

Primjena metoda za upravljanje zalihama

Tolj, Stjepan

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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:119:654623>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-27**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Stjepan Tolj

PRIMJENA METODA ZA UPRAVLJANJE ZALIHAMA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 25. travnja 2017.

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

ZAVRŠNI ZADATAK br. 3953

Pristupnik: **Stjepan Tolj (0135230904)**
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**
Smjer: **Logistika**

Zadatak: **Primjena metoda za upravljanje zalihama**

Opis zadatka:

Analizirati uobičajene metode za upravljanje zalihama uz prikaz studije slučaja za određenu metodu/metode. Objasniti uspješnost primijenjenih metoda pri planiranju zaliha uz određivanje mogućnosti za poboljšanje.

Zadatak uručen pristupniku: 28. travnja 2017.

Mentor:



prof. dr. sc. Mario Šafran

Predsjednik povjerenstva za
završni ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

PRIMJENA METODA ZA UPRAVLJANJE ZALIHAMA **APPLICATION OF INVENTORY MANAGEMENT METHODS**

Mentor: prof. dr. sc. Mario Šafran

Student: Stjepan Tolj

JMBAG: 0135230904

Zagreb, rujan 2017.

PRIMJENA METODA ZA UPRAVLJANJE ZALIHAMA

SAŽETAK

Poduzeća pridaju sve više pozornosti zalihama. Zalihama upravljaju odabirom jedne od nekoliko mogućih metoda za upravljanje zalihama. Pronalazak odgovarajuće metode za upravljanje zalihama važan je zbog toga što je potrebno pronaći metodu koja bi maksimalno smanjila troškove vezane uz skladištenje materijala/proizvoda, ali se ne smije dogoditi da na zalihama nema određene količine materijala/proizvoda. Za rješenje ovog problema prikazani su izračuni za količinu odabrane vrste zaliha i ekonomične količine nabave. Za kompletno shvaćanje problematike prikazana je studija upravljanja zalihama na primjeru poduzeća iz kojih je vidljivo da su do trenutka optimizacije zaliha, u zalihama imali i do tri puta veću količinu nego što je bilo potrebno.

KLJUČNE RIJEČI: vrste zaliha; upravljanje zalihama; ekonomična količina nabave

SUMMARY

Enterprises are paying more and more attention to inventory management. Stocks are managed by selecting one of several possible methods for managing inventory. Finding the right methods for inventory management is important because it is necessary to find a method that maximally reduces the costs associated with storage of materials/products, but it should not happened that there is no stock of materials/products on stock. To solve this problem, calculations are made for the quantity of selected inventory types and cost-effective purchases. For a complete understanding of the problems and issues, inventory management studies are shown on the company example, which shows that up to the moment of stock optimization, inventories has three times the amount needed.

KEYWORDS: inventory types; control method; economic order quantity

Sadržaj

1. UVOD	1
2. DEFINICIJA I VRSTE ZALIHA	2
2.1. Definicija zaliha.....	2
2.2. Minimalne zalihe	3
2.3. Maksimalne zalihe	4
2.4. Optimalne zalihe.....	4
2.5. Prosječne zalihe	5
2.6. Sigurnosne zalihe.....	5
2.7. Špekulativne zalihe.....	5
2.8. Sezonske zalihe.....	6
2.9. Nekurentne zalihe	6
2.10. Signalne zalihe	6
3. PREGLED METODA ZA UPRAVLJANJE ZALIHAMA	7
3.1. Sustavi planiranja za upravljanje zalihama.....	7
3.1.1. Ekonomična količina nabave	7
3.1.2. Planiranje materijalnih potreba	10
3.1.3. Planiranje resursa proizvodnje	11
3.1.4. Planiranje resursa distribucije	11
3.1.5. Planiranje resursa poduzeća	11
3.1.6. Napredno logističko planiranje	12
3.2. Analize za upravljanje zalihama.....	12
3.2.1. ABC analiza	12
3.2.2. XYZ analiza	14
3.2.3. Unakrsna analiza	15
3.3. Proizvodnja bez zaliha i Kanban sustav	16
3.3.1. Proizvodnja bez zaliha	16
3.3.2. Kanban sustav.....	17
4. ANALIZA REZULTATA PRIMJENA METODA ZA UPRAVLJANJE ZALIHAMA	19
4.1. Izračun zaliha	19
4.2. Izračun EOQ.....	24
5. UPRAVLJANJE ZALIHAMA – STUDIJA SLUČAJA	27
6. ZAKLJUČAK.....	33
POPIS LITERATURE	34

POPIS KRATICA	35
POPIS SLIKA	36
POPIS TABLICA.....	36

1. UVOD

Upravljanjem zaliha kompanije mogu povećati krajnji profit. Taj zadatak obavljaju zaposlenici menadžmenta tvrtke. U interesu im je da trošak narudžbe robe, transporta, distribucije i držanja zaliha bude što manji. Većom narudžbom moguće je dobiti popust na količinu. Organizacijom transporta i distribucije optimalnim rutama moguće je smanjiti prijevozne troškove. Problem kod samih zaliha u skladištu je sljedeći: kapital je vezan za robu na skladištu te se taj kapital oslobađa tek nakon što se sirovina ili proizvod prodaju, nakon čega se može upravljati uloženim kapitalom i, ukoliko je ostvaren, profitom.

U ovom radu navedena problematika opisana je u nekoliko radnih teza:

1. Uvod
2. Definicija i vrste zaliha
3. Pregled metoda za upravljanjem zaliha
4. Analiza rezultata primjena metoda za upravljanje zalihama
5. Upravljanje zaliha – studija slučaja
6. Zaključak

U drugoj radnoj tezi navedeno je što su to zalihe, kakve mogu biti, pomoću kojih izraza se izračunavaju i sl. U trećoj tezi navedene su metode i analize na temelju kojih se može odrediti poslovna organizacija tvrtke po pitanju zaliha i upravljanja odabranih zaliha. U četvrtoj tezi nalazi se primjer izračuna zaliha i odabir metoda za upravljanje zalihama na fiktivnoj kompaniji i na temelju fiktivnih podataka.

U petoj tezi naveden je primjer iz Indije, odnosno njezinog gospodarskog sektora, kompanije Reid&Taylor kojoj je cilj optimizirati proizvodnju i zalihe sirovina i na taj način osloboditi kapital vezan za zalihe.

Zaključak, odnosno osvrt na kompletan rad slijedi u šestoj tezi.

2. DEFINICIJA I VRSTE ZALIHA

2.1. Definicija zaliha

Sustav logistike obuhvaća nekoliko elemenata:

- zalihe,
- transportiranje, uključujući i lokalnu isporuku,
- skladištenje i rukovanje materijalom i gotovim proizvodima,
- komunikacije, obradu podataka i kontrolu [1]

Postoji mnogo definicija zaliha, a jedna od njih glasi:

Pod zalihama robe podrazumijeva se količina robe (materijal, vlastiti proizvodi, poluproizvodi i gotovi proizvodi), koja je akumulirana (uskladištena) radi kontinuiranog (trajnog) opskrbljivanja vremenski i prostorno bliže ili daljnje proizvodne ili osobne potrošnje.[2]

Određenu količinu zaliha potrebno je držati u proizvodnji i distribuciji iz više razloga:

- za veće količine robe cijena samog transporta je povoljnija (posljedica veće narudžbe su veće zalihe)
- veće narudžbe robe omogućuju dogovaranje nižih jediničnih cijena za robu
- poslovanje tvrtke zaštititi od nepouzdatih dobava i isporuka roba (npr. moguća kašnjenja ili nedostatak robe kod dobavljača).[2]

Povoljnija cijena transporta i cijena kupnje robe, rezultira povoljnijom prodajnom cijenom robe što privlači kupce, pod uvjetom da je redovita opskrba robom, a ako dođe do prekida ili kašnjenja isporuke robe dolazi do gubitka krajnjih korisnika, tj kupaca.[2]

Zalihe se često tumače kao nužno zlo u procesu stvaranja i plasmana proizvoda. Struktura i količina zaliha su definirane poslovnom politikom poduzeća. [3]

Zbog navedenog koristi se upravljanje zalihama i to je zadatak menadžmenta tvrtke. U cilju zadovoljavanja potreba tržišta poželjno je imati što veće zalihe materijala i robe tako da u slučaju nepredviđenog povećanja potražnje ne dođe do kolapsa, odnosno da tvrtka na zalihama ima potrebni materijal ili određeni artikl. Međutim, velika količina zaliha uzrokuje velike troškove za tvrtku pa je u tom pogledu u interesu tvrtke da ima što manje razine zaliha s kojima može zadovoljiti sve potrebe. Uspješnost menadžmenta, između ostaloga, ovisi o navedenom.

Zalihe se mogu podijeliti po dva kriterija:

1. Prema vrsti robe koja se skladišti:
 - a. Zalihe sirovina i materijala
 - b. Zalihe dijelova i poluproizvoda

- c. Zalihe gotovih proizvoda
- 2. Prema stvarnoj i planiranoj količini:
 - a. Minimalne zalihe
 - b. Maksimalne zalihe
 - c. Optimalne zalihe
 - d. Prosječne zalihe
 - e. Sigurnosne zalihe
 - f. Špekulativne zalihe
 - g. Sezonske zalihe
 - h. Nekurentne zalihe
 - i. Signalne zalihe

2.2. Minimalne zalihe

Minimalna zaliha podrazumijeva najmanju količinu robe koja je potrebna da bi se pravovremeno zadovoljile obveze tvrtke po količini i asortimanu, a u slučaju manjka robe u skladištu može se ugroziti proces proizvodnje, odnosno potpunu opskrbu kupaca.

Za utvrđivanje minimalne količine zaliha potrebno je utvrditi prosječnu dnevnu potrošnju ili prosječnu prodaju robe, ovisno o tome radi li se o proizvodnji ili distribuciji, te rok nabave nove količine zaliha. S obzirom na to da se minimalna količina zaliha računa na prosjeku potrošnje u nekom razdoblju, nije pogodna za sezonsku robu, npr. kišobrani, krema za sunčanje i sl.[2]

Količina minimalnih zaliha može se odrediti po formuli(1)(2):

$$Z_{min} = Q_{dn} * V_{nab} \quad (1)$$

ili

$$Z_{min} = \frac{Q_{god} * V_{nab}}{D} \quad (2)$$

gdje je:

Z_{min} – Minimalna količina zaliha

Q_{dn} – prosječna dnevna potrošnja

V_{nab} – vrijeme nabave

Q_{god} – prosječna godišnja potrošnja

D – broj radnih dana u godini

2.3. Maksimalne zalihe

Maksimalne zalihe su suprotne od minimalnih zaliha te podrazumijevaju najveću dopuštenu količinu zaliha robe u skladištu iznad koje se ne smije nabavljati robu u određenom razdoblju jer je ekonomski neopravdano i štetno za tvrtku. Ovu vrstu zaliha ima smisla koristiti kada proizvodnja ili narudžbe kupaca tijekom određenog vremenskog intervala manje ili više osciliraju pa se tvrtka maksimalnim zalihama u skladištu osigurava od nestašice robe i uspješno zadovoljava potrebe kupaca.

Za izračunavanje količine robe koja spada pod maksimalne zalihe ima više mogućih izračuna. Najčešće se koristi način po kojem se vrijednost najveće planirane prodaje podijeli s danima odabranog ili planiranog razdoblja te se rezultat pomnoži s brojem dana u kojima tvrtka mora imati odgovarajuću količinu zaliha robe. [2]

Prema navedenom vrijedi formula (3):

$$Z_{max} = \frac{\text{Vrijednost najveće planirane prodaje}}{\text{dana razdoblja za koji se traži normativ maksimalne zalihe}} * \text{norma dani} \quad (3)$$

gdje je:

Z_{max} – maksimalna količina zaliha

2.4. Optimalne zalihe

Optimalna količina zalihe je količina materijala ili robe gdje su ukupni troškovi nabave, transporta, skladištenja i zaliha optimalni. Po iznosu, optimalne zalihe, se nalaze između maksimalnih i minimalnih, te je najpoželjnija količina zaliha jer je najekonomičnija. Optimalne zalihe predstavljaju optimalnu količinu robe u skladištu koja osigurava redovnu i potpunu opskrbu proizvodnje ili kupaca uz minimalne troškove skladištenja i naručivanja robe. [2]

Za izračun optimalne količine zaliha gotovih proizvoda formula je (4):

$$Z_{opt} = (P + R_1) * (V + R_2) \quad (4)$$

gdje je:

Z_{opt} – normativ optimalne zalihe gotovih proizvoda izražen u vrijednosti

P – dnevna ili mjesečna planska prodaja gotovih proizvoda izražene u količini ili vrijednosti

R_1 – 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 – normirani broj dana ili mjeseci između vremena naručivanja i isporuke

R₂ – rezerva kojom se na temelju procjene povećava normirani broj dana ili mjeseci zbog izuzetnih teškoća u isporuci, odnosno otpremi robe.

2.5. Prosječne zalihe

Prosječne zalihe čini presjek stanja zaliha robe tijekom određenog vremenskog intervala, najčešće godine. [2]

Prosječne zalihe mogu se izračunati na sljedeći način (5):

$$Z_{\text{prosjecna}} = \frac{\frac{1}{2}*(z_1)+(z_2)+(z_3)+(z_4)+\dots+(\frac{1}{2}*z_n)}{n-1} \quad (5)$$

gdje je:

$Z_{\text{prosjecna}}$ – prosječna zaliha

Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_n – prosječne zalihe u intervalima

n – broj prosječnih zaliha koje su obuhvaćene u izračunu

2.6. Sigurnosne zalihe

Sigurnosne zalihe uvjetuju sigurniju opskrbu proizvodnje i kupaca, ali i određene troškove, u vidu izdataka za kamate na angažirana financijska sredstva i troškove skladištenja.[4]

Nazivaju se još i mrtve zalihe zbog toga što čine mrtvi kapital, a premda tvrtke imaju sigurnosne zalihe ne koriste ih često.

Javljaju se dva suprotna zahtijeva:

- zahtjev za što većim zalihama, kako bi se osigurao kontinuitet proizvodnje ili prodaje
- zahtjev da na skladištu bude što manje zaliha, kako bi poslovanje poduzeća bilo što ekonomičnije.[4]

2.7. Špekulativne zalihe

Špekulativne zalihe su količina robe u skladištu sakupljene s ciljem prodaje kada se cijene znatnije povećaju.[5]

Cilj je zaraditi što više uz kupovinu veće količine robe nego inače kada je jeftinija, a prodavati je kada poskupi. Kod ovih vrsta zaliha troškovi skladištenja moraju biti manji od profita.

2.8. Sezonske zalihe

Sezonske zalihe su količina robe sakupljene tijekom godine namijenjene zadovoljavanju povećane potražnje u sezoni.[5]

Proizvođači i trgovci predaju narudžbe i pohranjuju robu u skladišta prije nego što krene prodaja sezonske robe te nastoje prodati što više i da im mnogo robe ne ostane nakon što sezona za određeni artikl završi.

2.9. Nekurentne zalihe

Nekurentne zalihe često predstavljaju problem, jer su takve zalihe definirane kao količina zaliha koja nema dovoljan koeficijent obrtaja, zalihe koje se ne mogu prodati ili se mogu prodati po znatno sniženoj cijeni. To su zalihe robe u skladištu koja se ne može prodavati zbog zastarjelosti, pokvarljivosti, loma itd., a karakterizira ju vrlo mali koeficijent obrtaja. [4]

2.10. Signalne zalihe

Signalne zalihe imaju značenje točke naručivanja. Ovu vrstu zaliha određuje tvrtka odnosno odgovorne osobe ovisno o primijenjenoj politici upravljanja zalihama. Vrijeme naručivanja mora biti pravodobno, kako se za vrijeme trajanja nabavke ne bi koristile sigurnosne zalihe. Narudžba se inicira kada se dosegne određena razina zaliha. [4]

Računa se po formulama (6), (7) i (8):

$$g = (\text{potrošnja za razdoblje} * \text{vrijeme isporuke}) + \text{sigurnosni dodatak} \quad (6)$$

ili

$$g = 2 * \text{sigurnosno stanje} \quad (7)$$

ili

$$g = \text{minimalna količina narudžbi} + \text{sigurnosno stanje} \quad (8)$$

3. PREGLED METODA ZA UPRAVLJANJE ZALIHAMA

Potreba za držanjem zaliha razvila je logistički sektor upravljanja zaliha. Samim time pojavilo se nekoliko metoda za upravljanje zalihama. U ovoj tezi metode za upravljanje zalihama bit će podijeljene na više podjela:

- Sustavi planiranja za upravljanje zalihama
- Analize za upravljanje zalihama
- Proizvodnja bez zaliha JiT

Proizvodnja bez zaliha također spada pod metode za upravljanja zalihama bez obzira na to što joj je cilj izbaciti zalihe.

3.1. Sustavi planiranja za upravljanje zalihama

3.1.1. Ekonomična količina nabave

Stohastičko upravljanje inventarom po prirodi je statičko i funkcionira samo na temelju predviđene potražnje. Stohastičko upravljanje zalihama ima mnogo značajnih ograničenja:

- buduća se potražnja ne može uvijek predvidjeti na temelju prošlih podataka
- u čisto statističkom pristupu zalihama ne koristi se specijalistički know-how za koji su planeri sigurni da su ga usvojili [6]

Ekonomična količina nabave (*economic order quantity* – EOQ) je veličina narudžbe kod koje su troškovi koji variraju s veličinom narudžbe minimalni. [7]

Također, ekonomična količina nabave je količina neke robe koja se određenim rokom isporuke naručuje od dobavljača nakon izračuna ukupnih troškova nabave pri čemu su u obzir uzete potrebe za robom, njena cijena i uvjeti isporuke. Također to je i matematičko modeliranje s ciljem optimalizacije troškova.[8]

Narudžbe je potrebno optimirati tako da ukupni troškovi budu minimalni, a da se ne pojavi manjak robe. Pod troškove ubrajaju se troškovi naručivanja te troškovi držanja zaliha. [9]

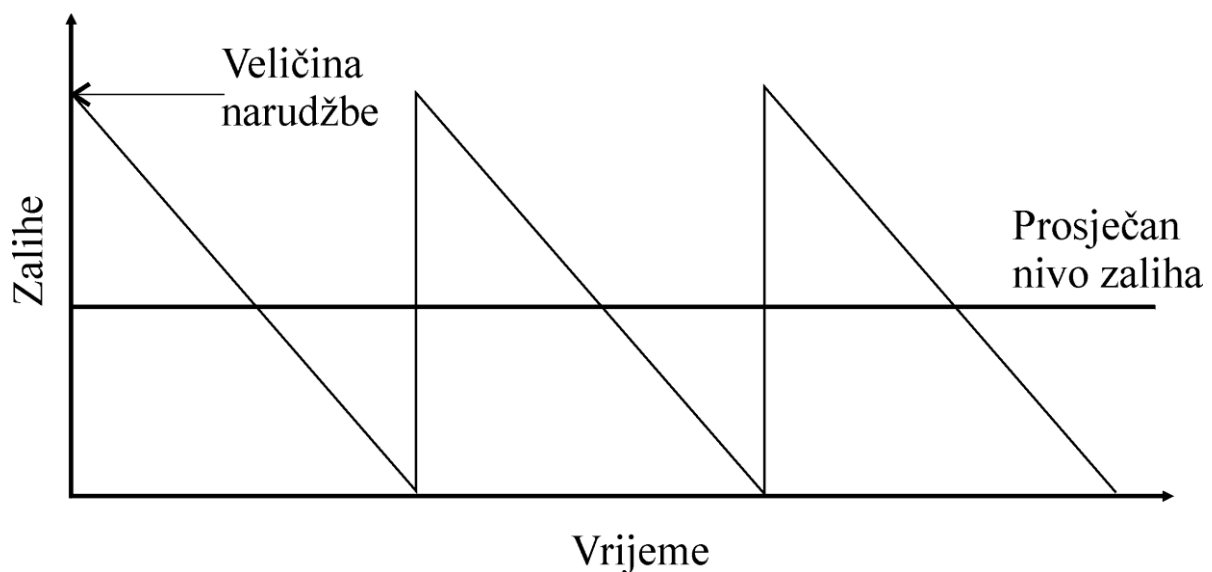
Ova metoda pretpostavlja da skladište koje ima redovite zahtjeve za isporukom samo jednog proizvoda te odabrati proizvođač za kojeg se pretpostavlja da ima neograničen kapacitet. [8]

EOQ uključuje i sljedeće pretpostavke:

- početna zaliha je nula
- period planiranja je neograničen

- roba ima dovoljno dug rok trajanja
- potražnja je poznata i događa se u relativno konstantnim periodima
- roba se nadzire kontinuiranim sustavom nadzora
- svi parametri troškova ostaju isti
- cijela narudžba dolazi u jednoj isporuci [9]

Optimalna EOQ politika sastoji se od narudžbi jednake veličine pa za rezultat ima sljedeći profil zaliha (slika 1):



Slika 1 Kretanje zaliha tijekom vremena, [2]

Trošak za EOQ model sadrži ukupni trošak držanja zaliha, ukupni trošak naručivanja i ukupni trošak nabave. [4]

Troškovi se računaju sljedećim izrazom (9):

$$TC(Q) = \frac{Q}{2} * C_h + \frac{D}{Q} * C_o + DC \quad (9)$$

gdje je:

Q – količina jedinica koje se nabavlja

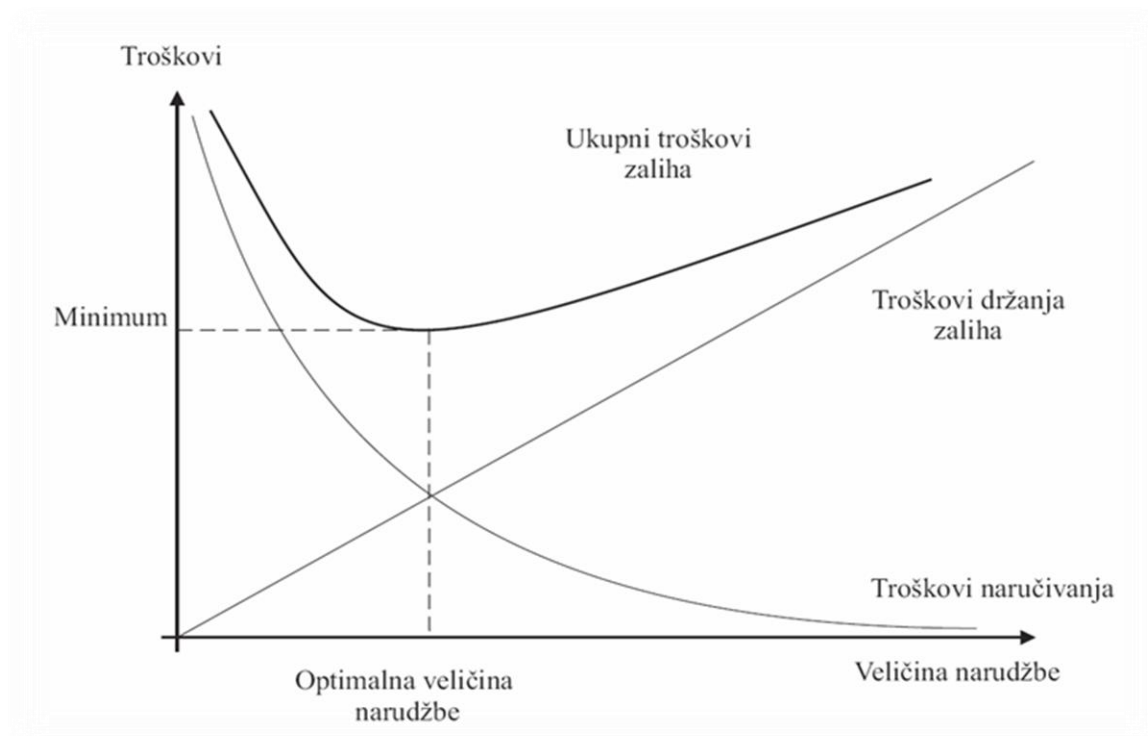
C_h - trošak držanja zaliha

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

C_o – trošak po nabavi (napomena: ne po jedinici nabave – artikl)

C - jedinični trošak kupovine ili proizvodnje

Slijedom izračuna može se napraviti graf kretanja troškova zaliha u jedinici vremena (slika 2):



Slika 2 Kretanje troškova zaliha robe u jedinici vremena, [2]

Ekonomična količina nabave prema [4] računa se pomoću izraza (10):

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot C_o}{C_h}} \quad (10)$$

gdje oznake imaju sljedeće značenje:

Q – količina jedinica – artikala koja se nabavlja

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

C_o - trošak po nabavi (napomena: ne po jedinici nabave – artikl)

C_h – trošak držanja zaliha

Trošak držanja zaliha prema [4] računa se pomoću izraza (11):

$$C_h = C \cdot H \quad (11)$$

gdje je:

C_h – trošak držanja zaliha

C – jedinični trošak kupovine ili proizvodnje

H – godišnja stopa troška držanja zaliha (%)

3.1.2. Planiranje materijalnih potreba

Planiranje materijalnih potreba (*Material requirements planning I* – MRP I) je tehnika računalne obrade podataka, omogućile su izvršavanje kompleksnih računanja i obradu velike količine podataka. U vrijeme kada je uveden MRP I prvi puta je u upravljanju zaliha uveden čimbenik vremena. MRP I obuhvaća nekoliko tehnika informacijske znanosti za planiranje nabavke materijala (ulaz potrebnih sirovina) i proizvodni postupak na temelju utvrđenog proizvodnog plana za gotove proizvode, dok se proizvodni plan utvrđuje na temelju tržišnih i prodajnih očekivanja. Poznat je sastav svakog proizvoda u pogledu dijelova (sirovine, sekundarni materijali i poluproizvodi). Uz utvrđeni proizvodni program za određeni period, planer koristi MRP I da izračuna koji su dijelovi potrebni, u kojim količinama, i u koje vrijeme, ispitivanjem vremena protoka ili vremena isporuke dijela. [2]

Prednosti MRP I su:

- poboljšani poslovni rezultati
- poboljšani rezultati izvedbe proizvodnje
- poboljšani nadzor nad proizvodnjom kroz točnije i pravodobne informacije
- smanjenje zalihe, što vodi smanjenju zastarjelosti
- veća spremnost za isporuku u skladu s potražnjom, budući da narudžbe upravljaju proizvodnim procesom
- niži proizvodni troškovi zbog povećane učinkovitosti. [6]

Nedostatci MRP I su:

- MRP I nužno ne optimizira troškove nabave materijala, što vodi višim troškovima zbog češćih i manjih narudžbi
- manje narudžbe povećavaju cijenu prijevoza i obično povećavaju jedinične troškove zbog izgubljenih količinskih popusta
- proizvodnja može biti usporedna ili ugušena ako je isporuka spora ili ako je nestašica komponenti
- ne uzima u obzir kapacitet postrojenja i kapacitet distribucije. [2]

3.1.3. Planiranje resursa proizvodnje

Planiranje resursa proizvodnje (*Manufacturing resources planning II – MRP II*) je proširenje MRP-a I, koji pretpostavlja neograničeni kapacitet pa shodno time ovo proširenje uključuje proračun potrebnog kapaciteta. Važno je znati za koji element kapaciteta u procesu postoji vjerojatnost da će postati usko grlo, npr. stroj, ljudi, tok gotovine, dobavljač itd., te kada. [2]

Prednosti MRP-a II nad MRP I se očituje u:

- bolja kontrola zaliha
- poboljšano raspoređivanje
- produktivni odnosi s dobavljačima [10]

Nedostaci MRP-a II su:

- metoda zahtjeva intenzivnu upotrebu računala
- neplanirane promijene u rasporedu mogu izazvati ozbiljne posljedice
- neosjetljivost na kratkoročne promjene u potražnji [11]

3.1.4. Planiranje resursa distribucije

Planiranje resursa distribucije (*Distribution resources planning – DRP*) je informacijski sustav koji podržava koordinaciju unutar distribucijske mreže. Svrha sustava je bilježenje tokova roba i zahtijeva da informacije moraju barem biti dostupne o tome gdje se drže zalihe, koja je roba u tranzitu i kakva su kretanja zaliha. [2]

DRP omogućava koordinaciju odluka koje su donesene u različitim točkama distribucijske mreže koja se sastoji od nekoliko uzastopnih inventarnih točaka kao što su tvornice, središnjeg distribucijskog centra i nacionalnog prodajnog distribucijskog centra. U distribucijskoj mreži osnovna je koordinacija raznih aktivnosti poput predviđanje prodaje, narudžbe, transport i zalihe. [2]

3.1.5. Planiranje resursa poduzeća

Planiranje resursa poduzeća (*Enterprise resources planning – ERP*) je programsko rješenje koje omogućava tok informacija između svih funkcija unutar poduzeća uključujući proizvodnju, logistiku, financije i ljudske resurse. Baza podataka čitavog poduzeća funkcionira zajedno s integriranim skupom aplikacija, konsolidirajući sve poslovne radnje u jednom računalnom okruženju. Cilj ovog sustava je da se podatak može unijeti u računalni sustav jednom i samo jednom. [2]

Cilj ovog sustava je da se podatak može unijeti u računalni sustav samo jednom. Na primjer, predstavnik prodaje unese narudžbu u ERP sustav poduzeća. Kad tvornica počne slagati narudžbu, odjel isporuka može provjeriti programe do tada i

procijeniti očekivani datum prijevoza. Skladište može provjeriti može li se narudžba popuniti iz zaliha i onda može obavijestiti proizvodnju o potrebnoj količini robe. Kad se narudžba realizira, informacija ide direktno u izvještaj o prodaji na znanje upravi. [6]

3.1.6. Napredno logističko planiranje

Napredno logističko planiranje (*Advanced planning systems – APS*) predstavlja novi korak u planiranju poduzeća i među poduzećima zbog svoje nove tehnologije. Koristi nove tehnike planiranja i određivanja rokova koje uzimaju u obzir širok spektar ograničenja i izrađuje optimizirani plan koji obuhvaća takve čimbenike kao što je dostupnost materijala, kapacitet strojeva i radne snage i zahtjeve potrošačke usluge. APS pokriva čitav opskrbni lanac i koristi posljednje informacije kako bi izračunao rokove koji su potrebni i, između ostalog, omogućava da se gotovo trenutno odgovori na zahtjeve kupaca. [2]

3.2. Analize za upravljanje zalihama

3.2.1. ABC analiza

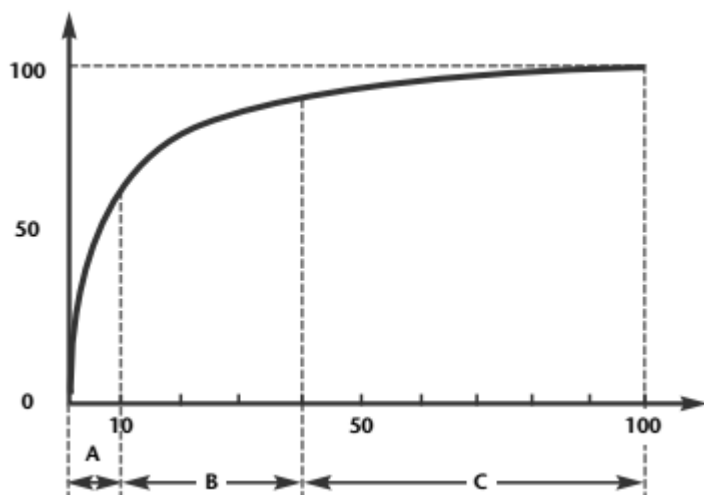
ABC analiza omogućuje razlikovanje bitnog od nebitnog i temelji se na Pareto analizi (slika 3) koja ukazuje da 80 posto uspjeha proizlazi od 20 posto aktivnosti. Ova spoznaja prenijela se i na područje upravljanja zalihama s ciljem njihova razvrstavanja u tri vrijednosne skupine (A, B i C), prema udjelu u ukupnoj vrijednosti prodaje.[2]

ABC analiza je analiza koja se provodi kategoriziranjem robe u tri grupe, A, B i C temeljem njihove važnosti, koeficijenta obrtaja, odnosno ostvarenog obujma prodaje. [2]

Svaka od grupa karakterizira udio u ukupnoj vrijednosti prodaje/nabave koji može biti velik, srednji, mali i udio u ukupnoj vrijednosti zaliha koji također može biti velik, srednji ili mali. [4]

Kriteriji za razvrstavanje su:

- iznos kojim predmet poslovanja sudjeluje u ukupnoj vrijednosti poslovanja
- udio kojim pojedini predmet poslovanja sudjeluje u ukupnoj vrijednosti zaliha
- učestalost prodaje ili nabave, odnosno broj izlaza predmeta poslovanja iz skladišta u određenom razdoblju
- uvjeti prodaje ili nabave koji mogu imati obilježje najtežih, s teškoćama, bez teškoća.[4]



Slika 3 Pareto dijagram, [12]

Lorenzova krivulja (slika 3) pokazuje da, otprilike, 15% proizvoda/materijala drži 70% vrijednosti ukupnih zaliha. Materijali/proizvodi koji su razvrstani u skupinu B čine 20% ukupnih zaliha te 20% vrijednosti ukupnih zaliha. Kategorija C čini ostatak materijala/proizvoda, otprilike 65%, vrijednost tih zaliha je 10%.

Provedba ABC analize najčešće se odvija u tri faze. U prvoj fazi obuhvaćaju se podatci o godišnjim potrebama ili potrošnji materijala u zadnjih 12 mjeseci prema vrstama, te se izračunava vrijednost potreba (potrošnje) množenjem količina pojedinih materijala s njihovim prosječnim nabavnim cijenama. U drugoj fazi slijedi 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. Nakon navedenog, u trećoj fazi slijedi usporedba kumulativnih postotnih udjela vrijednosti godišnjih potreba ili potrošnje i postotnog udjela broja vrsta, na temelju čega se određuju kategorije A, B i C te za svaki materijal kojoj skupini pripada. [2]

Važno je spomenuti i koeficijent obrtaja zaliha jer pokazuje koliko su se puta prosječne zalihe prodale tijekom nekog vremenskog perioda. [4]

Prema [4] koeficijent obrtaja zaliha (KO) računa se pomoću formule (12):

$$KO = \frac{\text{trošak prodanih proizvoda}}{\text{prosječna vrijednost zaliha}} \quad (12)$$

Prosječni dani vezivanja (DV) govore koliko u prosjeku roba stoji na skladištu, a prema [4] računa se pomoću formule (13):

$$DV = \frac{365}{KO} \quad (13)$$

gdje je:

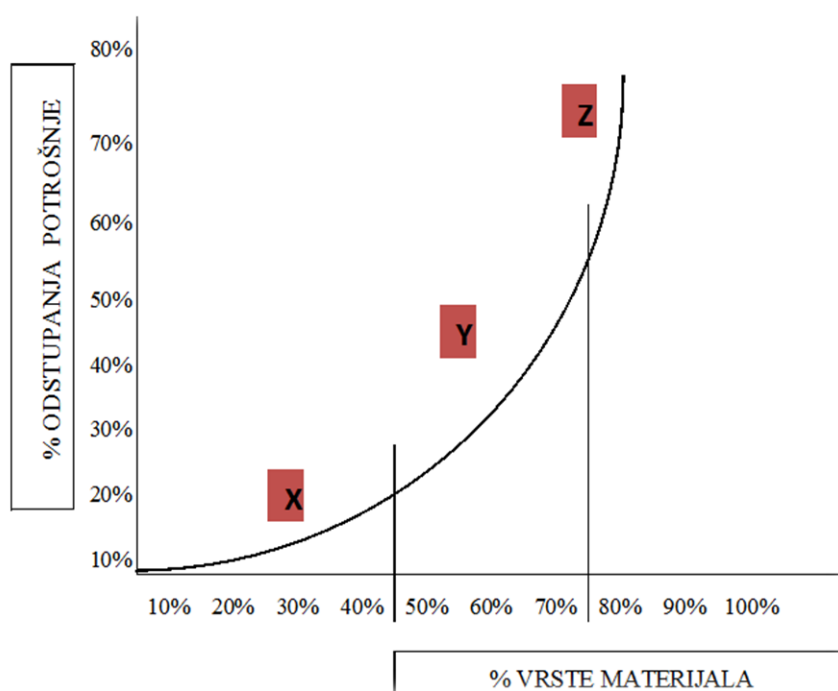
DV – prosječni dani vezivanja

KO – koeficijent obrtaja zaliha.

3.2.2. XYZ analiza

XYZ analiza je analiza u kojoj se materijali klasificiraju u tri skupine prema kontinuitetu potrošnje/potreba i sigurnosti prognoze potrošnje.[4]

Potrebna je zbog donošenja daljnjih odluka i postupaka kod upravljanja zalihama. Definiranje i provođenje automatskih narudžbi uvelike se temelji na XYZ analizi. Artikli se klasificiraju po koeficijentu varijacije (K_v) koji pokazatelj odnosa standardne devijacije (SD) i prosjeka prodaje u promatranom razdoblju, odnosno govori o varijabilnosti potražnje. Potražnja za artiklom je stabilnija što je K_v manji.[2]



Slika 4 Grafički prikaz XYZ analize, [2]

Artikli kod kojih je K_v do 0,1 rangiraju se u skupinu X. Za te artikle karakteristično je da se njihova prodaja značajno ne mijenja tijekom vremena tako da se prognoza buduće potražnje može odrediti s velikom preciznošću. Postoji mogućnost da se narudžba artikala iz skupine X automatizira te nisu potrebne velike količine sigurnosnih zaliha. [2]

Artikli kod kojih vrijedi $0,1 < K_v < 0,25$ pripadaju skupini Y. Takvi artikli troše se diskontinuirano pa se može postići samo srednja točnost prognoze potrošnje. [4]

Artikli kod kojih je $K_v > 0,25$ spadaju u skupinu Z. Moguće je da K_v bude veći od 1 što pokazuje da je prodaja takvog artikla bila u samo jednom malom dijelu prodajnog

ciklusa. Prognoziranje artikala u ovoj skupini izuzetno je zahtjevno i preporučuje se ručno računanje bez automatizacije.[2]

Za izradu XYZ analize, uz koeficijent varijacije, potrebni su i:

- a) Trošak prodane robe – godišnja nabavna vrijednost prodane robe po artiklima tijekom promatrane godine
- b) Prodajna vrijednost robe – godišnji financijski promet po artiklima tijekom promatrane godine
- c) Prosječna prodaja – prosječna količina prodaje u promatranom razdoblju
- d) Standardna devijacija – standardna devijacija prodaje u promatranom razdoblju
- e) Prosječna nabavna cijena – nabavna cijena koja se dobije dijeljenjem ukupnog troška prodane robe kroz ukupnu prodanu količinu
- f) Prosječna vrijednost zaliha – prosječna količina zaliha pomnožena s nabavnom cijenom u promatranom razdoblju [2]

3.2.3. Unakrsna analiza

Unakrsna analiza je kombinacija rezultata ABC i XYZ analize čime se dobiva matrica sa devet različitih skupina materijala za koje možemo odrediti specifične strategije nabavljanja i dispozicija. [13]

Iz tablice 1 vidljivo je 9 skupina. Prema [13] skupinama AX, AY i BY treba pokloniti veliku pozornost kako bi se postigle što povoljnije nabavne cijene i opskrba uz što manje zalihe; sekundarne potrebe određivati deterministički.

Skupinama AZ, BY i CX treba obratiti srednju pozornost u nabavi i dispoziciji materijala i organizirati pojedinačnu opskrbu prema potrebama korisnika. [13]

Skupinama BZ, CY i CZ pridaje se malena pozornost, potrebe se utvrđuju stohastički, a opskrba se realizira sa vlastitih zaliha, ponekad se nabavlja u količinama za jednogodišnje potrebe ili se opskrba prepušta dobavljaču.[13]

Tablica 1 Prikaz rezultata unakrsne analize

	Skupina X	Skupina Y	Skupina Z
Skupina A	Veliki udio u ukupnoj vrijednosti. Kontinuirana potrošnja. Velika točnost prognoze potreba	Veliki udio u ukupnoj vrijednosti. Diskontinuirana potrošnja. Srednja točnost prognoze potreba.	Veliki udio u ukupnoj vrijednosti. Povremena potrošnja. Malena točnost prognoze potreba.
Skupina B	Srednji udio u vrijednosti potrošnje. Kontinuirana potrošnja. Velika točnost prognoze potreba	Srednji udio u vrijednosti. Diskonti. potrošnja. Srednja točnost prognoze potreba.	Srednji udio u vrijednosti. Povremena potrošnja. Malena točnost prognoze potreba.
Skupina C	Maleni udio u vrijednosti. Kontinuirana potrošnja. Velika točnost prognoze potreba.	Maleni udio u vrijednosti. Diskonti. potrošnja. Srednja točnost prognoze potreba.	Maleni udio u vrijednosti. Povremena potrošnja. Malena točnost prognoze potreba.

Izvor: [13]

3.3. Proizvodnja bez zaliha i Kanban sustav

3.3.1. Proizvodnja bez zaliha

Upravo na vrijeme (Just In Time – JiT) je sustav poslovanja “bez zaliha”. Isporuka robe kroz sustav upravo na vrijeme ili kroz sustav brzog odgovora koji teži eliminiranju svih pojava u opskrbnom lancu koje onemogućuju dovoljno efikasan tok roba, materijala i informacija kroz sam sustav. U navedenom sustavu sve što je vezano za materijale koji trenutno nisu potrebni, smatra se troškom. Idealna jedinica za ovakav sustav je jedan komad. Cilj je svesti količine zaliha na nulu što često rezultira povećanim transportnim procesima. Prednost količina zaliha na nuli je i vidljivost kvalitete odvijanja procesa. U ovakvom sustavu teži se da ponuda odgovara potražnji, a da proizvodnja i prodaja teku bez zastoja.[4]

Prednosti i nedostaci JiT sustava su:

- manje količine zaliha u sustavu

- potrebni su sudionici opskrbnog lanca koji vrlo brzo izvršavaju svoj dio poslovanja
- relevantan brzi protok informacija
- prosječne manje količine zaliha omogućuju manje skladišne prostore
- transport između faza proizvodnje reduciran
- obavezna kvaliteta proizvoda i strojeva zbog kvarova koji direktno utječu na proizvodni proces. [4]

3.3.2. Kanban sustav

Kanban sustav je sustav upravljanja protokom materijala, a temelji se na načelu: „Proizvodi danas ono što je jučer utrošeno, odnosno potrošeno“. Opskrba se temelji na samoposluživanju na svim razinama proizvodnje, što je u suprotnosti s klasičnom opskrbom proizvodnih mjesta od strane neke za to zaduženih funkcija. [9]

Kanban sustavom kontroliraju se JiT tokovi. Kanban je metoda za kontroliranje prijenosa materijala između faza procesa. Kanban sustav koristi kartice pomoću kojih se signalizira potreba za određenim proizvodom, sirovinom, poluproizvodima i sl. umjesto korištenja papira. Prethodna operacija proizvodi točno ono što iduća treba po principu pull sustava. [4]

Postoje različite varijante Kanban-a:

1. vizualni Kanban – koristi se ako postoji direktna vizualna veza među fazama procesa
2. Kanban spremnici
3. Kanban kartice – svaki spremnik povezan je s jednom Kanban karticom, koristi se kod složenijih sustava s više proizvoda [4]

Preduvjeti za Kanban sustav su:

- primjenjiv je u proizvodnji koja se ponavlja
- sustav mora biti stabilan
- strojevi moraju biti visoko pouzdani, važno je kvalitetno održavanje
- standardizirani procesi i operacije
- pouzdani dobavljači
- velika angažiranost i stručnost radnika. [4]

Za izračun broja setova Kanban kartica koriste se formule (14) (15):

$$k = \frac{\text{očekivana potražnja tijekom ciklusa} + \text{sigurnosne zalihe}}{\text{veličina spremnika}} \quad (14)$$

$$k = \frac{D * L * (1 + ss)}{C} \quad (15)$$

gdje je:

k – broj setova Kanban kartica

D – očekivana potražnja jedinica tijekom ciklusa

L – vrijeme kašnjenja za izradu narudžbe

ss – sigurnosne zalihe izražene u postocima potražnje u vremenu kašnjenja

C – veličina spremnika

Važno je napomenuti da Kanban sustav ne proizvodi količinu zaliha jednaku nuli, već kontrolira količinu materijala koja može biti procesirana u jedinici vremena, također, sam sustav se može prilagoditi postojećem sustavu i njegovom načinu procesiranja, a setovi Kanban kartica se mogu lako dodati ili djelomično ukloniti iz sustava ukoliko se primijeti da se spremnici sa materijalom akumuliraju, što može rezultirati smanjenjem količine zaliha. [4]

4. ANALIZA REZULTATA PRIMJENA METODA ZA UPRAVLJANJE ZALIHAMA

U ovoj tezi pokriti će se teorijski dio iz teze br. 2 i teze br. 3 na fiktivnom primjeru tvrtke NN koji će za zadatak imati prikazati izračun određenih zaliha i EOQ.

4.1. Izračun zaliha

Kompanija je odlučila držati optimalne zalihe. Pod pretpostavkom da vrijeme između narudžbe i isporuke svih proizvoda iznosi $V_{nab} = 3$ dana, $R_2 = 1$ dan te da je dnevna prodaja proizvoda:

- proizvod A = 54 komada, cijena jednog komada = 5,99 kuna, $R_1 = 5$ komada
- proizvod B = 2 komada, cijena jednog komada = 129,49 kuna, $R_1 = 1$ komada
- proizvod C = 14 komada, cijena jednog komada = 45,99 kuna, $R_1 = 2$ komada
- proizvod D = 149 komada, cijena jednog komada = 2,99 kuna, $R_1 = 15$ komada

Potrebno je izračunati optimalnu, sigurnosnu te signalnu zalihu, kao i iznos vezanog kapitala (IVK) za optimalne zalihe i sigurnosne zalihe svih artikala.

a) optimalne zalihe

- *proizvod A*

$$Z_{optA} = (Q_{dnA} + R_1) * (V_{nab} + R_2) \quad (16)$$

$$Z_{optA} = (54 + 5) * (3 + 1)$$

$$Z_{optA} = 236 \text{ komada}$$

$$IVK_A = \text{broj komada optimalnih zaliha} * \text{prodajna vrijednost proizvoda} \quad (17)$$

$$IVK_A = 236 \text{ komada} * 5,99 \text{ kuna}$$

$$IVK_A = 1413,64 \text{ kune}$$

- *proizvod B*

$$Z_{optB} = (Q_{dnB} + R_1) * (V_{nab} + R_2) \quad (18)$$

$$Z_{optB} = (2 + 1) * (3 + 1)$$

$$Z_{optB} = 12 \text{ komada}$$

$$IVK_B = \text{broj komada optimalnih zaliha} * \text{prodajna vrijednost proizvoda} \quad (19)$$

$$IVK_B = 12 \text{ komada} * 129,49 \text{ kuna}$$

$$IVK_B = 1553,88 \text{ kune}$$

- *proizvod C*

$$Z_{optC} = (Q_{dnC} + R_1) * (V_{nab} + R_2) \quad (20)$$

$$Z_{optC} = (14 + 2) * (3 + 1)$$

$$Z_{optC} = 64 \text{ komada}$$

$$IVK_C = \text{broj komada optimalnih zaliha} * \text{prodajna vrijednost proizvoda} \quad (21)$$

$$IVK_C = 64 \text{ komada} * 45,99 \text{ kuna}$$

$$IVK_C = 2943,36 \text{ kune}$$

- *proizvod D*

$$Z_{optD} = (Q_{dnD} + R_1) * (V_{nab} + R_2) \quad (22)$$

$$Z_{optD} = (149 + 15) * (3 + 1)$$

$$Z_{optD} = 656 \text{ komada}$$

$$IVK_D = \text{broj komada optimalnih zaliha} * \text{prodajna vrijednost proizvoda} \quad (23)$$

$$IVK_D = 656 \text{ komada} * 2,99 \text{ kuna}$$

$$IVK_D = 1961,44 \text{ kune}$$

- *ukupni iznos vezanog kapitala optimalnih zaliha IVK_{UkOpt} :*

$$IVK_{UkOpt} = IVK_A + IVK_B + IVK_C + IVK_D \quad (24)$$

$$IVK_{UkOpt} = 1413,64 + 1553,88 + 2943,36 + 1961,44$$

$$IVK_{UkOpt} = 7872,32 \text{ kune}$$

b) sigurnosne zalihe

- *proizvod A*

$$Z_{sigurnosne A} = Q_{dnA} * V_{nab} \quad (25)$$

$$Z_{sigurnosne A} = 54 * 3$$

$$Z_{sigurnosne A} = 162 \text{ komada}$$

$$IVK_A = \text{broj komada sigurnosnih zaliha} * \text{prodajna vrijednost proizvoda} \quad (26)$$

$$IVK_A = 162 * 5,99$$

$$IVK_A = 970,38 \text{ kuna}$$

- *proizvod B*

$$Z_{sigurnosneB} = Q_{dnB} * V_{nab} \quad (27)$$

$$Z_{sigurnosneB} = 2 * 3$$

$$Z_{sigurnosneB} = 6 \text{ komada}$$

$$IVK_B = \text{broj komada sigurnosnih zaliha} * \text{prodajna vrijednost proizvoda} \quad (28)$$

$$IVK_B = 6 * 129,49$$

$$IVK_B = 776,94 \text{ kune}$$

- *proizvod C*

$$Z_{sigurnosne\ C} = Q_{dnC} * V_{nab} \quad (29)$$

$$Z_{sigurnosne\ C} = 14 * 3$$

$$Z_{sigurnosne\ C} = 42\ komada$$

$$IVK_C = broj\ komada\ sigurnosnih\ zaliha * prodajna\ vrijednost\ proizvoda \quad (30)$$

$$IVK_C = 42 * 45,99$$

$$IVK_C = 1931,58\ kuna$$

- *proizvod D*

$$Z_{sigurnosneD} = Q_{dnD} * V_{nab} \quad (31)$$

$$Z_{sigurnosneD} = 149 * 3$$

$$Z_{sigurnosneD} = 447\ komada$$

$$IVK_D = broj\ komada\ sigurnosnih\ zaliha * prodajna\ vrijednost\ proizvoda \quad (32)$$

$$IVK_D = 447 * 2,99$$

$$IVK_D = 1336,53\ kune$$

- *ukupni iznos vezanog kapitala sigurnosnih zaliha $IVK_{UkSigurnosne}$:*

$$IVK_{UkSigurnosne} = IVK_A + IVK_B + IVK_C + IVK_D \quad (33)$$

$$IVK_{UkSigurnosne} = 970,38 + 776,94 + 1931,58 + 1336,53$$

$$IVK_{UkSigurnosne} = 5015,43\ kune$$

c) signalne zalihe

- *proizvod A*

$$Z_{signalneA} = Q_{dnA} + Z_{sigurnosneA} \quad (34)$$

$$Z_{signalneA} = 54 + 162$$

$$Z_{signalneA} = 216 \text{ komada}$$

- *proizvod B*

$$Z_{signalneB} = Q_{dnB} + Z_{sigurnosneB} \quad (35)$$

$$Z_{signalneB} = 2 + 6$$

$$Z_{signalneB} = 8 \text{ komada}$$

- *proizvod C*

$$Z_{signalneC} = Q_{dnC} + Z_{sigurnosneC} \quad (36)$$

$$Z_{signalneC} = 14 + 42$$

$$Z_{signalneC} = 56 \text{ komada}$$

- *proizvod D*

$$Z_{signalneD} = Q_{dnD} + Z_{sigurnosneD} \quad (37)$$

$$Z_{signalneD} = 149 + 447$$

$$Z_{signalneD} = 596 \text{ komada}$$

Od formule 16 do formule 23 vidljiv je izračun optimalnih zaliha za dane podatke za proizvode A, B, C i D i njima pripadajući iznosi vezanog kapitala. Izračun po formuli 24 daje uvid na ukupni iznos vezanog kapitala za sve navedene proizvode kod optimalnih zaliha.

Od formule 25 do formule 32 izračunate su sigurnosne zalihe za sve artikle kao i iznos vezanog kapitala za svaku pojedinačno te ukupni iznos vezanog kapitala kod sigurnosnih zaliha.

Za proizvode A, B, C i D, u formuli 34 do 37, napravljen je izračun samo za iznos signalnih zaliha iz razloga jer su takve zalihe samo indikator za pokretanje ili skorašnje pokretanje procesa nabave.

4.2. Izračun EOQ

Tvrtka NN proizvodi proizvod A. Godišnja potreba za proizvodom A je 10800 komada. Procjena je da je trošak jedne narudžbe 600 kuna, te da su godišnji troškovi držanja proizvoda A na zalihama 75 kuna. Jedinичna cijena proizvoda A je 300 kuna. Vrijeme isporuke je 60 dana.

Potrebno je izračunati količinu proizvoda kojih se nabavlja (EOQ), ukupni trošak držanja zaliha, ukupni godišnji trošak naručivanja, ukupni godišnji trošak nabave (kupovine), ukupni godišnji trošak zaliha $TC(Q)$, vrijeme ciklusa (T), godišnji broj narudžbi (N) te točku ponovne nabave (R).

$D = 10800$ proizvoda godišnje

$C_o = 600$ kuna

$C_h = 75$ kuna

$C = 300$ kuna

$L = 60$ dana = 0,164384 godina

- Ekonomična količina nabave

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * C_o}{C_h}} \quad (38)$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * 10800 * 600}{75}}$$

$$EOQ \approx 416 \text{ komada}$$

- Ukupni godišnji troškovi držanja zaliha

$$TC(Q) = \frac{Q}{2} * C_h \quad (39)$$

$$TC(416) = \frac{416}{2} * 75$$

$$TC(416) = 15600 \text{ kuna}$$

- Ukupni godišnji troškovi naručivanja

$$TC(Q) = \frac{D}{Q} * C_o \quad (40)$$

$$TC(416) = \frac{10800}{416} * 600$$

$$TC(416) = 15576,92 \text{ kune}$$

- Ukupni godišnji troškovi nabave (kupovine)

$$TC(Q) = D * C \quad (41)$$

$$TC(416) = 10800 * 300$$

$$TC(416) = 3240000 \text{ kune}$$

- Ukupni godišnji trošak zaliha TC(Q)

$$TC(Q) = \frac{Q}{2} * C_h + \frac{D}{Q} * C_o + D * C \quad (42)$$

$$TC(416) = \frac{416}{2} * 75 + \frac{10800}{416} * 600 + 10800 * 300$$

$$TC(416) = 3271176,93 \text{ kune}$$

- Vrijeme ciklusa T

$$T = \frac{Q}{D} \quad (43)$$

$$T = \frac{416}{10800}$$

$$T = 0,038519 \text{ godina}$$

$$T = 0,038519 \text{ godišnje} * 365 \text{ dana}$$

$$T = 14 \text{ dana}$$

- Godišnji broj narudžbi N

$$N = \frac{D}{Q} \quad (44)$$

$$N = \frac{10800}{416}$$

$$N \approx 26 \text{ narudžbi godišnje}$$

- Točka ponovne nabave R

$$R = L * D \quad (45)$$

$$R = 0,164384 \text{ godina} * 10800 \text{ komada godišnje}$$

$$R \approx 1775 \text{ komada}$$

Za izračun EOQ korištena je formula 38. Za ukupne godišnje troškove držanja zaliha, naručivanja i nabave (kupovine) korištene su formule 39-41, dok je za ukupne godišnje troškove zaliha korišten izraz 42. Po izrazu 43 je izračunato vrijeme ciklusa, a godišnji broj narudžbi izrazom 44. Za točku ponovne nabave korištena je formula 45.

5. UPRAVLJANJE ZALIHAMA – STUDIJA SLUČAJA

Institut za visoko obrazovanje Haranahalli Ramaswamy napravio je studiju upravljanja zalihama na primjeru poduzeća Reid&Taylor. U studiji je obuhvaćeno kompletno poslovanje poduzeća, a u ovom radu pozornost će se posvetiti ekonomičnoj količini narudžbe, sigurnosne zalihe, točke ponovne nabave i maksimalnoj količini zaliha artikala.

U nastavku, za primjer, prikazan je izračun za prva tri artikala iz asortimana, a rezultati za ostale artikle, uz prvih tri artikla, prikazani su u tablici 2. Također, u tablici 2 prikazani su i podaci koji su se primjenjivali prije izrade studije. Kompanija je u pogonu 360 dana godišnje. [14]

1. Materijal – Foron poliester žuto smeđe boje

Godišnji zahtjevi za Foron poliester žuto smeđe boje je 525,92 kg iz čega proizlazi da je dnevni zahtjev za artiklom 1,461, trošak proizvoda je 363,29 indijskih rupija, trošak po nabavi 125 indijskih rupija, trošak držanja je 20% vrijednosti zaliha. Vrijeme nabave V_{nab} je 10 dana.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * C_o}{C * H}}$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * 525,92 * 125}{363,29 * 0,2}} = 43 \text{ kg}$$

$$Z_{sigurnosna} = \text{Prosječna dnevna potrošnja} * \text{Vrijeme nabave}$$

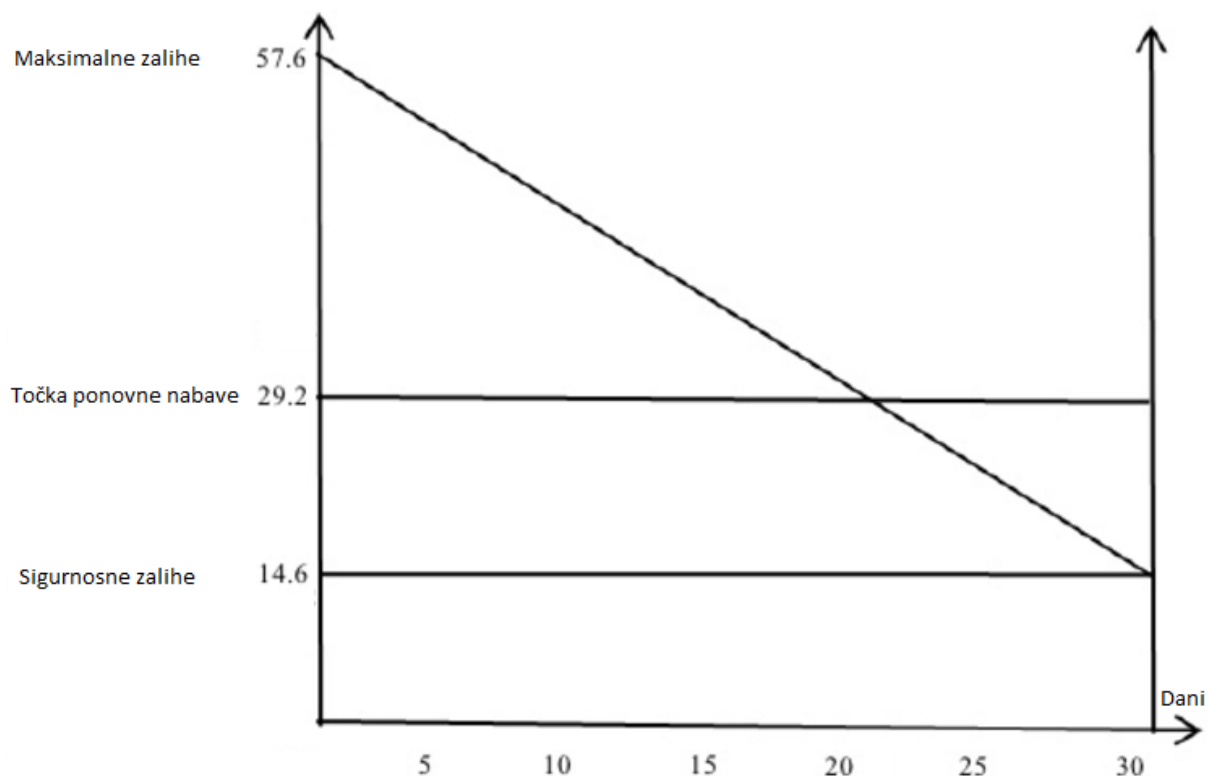
$$Z_{sigurnosna} = 1,461 * 10 = 14,61 \text{ kg}$$

$$R = \text{Prosječna potrošnja tijekom vremena isporuke} + Z_{sigurnosna}$$

$$R = 14,61 + 14,61 = 29,22 \text{ kg}$$

$$Z_{maksimalna} = EOQ + Z_{sigurnosna}$$

$$Z_{maksimalna} = 43 + 14,61 = 57,6 \text{ kg}$$



Slika 5 Slika prikazuje kretanje pojedinih zaliha za materijal Foron poliester žuto smeđe boje, [14]

2. Materijal – Foron poliester mornarsko plave boje

Godišnji zahtjevi za Foron poliester mornarsko plave boje je 241,72 kg iz čega proizlazi da je dnevni zahtjev za artiklom 0,7 kg, trošak proizvoda je 356,38 indijskih rupija, trošak po nabavi 125 indijskih rupija, trošak držanja je 20% vrijednosti zaliha. Vrijeme nabave V_{nab} je 10 dana.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * C_o}{C * H}}$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * 241,72 * 125}{356,38 * 0,2}} = 29 \text{ kg}$$

$$Z_{sigurnosna} = \text{Prosječna dnevna potrošnja} * \text{Vrijeme nabave}$$

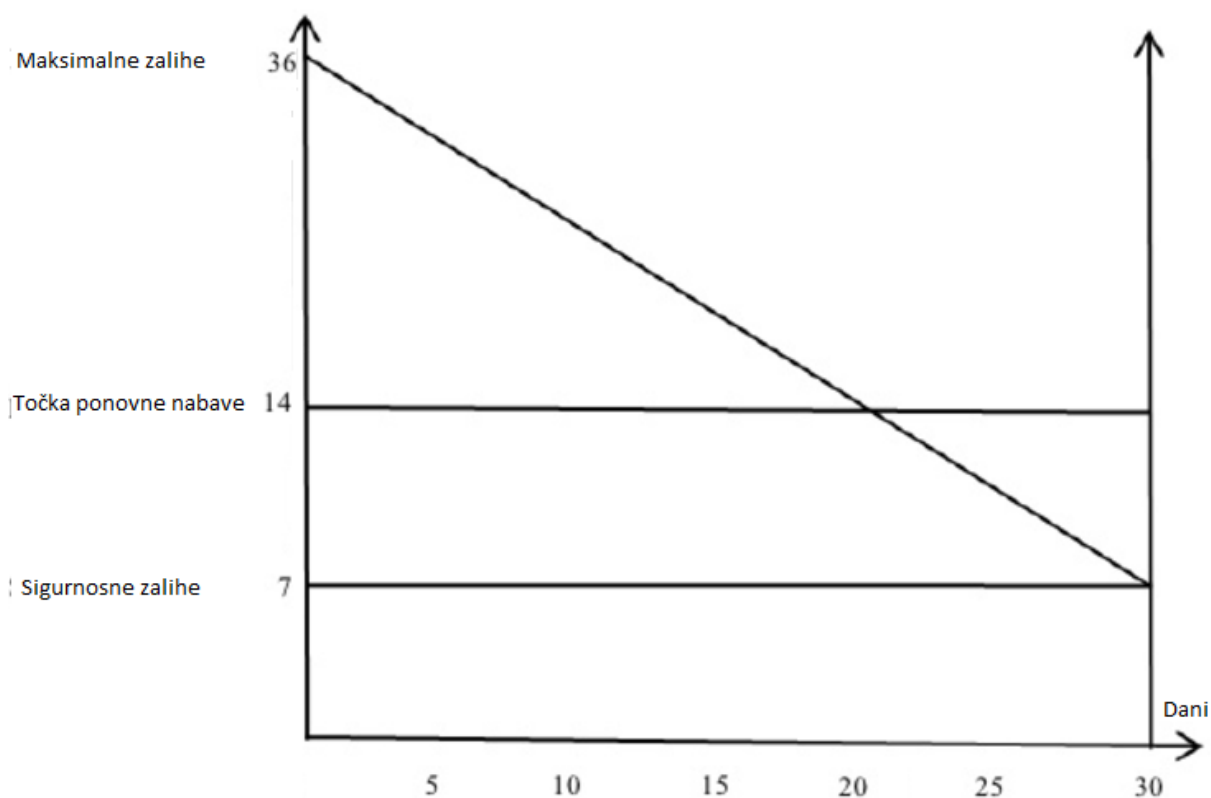
$$Z_{sigurnosna} = 0,7 * 10 = 7 \text{ kg}$$

$$R = \text{Prosječna potrošnja tijekom vremena isporuke} + Z_{\text{sigurnosna}}$$

$$R = 7 + 7 = 14 \text{ kg}$$

$$Z_{\text{maksimalna}} = EOQ + Z_{\text{sigurnosna}}$$

$$Z_{\text{maksimalna}} = 29 + 7 = 36 \text{ kg}$$



Slika 6 Slika prikazuje kretanje pojedinih zaliha za materijal Foron poliester mornarsko plave boje, [14]

3. Materijal – Foron poliester ljubičastocrvene boje

Godišnji zahtjevi za Foron poliester mornarsko plave boje je 127,12 kg iz čega proizlazi da je dnevni zahtjev za artiklom 0,35 kg, trošak proizvoda je 341,54 indijskih rupija, trošak po nabavi 125 indijskih rupija, trošak držanja je 20% vrijednosti zaliha. Vrijeme nabave V_{nab} je 10 dana.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * C_o}{C * H}}$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * 127,12 * 125}{341,54 * 0,2}} = 22 \text{ kg}$$

$$Z_{sigurnosna} = \text{Prosječna dnevna potrošnja} * \text{Vrijeme nabave}$$

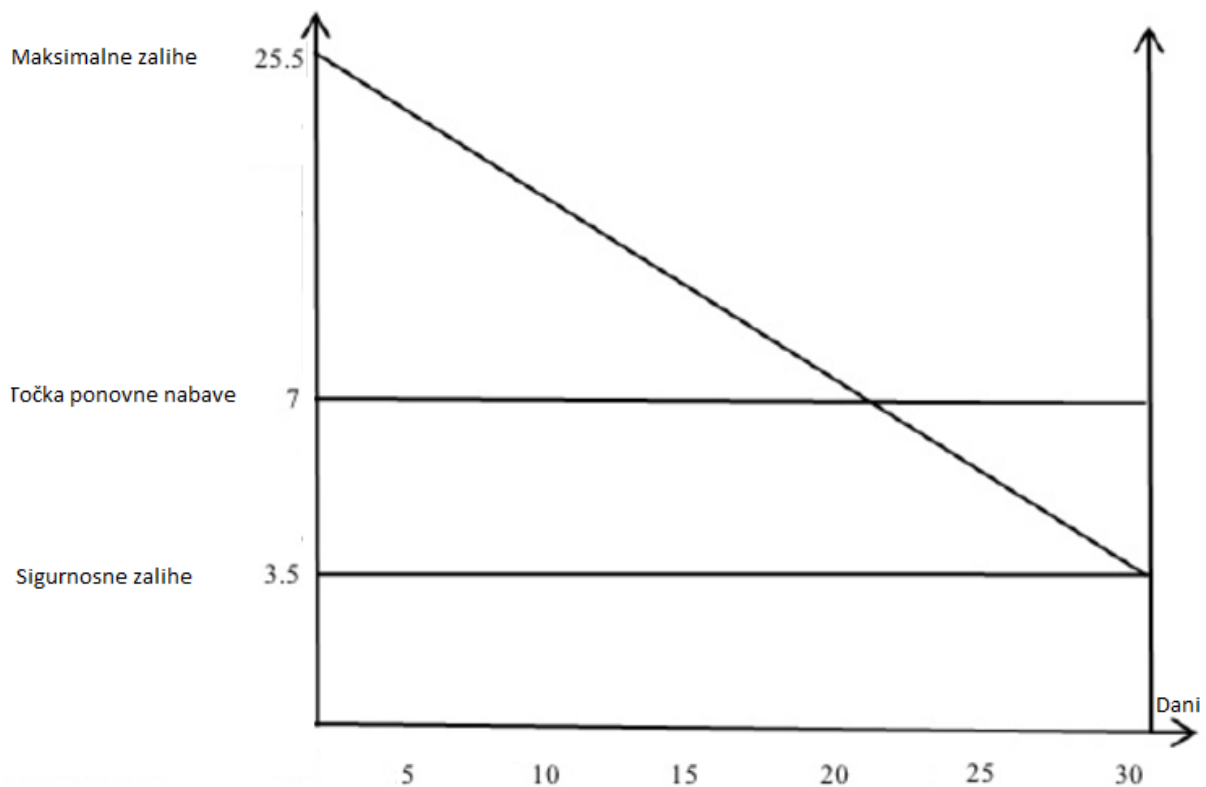
$$Z_{sigurnosna} = 0,35 * 10 = 3,5 \text{ kg}$$

$$R = \text{Prosječna potrošnja tijekom vremena isporuke} + Z_{sigurnosna}$$

$$R = 3,5 + 3,5 = 7 \text{ kg}$$

$$Z_{maksimalna} = EOQ + Z_{sigurnosna}$$

$$Z_{maksimalna} = 22 + 3,5 = 25,5 \text{ kg}$$



Slika 7 Slika prikazuje kretanje pojedinih zaliha za materijal Foron poliester ljubičastocrvene boje, [14]

Tablica 2 Tablica pokazuje razlike između novo izračunatih sigurnosnih zaliha, točke ponovne nabave i trenutne prakse

Upravljanje zaliham	Materijali	Izračun sigurnosne zalihe	Sigurnosna zaliha u praksi	Razlika	Izračunata točka ponovne nabave	Točka ponovne nabave	Razlika
	POLYESTER DYES						
1	Foron žuto smeđe boje RD-2RSI	14,61	25	10,39	29,22	37,5	8,25
2	Foron mornarsko plave boje RD-GFLI	7	10	3	14	15	1
3	Foron ljubičastocrvene boje RD-RLSI	3,5	5	1,5	7	7,5	0,5
4	Foron plave boje RD-GLF	1,67	5	3,33	2,789	7,5	4,711
5	Foron žute boje RD-4GRLI	2,13	5	2,87	4,26	7,5	3,24
6	Foron DK plave boje RD-2REN	6,11	10	3,89	12,22	15	2,78
7	Foron Rubin S2GFLI	2,09	5	2,91	4,18	7,5	3,32
8	Foron mornarsko plave boje FS2RFLI	2,72	10	7,28	5,44	15	9,56
9	Foron žute boje S4GLI	3,83	5	1,17	7,66	7,5	-0,1
10	Sarasperse žuto smeđe boje 2RF	41,46	60	18,54	82,92	90	7,08
11	Sarasperse crveni konus	7	10	3	14	15	1
12	Sarasperse plave boje 2RX	3,5	5	1,5	7	7,5	0,5
13	Sarasperse mornarsko plave boje 2GSP	38	60	22	76	90	14
14	Sarasperse crne boje RD-G2	44	65	21	88	97,5	9,5
15	Sarasperse crne boje PW	6	10	4	12	15	3
16	Terasil plave boje VGE	1,5	5	3,5	3	7,5	4
	WOOL DYES						
17	Lanaset žute boje 2R	28,3	25	-3,3	56,6	37,5	-19,1
18	Lanaset crvene boje G	4,5	5	0,5	9	7,5	1,5
19	Lanaset sive boje	10	10	0	20	15	-5
20	Lanaset mornarska R	40	40	0	80	60	-20
21	Lanaset crni B	9,7	10	0,3	19,4	15	-4,4
22	Lanaset smeđe boje G01	3,825	5	1,175	7,65	7,5	-0,1
23	Lanaset smeđe boje B	10,14	10	-0,14	20,28	15	-5,28
24	Lanaset bordo boje B	3,645	5	1,355	7,29	7,5	0,21
25	Lanaset plave boje 2R	4,11	5	0,89	8,22	7,5	-0,72
26	Lanaset žute boje 4 G	6,885	6	-0,885	13,77	9	-4,77
27	Lanaset plave boje 5G	1,83	-	-	3,66	7,5	3,84
28	Lanaset crvene boje 2B	1,155	2	0,845	2,31	3	0,69
29	Lanaset zelene boje B	0,54	1	0,46	1,08	1,5	0,42
30	Lanaset narančaste boje RN	1,5	-	-	3	-	-
31	Neolon P	4,3	-	-	8,6	-	-

Izvor: [14]

Prijedlozi Instituta prema poduzeću:

- Reid and Taylor je najveća proizvodna tvrtka u svijetu koja bi trebala postaviti standard ili mjerilo s globalnim konkurentima
- Reid and Taylor može koristiti sustav JiT za neke od materijala koji mogu lako nabaviti od najbližih gradova
- Reid and Taylor trebao bi koristiti posebne ERP pakete koji su dostupni kako bi povećali svoju učinkovitost u upravljanju materijalima

- Reid and Taylor mogu koristiti SAP ERP (software) paket za učinkovitost njihovog rukovanja materijalom
- Može se smanjiti razina zaliha za sigurnost tako da mogu smanjiti svoje ulaganje u materijale i ulagati u profitabilne investicijske prilike
- Biti konkurentan na tržištu i povećati tržišni udio koji se moraju usredotočiti na smanjenje troškova. To je moguće kroz pravilno upravljanje zalihama
- Tvrtka bi se trebala usredotočiti na prodaju robe po niskoj cijeni uz najbolju kvalitetu smanjujući troškove kako bi se postigla konkurentska prednost na tržištu [14]

6. ZAKLJUČAK

Kompanije su primorane posvetiti se troškovima zaliha i odabrati tip zaliha koji im može ostvariti manje troškove skladištenja, čuvanja i transporta zaliha i pri tome osloboditi kapital vezan za zalihe u skladištu koji može iskoristiti za nove investicije i ulaganja. U tezi broj dva objašnjeno je što su zalihe i kakvi tipovi zaliha postoje. Na menadžmentu kompanije je da definira tipove zaliha s kojima će poslovati ili bi trebala odabrati suradnika koji će to za nju napraviti i tako, uz navedeno, povećati profit.

Uz same zalihe postoje i metode za upravljanje zalihama kojima je cilj smanjiti troškove skladištenja, ali omogućiti konstantu u proizvodnji ili prodaji. Uz pravilno izveden sustav, sustav bez zaliha kao idealan sustav je ekonomski najisplativiji jer nema potreba za skladištenjem kao ni troškova vezanih uz skladištenje zaliha. Ekonomična količina nabave predstavlja točku u kojoj su troškovi držanja zaliha i troškovi naručivanja identični, takvi troškovi su optimalni kod upravljanja zalihama. Kod sustava planiranja za upravljanje zalihama postoje još MRP I, MRP II koji je proširenje MRP I, DRP koji predstavlja informacijski sustav koji podržava koordinaciju unutar distribucijske mreže, ERP koji je softverska arhitektura koja omogućava tok informacija između svih funkcija unutar poduzeća i napredno logističko planiranje APS.

Prikazan je postupak izračuna minimalnih, optimalnih i sigurnosnih zaliha uz pripadajuće troškove iz kojih je vidljivo koliko kapitala je vezano za zalihe da bi se osigurala proizvodnja ili prodaja određenih proizvoda.

Na primjeru kompanije Reid and Taylor prikazani su podaci koji su u upotrebi kao i rezultati studije zaliha Instituta za visoko obrazovanje Haranahalli Ramaswamy. Iz navedenog vidljivo je da kompanija ima višak zaliha i time opterećuje svoje poslovanje radi nepotrebnih troškova skladištenja. Isto tako postoje artikli kojih nema u zalihama u adekvatnim količinama zbog čega kompanija ne može zadovoljiti potrebe korisnika.

POPIS LITERATURE

- [1] Segetlija, Z.: *Distribucija*, Ekonomski fakultet, Osijek, 2006.
- [2] Šafran, M.: Upravljanje zalihama, Nastavni materijal, 2017.
- [3] Zečević, S.: *Robni terminali i robno-transportni centri*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2009.
- [4] Božić, D.: Upravljanje zalihama, Nastavni materijal, 2017.
- [5] URL: <http://web.efzg.hr/dok/TRG/11.nastavna%20cjelina.pdf> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [6] Čedomir, I., Stanković R., Šafran M.: *Špedicija i logistički procesi*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.
- [7] Zelenika, R.: *Logistički sustavi*, Ekonomski fakultet, Rijeka, 2005.
- [8] URL: <http://web.efzg.hr/dok/trg/bknezevic/mnab2012/mnab2012sem03kc.pdf> (pristupljeno: kolovoz 2017.)
- [9] URL: <https://bib.irb.hr/datoteka/117718.Zalihe.doc> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [10] URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Manufacturing_resource_planning (pristupljeno: kolovoz 2017.)
- [11] URL: <https://nastava.sf.bg.ac.rs/mod/resource/view.php?id=6060> (pristupljeno: kolovoz 2017.)
- [12] Waters, D.: *Logistics An Introduction to Supply Chain Management*, 2003.
- [13] URL:
[http://web.efzg.hr/dok/TRG/ikovac//ABCXYZ%20analiza%20kao%20strate%C5%A1ki%20alat%20u%20nabavi%20%20PRIMJER%20\(2\).pptx](http://web.efzg.hr/dok/TRG/ikovac//ABCXYZ%20analiza%20kao%20strate%C5%A1ki%20alat%20u%20nabavi%20%20PRIMJER%20(2).pptx). (pristupljeno: kolovoz 2017.)
- [14] URL:
<https://www.slideshare.net/hemanthcrpatna/study-on-inventory-management-conducted-at-reidtaylorindia> (pristupljeno: kolovoz 2017.)

POPIS KRATICA

EOQ	(Economic Order Quantity) ekonomična količina nabave
MRP I	(Material Requirements Planning I) planiranje materijalnih potreba
MRP II	(Manufacturing Resources Planning II) planiranje resursa proizvodnje
DRP	(Distribution Resources Planning) planiranje resursa distribucije
ERP	(Enterprise Resources Planning) planiranje resursa poduzeća
APS	(Advanced planning systems) napredno logističko planiranje
JiT	(Just in Time) upravo na vrijeme
KV	koeficijent varijacije
SD	standardna devijacija
IVK	iznos vezanog kapitala
SAP ERP	(Enterprise Resource Planning Software) softver za planiranje resursa poduzeća

POPIS SLIKA

SLIKA 1 KRETANJE ZALIHA TIJEKOM VREMENA, [2]	8
SLIKA 2 KRETANJE TROŠKOVA ZALIHA ROBE U JEDINICI VREMENA, [2]	9
SLIKA 3 PARETO DIJAGRAM, [12]	13
SLIKA 4 GRAFIČKI PRIKAZ XYZ ANALIZE, [2]	14
SLIKA 5 SLIKA PRIKAŽUJE KRETANJE POJEDINIH ZALIHA ZA MATERIJAL FORON POLIESTER ŽUTO SMEĐE BOJE, [14]	28
SLIKA 6 SLIKA PRIKAŽUJE KRETANJE POJEDINIH ZALIHA ZA MATERIJAL FORON POLIESTER MORNARSKO PLAVE BOJE, [14]	29
SLIKA 7 SLIKA PRIKAŽUJE KRETANJE POJEDINIH ZALIHA ZA MATERIJAL FORON POLIESTER LJUBIČASTOCRVENE BOJE, [14]	30

POPIS TABLICA

TABLICA 1 PRIKAZ REZULTATA UNAKRSNE ANALIZE	16
TABLICA 2 TABLICA POKAŽUJE RAZLIKE IZMEĐU NOVO IZRAČUNATIH SIGURNOSNIH ZALIHA, TOČKE PONOVDNE NABAVE I TRENUTNE PRAKSE	31



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ **završni rad**
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.
Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.
Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj
visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.
Svojom potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ **završnog rada**
pod naslovom _____

Primjena metoda za upravljanje zalihama

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 5.9.2017

Student/ica:

Stjepan Tolj
(potpis)