A, B, C i tako dalje [15].

ABC analiza primjenjuje Pareto zakon, koji odvaja „puno beznačajnih“ od „nekoliko bitnih“. Klasičan primjer je taj da većina prodaje potječe od malog dijela predstavnika prodaje. Pravilo „80-20“ je verzija Paretoovog zakona; što znači da 80% narudžbi generira 20% kupaca [15].

Na klasičnom Paretovom dijagramu može se očitati da se 80% vrijednosti zaliha nalazi u svega 20% artikala na zaliham, dok se u ostalih 80% artikala nalazi samo 20% vrijednosti [15] (Slika 8.).



Slika 8. Pareto dijagram, [1]

Isti princip se može promijeniti na velik broj poslovnih aktivnosti: npr. 80% kupljene robe dolazi do 20% dobavljača ili na primjeru skladišta 80% prostora skladišta zauzeto je s 20% artikala [15].

Vrijednosti s Pareto dijagram očitavaju se jednako kao i sa svakog drugog grafa. Tako se npr. očitava da 40% proizvoda čini otprilike 92% vrijednosti prodaje, dok ostalih 60% čini otprilike 8% vrijednosti prodaje.

Tri su faze u kojima se ABC analiza najčešće odvija:

1. Faza: Obuhvat podataka o godišnjim potrebama ili potrošnji materijala u zadnjih 12 mjeseci prema vrstama, te izračunavanje vrijednosti potreba (potrošnje) množenjem količina pojedinih materijala s njihovim prosječnim nabavnim cijenama
2. Faza: Sortiranje materijala u padajućem slijedu prema vrijednosti godišnjih potreba (potrošnje) te izračunavanje postotnog udjela vrijednosti pojedinog materijala u ukupnoj vrijednosti godišnjih potreba (potrošnje) te kumuliranje postotnih udjela
3. Usporedba kumulativnih postotnih udjela vrijednosti godišnjih potreba (potrošnje) i postotnog udjela broja vrsta, ne temelju čega se određuju kategorije A, B i C te za svaki materijal kojoj skupini pripada [15].

Generalno pravilo je da će se za proizvode iz skupine A raditi detaljna analiza te će se često i detaljno ažurirati podaci o proizvodnji. Za proizvode iz skupine B obavljat će se samo rutinska kontrola i ažuriranje. Proizvodi iz skupine C su od najmanje važnosti te ih se analizira i ažurira na periodičnoj bazi [15].

Koeficijent obrtaja zaliha je isto tako bitan, a govori nam koliko su se puta prosječne zalihe prodale tijekom određenog vremenskog perioda, te prosječne dane vezivanja koji nam govore koliko u prosjeku roba stoji na skladištu [15].

Koeficijent obrtaja računa se pomoću formule (6):

$$KO = \frac{\text{trošak prodanih proizvoda}}{\text{prosječna vrijednost zaliha}} \quad (6)$$

Prosječni dani vezivanja se računaju pomoću formule (7):

$$DV = \frac{365}{KO} \quad (7)$$

Gdje je:

- DV – prosječni dani vezivanja
- KO – koeficijent obrtaja [1].

3.3.2.2 XYZ analiza

XYZ analiza je metoda koja obuhvaća i drugu dimenziju zaliha i artikala koji ju čine, a to je varijabilnost u potražnji pojedinih artikala. XYZ analiza nam, u odnosu na ABC analizu, omogućuje da obavimo sljedeći korak u analizi zaliha. To je dodatna analiza koja nam pruža uvid u stabilnost potražnje za određenim proizvodima. Ona se provodi tako što se artikli ponovo razvrstavaju u tri kategorije, X, Y i Z, ali koristeći kriterij varijabilnosti potražnje u odnosu na prosječnu potražnju. Varijabilnost prodaje se mjeri koeficijentom varijacije, koji se izračunava kao omjer standardne devijacije (odstupanja od prosjeka) i prosječne prodaje (aritmetičke sredine)[15].

Cilj primjene ove klasifikacije je uspostaviti učinkovit (optimalan) sustav nabave, prodaje i skladištenja kako bi se smanjili troškovi zaliha, nabave i skladištenja, što predstavlja jedan od ključnih ciljeva logistike [15].

XYZ analiza zaliha ključna je za donošenje daljnjih odluka i strategija u upravljanju zalihama. Automatsko generiranje narudžbi u velikoj mjeri ovisi o rezultatima XYZ analize. Na primjer, za artikle iz skupine X, koji imaju nizak koeficijent varijacije, koristi se sustav automatskih narudžbi [15].

Za izradu XYZ analize potrebni su sljedeći podaci:

- Trošak prodane robe – godišnja nabavna vrijednost prodane roba po artiklima tijekom promatrane godine
- Prodajna vrijednost robe – godišnje financijski promet po artiklima tijekom promatrane godine /godina
- Prosječna prodaja – prosječna količina prodaje u promatranom razdoblju
- SD – standardna devijacija prodaje u promatranom razdoblju
- Prosječna nabavna cijena – nabavna cijena koja se dobije dijeljenjem ukupnog troška prodane robe kroz ukupnu prodanu količinu
- Prosječna vrijednost zaliha – prosječna količina zaliha pomnožena s nabavnom cijenom u promatranom razdoblju
- Koeficijent varijacije (Cv) – pokazatelj koji govori o odnosu standardne devijacije i prosjeka prodaje u promatranom razdoblju te se na osnovu njega definira XYZ kategorizacija. Ovaj koeficijent govori o varijabilnosti potražnje. Što je koeficijent manji, to je potražnja za konkretnim proizvodom stabilnija [15].

Artikli se razvrstavaju u tri skupine prema koeficijentu varijacije (Kv): u skupinu X ulaze artikli s Kv do 0,1, u skupinu Y oni s Kv do 0,25, dok skupinu Z čine artikli s Kv većim od 0,25. Pri izračunu Kv mogu se pojaviti vrijednosti veće od 1, što ukazuje na veću raspršenost podataka i manju reprezentativnost aritmetičke sredine. Dakle, koeficijent varijacije može premašiti 100% u situacijama kada je niz podataka vrlo heterogen, primjerice, kada se prodaja nekih artikala dogodila samo u jednom ili dva mjeseca u godini [15].

Artikli u skupini X karakteristični su po tome što njihova prodaja ostaje relativno stabilna kroz vrijeme, s minimalnim varijacijama. To omogućava preciznu prognozu buduće

potražnje (primjerice, sprej VD 40). Iako često postoji pravilo da bi robu sa stabilnom potražnjom trebalo uvijek imati u dovoljnim količinama na zalihi, što često vodi do prekomjernih zaliha, preporuka je da se X artikli drže u količinama dovoljnim do sljedeće isporuke, bez potrebe za velikom sigurnosnom zalihom. Također se preporučuje automatizirati proces narudžbi za X artikle, čime se izbjegava nepotrebno trošenje vremena na artikle sa stabilnom potrošnjom, prepuštajući taj zadatak informacijskom sustavu [15].

Artikli iz skupine Y karakteriziraju se promjenjivom potrošnjom, koja nije ni stalna ni povremena, već proizvodi određene varijacije u prodaji i potražnji. Kod Y artikala mogu se prepoznati trendovi, poput povećanja ili smanjenja upotrebe kroz određeni period, ili da je karakteristična sezonalnost potražnje. Zbog tih varijacija, precizna prognoza potražnje za Y artikle je teža, te je potrebno više ručnog praćenja potražnje i nabave [15].

Artikli iz skupine Z koriste se neredovito, s velikim varijacijama u potražnji koja je povremena i često izostaje u određenim vremenskim razdobljima. Prognoziranje potražnje za Z artikle je vrlo izazovno, pa se preporučuje posvetiti više vremena ručnom praćenju i analizi, umjesto oslanjanja na automatizirane procese [15].

3.3.2.3 Unakrsna analiza

Kako bi se rezultati ABC i XYZ analize mogli preciznije interpretirati, potrebno je provesti unakrsnu ABC/XYZ analizu. Ova analiza generira devet grupa artikala s kombiniranim karakteristikama iz ABC i XYZ analiza, za koje se zatim pristupa individualno. Na temelju toga određuju se specifične strategije nabave i skladištenja za svaku grupu [15].

Artikli u skupinama AX, AY i BX predstavljaju značajan udio u ukupnoj vrijednosti, imaju stabilnu potražnju i srednju do visoku točnost prognoze potreba. Ove skupine čine veliki dio svih artikala, stoga je važno posvetiti im posebnu pažnju kako bi se postigle povoljne nabavne cijene i optimalna opskrba uz minimalne zalihe. Skupina AX je posebno važna jer kombinira karakteristike A proizvoda (značajan udio u prometu) s karakteristikama X proizvoda za koje je predviđanje prodaje relativno jednostavno. Ova skupina nudi velik potencijal za optimizaciju zaliha i smanjenje troškova [15].

Srednje skupine AZ, BY i CX su prilično heterogene, kako u pogledu udjela u ukupnoj vrijednosti potražnje, tako i u fluktuacijama prodaje. Ovoj skupini treba posvetiti umjerenu pažnju i organizirati opskrbu prema specifičnim potrebama korisnika [15].

Skupinama BZ, CY i CZ posvećuje se manja pažnja. Potrebe se određuju stohastički, tj. od potrebe do potrebe, a opskrba se obavlja iz vlastitih zaliha [15].

Tablica 1. Karakteristike kategorija artikala [1]

	A	B	C
X	velika vrijednost potrošnje jednaka potražnja pouzdana prognoza	srednja vrijednost potrošnje jednaka potražnja pouzdana prognoza	mala vrijednost potrošnje jednaka potražnja pouzdana prognoza
Y	velika vrijednost potrošnje predvidivo promjenjiva potražnja manje pouzdana potražnja	srednja vrijednost potrošnje predvidivo promjenjiva potražnja manje pouzdana potražnja	mala vrijednost potrošnje predvidivo promjenjiva potražnja manje pouzdana potražnja
Z	velika vrijednost potrošnje sporadično, promjenjiva potražnja nepouzdana prognoza	srednja vrijednost potrošnje sporadično, promjenjiva potražnja nepouzdana prognoza	mala vrijednost potrošnje sporadično, promjenjiva potražnja nepouzdana prognoza

4. PRIKAZ ANALIZE ZALIHA S OSVRTOM NA POBOLJŠANJE – STUDIJA SLUČAJA

Studija slučaja analize zaliha s osvrtom na poboljšanje izrađena je na temelju teorijski definiranog primjera, s teorijski definiranim podacima. Radi se o određenoj tvrtki koja se bavi prodajom automobilskih guma. Tvrtka u svojoj ponudi ima 30 različitih modela guma, a cijene svakog modela izvučene su iz prosječnih cijena na tržištu. Godišnja prodaja, prosječna potražnja i standardna devijacija su teorijski definirani podaci, potrebni za provedbu analiza.

Od ovih 30 modela guma, svaki model ima različite dimenzije promjera i širine:

- Pirelli P Zero – promjera od 17" do 22", širine od 205 mm do 355 mm
- Michelin Pilot Sport 4 – promjera od 16" do 22", širine od 195 mm do 345 mm
- Dunlop Sport Maxx RT2 – promjera od 17" do 21", širine od 205 mm do 315 mm
- BFGoodrich All-Terrain T/A KO2 – promjera od 15" do 20", širine od 215 mm do 325 mm
- Goodyear Assurance WeatherReady – promjera od 15" do 20", širine od 195 mm do 275 mm
- Bridgestone Potenza RE980AS – promjera od 16" do 20", širine od 205 mm do 275 mm
- Yokohama Avid Ascend GT – promjera od 15" do 19", širine od 185 mm do 255 mm
- Continental TrueContact Tour – promjera od 15" do 19", širine od 185 mm do 235 mm
- Hankook Ventus V2 Concept2 – promjera od 15" do 18", širine od 185 mm do 245 mm
- Firestone Destination LE3 – promjera od 15" do 20", širine od 215 mm do 275 mm
- Falken WildPeak A/T3W – promjera od 15" do 20", širine od 215 mm do 285 mm
- Cooper Discoverer AT3 – promjera od 15" do 20", širine od 215 mm do 285 mm
- Toyo Open Country A/T III – promjera od 15" do 22", širine od 215 mm do 285 mm
- Nitto Terra Grappler G2 – promjera od 16" do 20", širine od 245 mm do 305 mm
- General Tire Grabber A/T X – promjera od 15" do 20", širine od 205 mm do 285 mm
- Sumitomo HTR A/S P02 – promjera od 14" do 18", širine od 185 mm do 235 mm
- Kumho Ecsta PS91 – promjera od 17" do 20", širine od 215 mm do 305 mm
- Maxxis Victra Sport 5 – promjera od 17" do 20", širine od 205 mm do 275 mm
- Uniroyal Tiger Paw Touring A/S – promjera od 14" do 18", širine od 185 mm do 225 mm
- Nexen N'Fera SU1 – promjera od 15" do 20", širine od 195 mm do 275 mm
- Giti ComfortA1 – promjera od 14" do 17", širine od 185 mm do 235 mm
- Apollo Alnac 4G – promjera od 14" do 17", širine od 185 mm do 235 mm
- ZC Rubber Westlake SA07 Sport – promjera od 15" do 19", širine od 195 mm do 275 mm
- Sailun Atrezzo Z4+AS – promjera od 15" do 20", širine od 195 mm do 265 mm
- Linglong Green-Max HP010 – promjera od 13" do 18", širine od 165 mm do 245 mm
- Triangle Tire Sportex TSH11 – promjera od 15" do 20", širine od 205 mm do 275 mm
- MRF ZVTV – promjera od 14" do 17", širine od 185 mm do 225 mm

- Federal SS595 – promjera od 14" do 19", širine od 195 mm do 275 mm
- Kenda KR20 – promjera od 14" do 18", širine od 185 mm do 265 mm.

Potrebno je uz pomoć Excela napraviti ABC, XYZ i unakrsnu analizu, te se osvrnuti na mogućnosti poboljšanja.

4.1 Izvedba ABC analize

Za izvedbu ABC analize potrebni su podaci o jediničnoj cijeni određenih proizvoda i godišnjoj prodaji istih tih proizvoda. Dakle, za vremenski period prodaje uzima se jedna godina. Proizvodi koji se razmatraju su 30 modela guma različitih proizvođača. U tablici se nalaze podaci o imenima proizvoda, JDC što predstavlja jediničnu cijenu proizvoda (u eurima) te GP što predstavlja godišnju prodaju.

Nadalje se izračunava ukupna prodajna vrijednost svakog proizvoda, na način da se pomnože jedinična cijena proizvoda i godišnja prodaja, za svaki proizvod (8):

$$UPV(gume) = GP(gume) \cdot JDC(gume) \quad (8)$$

$$UPV(gume) = 5000 \cdot 250 \quad (8)$$

$$UPV(gume) = 1250000 \quad (8)$$

Poslije izračuna ukupne prodajne vrijednosti (UPV) računa se udio u ukupnoj prodajnoj vrijednosti svih proizvoda (UUPV). UUPV se dobije na način da se UPV svakog proizvoda dijeli sa zbrojem UPV-a svih proizvoda.

UUPV se računa ovako (9):

$$UUPV(gume) = \frac{UPV(gume)}{Ukupna\ prodaja} \quad (9)$$

$$UUPV(gume) = \frac{1250000}{14555000} \quad (9)$$

$$UUPV(gume) = 8,59\% \quad (9)$$

Kada je izračun udjela u ukupnoj prodanoj vrijednosti gotov, proizvode se poreda po postotku od najvećeg prema najmanje, te se kumulativno zbrajaju u stupcu KUM, što je vidljivo

u tablici 2. Kumulativne vrijednosti su potrebne kako bi se izvršila podjela proizvoda, u ovom slučaju guma, u skupine ABC analize. Poznato je da proizvodi s kumulativnom vrijednosti zaključno sa 70% pripadaju skupini A, proizvodi od 70% do 90% pripadaju skupini B, a svi ostali proizvodi će se naći u skupini C.

Na temelju analize 30 modela guma, njih 12 spada u skupinu A, njih 9 spada u skupinu B, te također 9 u skupinu C.

Cjelokupna analiza prikazana je u tablici 2.

Tablica 2. ABC analiza

Proizvod	JDC (EUR)	GP	UPV	UUPV	KUM	ABC
Michelin Pilot Sport 4	250	5000	1250000	8,59%	8,59%	A
Bridgestone Potenza RE980AS	240	4500	1080000	7,42%	16,01%	A
Goodyear Assurance WeatherReady	220	4800	1056000	7,26%	23,26%	A
Pirelli P Zero	245	4000	980000	6,73%	30,00%	A
BFGoodrich All-Terrain T/A KO2	250	3500	875000	6,01%	36,01%	A
Continental TrueContact Tour	190	4200	798000	5,48%	41,49%	A
Yokohama Avid Ascend GT	215	3300	709500	4,87%	46,37%	A
Hankook Ventus V2 Concept2	180	3800	684000	4,70%	51,06%	A
Dunlop Sport Maxx RT2	210	2800	588000	4,04%	55,10%	A
Firestone Destination LE3	195	3000	585000	4,02%	59,12%	A
Falken WildPeak A/T3W	185	2900	536500	3,69%	62,81%	A
Cooper Discoverer AT3	170	3100	527000	3,62%	66,43%	A
Toyo Open Country A/T III	195	2700	526500	3,62%	70,05%	B
Nitto Terra Grappler G2	180	2600	468000	3,22%	73,26%	B
General Tire Grabber A/T X	175	2500	437500	3,01%	76,27%	B
Sumitomo HTR A/S P02	160	2400	384000	2,64%	78,91%	B
Kumho Ecsta PS91	165	2300	379500	2,61%	81,51%	B
Maxxis Victra Sport 5	150	2200	330000	2,27%	83,78%	B
Uniroyal Tiger Paw Touring A/S	145	2100	304500	2,09%	85,87%	B
Nexen N'Fera SU1	140	2000	280000	1,92%	87,80%	B
Vredestein Quatrac Pro	160	1700	272000	1,87%	89,67%	B
Giti ComfortA1	135	1900	256500	1,76%	91,43%	C
Apollo Alnac 4G	125	1800	225000	1,55%	92,97%	C
ZC Rubber Westlake SA07 Sport	130	1600	208000	1,43%	94,40%	C
Sailun Atrezzo Z4+AS	120	1500	180000	1,24%	95,64%	C
Linglong Green-Max HP010	115	1400	161000	1,11%	96,75%	C
Triangle Tire Sportex TSH11	110	1300	143000	0,98%	97,73%	C
MRF ZVTV	100	1200	120000	0,82%	98,55%	C
Federal SS595	105	1100	115500	0,79%	99,35%	C
Kenda KR20	95	1000	95000	0,65%	100,00%	C
Ukupna prodaja =			14555000			

4.2 Izvedba XYZ analize

Nakon provođenja ABC analize potrebno je napraviti XYZ analizu. Za XYZ analizu potrebni su podaci o prosječnoj prodaji svakog proizvoda te standardna devijacija, kako bi se izračunao koeficijent varijacije proizvoda. Prosječna potražnja i standardna devijacija se izračunavaju na podataka o potražnji u određenim periodima.

Za izračun koeficijenta varijacije svakog proizvoda dijeli se standardna devijacija s prosječnom potražnjom (10):

$$CV(gume) = \frac{SD(gume)}{PP(gume)} \quad (10)$$

$$CV(gume) = \frac{17,75719013}{164,1431858} \quad (10)$$

$$CV(gume) = 10,82\% \quad (10)$$

Nakon izračuna koeficijenta varijacije za svaki proizvod (gumu), proizvodi se poredaju po postotku od najmanjeg do najvećeg. Navedeno je prikazano u tablici 3.

Nakon provođenja analize nad 30 različitih modela guma, ustanovljeno je da 16 modela po koeficijentu varijacije spada u skupinu X, da 10 modela spada u skupinu Y i da 4 modela spadaju u skupinu Z.

Tablica 3. XYZ analiza

Proizvod	GP	PP	SD	CV	XYZ
ZC Rubber Westlake SA07 Sport	1900	164,1431858	17,75719013	10,82%	X
Sumitomo HTR A/S P02	2400	197,229917	22,78007696	11,55%	X
Hankook Ventus V2 Concept2	3800	301,4557315	36,491446	12,11%	X
Federal SS595	950	81,48563357	10,0501658	12,33%	X
Yokohama Avid Ascend GT	3800	318,6766274	40,31299379	12,65%	X
Falken WildPeak A/T3W	2900	249,2045712	34,1082703	13,69%	X
BFGoorich All-Terrain T/A KO2	3500	298,2906263	42,77768836	14,34%	X
Bridgestone Potenza RE980AS	4500	350,4332223	51,54178238	14,71%	X
MRF ZTVV	1100	88,18405477	13,11334575	14,87%	X
Uniroyal Tiger Paw Touring A/S	2200	205,2145467	31,76891402	15,48%	X
Nexen N'Fera SU1	2000	165,7713577	25,75580772	15,54%	X
Apollo Alnac 4G	1800	155,3312977	24,83688616	15,99%	X
Triangle Tire Sportex TSH11	1400	121,1140536	19,93237311	16,46%	X
Cooper Discoverer AT3	3100	247,4208217	41,87706764	16,93%	X
Dunlop Sport Maxx RT2	2800	215,9987588	37,17919138	17,21%	X
Michelin Pilot Sport 4	5000	389,7564756	75,91897318	19,48%	X
Kumho Ecsta PS91	2300	241,0105037	74,97830401	31,11%	Y
Nitto Terra Grappler G2	2600	242,5466175	90,2202564	37,20%	Y
Toyo Open Country A/T III	2700	245,8420484	106,2546866	43,22%	Y
Firestone Destination LE3	3200	306,6245347	143,6480812	46,85%	Y
Goodyear Assurance WeatherReady	4800	457,7922911	219,5795045	47,96%	Y
General Tire Grabber A/T X	2500	228,6030303	109,6836309	47,98%	Y
Continental TrueContact Tour	4200	381,3185133	194,9191973	51,12%	Y
Giti ComfortA1	2000	167,7579425	86,55816404	51,60%	Y
Maxxis Victra Sport 5	2300	184,7658995	110,7457366	59,94%	Y
Kenda KR20	1000	91,07217742	55,84945925	61,32%	Y
Linglong Green-Max HP010	1600	175,6658684	147,1958163	83,79%	Z
Sailun Atrezzo Z4+AS	1500	122,7339827	147,4679019	120,15%	Z
Vredestein Quatrac Pro	2800	229,0282563	329,8895961	144,04%	Z
Pirelli P Zero	4000	213,2920882	317,1815447	148,71%	Z

4.3 Unakrsna analiza i osvrt na poboljšanje

Nakon provedbe ABC i XYZ analize radi se unakrsna analiza, koja spaja ABC i XYZ analizu, a isto je prikazano u tablici 4. Kombinacijom ABC i XYZ analize stvara se detaljniji prikaz proizvoda u zalihama i moguća je optimizacija strategije upravljanjem zalihama.

Tablica 4. Unakrsna analiza

Proizvod	UUPV	ABC	XYZ
Michelin Pilot Sport 4	8,59%	A	X
Bridgestone Potenza RE980AS	7,42%	A	X
Goodyear Assurance WeatherReady	7,26%	A	Y
Pirelli P Zero	6,73%	A	Z
BFGoodrich All-Terrain T/A KO2	6,01%	A	X
Continental TrueContact Tour	5,48%	A	Y
Yokohama Avid Ascend GT	4,87%	A	X
Hankook Ventus V2 Concept2	4,70%	A	X
Dunlop Sport Maxx RT2	4,04%	A	X
Firestone Destination LE3	4,02%	A	Y
Falken WildPeak A/T3W	3,69%	A	X
Cooper Discoverer AT3	3,62%	A	X
Toyo Open Country A/T III	3,62%	B	Y
Nitto Terra Grappler G2	3,22%	B	Y
General Tire Grabber A/T X	3,01%	B	Y
Sumitomo HTR A/S P02	2,64%	B	X
Kumho Ecsta PS91	2,61%	B	Y
Maxxis Victra Sport 5	2,27%	B	Y
Uniroyal Tiger Paw Touring A/S	2,09%	B	X
Nexen N'Fera SU1	1,92%	B	X
Vredestein Quatrac Pro	1,87%	B	Z
Giti ComfortA1	1,76%	C	Y
Apollo Alnac 4G	1,55%	C	X
ZC Rubber Westlake SA07 Sport	1,43%	C	X
Sailun Atrezzo Z4+AS	1,24%	C	Z
Linglong Green-Max HP010	1,11%	C	Z
Triangle Tire Sportex TSH11	0,98%	C	X
MRF ZVTV	0,82%	C	X
Federal SS595	0,79%	C	X
Kenda KR20	0,65%	C	Y

S obzirom na rezultate analiza, postoji više konkretnih prijedloga za unaprjeđenje:

- **Proizvodi iz skupine AX** – u ovu skupinu spadaju gume s visokom vrijednošću i stabilnom potražnjom. Modeli u toj skupini su: Michelin Sport 4, Bridgestone Potenza RE980AS, BFGoodrich All-Terrain T/A KO2, Yokohama Avid Ascend GT, Hankook Ventus V2 Concept2, Dunlop Sport Maxx RT2, Falken WildPeak A/T3W, Cooper Discoverer AT3.
Potrebno je primijeniti model ekonomične količine narudžbe EOQ radi optimizacije troškova narudžbe i skladištenja. Idealno je koristiti kontinuirano praćenje, odnosno Q model praćenja zaliha – kada razina zaliha padne na unaprijed definiranu minimalnu razinu (ROP), automatski će se inicirati nova narudžba. Također je bitno osigurati sigurnosne zalihe za pokriće u slučaju neočekivanih promjena potražnje. Potrebno je i redovito pregledavati prognoze prodaje kako bi se osigurala dovoljna količina bez prekomjernih zaliha.
- **Proizvodi iz skupine AY** – u ovu skupinu spadaju gume s visokom vrijednošću, ali s varijabilnom potražnjom, što znači da potražnja može biti sezonska ili ovisiti o tržišnim uvjetima. Modeli u toj skupini su: Goodyear Assurance WeatherReady, Continental TrueContact Tour i Firestone Destination LE3.
Idealno bi bilo implementirati periodično praćenje zaliha (P model) gdje se zalihe pregledavaju u redovitim intervalima, a narudžbe će se prilagođavati trenutnim potrebama. Potrebno je držati umjerene sigurnosne zalihe kako bi se pokrile oscilacije u potražnji bez zadržavanja velikih količina kapitala u zalihama. Treba razmisliti i o fleksibilnosti ugovora s dobavljačima koji bi omogućili brzo prilagođavanje količine narudžbi prema promjeni potražnje. Vrlo je bitno koristiti prognoze potražnje na temelju povijesnih podataka i tržišnih analiza kako bi se smanjio rizik prekida u isporuci ili viška zaliha.
- **Proizvodi iz skupine AZ** – u ovu skupinu spadaju gume s visokom vrijednošću, ali niskom i nepredvidljivom potražnjom. U toj skupini nalazi se jedan model: Pirelli P Zero. Za ovaj model bi bilo idealno primijeniti JIT sustav radi minimalizacije zaliha i kako bi se izbjegli troškovi skladištenja. Bitno je surađivati s dobavljačima kako bi se uspostavila strategija dostave po narudžbi, te optimizirati prognoze radi preciznijeg predviđanja potražnje.
- **Proizvodi iz skupine BX** – u ovu skupinu spadaju gume sa srednjom vrijednošću i stabilnom predvidljivom potražnjom. U toj skupini nalaze se sljedeći modeli: Sumitomo HTR A/S P02, Uniroyal Tiger Paw Touring A/S i Nexen N'Fera SU1. Prijedlog je da se koristi kombinacija P modela praćenja i ekonomične količine narudžbe kako bi se optimizirali troškovi zaliha. Također bi bilo dobro uvesti MRP sustav radi boljeg planiranja zaliha u skladu s proizvodnim planovima, te kako bi se izbjegle nestašice. Potrebno je održavati umjerene sigurnosne zalihe kako bi se pokrili periodi između narudžbi.
- **Proizvodi iz skupine BY** – u ovu skupinu spadaju gume sa srednjom vrijednošću te umjereno promjenjivom potražnjom. U toj skupini nalaze se sljedeći modeli: Toyo Open Country A/T III, Nitto Terra Grappler G2, General Tire Grabber A/T X, Kumho Ecsta PS91, Maxxis Victra Sport 5. Potrebno je redovito provjeravati stanje zaliha i koristiti

prognoze potražnje za prilagođavanje razine zaliha prema sezonskim ili drugim faktorima varijabilnosti potražnje. Također treba držati sigurnosne zalihe prilagođene očekivanim promjenama u potražnji, te implementirati strategije popusta ili sezonskih promocija kako bi se poboljšala rotacija zaliha tijekom razdoblja smanjene potražnje.

- **Proizvodi iz skupine BZ** – u ovu skupinu spadaju gume srednje vrijednosti ali niske potražnje. U toj skupini nalazi se samo jedan model guma: Vredestein Quatrac Pro. Treba održavati minimalne zalihe i implementirati JIT sustav radi smanjenja troškova skladištenja. Vrlo bitne su analize potražnje kako bi se optimizirale narudžbe i izbjegli gubici zbog zastarjelih zaliha. Potrebno je surađivati s dobavljačima na fleksibilnim ugovorima koji bi omogućili nabavu manjih količina, kako bi se smanjili troškovi skladištenja. Treba razmotriti i eliminaciju proizvoda iz ponude s obzirom na mali koeficijent obrtaja.
- **Proizvodi iz skupine CX** – u ovu skupinu spadaju gume s niskom vrijednosti i stabilnom predvidljivom potražnjom. U toj skupini nalaze se sljedeći modeli: Apollo Alnac 4G, ZC Rubber Westlake SA07 Sport, Triangle Tire Sportex TSH11, MRF ZVTV i Federal SS595. Za proizvode u ovoj skupini treba razmotriti opciju automatizacije narudžbi putem softverskih rješenja. Naručivanje u većim količinama radi količinskog popusta također je opcija, ali ne treba stvarati višak zaliha. Moguće je koristiti i modele u kojima se roba skladišti kod dobavljača do trenutka prodaje.
- **Proizvodi iz skupine CY** – u ovu skupinu spadaju gume s niskom vrijednošću i umjereno promjenjivom potražnjom. U toj skupini nalaze se sljedeći modeli: Giti Comfort A1 i Kenda KR20. Potrebno je držati niske sigurnosne zalihe ovih proizvoda i pažljivo pratiti promjene u potražnji. Vrlo je bitna redovita analiza prodaje i prilagodba narudžbi prema promjenama na tržištu. Treba koristiti i fleksibilne ugovore s dobavljačima kako bi se minimalizirali troškovi narudžbi u slučaju varijabilne potražnje.
- **Proizvodi iz skupine CZ** – u ovu skupinu spadaju gume s niskom vrijednošću i nepredvidljivom potražnjom. U toj skupini nalaze se sljedeći modeli: Sailun Atrezzo Z4+AS i Linglong Green-Max HP010. Potrebno je razmotriti smanjenje zaliha na minimum ili čak u potpunosti ukinuti ove proizvode iz prodaje, kako bi se moglo fokusirati na proizvode s većom vrijednošću i većom potražnjom. U slučaju da se ne ukidaju zalihe treba ih naručivati samo po potrebi ili ih držati u skladištu dobavljača do same narudžbe, radi smanjenja skladišnih troškova.

Najveću pažnju treba posvetiti proizvodima iz skupine AX, to su proizvodi s visokom vrijednošću i stabilnom potražnjom. Ti proizvodi moraju biti uvijek dostupni, a nedostatak istih može uzrokovati nezadovoljstvom kupaca i gubitkom prodaje. Također zbog stabilne potražnje mogu se koristiti automatizirani sustavi za njihovo naručivanje. Za ove proizvode potrebno je osigurati i pouzdane dobavljače, jer su kvaliteta isporuke i točnost u rokovima ključni faktori za dostupnost proizvoda.

Suprotno od proizvoda skupine AX, proizvodi iz skupine CZ imaju nisku vrijednost a potražnja im je vrlo promjenjiva i nepredvidiva. To su proizvodi koji ne donose veliku zaradu, a uzrokuju logističke probleme zbog varijacija u svojoj potražnji. Zbog niske vrijednosti i visoke varijabilnosti potražnje trebalo bi držati zalihe ovih proizvoda na minimumu. Jedna od

opcija je i „točno na vrijeme“ strategija, u kojem će se zalihe nadopunjavati tek kada su potrebne. Na taj način se smanjuje rizik od prekomjernih zaliha, ali se povećava potreba za pouzdanim dobavljačima koji imaju mogućnost prilagodbe zahtjevima tvrtke.

5. ZAKLJUČAK

Upravljanje zalihama jedan je od najvažnijih elemenata u opskrbnom lancu koji direktno utječe na poslovne rezultate poduzeća. U radu se analiziraju razni modeli i pristupi upravljanja zaliha, te se ističu ključne prednosti i mane svakog sustava. Na kraju se ističe studija slučaja za primjer tvrtke koja se bavi prodajom automobilskih guma.

Na početku rada prikazani su i obrazloženi razlozi držanja, te vrste zaliha koje se dijele na vrste zaliha prema vrsti robe i vrste zaliha prema planiranoj i stvarnoj količini. U ovom dijelu rada prikazane su prednosti i mane držanja zaliha, te prednosti i mane različitih vrsta zaliha, te njihove karakteristike.

Bitan dio strukture ovog rada čine sustavi poput EOQ – ekonomične količine narudžbe, kontinuiranog i periodičkog praćenja zaliha koji predstavljaju osnovne alate za kontrolu i optimizaciju zaliha, dok sustavi poput MRP – Planiranje proizvodnih resursa, MRP II – Planiranje proizvodnih resursa i „točno na vrijeme“ - JIT sustava nude integraciju i automatizaciju procesa prilikom planiranja zaliha. Jedan od glavnih zaključaka rada je da se učinkovitost upravljanja zalihama može značajno poboljšati primjenom raznih tehnologija i metoda. Primjerice, ERP sustavi omogućuju integraciju različitih poslovnih funkcija u jedinstveni informacijski sustav, čime se poboljšava točnost podataka, ubrzava komunikacija među odjelima i omogućuje bolje planiranje resursa. Sustavi poput JIT-a i Kanbana, koje je u svome poslovanju implementirala jedna od vodećih svjetskih automobilskih kompanija – Toyota, osiguravaju da se zalihe održavaju na minimalnoj razini, smanjujući time troškove skladištenja, ali istovremeno povećavajući potrebu za preciznim predviđanjem potražnje i visokom razinom koordinacije s dobavljačima.

Kroz studiju slučaja poduzeća koje se bavi prodajom automobilskih guma, identificirane su ključne prednosti primjene ABC i XYZ analiza u optimizaciji zaliha. Primjena ABC analize omogućava kategorizaciju modela guma prema vrijednosti, dok XYZ analiza donosi uvid u varijabilnost potražnje tih istih modela guma. Kombinacija ovih analiza kroz unakrsnu analizu pruža precizniju sliku o tome koje proizvode, u ovom slučaju automobilske gume, treba kontinuirano držati na skladištu, a za koje se mogu smanjiti zalihe ili prilagoditi strategija naručivanja. Primjerice, za gume iz skupine AX, koji imaju visoku vrijednost i stabilnu potražnju, preporučuje se automatizacija procesa narudžbi i pouzdana suradnja s dobavljačima kako bi se osigurala kontinuirana dostupnost. S druge strane, modeli guma iz skupine CZ, s niskom vrijednošću i promjenjivom potražnjom, trebali bi se držati na minimalnim zalihama, ili potpuno eliminirati, kako bi se izbjegli nepotrebni troškovi skladištenja.

Zaključno, uspješno upravljanje zalihama ne ovisi samo o primjeni adekvatnih sustava i metoda, već i o sposobnosti poduzeća da se prilagodi promjenama na tržištu i kontinuirano unapređuje svoje procese. Investicije u tehnologiju, obrazovanje zaposlenika i jačanje suradnje s dobavljačima omogućuju poduzećima da zadrže kontrolu nad zalihama, smanje troškove te poboljšaju ukupnu efikasnost i zadovoljstvo korisnika.

LITERATURA

1. Šafran M. *Osnove upravljanja zalihama*. Sveučilište u Zagrebu: Fakultet prometnih znanosti; 2021. Preuzeto s: https://moodle.srce.hr/2023-2024/pluginfile.php/9550586/mod_resource/content/1/Osnove%20upravljanja%20zalihama.pdf [Pristupljeno: 19. kolovoza 2024.]
2. Rušev P. *Analiza načina kontrole zaliha*. Završni rad. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti; 2017. Preuzeto s: <https://repozitorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A1053/datastream/PDF/view> [Pristupljeno: 19. kolovoza 2024.]
3. Knežević B. *Količina zaliha kao čimbenik menadžmenta nabave*. [Prezentacija] Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 6. travnja 2012.
4. Investopedia. *Economic Order Quantity: What Does It Mean and Who Is It Important for?*. Preuzeto s: <https://www.investopedia.com/terms/e/economicorderquantity.asp> [Pristupljeno: 21. kolovoza 2024.]
5. EFEX. *P And Q Inventory Systems: Differences and Examples In Inventory Management*. Preuzeto s: <https://efex.vn/en/blog/p-and-q-inventory-systems> [Pristupljeno: 21. kolovoza 2024.]
6. Investopedia. *Material Requirements Planning (MRP): How It Works, Pros and Cons*. Preuzeto s: <https://www.investopedia.com/terms/m/mrp.asp> [Pristupljeno: 22. kolovoza 2024.]
7. Burtseva L, Werner F, Romero R, Delgado EM. *Production Planning and Scheduling for Lot Processing*. Newcastle upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing; 2022. Preuzeto s: https://www.researchgate.net/figure/3-Diagram-of-an-MRP-I-system_fig2_362569378 [Pristupljeno: 23. kolovoza 2024.]
8. Investopedia. *Manufacturing Resource Planning (MRP II): Definition and Example*. Preuzeto s: <https://www.investopedia.com/terms/m/manufacturing-resource-planning.asp> [Pristupljeno: 23. kolovoza 2024.]
9. Investopedia. *Enterprise Resource Planning (ERP): Meaning, Components, and Examples*. Preuzeto s: <https://www.investopedia.com/terms/e/erp.asp> [Pristupljeno: 23. kolovoza 2024.]
10. TechTarget. *Distribution Requirements Planning (DRP)*. Preuzeto s: <https://www.techtarget.com/searcherp/definition/distribution-requirements-planning-DRP> [Pristupljeno: 24. kolovoza 2024.]
11. Investopedia. *Just-in-time (JIT): Definition, Example, and Pros&Cons*. Preuzeto s: <https://www.investopedia.com/terms/j/jit.asp> [Pristupljeno: 24. kolovoza 2024.]
12. Toyota. *Toyota Production System*. Preuzeto s: <https://www.toyota-europe.com/about-us/toyota-vision-and-philosophy/toyota-production-system> [Pristupljeno: 25. kolovoza 2024.]
13. Market Realist. *Why Toyota's Just-in-Time Method Is Critical to Its Success*. Preuzeto s: <https://marketrealist.com/2016/05/toyotas-just-time-method-critical-success/> [Pristupljeno: 26. kolovoza 2024.]

14. Investopedia. *What Is the Kanban System?*. Preuzeto s:
<https://www.investopedia.com/terms/k/kanban.asp> [Pristupljeno: 27. kolovoza 2024.]
15. Zelenika H. *Primjena metoda za unaprjeđenje upravljanja zalihama*. Završni rad. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti; 2019. Preuzeto s:
<https://repositorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A1863/datastream/PDF/view>
[Pristupljeno: 27. kolovoza 2024.]

POPIS KRATICA

EOQ	(Economic Order Quantity) ekonomična količina narudžbe
ROP	(Reorder Point) točka ponovnog naručivanja
MRP	(Materials Requirement Planning) planiranje materijalnih potreba
MRP II	(Manufacturing Resource Planning) planiranje proizvodnih resursa
DRP	(Distribution Requirements Planning) planiranje potreba u distribuciji
ERP	(Enterprise Resource Planning) planiranje resursa poslovnog sustava
JIT	(Just In Time) točno na vrijeme

POPIS SLIKA

Slika 1. Vrste zaliha	3
Slika 2. Grafički prikaz kontinuiranog praćenja zaliha	8
Slika 3. Grafički prikaz periodičkog praćenja zaliha	10
Slika 4. Prikaz MRP sustava	12
Slika 5. Shematski prikaz MRP II sustava	14
Slika 6. Shematski prikaz ERP sustava	14
Slika 7. Shematski prikaz JIT sustava Toyote	17
Slika 8. Pareto dijagram	18

POPIS TABLICA

Tablica 1. Karakteristike kategorija artikala	22
Tablica 2. ABC analiza	25
Tablica 3. XYZ analiza	27
Tablica 4. Unakrsna analiza	29

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je _____ Završni rad _____
(vrsta rada)
isključivo rezultat mojega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom _____ Mogućnosti unaprjeđenja upravljanja zalihama _____ , u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, ___ 8.9.2024 ___

Čvorški
(ime i prezime, potpis)