

Primjena metoda za prognoziranje potražnje u opskrbnom lancu

Škudar, Dinko

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:771373>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-09**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Dinko Škudar

**PRIMJENA METODA ZA PROGNOZIRANJE POTRAŽNJE U OPSKRBNOM
LANCU**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, rujan 2015.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ZAVRŠNI RAD

**PRIMJENA METODA ZA PROGNOZIRANJE POTRAŽNJE U OPSKRBNOM
LANCU**

Mentor: dr. sc. Diana Božić

Student: Dinko Škudar 0135210609

Zagreb, rujan 2015.

SAŽETAK

Prognoziranje potražnje temeljem podataka o narudžbama umjesto podataka o potražnji krajnjeg kupca (korisnika) u lancu, na sljedećim višim razinama kumulativno generira sve veća odstupanja. Ovaj fenomen, u kojem svaki novi sudionik u lancu opskrbe dobiva sve pogrešne informacije o potražnji poznat je kao "efekta biča". U pokušaju da se smanje ove nepravilnosti, proizvođači obvezuju distributeru dostaviti podatke prognoziranja potražnje na njihovom tržištu.

Ovaj rad predstavlja primjenu potražnje predviđanja metodama kao glavna tema završnog rada. Također, vrste dionica, pojedinačne razine zaliha, planiranje zaliha i metoda upravljanja, nadzor inventara i izračunavanje potražnje koristeći vremenske metode serije također su prikazani i obrađeni.

Ključne riječi: vrste inventara, upravljanja zaliham a opskrbnog lanca, predviđanja metoda za vremenske serije.

SUMMARY

Forecasting demand in the supply chain based is on only numbers of orders instead of real quantities demanded by end customers in supply chain, can lead to discrepancy between forecasted and real quantities and that discrepancy is increasing with every new participant in the supply chain. This phenomenon, where every new participant in supply chain gets increasingly wrong information about demand is known as „bullwhip effect“. In an attempt to reduce these irregularities manufacturers oblige distributors to deliver forecasted demand data on their market. This paper presents application of demand-forecasting methods as a major topic of the final thesis. Also, types of stock, individual stock levels, inventory planning and management methods, inventory control and demand calculation using time series method is also presented and elaborated.

Keywords: types of inventory, inventory management supply chain, forecasting methods to time series.

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
2. TEORIJSKE OSNOVE O UPRAVLJANJU ZALIHAMA ROBA	2
2.1. Pojam i svrha zaliha.....	4
2.2. Upravljanje zalihama.....	5
2.3. Klasifikacija zaliha robe	6
3. VAŽNOST PROGNOZIRANJA POTRAŽNJE ZA PLANIRANJE NABAVE	8
3.1. Općenito o predviđanju	9
3.2. Važnost planiranja i kontrole zaliha.....	13
3.3. Planiranje zaliha	13
3.4. Sustav planiranja i kontrole zaliha	14
3.4.1. Tradicionalni sustav.....	15
3.4.2. Sustav temeljen na uvjetima na tržištu	15
3.4.3. Proizvodnja i prodaja bez zaliha (JIT – Just In Time)	16
3.5. Sustav kontinuiranog nadzora (Q sustav).....	18
3.6. Sustav povremenog nadzora (P sustav).....	18
4. METODE ZA PROGNOZIRANJE POTRAŽNJE ROBA	19
4.1. Metode ekstrapolacije.....	19
4.2. Metode procjene eksperata	20
4.3. Metode simulacije	21
4.4. Metode predviđanja promjena u poslovnome okruženju i u poslovanju	22
4.5. Metode istraživanja potreba za predmetima rada	25
4.6. Vrednovanje potreba.....	28

4.6.1. Planske cijene	29
4.6.2. Stvarne nabavne cijene.....	29
4.6.3. Prosječne nabavne cijene.....	29
4.6.4. Fiktivne nabavne cijene.....	30
5. PRORAČUN POTRAŽNJE UZ PRIMJENU METODE VREMENSKE SERIJE.....	31
5.1. Analiza vremenskih serija.....	31
5.2. Modeli vremenskih serija koji polaze od standardne dekompozicije	32
5.3. Matematičke metode predviđanja zaliha	33
5.3.1. Izračun prema potražnji iz prethodnog razdoblja	34
5.3.2. Izračun prema potražnji iz prethodnog relativnog razdoblja.....	34
5.3.3. Izračun prema prosjeku potražnje prethodnog razdoblja (moving average)	34
5.3.4. Izračun prema prosjeku potražnje prethodnog razdoblja uz težinske koeficijente (weighted moving average)	34
5.3.5. Ekspencijalno zaglađivanje	35
5.4. Izračun sigurnosne zalihe (Safety stock).....	35
5.5. Određivanje količine za narudžbu (Lotsizing)	39
6. ZAKLJUČAK	43
LITERATURA	46
SLIKE.....	48
POPIS KRATICA.....	49

1. UVOD

Smatra se da svatko od nas u svakodnevnom životu sudjeluje u procesu planiranja, predviđanja, naručivanja, jednom riječju upravljanja zalihama, premda toga uglavnom nismo niti svjesni. Prije svakog odlaska u kupnju provjeravaju se postojeće zalihe namirnica, promišlja se koliko se potrošilo u nekom prethodnom razdoblju, koliko je potrebno za razdoblje do iduće kupnje, koliko se, uostalom, može priuštiti. Ukoliko se, pritom, zna da će se u planiranom razdoblju organizirati neko slavlje (rođendan) isplanirat će se nabavka veće količine namirnica koje su pritom potrebne. Ako se, pak, zna da će se u planiranom razdoblju biti odsutno iz doma, smanjiti će se odgovarajuće količine namirnica prilikom nabavke. Osim toga, prilikom kupnje će se, ako se primijete niže ili akcijske cijene nekih namirnica možda odlučiti kupiti nešto veće količine tih namirnica. No, što su uopće zalihe?

U prvom dijelu završnog rada definiran je pojam zaliha, njihova funkcija, i značaj. Također je navedena podjela zaliha na osnovi različitih kriterija. Pošto su zalihe veoma značajne za trgovinska poduzeća, pojašnjeni su i načini vođenja zaliha u takvim poduzećima. Kako držanje zaliha zahtijeva novčana ulaganja i stvara određene troškove, u drugom dijelu ovog rada objašnjeno je sa kojim troškovima se poduzeća susreću sa posebnim osvrtom na trgovačka poduzeća. Obično se ti troškovi klasificiraju na troškove držanja zaliha, troškove nabavljanja zaliha, i troškove nedostatka zaliha.

Obzirom da različiti tipovi zaliha zahtijevaju i različit pristup pri upravljanju, navedene su i različite metode za prognoziranje potražnje roba i njihove funkcije kao i planiranje same nabave te sve adekvatne aktivnosti povezane za nabavu odnosno prognoziranje potražnje za nabavu robe.

Treći dio završnog rada odnosi se na proces upravljanja zalihama te proračun potražnje uz primjenu metode vremenske serije kao mogućnosti kontrole i izračuna kada i kako pratiti potražnju te kako i kada naručiti robu (ovisno o različitim uvjetima rada i poslovanja). U posljednjem dijelu završnog rada nalazi se zaključak, u kome je sumirana obrađena tema.

2. TEORIJSKE OSNOVE O UPRAVLJANJU ZALIHAMA ROBA

“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.”

¹To su materijali koji se koriste da bi olakšali proizvodnju ili zadovoljili potražnju potrošača, a sastoje se od sirovina, nedovršene proizvodnje i gotovih proizvoda.

“Logistika se može definirati kao proces planiranja, implementacije i kontrole efikasnog i efektivnog tijeka i skladištenja materijala odnosno sirovina, poluproizvoda i gotovih proizvoda, ali i usluga te povezanih informacija od točke izvora do točke potrošnje u svrhu zadovoljenja zahtjeva korisnika.”²

Skupine povezanih lanaca nabave pomoću kojih se opisuje tijek roba i usluga od izvora do krajnjih potrošača naziva se opskrbnom mrežom. Temeljna je misija upravljanja zalihama pronaći optimalan odnos između proizvoda na zalihamu i razine usluge isporuke. Tradicionalni model upravljanja zalihamu (EOQ) sve više se nadopunjuje ili ustupa mjesto suvremenim modelima upravljanja: točno na vrijeme (JIT), planiranje potreba za materijalom (MRP), planiranje i kontrola zaliha na osnovi tržišnih uvjeta distribucije (DRP).³

Zalihe unutar logističkog sustava egzistiraju zbog razlika između ponude i potražnje. Tako unutar logističkih sustava istodobno na različitim razinama kod dobavljača, proizvođača, distributera i prodavatelja postoje i različite vrste zaliha: zalihe sirovina i materijala, zalihe poluproizvoda, zalihe dijelova, zalihe gotovih proizvoda, zalihe trgovinske robe. Zalihe predstavljaju jedan od glavnih izvora troškova unutar logističkog sustava i temeljni čimbenik logističkog sustava.⁴

¹[http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_\(1\)/Materijali/Predavanja__profsafran.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_(1)/Materijali/Predavanja__profsafran.pdf)

² Jukić, M. Poslovna logistika u maloprodaji na poslovnom slučaju Zara. Diplomski rad: Ekonomski fakultet Split; 2013.

³ D. Salvatore. Ekonomija za menadžere: MATE, Zagreb; 1996.

⁴ <http://www.efos.unios.hr/repec/osi/bulimm/PDF/BusinessLogisticsinModernManagement11/blimm1104.pdf>

Prevelike količine zaliha uvjetuju neopravdano visoke troškove držanja zaliha, a premala količina zaliha implicira brojne probleme, poteškoće i štetne posljedice u proizvodnji, trgovini i distribuciji. Ako se smanjuju zalihe onda treba paziti na dvije stvari: prvo, koje zalihe treba smanjivati i koliko; i drugo, koje zalihe su i dalje potrebne i u kojim količinama.⁵

Treba, dakle, upravljati zalihama, a ne ih jednostavno rezati ili ograničavati.

Teorija zaliha bavi se u osnovi s dvije vrste odluka:

- 1) određivanje optimalne količine narudžbe i
- 2) određivanje optimalnog vremena naručivanja.

Kao kriterij odlučivanja u najvećem broju modela primjenjuje se kriterij troška. Troškovi koji su relevantni i koje je potrebno optimizirati su: troškovi naručivanja (transportni troškovi, troškovi osiguranja, carine), troškovi držanja zaliha (troškovi kamata na obrtna sredstva, operativni troškovi skladištenja) i troškovi nedostatka zaliha.⁶

Onaj model koji osigurava minimalne ukupne troškove zaliha pomaže određivanju optimalne strategije upravljanja zalihama. Temeljna misija upravljanja zalihama je da one budu što manje, ali uvijek dovoljne za podmirenje potreba kupaca, potrošača, korisnika, tj. da se osigura optimalni nivo zaliha. Optimalna zaliha je količina proizvoda na zalihi koja će trgovini izazvati najniže ukupne troškove držanja zaliha, a neće dovoditi u pitanje kontinuitet poslovnog procesa.⁷

⁵ <http://www.efos.unios.hr/repec/osi/bulimm/PDF/BusinessLogisticsinModernManagement11/blimm1104.pdf>

⁶ <http://www.efos.unios.hr/repec/osi/bulimm/PDF/BusinessLogisticsinModernManagement11/blimm1104.pdf>

⁷ D. Salvatore. Ekonomija za menadžere, MATE, Zagreb; 1996.

2.1. Pojam i svrha zaliha

U literaturi postoji više definicija zaliha. Prema Ammeru, “zalihe su vlastiti materijali koji se koriste u poslovanju, odnosno koji je namijenjen unutarnjoj potrošnji ili na prodaju, a uključuju sirovine (raw material), poluproizvode (intermediate products), materijal u radu (work-in process - WIP) i gotove proizvode (final product).”⁸ Sličnu definiciju nalazi se u literaturi, prema Majstorović-u, gdje se navodi: “pod zalihama se podrazumijevaju uskladišteni materijali koji se koriste u cilju osiguranja normalne proizvodnje i zadovoljavanja potreba kupaca.”⁹

Prema tome, zalihe se mogu podijeliti prema fazi u kojoj se nalaze tijekom proizvodnog procesa:

- zalihe sirovina (repromaterijala),
- zalihe nedovršene proizvodnje (materijali unutar proizvodnog procesa),
- zalihe gotovih proizvoda.

U principu poduzeće mora raspolagati određenom količinom zaliha kojom se osigurava normalno poslovanje. U slučaju velikih zaliha povećavaju se troškovi, blokirana su obrtna sredstva, potrebna su velika skladišta itd. S druge strane, u slučaju premalih zaliha postoji opasnost od prekida proizvodnje, a time i povećanja troškova.

U smislu mogućnosti i prihvatljivosti odvijanja procesa, svrha je zaliha u sljedećem¹⁰:

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

⁸ D. Salvatore. Ekonomija za menadžere, MATE, Zagreb; 1996.

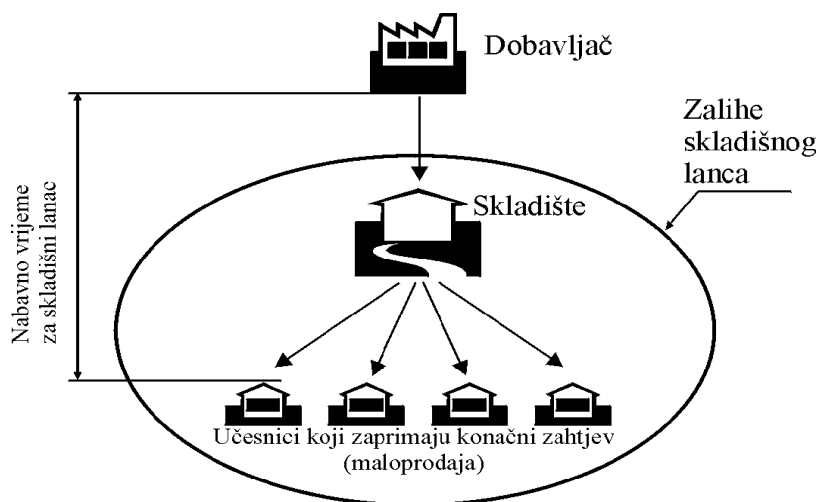
⁹ D. Salvatore. Ekonomija za menadžere, MATE, Zagreb; 1996.

¹⁰ <https://bib.irb.hr/datoteka/117718.Zalihe.doc>

2.2. Upravljanje zalihama

Svi tipovi zaliha zahtijevaju odgovarajuće mehanizme upravljanja. Optimalno upravljanje poslovnim procesom upravljanja zalihama zahtijeva usklađivanje sa svim proizvodnim, nabavnim i distribucijskim aktivnostima unutar logističkog lanca. “Trgovina je djelatnost kod koje trgovac nabavlja robu s namjerom daljnje prodaje kupcima, a prema načinu prodaje dijeli se na dva osnovna tipa i to: trgovina na veliko – može se definirati kao nabava robe i njena daljnja prodaja trgovcima na malo, drugim trgovcima na veliko, industrijskim, trgovačkim i profesionalnim korisnicima i ustanovama. Kao specifičan segment trgovine na veliko može se istaknuti posredovanje u trgovini tj. posredovanje u kupnji ili prodaji robe za treće osobe. Trgovina na malo – može se definirati kao izravna prodaja robe potrošačima. Upravljanje zalihama jedno je od najvažnijih područja odlučivanja u poduzećima trgovačke djelatnosti.”¹¹

Koje predmete držati na zalihama, koju količinu naručiti, kada narudžbu plasirati, te koju vrstu sustava kontrole zaliha koristiti, samo su neka od brojnih problema odlučivanja u upravljanju zalihama. Mnogi poduzetnici suočeni su s problemima koji otežavaju pronalaženje optimalne politike upravljanja zalihama. To je prije svega loše planiranje prodaje, predugi rokovi isporuke i sl.¹²



Slika 1. Zalihe u lancu skladišta

Izvor: Lukić R. Računovodstvo trgovinskih preduzeća str. 96: Beograd; 2011.

¹¹ Jukić, M. Poslovna logistika u maloprodaji na poslovnom slučaju Zara. Diplomski rad. Ekonomski fakultet Split; 2013.

¹² <https://bib.irb.hr/datoteka/117718.Zalihe.doc>

2.3. Klasifikacija zaliha robe

Zbog velikog broja različite robe na zalihama, sa različitim značajem, potrebno je izvršiti njihovu klasifikaciju da bi se primijenili različiti pristupi upravljanja zalihama. Zalihe robe možemo podijeliti na osnovu više kriterija.

Prema količini robe koja se nalazi u skladištu zalihe se mogu podijeliti na:

- minimalne zalihe,
 - zaštitne zalihe,
 - maksimalne zalihe,
 - optimalne zalihe,
 - prosječne zalihe.¹³
-
- Minimalne zalihe predstavljaju najmanju količinu robe koja smije biti u skladištu, a da ne dođe do prekida opskrbe. Kad se zaliha robe smanji na minimalnu to je znak da se mora naručiti nova. Minimalne zalihe su vrlo povoljne za one artikle za koje su troškovi uskladištenja veliki tj. veći od troškova transporta.
- $$\text{minimalna zaliha} = \text{prosječni dnevni promet} * \text{broj dana koliko traje nabava robe}$$
$$\text{prosječni dnevni promet} = \text{godišnji promet} / \text{broj radnih dana u godini}$$
- Zaštitne zalihe (sigurnosne zalihe) su uvijek veće od minimalnih zaliha. Zaštitne zalihe se koriste u slučaju nestašice materijala ili robe na tržištu.
 - Maksimalne zalihe predstavljaju gornju granicu nivoa zaliha iznad koje bi svaka količina robe bila ekonomski neopravdana i štetna.
 - Optimalne zalihe predstavljaju robu koju treba naručivati povremeno i u dovoljnim količinama, utvrđuju se analizom troškova nabave i troškova uskladištenja. Troškovi nabave obuhvaćaju sve troškove vezane za nabavu robe povećane za troškove dopreme (zavisne troškove). Troškovi uskladištenja su svi troškovi koji nastaju od trenutka kad roba uđe u skladište do trenutka njezina izdavanja, zakupnina skladišnog prostora, troškovi održavanja opreme, troškovi rada, troškovi manipulacije, administrativni troškovi.

¹³ Lukić R. Računovodstvo trgovinskih preduzeća str. 96. Beograd; 2011.

- Prosječne zalihe predstavljaju količinu robe ili materijala na skladištu, kojom se prosječno raspolaže. Prosječne zalihe u praksi se izračunavaju tako da se stanje zaliha krajem svakog mjeseca zbroji i podjeli sa 12.

Podjela zaliha s obzirom da li je potrošnja (i prodaja) robe veća od potrošnje neke druge robe:

- kurentna,
 - nekurentna,
 - srednje kurentna.
-
- Kurentnu robu na zalihi čini ona roba koja se na skladištu kratko zadržava, roba koja se dobro prodaje. Zalihe ove robe ne iziskuju veća materijalna sredstva. Troškovi skladištenja su niži jer se roba ne zadržava na skladištu. U određenom trenutku kurentna roba može postati i manje kurentna ili nekurentna, uzrok tome može biti promjena potražnje, loša politika zaliha ili sezonske oscilacije potražnje.
-
- Zalihe nekurentne robe se dulje zadržavaju na skladištu. Karakterizira ih slaba prodaja, najčešće loša kvaliteta robe, visoke cijene, sezonske oscilacije, zastarjele tehnologije. Nekurentne zalihe su rezultat: pogrešne procijene, nepromišljenog akta, greške, nekompetencije itd.
-
- Srednje kurentnu robu čine zalihe one robe čija potražnja oscilira, tj. ponekad se dobro prodaje, a kasnije se dugo zadržava na skladištu.¹⁴

¹⁴ Lukić R. Računovodstvo trgovinskih preduzeća str 97. Beograd; 2011.

3. VAŽNOST PROGNOZIRANJA POTRAŽNJE ZA PLANIRANJE NABAVE

Upravljanje lancem opskrbe (engl. supply chain management - SCM) je koordinacija robnog, informacijskog i financijskog tijeka između povezanih poduzeća koja slijedno obavljaju aktivnosti na putu od sirovine do krajnjeg potrošača.¹⁵

Razlika između prognoze potražnje i stvarne potražnje mjera je kvalitete prognoze. Greška prognoze umanjuje se:

- Držanjem sigurnosnih zaliha
- Osiguranjem dodatnih izvora opskrbe za zadovoljenje potražnje u vršnim periodima
- Osiguranjem resursa za hitne opskrbe (angažiranje 90% kapaciteta proizvodnje i čuvanje 10% kapaciteta za last-minute narudžbe).¹⁶

U lancu opskrbe razmjenjuju se:

- informacije – predviđanja potražnje, planovi buduće potražnje, upiti, ponude, ugovori, narudžbe, izvješća o isporuci te izvješća o plaćanju
- robe i usluge – materijali i sirovine, poluproizvodi, gotovi proizvodi, usluge prijevoza i osiguranja te zbrinjavanje otpada
- financijska sredstva – krediti, gotovina, pozajmice i leasing.¹⁷

¹⁵ Jukić, M. Poslovna logistika u maloprodaji na poslovnom slučaju Zara. Diplomski rad. Ekonomski fakultet Split; 2013.

¹⁶ [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_\(1\)/Materijali/Nastava_Diana_Bozic.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_(1)/Materijali/Nastava_Diana_Bozic.pdf)

¹⁷ <http://e-lib.efst.hr/2013/6030267.pdf>

3.1. Općenito o predviđanju

Svakog dana menadžeri donose odluke bez obzira što ne znaju što će se dogoditi u budućnosti: naručuju zalihe bez znanja kakva će biti prodaja, kupuju novu opremu usprkos neizvjesnosti potražnje za proizvodom, investiraju sredstva u nove objekte bez znanja o budućoj dobiti poduzeća. Izrada dobrih prognoza budućnosti svrha je predviđanja i glavni input za planiranje. Dobre prognoze su ključni dio efikasnih proizvodnih i uslužnih operacija. Predviđanje je umjetnost, ali i znanost o predviđanju budućih događaja.

Predviđanje može biti:

- primjena povijesnih podataka i njihovo projektiranje u budućnost koristeći neki matematički model,
- subjektivna procjena ili intuitivna pretpostavka,
- kombinacija metoda.

Nema univerzalnog prognostičkog modela koji bi vrijedio za sve. Ono što najbolje funkcionira u jednoj industriji, u jednim okolnostima, može napraviti potpuni kaos u drugoj industriji.

Postoje ograničenja u vezi sa očekivanjima od prognoza:

- one su rijetko, ili nikada perfektne;
- one su skupe i vremenski zahtjevne.¹⁸

ZAJEDNIČKE KARAKTERISTIKE METODA PROGNOZIRANJA:

1. Većina prognostičkih metoda uključuje pretpostavku stabilnosti sustava:
 - Pretpostavljaju da će isti uzročni sustav koji je postojao u prošlosti postojati i budućnosti .

¹⁸ <http://efos.unios.hr/arhiva/.../7489-operativni-menadzment-12032013>

- Zbog toga poduzeća često rade pogrešku da jednom kada implementiraju prognostički sustav više ne prate greške prognoze što je krivo, budući da se prognoze moraju stalno provjeravati.
2. Prognoze su rijetko perfektne:
- aktualni rezultati obično se razlikuju od predviđenih vrijednosti.
 - budući da nismo u mogućnosti predvidjeti precizno koliko će često jedan veliki broj srodnih čimbenika ometati varijable o kojima se radi, kao i postojanje slučajnosti sprječava savršenu prognozu.
 - uvijek treba ostaviti prostora za greške.¹⁹
3. Prognoza za grupu proizvoda točnija je nego za pojedini proizvod
- greške prognoze između proizvoda unutar grupe obično imaju poništavajući učinak.
 - prilike za grupiranje proizvoda mogu se pojaviti ako se dijelovi ili sirovine koriste za više proizvoda ili ako usluge traži veći broj nezavisnih izvora
4. Točnost prognoze se smanjuje kako se povećava vremensko razdoblje na koje se prognoza odnosi:
- Kratkoročna prognoza se suočava sa manje neizvjesnosti od dugoročne pa se zbog toga smatra i točnijom.

Razlikuju se tri vrste predviđanja:

- predviđanje posljedica nekog budućeg događaja;
- predviđanje vremena događaja – kada će se taj događaj dogoditi?
- predviđanje vremenskih serija – koju će vrijednost imati serija periodičnih podataka u datoj točki vremena?

Sama pouzdanost predviđanja zavisi od mnogo faktora, zbog čijeg utjecaja može doći do precjenjivanja ili podcjenjivanja promjena. U praksi menadžerskog predviđanja javljaju se dva osnovna zahtjeva:

- određivanje pravilnog smjera, odnosno pravca budućih događaja i

¹⁹ <http://efos.unios.hr/arhiva/.../7489-operativni-menadzment-12032013>

- poklanjanje pažnje razlikama između predviđenog i stvarnog događaja, te utjecaj da ova razlika bude što manja.

Predviđanje će biti točnije ako je određeno sa što više informacija, njihovom dinamikom, točnošću i intenzitetom mogućih promjena informacija tokom procesa. Smatra se da je predviđanje točnije ako se:

- koristi više pouzdanih informacija,
- koristi zakonitost promjena informacija o događajima,
- odbacuju nepouz dane i nejasne informacije, provjerava vrijednost informacija i procjenjuje odnos vrijednosti događaja i ukupne vrijednosti predviđanja, odnosno isplativost predviđanja.²⁰

Postoje dva osnovna pristupa predviđanju:

1. Kvalitativni
2. Kvantitativni

1. Kvalitativni pristup

- Nedostatak podataka
- Oslanjanje na intuiciju, emocije, iskustvo prognostičara
- Koriste se za predviđaje novih proizvoda, tehnologija.

2. Kvantitativni pristup:

- Postojanje povijesnih podataka
- Koriste matematičke modele
- Koriste se kada je situacija „stabilna“.

U praksi, kombinacija oba pristupa obično je najefektivnija.²¹

U skoro svakom poslovanju posluje se prema određenim prognozama sve dok ne pristignu stvarne narudžbe. Stvarne narudžbe rijetko odgovaraju prognoziranim. Idealna situacija je kada tvrtke precizno prognoziraju potražnju te prema tome osiguravaju dostatne zalihe. Razlika

²⁰ www.iu-travnik.com/.../Menadzment%20III%20%201%20-%20dio.ppt

²¹ www.efos.unios.hr/arhiva/.../7489-operativni-menadzment-12032013

između prognoze potražnje i stvarne potražnje mjera je kvalitete prognoze. Greška prognoze umanjuje se: držanjem sigurnosnih zaliha, osiguranjem dodatnih izvora opskrbe za zadovoljenje potražnje u vršnim periodima te osiguranjem resursa za hitne opskrbe (angažiranje 90% kapaciteta proizvodnje i čuvanje 10% kapaciteta za last-minute narudžbe).

Procijenjena vremena isporuke je razlika između zahtjeva korisnika za dostavom i očekivanog datuma isporuke u percepciji vremena isporuke (lead time), razlika u procjeni razine usluge ogleda se u tome što većina tvrtki za mjeru uzima datum kad je roba isporučena, ne kad je roba primljena od kupca, za donošenje zaključka o razini usluge korisniku potrebno je utvrditi sljedeće elemente:

- Kada je korisnik predao narudžbu
- Kada je korisnik zatražio isporuku
- Kada korisniku treba roba
- Kada je isporuka obećana (rokovi u ugovoru, reklamirani, dogovoru)
- Kada je roba isporučena
- Kada je korisnik zaprimio robu.

Percepcija vremena isporuke od strane kupca je razlika između vremena kada je korisnik zatražio isporuku i kada je dostavio narudžbu. Pokazatelj kredibiliteta tvrtke je razlika između vremena kada je korisnik primio narudžbu i kada je u zaprimanju narudžbe isporuka obećana.

Upravljanje potražnjom sastoji se od nekoliko koraka:

- Zaprimanje narudžbe
- Kompletan
- Specificirana
- Ažurna
- Procesiranje narudžbe
- Unos narudžbe u sustav dobavljača (EDI)
- Procjene vremena isporuke kupcu
- Sastavljanje dokumentacije za isporuku
- Povratna informacija od kupca²²

²² [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_\(1\)/Materijali/Nastava_Diana_Bozic.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_(1)/Materijali/Nastava_Diana_Bozic.pdf)

Osnovna prednost matematičke prognoze je što ona nije ograničena brojem podataka koje treba obraditi i što razdvaja proces prognoze od procesa postavljanja ciljeva, čineći prognozu sustavnom i objektivnom. Prognoza je, u stvari, dodatna vrijednost za biznis bilo koje vrste.²³

3.2. Važnost planiranja i kontrole zaliha

Zalihe su dio aktive poduzeća. Cilj upravljanja zalihama: max. zadovoljstvo kupaca i min. troškovi vezani za čuvanje zaliha. Svi prognoziraju, bili toga svjesni ili ne. Mnogi poslovni ljudi još uvijek planiraju na temelju intuicije i logičnog rasuđivanja. Nekad to daje odlične rezultate, nekad baš i ne.

Mnogi ne shvaćaju koncept prognoze. Tendencija je da prognozu miješaju sa postavljanjem ciljeva. Ako tvrtka traži od prodavača da prognozira prodaju na "svom teritoriju", ta "prognoza" često postaje mjerilo prema kome se prodavači prilagođavaju. Druga stvar sa kojom se miješa prognoza je predviđanje.²⁴

3.3. Planiranje zaliha

Mnoge tvrtke planiraju proizvodnju oslanjajući se na predviđenu potražnju, iako su svjesni mogućnosti pogrešne procjene. Zbog prije spomenutih novonastalih tržišnih uvjeta, procjena potražnje postaje sve problematičnija, te je odluku o kapacitetu proizvodnje potrebno donijeti na osnovi iscrpne analize vjerojatnosti mogućih scenarija potražnje i odnosa profita i troškova koji slijede za pojedini obujam proizvodnje. Problemu se pristupa na način da se marketinškom odjelu postavi zadatak da na osnovu podataka o prodaji u prošlim sezonama, procjene trenutnog tržišnog stanja i ostalih relevantnih utjecaja, statističkim metodama postavi vjerojatnu prognozu potražnje.

Postavlja se pitanje kako iskoristiti ovaj podatak za planiranje obujma proizvodnje. Za odgovor na postavljeno pitanje treba u razmatranje uvesti i slijedeće podatke:

²³ [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_\(1\)/Materijali/Nastava_Diana_Bozic.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_(1)/Materijali/Nastava_Diana_Bozic.pdf)

²⁴ <http://www.web.efzg.hr/dok/TRG/11.nastavna%20cjelina.pdf>

- koliki su fiksni troškovi proizvodnje (troškovi pokretanja proizvodnje)
- kolika je jedinična cijena proizvodnje
- kolika je prodajna cijena proizvoda
- kolika je diskontna cijena proizvoda, ako se ne proda u predviđenom roku.

Svi ovi podaci potrebni su za pronalaženje odgovora na konačno pitanje o količini obujma proizvodnje za koji će biti ostvaren najveći profit. Prodavači, odnosno trgovci, slabo analiziraju i planiraju stanje zaliha. Često im ostaje robe na zalihi što znači da roba nije bila dobro odabrana i naručena. U novije vrijeme organizacija poslovanja zahtjeva detaljno planiranje zaliha, pogotovo iz razloga što kupci danas nisu spremni čekati robu, tako da zalihe predstavljaju sigurnosni ventil u slučaju odstupanja u istraživanju i ponudi. Planiranje i kontrola zaliha je jedna od najvažnijih operativnih zadataka menadžmenta poduzeća i nužno je potrebna zato što poduzeća moraju planirati novčana sredstva za financiranje zaliha, a zalihe predstavljaju trošak poslovanja.

Planiranje potrebne količine zaliha najčešće se rješava na dva načina:

- prema predviđenoj potražnji
- prema konkretnim narudžbama kupaca.

Najpraktičnija metoda za planiranje zaliha robe na raznim skladištima i u vlastitim prodavaonicama je statistička metoda. Statistička metoda temelji se na kretanju zaliha u tekućem razdoblju, globalna je, a planiranu zalihu utvrđuje primjenom rektificirane stope stvarne zalihe razdoblja na planirani promet za plansku godinu.²⁵

3.4. Sustav planiranja i kontrole zaliha

Temeljne sustave planiranja i kontrole zaliha dijele se na tri osnovne skupine:

a) tradicionalni sustav

²⁵ Schroeder, R., G.: Upravljanje proizvodnjom, Mate d.o.o., Zagreb, 1999., str. 593.28

b) sustav temeljen na uvjetima na tržištu

c) proizvodnja i prodaja bez zaliha (eng. JIT – „just in time“).

3.4.1. Tradicionalni sustav

Tradicionalni sustav se temelji na tome da se na određenoj razini stanja zaliha vrši njihovo popunjavanje. Kod ovog sustava se koriste dvije tehnike i to:

- kontinuirano i
- periodično popunjavanje zaliha.²⁶

Kod kontinuiranog sustava nakon pada zaliha na unaprijed utvrđenu razinu, vrši se nabavka određene (fiksne) količine robe. Za razliku od kontinuiranog sustava, kod periodičnog sustava se popunjavanje zaliha vrši u točno određenim intervalima (npr. tjedno, mjesečno i sl.) za količinu koja nedostaje do maksimalne zalihe.

3.4.2. Sustav temeljen na uvjetima na tržištu

Sustav temeljen na uvjetima na tržištu polazi od pretpostavke da je unaprijed poznat plan proizvodnje, odnosno prodaje i da su određeni normativi utroška materijala za svaki proizvod.

Ovaj sustav koristi dvije tehnike:

- planiranje potreba materijala (MRP – Materials Requirement Planning)
- planiranje potreba distribucije (DRP – Distribution Requirement Planning).²⁷

²⁶ Habek, M.: Upravljanje zalihama i skladišno poslovanje, RRIF-plus, Zagreb, 2002.

²⁷ Habek, M.: Upravljanje zalihama i skladišno poslovanje, RRIF-plus, Zagreb, 2002.

MRP se temelji na planu proizvodnje i normativima utroška materijala. Ovaj sustav koristi sofisticirane kompjuterske programe ili pomoću posebnih matematičkih metoda planira ili prognozira potrebnu količinu predmeta rada, što služi kao temelj za planiranje i upravljanje zalihama. DRP se temelji na prognoziranju potražnje. Ta metoda uzima u obzir prosječnu potrošnju ili prodaju u nekoliko prethodnih razdoblja, pa taj prosjek uzima za prognoziranja potrošnje ili prodaje u sljedećem razdoblju.

3.4.3. Proizvodnja i prodaja bez zaliha (JIT – Just In Time)

Proizvodnja i prodaja bez zaliha (JIT – Just In Time) se temelji na postavci da se u nabavi, proizvodnji i distribuciji nabavi nešto samo u onoj količini i samo onda kada je to upravo potrebno. Ovaj sustav teži eliminiranju svih aktivnosti u proizvodnji i distribuciji koje ne pripomažu stvaranju novog proizvoda i koje ometaju kontinuirani tijek dobara u procesu distribucije. To znači da protok kroz kanal distribucije treba biti lak i bez čekanja.

Da bi se takav sistem mogao realizirati potrebno je ispuniti sljedeće pretpostavke:

- osigurati isporuku inputa samo određene kvalitete (bez grešaka)
- uskladiti kapacitete u cijelom proizvodnom lancu
- formirati autonomne radne grupe
- proizvoditi u malim serijama
- osigurati optimalan protok materijala nabavom od prostorno bližih dobavljača i od manjeg broja dobavljača.

Koristi za poduzeća koja koriste ovakav sustav poslovanja su odlazak robe na mjesto potrošnje, a ne u skladište, pa se smanjuju troškovi skladištenja i manipulacije, smanjuje se potreba za obrtnim kapitalom i povećava likvidnost poduzeća, a povećava se konkurentna prednost poduzeća.

Razlikuju se dva oblika JIT sistema:

- sinkronizirana proizvodnja – proizvodni proces u kojemu postoji usklađenost proizvodnog procesa s drugim radnim procesima uključivši i isporuke inputa, te da se teorijski proizvodnja odvija bez skladišta i zaliha. Da bi se to postiglo, mora se

uspostaviti čvrsta suradnja s dobavljačima koji umjesto proizvođača formiraju skladišta na kojima drže zalihe potrebnih materijala.²⁸

- kanban sistem – temelji opskrbu na principu samoposluživanja na svim stupnjevima proizvodnje. U tu se svrhu formiraju samoregulirajuće autonomne jedinice koje djeluju uz pomoć jednostavnih organizacijskih sredstava, kao što je kartica (japanski: kanban) koju ispunjavaju proizvodni radnici.

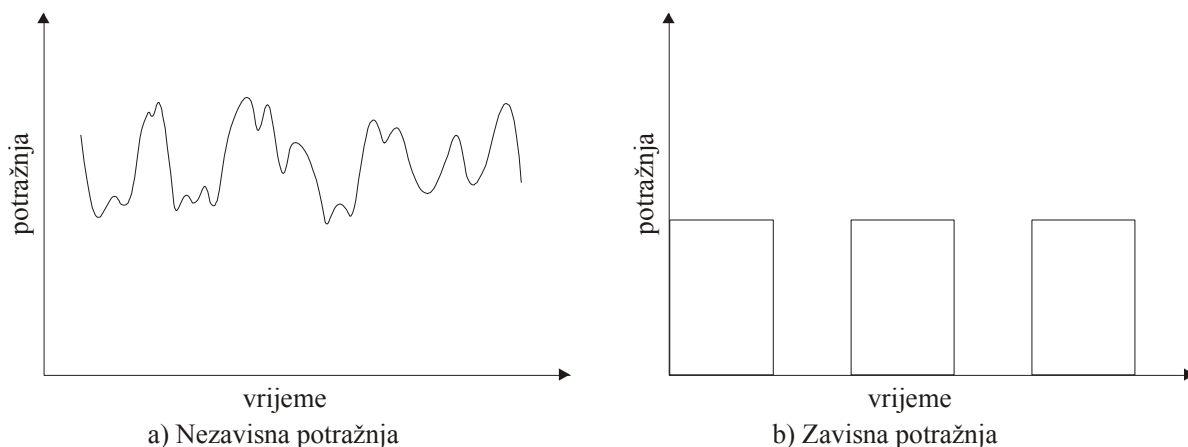
Priroda potražnje vodi u dva različita modela upravljanja zalihama:

- Zalihe kod zavisne potražnje – povezana je s potražnjom za drugim predmetom i nije zavisno određena tržištem.
- Zalihe kod nezavisne potražnje – na nju utječu tržišni uvjeti, koji su izvan kontrole proizvodnje, pa je ona stoga nezavisna o njoj. U prvom redu na potražnju utječe cijena proizvoda, dohodak potrošača i mnoge druge okolnosti.

Zalihe gotovih proizvoda i zalihe rezervnih dijelova namijenjenih za zamjenu neispravnih dijelova nekog proizvoda najčešće su zalihe u sustavu nezavisne potražnje. Potražnja za vagonima je nezavisna, zato što na nju utječe tržište, dok je potražnja za kotačima za vagon zavisna zato što je u matematičkoj vezi s potražnjom vagona. Dakle, izlaz zaliha sa skladišta je signal za lansiranje narudžbe za dodatnom količinom, a cilj je da roba bude uvijek spremna za kupce. Nezavisna potražnja oscilira pod utjecajem tržišnih uvjeta, koji obično proizlaze iz velikog broja različitih prioriteta potrošača.²⁹

²⁸ <http://e-lib.efst.hr/2013/6030267.pdf>

²⁹ <http://e-lib.efst.hr/2013/6030267.pdf>



Slika 2. Modeli potražnje

Izvor: <http://www.logiko.hr/logistika/50-forecasting-planiranje-potraznje>

3.5. Sustav kontinuiranog nadzora (Q sustav)

Sustav kontinuiranog nadzora je model koji uvažava pretpostavke na kojima se temelji EOQ, usprkos konstantnosti potražnje i dovoljno je fleksibilan za uporabu u praksi za upravljanje zalihama. Poznat je i kao Q sustav fiksne količine narudžbe. U ovom modelu, prilikom odlučivanja glede naručivanja zaliha, vodi se računa ne samo o raspoloživoj, već i o naručenoj količini, s obzirom da je taj materijal već u terminskom planu dolaska, čak i ako više ništa nije učinjeno. Ukupna količina naručenog i raspoloživog materijala se naziva raspoloživim odnosno dispozicionim zalihama. Ovo područje u praksi uzrokuje brojne pogreške, a time i probleme, upravo zbog neuzimanja u obzir naručene količine. Kod sustava kontinuiranog nadzora, kao što naziv sugerira, stanje zaliha se kontrolira nakon svake transakcije, dakle kontinuirano. Kad zalihe padnu na unaprijed utvrđenu točku naručivanja (R), plasira se narudžba određene količine. Budući da je količina narudžbe određena, vrijeme će između narudžbi varirati zavisno o slučajnom karakteru potražnje.³⁰

3.6. Sustav povremenog nadzora (P sustav)

³⁰ <http://www.logiko.hr/logistika/50-forecasting-planiranje-potraznje>

Kao što je ranije navedeno, uvažavanje svih, a zanemarivanje prve pretpostavke EOQ modela, rezultira sustavom kontinuiranog nadzora, kod kojeg se zalihe nadziru kontinuirano. No stanje zaliha se ne mora uvijek kontrolirati kontinuirano, već se može i periodički te se time dolazi do sustava povremenog nadzora koji se još naziva P sustav, sustav fiksnog intervala ili razdoblja naručivanja ili pak periodični sustav. Kod ovog se sustava stanje zaliha provjerava u fiksnim vremenskim intervalima. Ciljana razina zaliha je prilagođena tako da pokriva potražnju do slijedeće periodične provjere, plus onu za vrijeme trajanja realizacije narudžbe.³¹

4. METODE ZA PROGNOZIRANJE POTRAŽNJE ROBA

Za potrebe predviđanja razvijene su brojne metode. Najčešće je prihvaćena “Dobrova klasifikacija klasičnih metoda predviđanja” koja obuhvaća:

1. Metode ekstrapolacije,
2. Metode procjene eksperata i
3. Metode simulacije.³²

4.1. Metode ekstrapolacije

Metode ekstrapolacije se primjenjuju za predviđanje budućeg stanja na osnovu trendova razvoja iz prošlosti u periodu preko deset godina kod dugoročnih predviđanja ili više događaja iz bliže prošlosti ako se radi o kratkoročnom predviđanju. Koriste se u onim slučajevima kada se ti parametri mogu kvantitativno izraziti, pa se stoga nazivaju i kvantitativnim metodama predviđanja.³³

³¹ <http://www.logiko.hr/logistika/50-forecasting-planiranje-potraznje>

³³ www.iu-travnik.com/.../Menadzment%20III%20%201%20-%20dio.ppt

Najpoznatije kvantitativne metode su:

- metoda vremenskih serija,
- metoda eksplanacije,
- ekonometrijska metoda i
- monitoring pristup.

4.2. Metode procjene eksperata

Metode procjene eksperata zasnivaju se na prikupljanju, analiziranju i prilagođavanju velikog broja eksperata za pitanja iz domena predviđanja. Razvile su se u novije vrijeme kao dodatak brojnim kvantitativnim metodama i nazivaju se intuitivnim metodama.

Intuitivne metode su nekvantitativne i prilagodljive složenijim zahtjevima prakse, tržišta i ljudskih odnosa. Imaju potpuno suprotno značenje od shvaćanja intuicije, odnosno predviđaju se uz podršku kvantitativnih analiza kojima se dodaju složene kvalitativne analize.

Postoje dvije grupe intuitivnih metoda:

- individualne procjene eksperata i
- kolektivne procjene eksperata.

Razlikuju se dva načina grupne procjene:

- komisijski i
- pojedinačni.³⁴

Od suvremenih intuitivnih metoda danas se najviše koriste:

- a) delfi metoda,
- b) metoda scenarija i
- c) utopija metoda.

³⁴ www.iu-travnik.com/.../Menadzment%20III%20%201%20-%20dio.ppt

- a) Delfi metoda obilježava timski rad u kojem organizator formira grupu eksperata različitih struka i zanimanja, interdisciplinarni pristup, s tim da se stručnjaci za neke uske specijalnosti prema potrebi angažiraju naknadno, te je zagarantirana anonimnost odgovora svakog eksperta, čime se osigurava zaštita od utjecaja autoriteta. To je proces višekratnog ponavljanja postupaka da bi, po sistemu povratne veze, svi članovi tima (grupe) mogli biti upoznati s ukupnim rezultatima prethodnog koraka.³⁵ Ova metoda se smatra jednom od najobjektivnijih metoda predviđanja jer omogućava ekspertu da korigira svoj stav tokom procesa pod uticajem argumenata drugih eksperata i pod uvjetom da su argumenti kvalitetni. Ograničenja pri korištenju ove metode su zahtjevanje velikih finansijskih sredstava, zatim njena sporost, složenost, nejasnoće u primjeni itd.
- b) Metoda scenarija se zasniva na prikupljanju, analiziranju i usavršavanju informacija. Polazi od pretpostavke da se unaprijed oblikuje neko buduće stanje cijele ustanove ili procesa. Riječ scenarij dolazi iz svijeta kazališta i filma i odnosi se na kratki sadržaj radnje predstave ili filma. U planiranom kontekstu scenariji se mogu opisati kao „priče o mogućim budućnostima na koje organizacije mogu naletiti“. Scenarij stanja je orijentiran prema nekoj zamišljenoj budućnosti, a scenarij procesa se sastoji od scenarija početnog stanja i scenarija konačnog stanja. Upotrebljava se kada se unaprijed teško predviđa budućnost. Zasniva se na interaktivnom timskom radu, a ponavlja se dok se ne ostvari konačno definirana prognoza.³⁶

4.3. Metode simulacije

Metoda simulacije je postala jedna od najprimjenjivijih od vremena pojave računalnih simulacija. Računalne simulacije snižavaju troškove, iskazuju rezultate brojčano uz animacijsku grafiku čime omogućavaju široku primjenu.³⁷

Izbor odgovarajuće metode predviđanja zavisi od slijedećih faktora:

³⁵ www.iu-travnik.com/.../Menadzment%20III%20%201%20-%20dio.ppt

³⁶ www.iu-travnik.com/.../Menadzment%20III%20%201%20-%20dio.ppt

³⁷ www.iu-travnik.com/.../Menadzment%20III%20%201%20-%20dio.ppt

- sofisticiranosti metode i korisnika,
- raspoloživosti vremena i resursa,
- karakteristika korištenja odluka,
- raspoloživosti podataka i zakonitosti podataka.³⁸

4.4. Metode predviđanja promjena u poslovnome okruženju i u poslovanju

U ovome dijelu rada daje se pregled osnovnih kvalitativnih metoda predviđanja a te su:

1. Subjektivne metode predviđanja
2. Istraživačke ili eksplorativne metode,
3. Normativne prognostičke metode i
4. S-krivulje rasta.
1. Subjektivne metode predviđanja

1. Subjektivnim metodama koristi se u svakodnevnom predviđanju kada se procjenjuju i koriste:

- panel-konsenzusom,
- kompozicijom sila prodaje i
- istraživanjem tržišta.

Panel- konsenzus metoda (engl. jury of executive opinion) prognostička je metoda koja se primjenjuje u tijeku sastanka menadžmenta poduzeća. Ta je metoda osnovana na teoriji da iskustva i mišljenja nekoliko stručnjaka daju bolje prognostičke rezultate od procjene jednoga stručnjaka.

Metode kompozicije sila prodaje (engl. sales force composite methods) zasnivaju se na iskustvu prodajnog osoblja kao izvoru informacija za projekcije koje se većinom odnose na trendove u potražnji i u ponašanju kupaca.

³⁸ www.iu-travnik.com/.../Menadzment%20III%20%201%20-%20dio.ppt

Kod istraživanja tržišta aktualni i potencijalni kupci anketiraju se o potražnji, poželjnim karakteristikama proizvoda i slično. Uzorak za donošenje prognostičkih procjena kod tih je metoda mnogo veći nego kod ostalih navedenih subjektivnih metoda prognoziranja.³⁹

2. Istraživačke ili eksplorativne metode predviđanja

Istraživačke ili eksplorativne metode predviđanja (engl. exploratory forecasting methods) označuju metode kojima se prikazuju alternativne mogućnosti u budućnosti. Ta se definicija može proširiti, ne samo na alternativne mogućnosti u budućnosti, nego i na različite druge moguće budućnosti, jer će se poduzeća često naći pred odabirom i više od dva smjera odvijanja zamišljene budućnosti. Osim strateškog planiranja, te metode imaju široku primjenu i u donošenju odluka i u analizi posljedica odluka.

U te se metode ubrajaju:

- metoda scenarija,
- Delfi metoda,
- proces nominalnih grupa,
- metoda studije slučaja,
- analitički uvid u hijerarhijski proces,
- analiza međutjecaja i
- metoda analogije.

Metoda scenarija je metoda predviđanja kojom se pokušava vizualizirati određeni broj mogućih budućih stanja i razmotriti njihove implikacije. Scenariji se djelomično zasnivaju na izvornim podacima sa subjektivnim interpretacijama i specifičnim pretpostavkama o kritičnim pristupima stvarnosti prema budućnosti (Makridakis, Wheelwright i Hyndman, 1998).

³⁹ Žugaj, M., Dumičić, K., Dušak, V. :Temelji znanstveno-istraživačkog rada. Metodologija i metodika. Drugo, dopunjeno i izmijenjeno izdanje. Varaždin: Fakultet informatike i organizacije, Sveučilište u Zagrebu, 2006.

Delfi metoda jedna je od najpoznatijih kvalitativnih metoda prognoziranja ili metoda predviđanja. Primjenjuje se za prognozu vjerojatnosti i vremena odvijanja budućih događaja. Da bi dala prognozu, skupina stručnjaka identificira i definira predmetni događaj, vjerojatnost njegovog odvijanja i moguće vrijeme budućega događaja. Delfi metoda važna je zbog nepristranosti sudionika jer se mišljenja i pretpostavke stručnjaka koji prognoziraju zasnivaju na prikupljanju podataka anketiranjem, tj. ispunjavanjem upitnika.⁴⁰

Proces nominalnih grupa (engl. nominal group process) metoda slična je Delfi metodi zato što se koristi panel-stručnjacima koji neovisno jedan o drugom daju svoje mišljenje o vjerojatnosti pojave i o razvijanju novih tehnologija.

Kod ove metode, za razliku od Delfi metode, nakon definiranja stavova stručnjaci se okupljaju i razvija se otvorena diskusija radi postizanja sporazumne jednoglasne odluke o bitnom.

Metoda studije slučaja (engl. case-study method) sastoji se od proučavanja prošlih i sadašnjih pojedinih slučajeva ili procesa. Primjerice, ako se analiziraju primjene tehnologija u praksi, uz simulaciju sličnih uvjeta, izvode se zaključci koji su primjenjivi na prognozu moguće nove tehnologije.

Analitički hijerarhijski proces (engl. analytic hierarchy process) metoda je kojom se utvrđuju kriteriji za identifikaciju odnosa između varijabli pri čemu se koristi usporedbom parova. Nekoliko stručnjaka naprave usporedbu parova, pa se na osnovi te usporedbe identificira njihov matematički odnos, odnosno odlučan vrijednosni sud.

Analizom međutjecaja (engl. cross-impact analysis) procjenjuje se efekt nekoliko budućih događaja na vjerojatnost drugoga događaja (kao što je, primjerice, razvijanje nove tehnologije), odnosno određuje se utjecaj jedne na jednu ili na više drugih prognoza, a često se primjenjuje uz Delfi metodu i metodu analize scenarija.

Metoda analogije veoma je popularna metoda u kratkoročnom, srednjoročnom i osobito u dugoročnom prognoziranju za proizvode i tehnologije sličnih karakteristika.⁴¹

⁴⁰ Žugaj, M., Dumičić, K., Dušak, V. Temelji znanstveno-istraživačkog rada. Metodologija i metodika. Drugo, dopunjeno i izmijenjeno izdanje. Varaždin: Fakultet informatike i organizacije. Sveučilište u Zagrebu; 2006.

⁴¹ Žugaj, M., Dumičić, K., Dušak, V. Temelji znanstveno-istraživačkog rada. Metodologija i metodika. Drugo, dopunjeno i izmijenjeno izdanje. Varaždin: Fakultet informatike i organizacije. Sveučilište u Zagrebu; 2006.

3. Normativne prognostičke metode

Normativne prognostičke metode zasnovane su na pretpostavki o budućnosti na koju se može utjecati. Poslovne organizacije dostižu željene ciljeve definirajući željenu budućnost i poduzimajući aktivnosti potrebne za postizanje te budućnosti.

U normativne prognostičke metode uvrštavaju se:

- metoda stabla značajnosti i
- dinamika sustava.

Metoda stabla značajnosti (engl. relevance trees) koristi se metodologijom i konceptom sličnim teoriji i stablu odlučivanja za mjerenje učinkovitosti ponašanja poduzeća prema budućim ciljevima i za identifikaciju potrebnog za postizanje željenih ciljeva.

Dinamika sustava (engl. system dynamics) metoda je koju je godine 1957. zasnovao J. Forrester. Radi se o proučavanju jednostavnih i složenih sustava i odnosa u njima uz pomoć diferencijalnih jednadžbi (Stermann, 1994.).⁴²

4. S-krivulje rasta

Metoda predviđanja S-krivuljama rasta obuhvaća različite verzije Gompertzovih i logističkih krivulja koje se nazivaju još i krivuljama rasta, zasićenja ili supstitucije.

Osnovni je smisao krivulja rasta da nakon početnoga sporoga rasta prepreke za prihvatanje i prilagodbu opadaju, pa nastupa faza ubrzanoga rasta. Obzirom da ova metoda nema smisla u upravljanju zalihama neće biti dalje razrađena.

4.5. Metode istraživanja potreba za predmetima rada

⁴² Žugaj, M., Dumičić, K., Dušak, V. Temelji znanstveno-istraživačkog rada. Metodologija i metodika. Drugo, dopunjeno i izmijenjeno izdanje. Varaždin: Fakultet informatike i organizacije. Sveučilište u Zagrebu; 2006.

Istražiti potrebe za predmetima rada je potrebno odraditi što preciznije, međutim to nije uvijek ekonomično, naročito za materijale čiji je udio u ukupnoj vrijednosti objekata nabave malen.

Prema načinu istraživanja potreba i stupnju preciznosti rezultata razlikujemo:

1. determinističke,
2. stohastičke i
3. heurističke metode istraživanja potreba za predmetima rada.⁴³

1. Determinističko istraživanje potreba

Tipično područje primjene determinističkih metoda istraživanja potreba su slučajevi u kojim je riječ o materijalima velike vrijednosti, koji se utroše u procesu proizvodnje u kraćem vremenu nego što je period njihova nabavljanja. Podloga za determinističko istraživanje potreba su jednoznačni, potpuni i točni opisi proizvoda koje se može napraviti na različite načine.

Najčešće se koriste tehnički opisi proizvoda :

- a) Nacrti (grafički prikazuju sastav proizvoda u određenom mjerilu, ili pomoću normiranih simbola)
- b) Sastavnice (prikazuju strukturu proizvoda u obliku liste u kojoj su navedeni bitni podaci o proizvodu i njegovim komponentama (materijalima, dijelovima i sklopovima)).⁴⁴

2. Stohastičko istraživanje potreba

Za većinu predmeta rada (70 – 80 %) nije ekonomično, ili nije moguće koristiti determinističke metode istraživanja potreba. Ovdje je većinom riječ o materijalima koji su ABC analizom razvrstani u skupinu C, te o pomoćnim i pogonskim materijalima koje nabava drži na

⁴³ www.vup.hr/_Data/Files/130201133356227.pptx

⁴⁴ www.vup.hr/_Data/Files/130201133356227.pptx

zalihi, te za njih ima utvrđene normative zaliha i samostalno istražuje buduće potrebe. U praksi se prilikom takvog istraživanja postupka vrlo jednostavno. Za pojedinačne materijale se uzima prosjek potrošnje zadnjih nekoliko mjeseci, te se tome svaki mjesec dodaje potrošnja prošlog mjeseca, a isključuje se najstariji podatak o potrošnji. Prosjek potrošnje predstavljaju prognozirane potrebne količine za naredni mjesec na osnovi prethodno utvrđenih podataka.

Međutim, stohastičko istraživanje potreba je zadovoljavajući postupak samo u određenim slučajevima. Potrošnja i zalihe, naime, imaju različitu dinamiku, pa je potrebno izabrati postupke procjene budućih potreba na način da održavaju tendenciju razvoja potreba. Tako je vrlo važno razlikovati slučajeve kada je riječ o redovitim potrebama i slučajeve kada je riječ o sezonskim, sporadičnim, neredovitim potrebama koje jako variraju. Ako je riječ o redovitim potrebama, one mogu biti konstantne, ili, pak, imaju trend rasta, ili pada. Kod neredovitih potreba dolazi do većih otklona potrošnje od prosječne godišnje vrijednosti.

Za svaku od takvih potreba je potrebno izabrati prikladne metode prognoze na temelju podataka iz prošlosti. Kod takvih situacija je značajno postojanje dovoljnog broja podataka iz prošlih razdoblja kako bi se dobio precizniji tijek razvoja potreba, reprezentativnost (dužina) razdoblja za koje radimo prognozu, te učestalost izrade prognoze.⁴⁵

Pretpostavke za primjenu stohastičkog istraživanja potreba su:

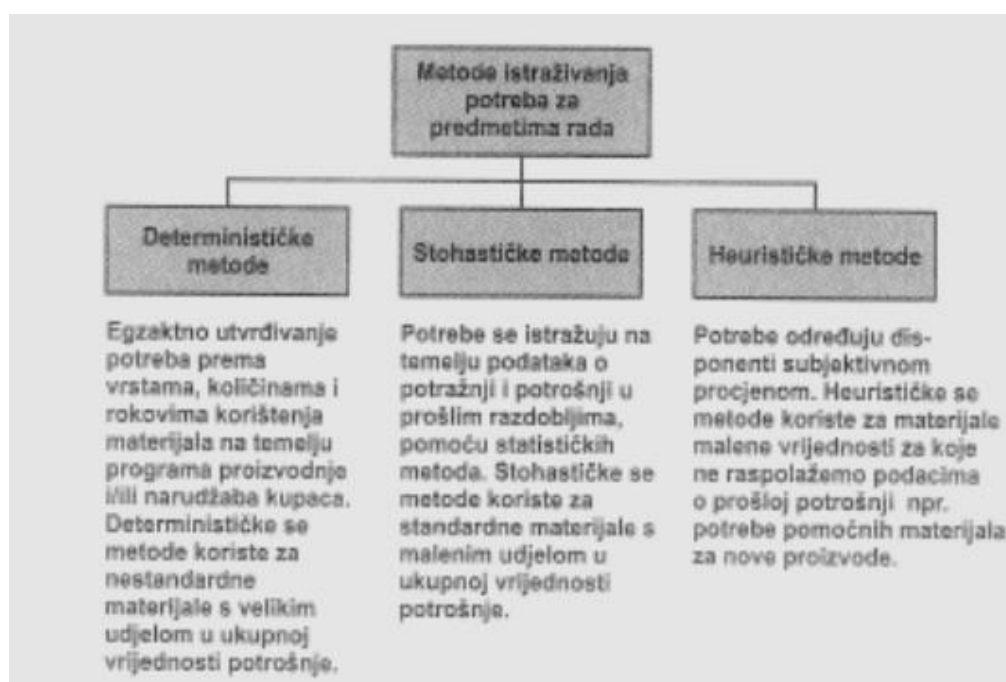
- da se vodi evidencija potrošnje i stanja zaliha materijala,
- da je broj podataka iz vremenskog niza dovoljan za eliminiranje slučajnih varijacija,
- da se raspolaze podacima iz kontinuiranog slijeda kretanja potrošnje u dužem razdoblju.

3. Heurističko istraživanje potreba

Često se primarne i sekundarne potrebe procjenjuju prema subjektivnim ocjenama zahtjeva tržišta, te mogućnostima njihova realiziranja u poduzeću. Primarne se potrebe procjenjuju u službi prodaje. Tu može biti riječ o zahtjevima za novim proizvodima s različitom strukturom od postojećih, što dovodi do promjena sekundarnih potreba. Sekundarne se potrebe mijenjaju i prilikom provedbe standardizacije sastavnih dijelova proizvoda. U pravilu se heurističkim

⁴⁵ www.vup.hr/_Data/Files/130201133356227.pptx

metodama istražuju potrebe za malen broj predmeta rada. U procjeni takvih potreba se koriste logičke i intuitivne metode. Logičke metode procjene potreba se temelje na analogijama potreba iz prošlosti. Intuitivne procjene su rezultat slobodne procjene pojedine osobe, ili skupine djelatnika. U tu se svrhu koriste različiti postupci, poput procjene ekstremnih vrijednosti i traženja srednjih vrijednosti, ili da procjenu vrši više djelatnika zajedno, a zatim da usklade svoje prognoze. Također, moguće je korištenje različitih pomoćnih sredstava koja olakšavaju izradu prognoze.⁴⁶



Slika 3. Metode istraživanja potreba za predmetima rada

Izvor: www.vup.hr/_Data/Files/130201133356227.pptx

4.6. Vrednovanje potreba

Planiranje nabave ne završava prognozom potrebnih količina. Količine je potrebno vrednovati kako bi mogli planirati potrebna financijska sredstva, evidentirati ulaze, izlaze i zalihe, obračunavati utrošene materijale, izraditi kalkulacije, kontrolirati uspješnost nabave, platiti porez, ili zatražiti povrat poreza. S obzirom kako tijekom vremena cijene predmeta rada

⁴⁶ www.vup.hr/_Data/Files/130201133356227.pptx

podliježu promjenama, da se potrebne količine nabavljaju iz različitih izvora i po različitim cijenama, a kupnja i potrošnja / prodaja se vremenski ne poklapaju, postavlja se pitanje sa kojim cijenama planirati nabavu i napraviti obračun utrošenih predmeta rada, odnosno po kojim cijenama evidentirati zalihe i kontrolirati učinke nabave. Vrednovanje predmeta nabave se može provoditi po planskim cijenama, stvarnim nabavnim cijenama, prosječnim cijenama i fiktivnim nabavnim cijenama.⁴⁷

4.6.1. Planske cijene

Planske se cijene izračunavaju (za predmete rada) tako da se cijene dobavljača u prošlom razdoblju (stvarne nabavne cijene, ili prosječne nabavne cijene) povećaju za ovisne troškove (troškove pakiranja, prijevoza, pretovara, osiguranja, carine i dr.), te da se prema očekivanjima budućeg kretanja cijena na tržištu odredi faktor s kojim se te cijene korigiraju za novo plansko razdoblje. Planskim cijenama kao internim obračunskim cijenama se želi eliminirati vanjske utjecaje (probleme stalnih promjena cijena na tržištu).

4.6.2. Stvarne nabavne cijene

U planu nabave mogu se koristiti i stvarne nabavne cijene iz prošlog razdoblja. Stvarne nabavne cijene u prošlom razdoblju obuhvaćaju se prilikom svakog ulaza predmeta rada u poduzeće, te se obračunavaju prilikom njihova izdavanja. Međutim, tu postoji opasnost znatnijih odstupanja ostvarenih cijena u novom razdoblju od planiranih cijena (moguće promjene na tržištu).

4.6.3. Prosječne nabavne cijene

Računaju se za materijale koji se nabavljaju po različitim cijenama, u različitim vremenskim razdobljima i / ili s raznih izvora.⁴⁸

⁴⁷ www.vup.hr/_Data/Files/130201133356227.pptx

⁴⁸ www.vup.hr/_Data/Files/130201133356227.pptx

4.6.4. Fiktivne nabavne cijene

Obračunavaju se prema redoslijedu prispjeća i potrošnje / prodaje materijala po njihovim nabavnim cijenama.

S obzirom na njihov obračun razlikujemo slijedeće metode:

- fifo,
- lifo,
- hifo,
- lofo.

Metoda Fifo (first in – first out) se temelji na izlazu materijala prema redoslijedu njihova prispjeća. Prvo sa skladišta izlaze materijali koji su u skladištu prvi primljeni i obračunavaju se po njihovoj nabavnoj cijeni. Kad su iscrpljene njihove zalihe, slijedi izlaz materijala koji su u skladište ušli nakon njih, te se oni obračunavaju po svojoj nabavnoj cijeni.

Metoda Lifo (last in – first out) – prema ovoj metodi prvo se troše, ili prodaju materijali koji su posljednji primljeni u skladište, te se obračunavaju po njihovim nabavnim cijenama. Zatim se troše / prodaju materijali koji su u skladište ušli prije njih, te se obračunavaju po njihovim nabavnim cijenama. Ako na kraju planskog razdoblja ima zaliha materijala, one se obračunavaju po posljednjoj nabavnoj cijeni. Cilj Lifo metode je korištenje cijena u obračunu materijala koje se što manje razlikuju od aktualnih tržišnih cijena.

Metoda Hifo (highest in – first out) - prvo se troše / prodaju materijali nabavljeni po najvišoj cijeni.

Metoda Lofo (lowest in – first out) – prvo se troše / prodaju materijali nabavljeni po najnižoj cijeni.⁴⁹

⁴⁹ www.vup.hr/_Data/Files/130201133356227.pptx

5. PRORAČUN POTRAŽNJE UZ PRIMJENU METODE VREMENSKE SERIJE

Metode vremenskih serija zasnivaju se na nizu podataka koji su podjednako razmaknuti u vremenu – dnevni, tjedni, mjesečni i sl. Podaci. Predviđanje vremenske serije podataka pretpostavlja da se buduće vrijednosti prognoziraju isključivo na povijesnim podacima te da drugi promjenjivi, bez obzira koliko potencijalno važni podaci mogu biti zanemareni. Rastavljanjem povijesnih podataka moguće je uočiti četiri glavne komponente vremenskih serija (u nastavku rada će biti u kratko objašnjene):⁵⁰

5.1. Analiza vremenskih serija

Osnovni ciljevi analize vremenskih serija su pronalaženje modela kojim će se opisati zakonitosti u ponašanju promatranog dinamičnog sustava, te predviđanje njegovog budućeg stanja na osnovu poznatih stanja u prošlosti i sadašnjosti.⁵¹

Vremenska serija je kronološki uređen niz vrijednosti neke pojave (odnosno opaženi niz vrijednosti procesa koji generira pojavu u vremenu). Vrijednosti vremenske serije zovemo frekvencijama, a broj vrijednosti duljinom serije. Pretpostavlja se da se frekvencije vremenske

⁵⁰ www.efos.unios.hr/arhiva/.../7489-operativni-menadzment-12032013

⁵¹ <http://www.progressive.com.hr/component/content/article/62-kolumne/1742-dobre-stare-i-logine-metode-prognoza-.pdf>

serije odnose na jednake vremenske intervale, odnosno da su vezane na jednakim udaljenostima točke na vremenskoj osi.

Vremenske se serije dijela na :

- Intervalne i
- Trenutačne

Vrijednosti intervalne vremenske serije nastaju postupnim zbrajanjem vrijednosti pojave unutar jediničnog intervala promatranja, dok su frekvencije trenutačne vremenske serije stanja pojave u određenim trenucima vremena.

Primjeri intervalnih nizova: ukupno korišteni broj novčanica u promatranom jediničnom intervalu, uvoz, izvoz, potrošnja itd. Primjeri trenutačnih nizova: stanje tekućeg računa na dan. Vrlo je važno prepoznati je li pojava (varijabla) koja se analizira opisana trenutačnim ili intervalnim vremenskim nizom, jer ako se mijenja duljina jediničnog vremenskog intervala (npr. ako se mjesečni vremenski niz pretvara u kvartalni, ili kvartalni vremenski niz u godišnji) postupci preračunavanja za navedena dva tipa vremenskih nizova znatno se razlikuju. Tako primjerice, ako se intervalni mjesečni niz pretvara u kvartalni, kvartalna se vrijednost izračunava kao zbroj triju mjesečnih vrijednosti. Ako je niz trenutačni, kvartalna se vrijednost može odrediti kao razina pojave na kraju kvartala ili kao aritmetička sredina triju mjesečnih vrijednosti.

Ciljevi analize vremenskih serija su:

- opisivanje i objašnjavanje ponašanja pojave tokom vremena
- određivanje modela kojim se opisuje generirajući proces pojave u vremenu
- predviđanje budućeg razvoja pojave
- kontrola⁵²

5.2. Modeli vremenskih serija koji polaze od standardne dekompozicije

⁵² <http://www.progressive.com.hr/component/content/article/62-kolumne/1742-dobre-stare-i-logine-metode-prognoza-.pdf>

Ovisno o prirodi sezonskih kretanja rabe se različiti modeli dekompozicije vremenske serije na komponente. Među njima su najčešće korištena dva modela:

1. Aritmetički model

$$y_t = T_t + S_t + C_t + e_t, \quad t = 1, 2, \dots, n$$

2. Multiplikativni model

$$y_t = T_t I_{S_t} I_{C_t} I_{e_t}, \quad t = 1, 2, \dots, n$$

Varijacije vremenskih serija u zavisnosti od vremenskog perioda u kojem se ponavljaju mogu biti:

- trend komponenta - izražava osnovnu dugoročnu tendenciju razvoja pojave u vremenu.
- sezonske oscilacije - uključuju obrazac potražnje koji se ponavlja, kao primjerice dan u tjednu, tjedan, mjesec...
- ciklične varijacije - sadrže sve obrasce potraživanja koji se ponavljaju, koji su proizvoljni i nisu sezonski. Ciklusi od više godina.⁵³

5.3. Matematičke metode predviđanja zaliha

Matematička metoda je znanstveni sustavni postupak koji se sastoji u primjeni matematičke logike, matematičkih relacija, matematičkih simbola i matematičkih operacija u znanstveno istraživačkom radu. S pomoću matematičke metode na točan način prikazuju se i objašnjavaju zakonitosti pojava, pod uvjetom da je odabran pouzdan i adekvatan matematički model predmeta istraživanja. Najčešće matematičke metode su matematički modeli i metode simulacije. Metode simulacije omogućavaju, uz uporabu računala, teorijsko simuliranje

⁵³ <http://www.progressive.com.hr/component/content/article/62-kolumne/1742-dobre-stare-i-logine-metode-prognoza-.pdf>

stvarnih pojava i procesa. Problem simulacija je u vjerodostojnosti proces simulacijskog fenomena⁵⁴

5.3.1. Izračun prema potražnji iz prethodnog razdoblja

Najjednostavnija od metoda je upravo ova koja uzima potražnju iz prethodnog razdoblja kako bi predviđela potražnju u narednom periodu. Npr., ako je prošlog tjedna potražnja za nekim proizvodom bila 150 komada, za pretpostaviti je da će idući tjedan također biti 150 komada.

5.3.2. Izračun prema potražnji iz prethodnog relativnog razdoblja

Ovdje se također radi o vrlo jednostavnoj metodi gdje se također kao uzorak uzima potražnja iz prethodnog razdoblja, ali s relativnim odmakom (obično iz prethodne godine).

5.3.3. Izračun prema prosjeku potražnje prethodnog razdoblja (moving average)

Izračun prognoze prema prosjeku potražnje u prethodnom razdoblju je jedna od najpoznatijih metoda koje se koriste za predviđanje potražnje. Ova metoda izračunava prosjek potražnje kroz fiksni vremenski period u prošlosti relativan u odnosu na vremensko razdoblje za koje se obavlja prognoziranje.⁵⁵

5.3.4. Izračun prema prosjeku potražnje prethodnog razdoblja uz težinske koeficijente (weighted moving average)

Ideja je da se periodu koji je bliži, da veća važnost tj. težina nego periodu koji je vremenski udaljeniji. Time se ipak želi više uzeti u obzir efekt sezonalnosti i trenda potražnje. U ovom će se slučaju za predviđanje potražnje u lipnju uz tromjesečni prosjek također uzeti ožujak, travanj i svibanj, ali će se potražnju ožujka množiti s težinskim koeficijentom 0.2, potražnju u travnju s 0.3, a potražnju u svibnju s 0.5. Potražnji u svibnju se dodijelila najveća težina tj. potražnja iz tog perioda će najviše utjecati na prognozu za lipanj.

⁵⁴ http://www.unizd.hr/portals/4/nastavni_mat/1_godina/metodologija/metode_znanstvenih_istrazivanja.pdf

⁵⁵ Dodigović, I. Sustav za automatizirano popunjavanje zaliha. Fakultet elektrotehnike i računarstva. Zagreb; 2012.

5.3.5. Eksponecijalno zaglađivanje

Metoda ekspanencijalnog zaglađivanja se nastavlja na metodu s težinskim koeficijentima, s tim da ima samo jedan koeficijent pa je time i jednostavnija za upotrebu. Koeficijent zaglađivanja, kako se zove, određuje u kojoj mjeri realna potražnja u odnosu na prognozu u prethodnom periodu utječe na buduću prognozu. Izračun je, dakle, jednostavan.⁵⁶

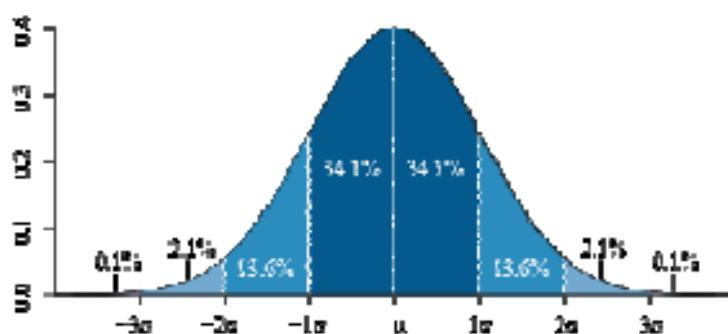
5.4. Izračun sigurnosne zalihe (Safety stock)

Uslijed raznih, nepredvidljivih okolnosti, proces upravljanja zalihama se suočava s problemom planiranja u uvjetima neizvjesnosti. Mnoge veličine (npr. trenutak isporuke naručene robe) su stohastičkog karaktera i nije ih moguće egzaktno odrediti. Olakšavajuća okolnost je što se mnogo pojava ponaša u skladu s nekim teorijskim zakonom raspodjele, tako da je moguće odrediti vjerojatnost nekog događaja. Kad su u pitanju vrijednosti koje su bitne za postupak upravljanja zalihama, te veličine se ponašaju u skladu s normalnom distribucijom (slika 4). U nastavku će biti pokazano kako se određuje vrijednost sigurnosnih zaliha, pod pretpostavkom da potražnja podliježe normalnoj distribuciji. Vrijednost sigurnosnih zaliha mora biti tako određena da „pokriva“ zahtjeve tržišta za proizvodima sve dok nove zalihe naručene robe ne stignu u skladište. Kako je nemoguće na skladištu držati neograničene količine zaliha, potrebno je odrediti vjerojatnost s kojom se može reći da do nestanka zaliha neće doći.

Ova vjerojatnost se naziva nivo usluge (Service Level). Prema teoriji normalne razdiobe približno 68% vrijednosti je unutar jedne standardne devijacije, približno 95% vrijednosti unutar dvije standardne devijacije, a približno 99,7% vrijednosti nalazi se unutar tri standardne devijacije. Za primjer, ukoliko se poznaju podaci (bazirani na povijesnim podacima), prosječna potražnja od 100 komada po prognoziranom periodu i standardna devijacija od 20 komada to znači da se može predvidjeti da će 68% prognoziranih perioda imati potražnju u rasponu od 80 do 120 komada. Isto tako, to dozvoljava normalna razdioba, može se prognozirati da će 95% prognoziranih perioda imati potražnju u rasponu od 60 do 140 komada, a 99,7% prognoziranih perioda će imati potražnju od 40 do 160 komada.⁵⁷

⁵⁶ Dodigović, I. Sustav za automatizirano popunjavanje zaliha. Fakultet elektrotehnike i racunarstva. Zagreb; 2012.

⁵⁷ Dodigović, I. Sustav za automatizirano popunjavanje zaliha. Fakultet elektrotehnike i racunarstva. Zagreb; 2012.



Slika 4. Normalna razdioba

Izvor: Dodigović, I. Sustav za automatizirano popunjavanje zaliha. Fakultet elektrotehnike i racunarstva. Zagreb; 2012.

Kako bi se pretvorila željena vjerojatnost, odnosno željeni nivo usluge u faktor koji predstavlja broj standardnih devijacija potrebnih da bi i postigli željeni nivo usluge potrebno je izraditi kumulativne razdiobe (u MS Excelu to je funkcija NORMSINV(x) gdje je x željena vjerojatnost). Temeljem svega navedenog moguće je odrediti sigurnosne zalihe. Potrebno je iz povijesnih podataka odrediti standardnu devijaciju, iz slijedeće navedene slike odabrati nivo usluge te pripadajući faktor pomnožiti sa standardnom devijacijom kako bi se dobilo sigurnosnu zalihu (slika 5.).⁵⁸

⁵⁸ Dodigović, I. Sustav za automatizirano popunjavanje zaliha. Fakultet elektrotehnike i racunarstva. Zagreb; 2012.

Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Potražnja	120	149	173	158	147	173	148	144	138
Srednja vrijednost	150								
Kvadratno odstupanje	900	1	529	64	9	529	4	36	144
Standardna devijacija									16,64
Nivo usluge									95%
Faktor željenog nivoa usluge									1,645
Sigurnosna zaliha									27

Slika 5. Primjer izračuna sigurnosne zalihe

Izvor: Dodigović, I. Sustav za automatizirano popunjavanje zaliha. Fakultet elektrotehnike i racunarstva. Zagreb; 2012.

Do sad se pri izračunu standardne devijacije uzimalo u obzir odstupanja potražnje perioda od srednje vrijednosti. To je za početak u redu, ali ako se želi biti precizniji mora se uzeti u obzir trend potražnje, sezonalnost i druge predvidljive elemente koji utječu na potražnju, inače bi se moglo nagomilati suvišne količine sigurnosnih zaliha u skladište, što također nije dobro. Kako se već u samom predviđanju potražnje uzelo u obzir navedeni elementi, najjednostavniji način je u izračunu kvadratnog odstupanja srednju vrijednost zamijeniti vlastitom prognozom. Za prethodni primjer to bi izgledalo kao što je prikazano na slici 6.⁵⁹

⁵⁹ Dodigović, I. Sustav za automatizirano popunjavanje zaliha. Fakultet elektrotehnike i racunarstva. Zagreb; 2012.

Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Potražnja	120	149	173	158	147	173	148	144	138
Prognoza	123	141	162	164	159	153	158	150	145
Kvadratno odstupanje	9	64	121	36	144	400	100	36	49
Standardna devijacija									10,95
Nivo usluge									95%
Faktor željenog nivoa usluge									1,645
Sigurnosna zaliha									18

Slika 6. Primjer izračuna sigurnosne zalihe uzimajući u obzir prognoziranu potražnju

Izvor: Dodigović, I. Sustav za automatizirano popunjavanje zaliha. Fakultet elektrotehnike i racunarstva. Zagreb; 2012.

Također jedan od bitnih elemenata koji se ne smije zanemariti u izračunu sigurnosnih zaliha jest vrijeme isporuke robe naručene od dobavljača. Najjednostavniji način kojim bismo uzeli u obzir i vrijeme isporuke jest taj da pomnožimo dosad dobivene sigurnosne zalihe (za jedan period) s brojem perioda predviđanja u vremenu isporuke. Npr. ukoliko predviđamo potražnju na tjednoj razini, a vrijeme isporuke robe koju moramo naručiti jest četiri tjedna onda moramo osigurati sigurnosne zalihe za sva četiri tjedna unaprijed. No, praksa pokazuje da bismo time svakako predimenzionirali količinu sigurnosnih zaliha obzirom da odstupanje stvarne potražnje od prognozirane radi nepredviđenih okolnosti (radi čega uostalom i stvaramo sigurnosne zalihe) opada kako povećavamo vremenski period. Isto tako, ukoliko smanjujemo vremenski period u odnosu na stvarni vremenski period predviđanja potražnje odstupanje stvarne potražnje od prognozirane raste. Konačno, izračun sigurnosne zalihe za naš primjer izgledao bi kao što je priloženo na slici 7.⁶⁰

⁶⁰ Dodigović, I. Sustav za automatizirano popunjavanje zaliha. Fakultet elektrotehnike i racunarstva. Zagreb; 2012.

Period (u danima)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Potražnja	120	149	173	158	147	173	148	144	138
Prognoza	123	141	162	164	159	153	158	150	145
Kvadratno odstupanje	9	64	121	36	144	400	100	36	49
Standardna devijacija									10,95
Nivo usluge									95%
Faktor željenog nivoa usluge									1,645
Vrijeme dostave (u danima)									10
Neprilagođena sigurnosna zaliha									18
Standardna devijacija prilagođena vremenu dostave									18,97
Prilagođena sigurnosna zaliha									31

Slika 7. Primjer izračuna sigurnosne zalihe uzimajući u obzir prognoziranu potražnju i vrijeme dostave naručene robe

Izvor: Dodigović, I. Sustav za automatizirano popunjavanje zaliha. Fakultet elektrotehnike i racunarstva, Zagreb; 2012.

5.5. Određivanje količine za narudžbu (Lotsizing)

Model ekonomične količine narudžbe (Economic Order Quantity – EOQ)

Ovaj jednostavni klasični model pokazuje odnose između cijena nabavljanja (narudžbe) i čuvanja robe. Promatra se skladište koje ima redovite zahtjeve za isporukom samo jednog proizvoda. Proizvod se dobavlja od proizvođača za kojeg se pretpostavlja da ima neograničen kapacitet.

Model uključuje slijedeće pretpostavke:

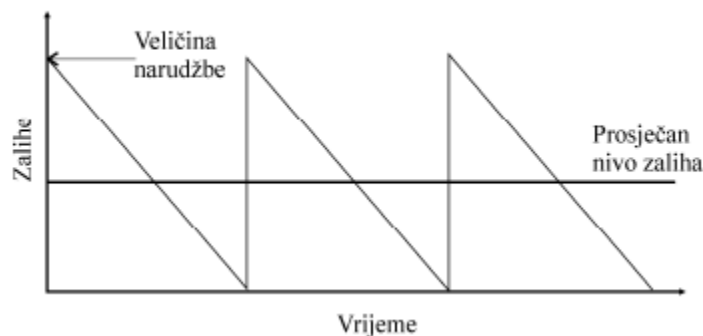
- potražnja je konstantna i iznosi D komada na dan.
- narudžbe skladišta prema dobavljaču su konstantne i iznose Q proizvoda po svakoj narudžbi.
- fiksni troškovi realizacije svake narudžbe su K novčanih jedinica.
- trošak čuvanja zaliha iznosi h svakodnevno po jednom proizvodu.

- vrijeme dobave (vrijeme proteklo od ispostave narudžbe do primitka robe) je nula.
- početna zaliha je nula.
- period planiranja je dug (neograničen).

Potrebno je optimizirati narudžbe, tako da ukupni troškovi sastavljeni od troškova realizacije narudžbi i troškova čuvanja zaliha budu minimalni, a da se niti u jednom trenutku ne pojavi manjak robe. Ovo je krajnje pojednostavljena verzija realne situacije, međutim, zaključci koji proizlaze iz analize ovakvog modela pomažu u realizaciji efikasne politike zaliha složenih, realnih problema. Budući da se narudžba realizira trenutno, lako je primijetiti da optimalna politika zaliha ovakvog modela pretpostavlja nalog za novom narudžbom, tek u trenutku kada zalihe padnu na nulu. Ovim se postiže smanjenje troškova skladištenja. Da bi se pronašla optimalna narudžba, treba promotriti nivo zaliha u funkciji vremena.⁶¹

Vrijeme između dviju obnova zaliha naziva se nabavnim ciklusom. Ako je vrijeme ciklusa jednako T , tada su troškovi zaliha unutar jednog ciklusa:

$$\text{Troškovi ciklusa} = K + \frac{h \cdot T \cdot Q}{2}$$



Slika 8. Kretanje zaliha s vremenom

Izvor: Dodigović, I. Sustav za automatizirano popunjavanje zaliha. Fakultet elektrotehnike i racunarstva. Zagreb; 2012.

⁶¹ Dodigović, I. Sustav za automatizirano popunjavanje zaliha Fakultet elektrotehnike i racunarstva. Zagreb; 2012.

Iz jednadžbe prvi član K , predstavlja fiksne troškove realizacije jedne narudžbe, a drugi član je produkt jedinične dnevne cijene skladištenja h , prosječne razine zaliha $Q/2$ i vremena ciklusa T , koji predstavlja trošak čuvanja zaliha tijekom jednog ciklusa. Budući da se nivo zaliha mijenja od Q na početku ciklusa do 0 na njegovom kraju, a potražnja je konstanta i iznosi D po jedinici vremena, mora biti: $Q = T \cdot D$. Podijeli li se jednadžba troškova sa vremenom jednog ciklusa T , odnosno ekvivalentom $Q/D = T$, slijede prosječni ukupni troškovi po jedinici vremena (obično po danu):⁶²

$$\frac{\text{Troškovi ciklusa}}{T} = \frac{K}{T} + \frac{h \cdot Q}{2} = \frac{K \cdot D}{Q} + \frac{h \cdot Q}{2} = \text{prosječni ukupni troškovi po danu}$$

Jednostavan račun daje optimalnu veličinu narudžbe koja daje najmanji iznos ovih troškova. Traženjem ekstrema funkcije troškova po nabavnoj količini Q dobije se ekonomična količina narudžbe:

$$\frac{d}{dQ} \left(\frac{K \cdot D}{Q} + \frac{h \cdot Q}{2} \right) = 0 = -\frac{K \cdot D}{Q^2} + \frac{h}{2}$$

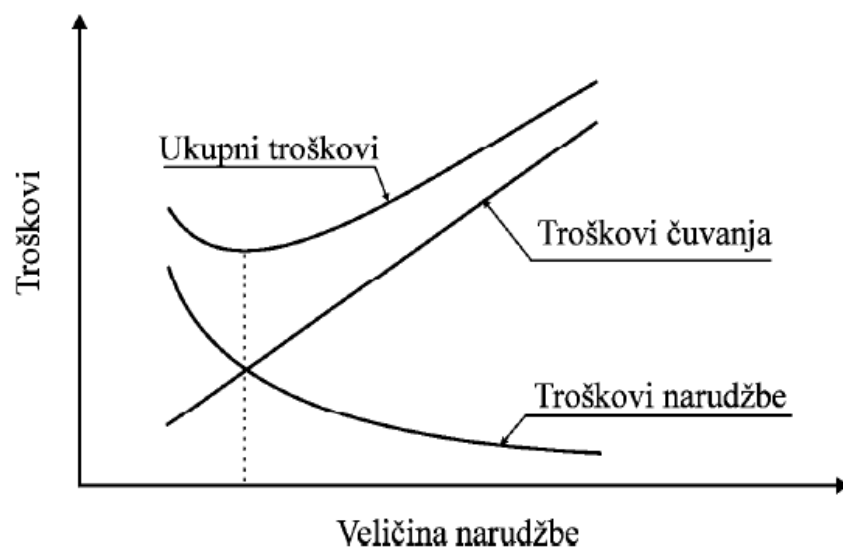
$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot D}{h}}$$

Ovaj jednostavni model ukazuje na dva zaključka:

1. Optimalna politika balansira odnos troškova čuvanja zaliha i fiksnih troškova realizacije narudžbe. Fiksni troškovi svedeni na jedinicu vremena $K \cdot D / Q$ i troškovi čuvanja robe po danu $h \cdot Q / 2$ prikazani su na slici.⁶³

⁶² Dodigović, I.: Sustav za automatizirano popunjavanje zaliha, fakultet elektrotehnike i racunarstva, Zagreb, 2012.

⁶³ Dodigović, I.: Sustav za automatizirano popunjavanje zaliha, fakultet elektrotehnike i racunarstva, Zagreb, 2012.



Slika 9. Troškovi u jedinici vremena

Izvor: Dodigović, I. Sustav za automatizirano popunjavanje zaliha. Fakultet elektrotehnike i racunarstva. Zagreb; 2012.

Povećanjem narudžbe linearno rastu dnevni troškovi čuvanja zaliha $h \cdot Q / 2$, a troškovi narudžbe podijeljeni s vremenskim ciklusom $K \cdot D / Q$ padaju. Ekonomična veličina narudžbe je u točki u kojoj se linije ovih troškova presijecaju. To znači da je:

$$\frac{K \cdot D}{Q} = \frac{h \cdot Q}{2} \quad \text{odnosno} \quad Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot K \cdot D}{h}}$$

2. Prosječni ukupni troškovi po danu, a time i ukupni godišnji troškovi relativno su neosjetljivi na veličinu narudžbe Q . Za dokaz ove tvrdnje razmatra se narudžba u iznosu

$Q = b \cdot Q^*$, gdje je Q^* ekonomična narudžba. Za $b = 1.2$ narudžba je za 20% veća od ekonomične.⁶⁴

⁶⁴ Dodigović, I.: Sustav za automatizirano popunjavanje zaliha, fakultet elektrotehnike i racunarstva, Zagreb, 2012.

6. ZAKLJUČAK

Logistika u menadžmentu kao jedna od najvažnijih funkcija organizacije mora biti strateški najvažnije oružje i osigurati organizaciji prednost na tržištu kroz učinkovitu aktivnosti, ljudske potencijale, energije, informacije i znanje, organiziranje, planiranje, upravljanje i kontroliranje svih aktivnosti vezanih za resurse. Upravljanje zalihama jedan je od najvažnijih logističkih zadataka. Mnoga poduzeća suočena su s problemima koji otežavaju pronalaženje optimalne politike upravljanja zalihama odnosno nemogućnošću predviđanja potražnje, nesigurnim procesom dobave, dugim vremenima isporuke, kratkim vremenom potražnje za određenim (pogotovo sezonskim) proizvodima. Zbog svoga značenja koje imaju zalihe trgovačke robe na cjelokupno poslovanje društva, nužno je u poslovnom planu društva izvršiti i planiranje njihove visine i asortimana. Danas je jedan od temeljnih menadžerskih zadataka udovoljiti suvremenim zahtjevima koji se odnose na smanjenje razine zaliha, visoku fleksibilnost, bržu isporuku te niže troškove.

Optimalno upravljanje zalihama od iznimne je važnosti za efikasnost poslovanja poduzeća iz svih gospodarskih grana. Zalihe predstavljaju jednu od najskupljih vrsta imovine poduzeća, čineći više od 50 % ukupno investiranog kapitala. Teorija i praksa upravljanja zalihama i danas posebice u vrijeme gospodarske krize ističu temeljnu važnost ovog segmenta za podizanje razine efikasnosti radnog kapitala, a time i konkurentnosti poduzeća. Neprimjereno upravljanje zalihama ima za posljedicu visoke troškove i velike gubitke u dobiti poduzeća iz svih gospodarskih grana. Postoji više modela za optimalno upravljanje zalihama. Broj takvih modela danas je toliko velik da niti ne postoji njihova jedinstvena klasifikacija. U ovom završnom radu izvršena je podjela na tradicionalne i suvremene modele upravljanja zalihama. Od tradicionalnih modela elaboriran je model ekonomske količine nabave (EOQ). Od suvremenih modela elaborirani su: sustavi Just in Time (JIT), planiranje potreba za materijalom (MRP) i planiranje i kontrola zaliha na osnovi tržišnih uvjeta distribucije (DRP). Posebna pozornost posvećena je modelu „Planiranje i kontrola zaliha“ na osnovi tržišnih uvjeta distribucije (DRP), jer se radi o modelu koji je najmanje zastupljen u domaćoj znanstvenoj i stručnoj literaturi.

Planiranje i kontrola zaliha na osnovi tržišnih uvjeta distribucije (DRP) označava vremensko-fazni plan popunjavanja zaliha za sve razine distribucijske mreže. DRP modeli omogućuju upravljanje zalihama unutar cijele distribucijske mreže poduzeća koju može činiti veći broj tvornica, distribucijskih centara i nekoliko stotina tržišta. To je njihova temeljna prednost u odnosu na MRP modele, koji se primjenjuju unutar svake tvornice posebno. DRP modelima omogućava se razvijanje efikasnog plana proizvodnje i plana transporta, ali i koordiniranje transportnih aktivnosti s aktivnostima dobavljača. DRP modeli „vuku“ zalihe kroz distribucijski sustav. „Vučenje“ zaliha inicirano je s krajnje točke distribucijske mreže, odnosno s razine maloprodavatelja. Zajedničko suvremenim modelima upravljanja zalihama jest da su fokusirani na količinu i vrijeme, a ne na troškove. Za razliku od tradicionalnih modela koji su orijentirani na jedan proizvod, suvremeni modeli upravljanja zalihama orijentirani su na veći broj međusobno povezanih proizvoda i lokacija. Ako poduzetnik odluči smanjiti stanje određene robe na zalihama, postoji vjerojatnost da one ne budu dovoljne za potražnju te robe, što uzrokuje gubitak rejtinga poduzetnika, pad prodaje a time i smanjenje novčanih sredstava na računu. Nasuprot tome, prekomjerne zalihe povećavaju rizik od zastarijevanja i oštećivanja robe, povećanje troškova i sl.

Predviđanje potražnje je najvjerojatnije najteža i najnepreciznija aktivnost, ali istovremeno i aktivnost koja nosi najviše koristi u sustavu upravljanja zalihama, što se više nepoznatog može pretvoriti u poznato (ili barem u razumnu aproksimaciju) to bolje. I tu leži sva moć i korist predviđanja potražnje. Sigurnosne zalihe kompenziraju svu neizvjesnost u ponudi i potražnji proizvoda tj. pokrivaju nepreciznost koja proizlazi iz predviđanja potražnje. Što se uspješnije i preciznije predvidi buduća potražnja, to je manja potreba za oslanjanjem na sigurnosne zalihe. Kalkulacije sigurnosnih zaliha su u suštini dodatak tehnikama predviđanja potražnje, ali umjesto predviđanja zahtjeva, pokušavaju kvantificirati i dodijeliti vjerojatnost promjenjivosti zahtjeva za zalihom nekog proizvoda. Radi toga, najučinkovitiji izračuni sigurnosnih zaliha bazirani su na statističkim modelima. Metode određivanja količine za narudžbu su primarno financijske kalkulacije kojima se određuje količina za narudžbu koja će rezultirati najnižim troškovima za tvrtku. Ukoliko se odlučimo za veće količine na narudžbi, vjerojatno ćemo si smanjiti troškove nabave jer dobavljači uglavnom odobravaju veće popuste ukoliko se radi o većim narudžbama. U istom trenutku, povećat ćemo si troškove skladištenja naručene robe, povećati rizik od gubitka robe (uslijed kvarenja i sl.) što automatski znači i financijski gubitak. Najpoznatija metoda za određivanje količine za narudžbu je metoda ekonomske količine narudžbe (Economic Order Quantity – EOQ).

Možda još uvijek ne postoji točna metoda ili matematički proračun za prognozu potražnje roba s kojom ćemo imati 100%-ni profit i kontrolu protoka materijala (kroz cijeli opskrbeni lanac) ali definitivno ako analiziramo stanje prije desetak godina i danas možemo zaključiti da smo razvili veliki broj metoda i razradu istih po kojima možemo pratiti sustav protjecanja materijala, narudžbu robe kao i stanje robe na skladištu i njezino ponovno naručivanje uz minimalne troškove držanja zaliha a maksimalnu ponudu istih. Sam proces naručivanja kruna je svega dosad obrađenog. Predviđanje potražnje metodom koja najbolje odgovara našem poslovnom sustavu, izračun sigurnosnih zaliha te količine koju je najbolje naručiti (uzimajući ekonomske ili neke druge parametre u obzir) sad će rezultirati nečim konkretnim, opipljivim, narudžbenicom prema našem dobavljaču odnosno dobavljačima. Također, u sustavu naručivanja bitno je razumjeti pojam vremena dostave koji je element izračuna količine za narudžbu.

LITERATURA

KNJIGE

1. Buble, M. Management. Ekonomski fakultet Split, str. 646.22: Split; 2000.
2. Salvatore, D. Ekonomija za menadžere. MATE, Zagreb; 1996.
3. Dodigović, I. Sustav za automatizirano popunjavanje zaliha. Fakultet elektrotehnike i racunarstva: Zagreb, 2012.
4. Habek, M.: Upravljanje zalihami i skladišno poslovanje. RRIF-plus: Zagreb, str. 199.; 2002.
5. Jukić, M. Poslovna logistika u maloprodaji na poslovnom slučaju Zara. Diplomski rad. Ekonomski fakultet Split: Split; 2013.
6. Lukić, R. Računovodstvo trgovinskih preduzeća. str. 89, 96, 97: Beograd; 2011.
7. Omerhodžić, S. Finansijski menadžment d.o.o Harfo- Graf. str. 288.: Tuzla; 2007.
8. Schroeder, R. Upravljanje proizvodnjomMate d.o.o. str. 593.28: Zagreb; 1999.
9. Šamanović, J. Logistički i distribucijski sustavi. Ekonomski fakultet Split str. 101-109: Split; 1999.
10. Žugaj M, Dumičić K, Dušak V. Temelji znanstveno-istraživačkog rada. Metodologija i metodika. Drugo, dopunjeno i izmijenjeno izdanje. Varaždin: Fakultet informatike i organizacije: Sveučilište u Zagrebu; 2006.

INTERNET STRANICE

11. <https://bib.irb.hr/datoteka/117718.Zalihe.doc> (10.10.2014.; 16:15)
12. <http://www.efos.unios.hr/arhiva/.../7489-operativni-menadzment-12032013> (10.03.2015.; 07:32)
13. <http://e-lib.efst.hr/2013/6030267.pdf> (10.10.2014.;18:18)
14. [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_\(1\)/Materijali/AUD_IV.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_(1)/Materijali/AUD_IV.pdf) (07.01.2015.;23:15)

15. [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_\(1\)/Materijali/kontrola_zaliha.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_(1)/Materijali/kontrola_zaliha.pdf) (07.01.2015.;21:10)
16. [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_\(1\)/Materijali/Laboratorijske_vjezbe_4.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_(1)/Materijali/Laboratorijske_vjezbe_4.pdf) (10.01.2015.;11:10)
17. [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_\(1\)/Materijali/Laboratorijske_vjezbe_5.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_(1)/Materijali/Laboratorijske_vjezbe_5.pdf) (04.01.2015.;07:30)
18. [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_\(1\)/Materijali/Vjezbe_1.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_(1)/Materijali/Vjezbe_1.pdf) (05.01.2015.; 07:50)
19. [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_\(1\)/Materijali/Nastava_Diana_Bozic.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_(1)/Materijali/Nastava_Diana_Bozic.pdf) (07.01.2015.; 13:00)
20. [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_\(1\)/Materijali/Predavanja__profSafran.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_(1)/Materijali/Predavanja__profSafran.pdf) (06.01.2015.;14:10)
21. [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_\(1\)/Materijali/Vjezbe_1.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_(1)/Materijali/Vjezbe_1.pdf) (06.01.2015.; 08:45)
22. <http://gradst.unist.hr/> (07.01.2015.;15:40)
23. <http://www.iim.ftn.uns.ac.rs/kel/attachments/article/135/Upravljanje%20zalihama%20-%20knjiga.pdf> (27.11.2014.;00:50)
24. <http://www.iu-travnik.com/.../Menadzment%20III%20%201%20-%20dio.ppt> (17.03.2015.;12:35)
25. http://www.logiko.hr/download/Materijali/E-book_izabrane_stranice.pdf (23.11.2014.; 02:40)
26. <http://www.logiko.hr/logistika/50-forecasting-planiranje-potraznje> (24.11.2014.;21:10)
27. <http://161.53.18.95/zprweb/radovi/Diplomski%20rad%20%20Igor%20Dodigovi%C4%87.pdf> (26.11.2014.; 20:20)
28. <http://www.progressive.com.hr/component/content/article/62-kolumne/1742-dobre-stare-i-logine-metode-prognoza-.pdf> (15.02.2015.; 16:10)
29. http://www.unizd.hr/portals/4/nastavni_mat/1_godina/metodologija/metode_znanstvenih_istrzivanja.pdf (17.03.2015.; 00:10)
30. http://www.vup.hr/_Data/Files/130201133356227.pptx (15.03.2015.; 10:00)

DODACI

SLIKE

Slika 1 . Zalihe u lancu skladišta	5
Slika 2 . Modeli potražnje	18
Slika 3 . Metode istraživanja potreba za predmetima rada	28
Slika 4 . Normalna razdioba	36
Slika 5 . Primjer izračuna sigurnosne zalihe	37
Slika 6 . Primjer izračuna sigurnosne zalihe uzimajući u obzir prognoziranu potražnju.....	38
Slika 7 . Primjer izračuna sigurnosne zalihe uzimajući u obzir	39
Slika 8 . Kretanje zaliha s vremenom.....	40
Slika 9 . Troškovi u jedinici vremena	42
Slika 10 . Utjecaj vrijednosti varijable b na godišnje troškove sustava	Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.

POPIS KRATICA

SCM (Supply Chain Management) upravljanje lancem opskrbe

MRP (Material Requirements Planning) planiranje potreba materijala

DRP (Distribution Requirement Planning) planiranje potreba distribucije

MRP II (Manufacturing Resource Planning) planiranje resursa za proizvodnju

JIT (Just In Time) proizvodnja i prodaja bez zaliha

Fifo (first in – first out) prvi u - prvi van

Lifo (last in – first out) posljednji u - prvi van

Hifo (highest in – first out) najviše u - prvi van

Lofo (lowest in – first out) najniža u - prvi van

EOQ (Economic Order Quantity) model ekonomske količine narudžbe

