Upravljanje zalihama u serijskoj proizvodnji

Čokeša, Marijo

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:556752

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Marijo Čokeša

UPRAVLJANJE ZALIHAMA U SERIJSKOJ PROIZVODNJI

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 24. travnja 2017.

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

ZAVRŠNI ZADATAK br. 3856

Pristupnik: **Marijo Čokeša (0135219443)**
Studij: Inteligentni transportni sustavi i logistika
Smjer: Logistika

Zadatak: **Upravljanje zalihama u serijskoj proizvodnji**

Opis zadatka:

U radu je potrebno prikazati i pojmovno objasniti vrste zaliha u planiranju proizvodnje. Nadalje, potrebno je prikazati proračun planiranja zaliha u serijskoj proizvodnji primjenom Wagner Whitin algoritma.

Zadatak uručen pristupniku: 28. travnja 2017.

Mentor:

doc. dr. sc. Diana Božić

Predsjednik povjerenstva za završni ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

UPRAVLJANJE ZALIHAMA U SERIJSKOJ PROIZVODNJI

LOTSIZE INVENTORY MODEL

Mentor: doc. dr. sc. Diana Božić
Student: Marijo Čokeša, 0135219443

Zagreb, 2017.

SAŽETAK

U završnom radu „Upravljanje zalihama u serijskoj proizvodnji“ objašnjeni su pojmovi kao što je proizvodnja, zalihe, zavisnost i nezavisnost potražnje od proizvodnje, zatim sustavi upravljanja. Proizvodnja je ljudska djelatnost u kojoj se *inputi* pretvaraju u *outpute*. Razlikuju se pojedinačne, masovne i serijske proizvodnje. Serijska je proizvodnja najzastupljenija, upravo radi širine područja koje pokriva. Kod proizvodnje se kao iznimno relevantan elemenat javljaju zalihe. Zalihe imaju izravan utjecaj na efikasnost i profitabilnost poslovanja. Pri upravljanju zalihama diferenciraju se potražnja koja je zavisna i koja je nezavisna od proizvodnje. Osim toga, kod upravljanja zalihama u proizvodnji javljaju se tradicionalni sustavi upravljanja te suvremeni sustavi upravljanja. Suvremeni sustavi upravljanja predstavljaju samo nadogradnju tradicionalnog sustava upravljanja. Planiranje serijske proizvodnje prikazano je na primjeru i to primjenom Wagner - Whitin algoritma.

Ključne riječi: serijska proizvodnja, zalihe, sustavi upravljanja zalihama, Wagner Whitin algoritam.

SUMMARY

In the final work „Inventory Management in Serial Production“, concepts such as production, inventory, dependence and independence of production demand, and management systems have been explained. Production is a human activity in which inputs are converted into outputs. Individual, mass and serial production differ. Serial production is most prominent, precisely because of the width of the area it covers. When stock is produced as an extremely relevant element, stocks are present. Stocks have a direct impact on the efficiency and profitability of the business. In stock management, the demand is dependent on production and is independent of production. In addition, traditional management systems and modern management systems appear in inventory management. Modern management systems represent only the upgrading of the traditional management system. Serial production planning is shown in the example using the Wagner Whitin algorithm.

Keywords: serial production, inventories, inventory management systems, Wagner - Whitin algorithm.

1. UVOD 1
2. VRSTE PROIZVODNJE I NJIHOVE KARAKTERISTIKE 2
2.1. Pojedinačna proizvodnja i njezine karakteristike 2
2.2. Masovna proizvodnja i njezine karakteristike 3
2.3. Serijska proizvodnja i njezine karakteristike 5
3. ZALIHE U PLANIRANJU PROIZVODNJE 8
3.1. Modeli potražnje 9
3.1.1. Nezavisna potražnja 9
3.1.2. Zavisna potražnja 10
3.2. Sustavi upravljanja zaliha u proizvodnji 11
3.2.1. Tradicionalni sustavi upravljanja i njihove karakteristike 12
3.2.1.1. Ekonomična količina narudžbe 12
3.2.1.2 Sustav kontinuiranog nadzora 14
3.2.1.3. Sustav periodičnog nadzora 15
3.2.2. Suvremeni sustavi upravljanja i njihove karakteristike 16
3.2.2.1. Sustav planiranja potreba za materijalom (Material Requirement Planning – MRP I) 17
3.2.2.2. Sustav planiranja potreba za resursom (Manufacturing Resource Planning – MRP II) 20
3.2.2.3. Sustav upravo na vrijeme (Just In Time - JIT) 22
4. PRIMJER PLANIRANJA SERIJSKE PROIZVODNJE PRIMJENOM WAGNER WHITIN ALGORITMA 25
5. ZAKLJUČAK 32
LITERATURA 33
POPIS KRATICA 35
POPIS SLIKA 36
POPIS TABLICA 36
POPIS GRAFIKONA 36

1. UVOD

Predmet istraživanja u ovom radu jest upravljanje zalihama u serijskoj proizvodnji. Proizvodnja se određuje kao svrsishodna ljudska djelatnost u kojoj se *inputi* pretvaraju u *outpute*, kojom se zadovoljavaju ljudske potrebe. Kod proizvodnje se razlikuju pojedinačna masovna i serijska proizvodnja. Serijska proizvodnja, koja se može smjestiti između pojedinačne i masovne proizvodnje. U njoj se isti proizvodi proizvode u isto vrijeme, odnosno jedan iza drugog, ali samo u određenom broju.

Rad je prikazan u 5 cjelina. U uvodnom se dijelu nalazi kratki pregled zadatka te koncepta završnog rada. Drugi dio rada odnosi se na vrste proizvodnje i njihove karakteristike. Pojedinačna proizvodnja je usmjerena na proizvodnju malih količina proizvoda već prema narudžbi te se u najvećem broju slučajeva odvija bez zaliha gotovih proizvoda. S druge strane, kod masovne proizvodnje se konstrukcijski isti proizvodi proizvode tijekom dužeg vremenskog razdoblja u većim količinama, koristeći pritom najviše razine proizvodne tehnike.

U trećem dijelu rada prikazane su zalihe u planiranju proizvodnje. Zalihe predstavljaju neku definiranu količinu sirovina, materijala, poluproizvoda ili čak gotovih proizvoda čija je temeljna uloga održavanje kontinuiteta proizvodnje, kao i same opskrbe krajnjih potrošača. Za planiranje poslovanja nužno je postojanje određene razine zaliha. Kroz povijest je došlo do razvoja raznoraznih modela upravljanja zalihama. Dvije su temeljne skupine u koje se mogu podijeliti, a to su tradicionalni sustavi upravljanja i suvremeni sustavi upravljanja. Tradicionalni sustavi upravljanja su iznimno stari i imaju poprilično široku primjenu, dok se suvremenim sustavima upravljanja nadograđuju i poboljšavaju već postojeći tradicionalni sustavi.

U četvrtom dijelu rada nalazi se primjer planiranja serijske proizvodnje primjenom Wagner - Whitin algoritma, dok se u zadnjem dijelu nalaze zaključna razmatranja.

2. VRSTE PROIZVODNJE I NJIHOVE KARAKTERISTIKE

Proizvodnja je svrsishodna ljudska djelatnost u kojoj se određeni skup resursa (inputa) pretvara u određene proizvode (output), koji služe zadovoljenju ljudskih potreba. Output ili proizvod može biti materijalne prirode, a može se pojaviti i u obliku raznih usluga usmjerene određenoj grupi korisnika. Sama proizvodnja predstavlja najvažniju fazu u procesu društvene reprodukcije, zbog činjenice da predstavlja materijalnu osnovu za funkcioniranje preostalih društvenih procesa i aktivnosti. Sama proizvodnja se ostvaruje kroz brojne tehnološke procese. Proces proizvodnje je dinamični sustav u kojem se javlja kretanje materijala (materijalni tokovi) i kretanje informacija (informacijski tokovi). Kod složenijih proizvodnih procesa ti su tokovi znatno složenijih, pa zahtijevaju određene sustave za njihovo upravljanje. [1]

2.1. Pojedinačna proizvodnja i njezine karakteristike

Pojedinačna proizvodnja orijentirana je na proizvodnju malih količina proizvoda prema narudžbi. U pravilu se odvija bez zaliha gotovih proizvoda, za već poznatog kupca te se ne obnavlja. Izrada unikatnog proizvoda najčešće je dugotrajna i odvija se prema fazama, koje se pak odvijaju prema projektnim rješenjima. U ovakvoj je vrsti proizvodnje u velikoj mjeri prisutan ljuski rad, jer se većina poslova ne može obaviti mehanički ili se mehanizacija ne isplati. Vrlo je mali broj specijaliziranih strojeva, ili ih nema uopće.[2]Pojedinačna proizvodnja se najčešće organizira u zanatstvu, kao što je izrada odjeće po mjeri, za određenu osobu, zatim u proizvodnji specifičnih proizvoda kao što su mostovi, specifični uređaji i aparati.[3]

Kako bi se povećala efikasnost u pojedinačnoj proizvodnji, nastoji se istovremeno proizvoditi istovrsni dijelovi, koji ulaze u više proizvoda. Osim toga, nastoje se istovremeno proizvoditi tehnološki slični dijelovi, te na taj način postići barem djelomični efekt proizvodnje u većim količinama. Radna snaga kod pojedinačne proizvodnje je kvalificirana, odnosno visoko kvalificirana, upravo zbog činjenica da se učestalo moraju rješavati problemi na različitim proizvodima, koji se više nikada ne proizvode. Kod upravljanja pojedinačnom proizvodnjom kao

[1]Šoškić, D.: Savremena administracija, Ekonomska enciklopedija, Beograd, 1984., str. 659.
[2]Radosavljević, Ž., Tomić, R.: Menadžment u modernom biznisu, Braća Karić, Beograd, 2007, str. 277-278.
[3] Jovanović, A., Kisić, S., Božić, V.: Poslovna ekonomija: Funkcije preduzeća, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2004., str. 23.

jedan od temeljnih problema javlja se preciznost planiranja, zbog činjenice što se vrijeme od naručivanja pa do izrade i isporuke proizvoda maksimalno skraćuje. Svaki pojedinačni proizvod razlikuje se od prethodnog prema konstrukciji, tehničkim i drugim uvjetima. Svaki pojedinačni proizvod zahtijeva posebnu pripremu, tehničku dokumentaciju, kao i posebnu organizaciju i vođenje izrade. Za svaki pojedini proizvod izrađuju se projekti, koji se razrađuju putem skica, specifikacija i slično.[4]

Raspored radnika na poslovima i radnim zadacima kod pojedinačne proizvodnje vrši se ovisno od strukture proizvodnje te objektivnih proizvoda, promjene proizvodnog programa zahtijevaju grupni raspored strojeva, korištenje univerzalnih strojeva i alata, a to produžuje puteve kretanja materijala, kao i povećanja troškova po jedinici proizvoda. To je uvjetovano, prvenstveno, prvenstveno visokim troškovima tehničke pripreme po svakom proizvodu.[5] Kontrola u pojedinačnoj proizvodnji postaje posebno problematična. Obavlja se kroz nadzor, odnosno stjecanje uvida u svaku fazu ili postupak proizvodnje, od strane nadležnih tijela. Kontrola je otežana jer se javlja nemogućnost usporedbe jedinstvenog proizvoda sa nekim prethodnim proizvodom ili proizvodom napravljenim u nekoj drugoj kompaniji.

U pojedinačnoj proizvodnji se primjenjuju posebni postupci kod nabavljanja, najčešće putem licitacije, a kao poseban problem javlja se zatvaranje financijske konstrukcije. Financiranje se vrši kroz faze, uz avans za nabavku materijala ili obavljanje pripremnih radova. U budućnosti će pojedinačna proizvodnja steći veći značaj. Tehničko-tehnološka opremljenost pruža mogućnost efikasnosti pojedinačne proizvodnje te njezino približavanje masovnoj i serijskoj proizvodnji, a to nameće nove izazove tehničkom menadžmentu.[6]

2.2. Masovna proizvodnja i njezine karakteristike

Kod masovne proizvodnje se konstrukcijski jednaki proizvodi proizvode tijekom duljeg vremenskog razdoblja u većim količinama, na način da veći dio radnih mjesta izvodi jednake operacije kroz dulje vremensko razdoblje, a često i kroz čitavo vrijeme proizvodnje proizvoda.

[4]Radosavljević, Ž., Tomić, R.: Menadžment u modernom biznisu, Braća Karić, Beograd, 2007, str. 277-278.
[5] Jovanović, A., Kisić, S., Božić, V.: Poslovna ekonomija: Funkcije preduzeća, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2004., str. 23.
[6]Radosavljević, Ž., Tomić, R.: Menadžment u modernom biznisu, Braća Karić, Beograd, 2007, str. 277-278.

Na taj su način stvorene temeljne pretpostavke za korištenje najviše razine proizvodne tehnike, kao i proizvodne organizacije. Sljedeće su karakteristike masovne proizvodnje[7]:

- Postoji jaka potreba za razvijenim proizvodom kroz duže vremensko razdoblje u velikim količinama,
- Trošak razvoja proizvoda, kao i tehnološke pripreme proizvodnje je po jedinici proizvoda jako mali,
- Oprema je u vrlo velikoj mjeri specijalna i specijalizirana, te u svom temelju visokoproduktivna,
- Temeljni oblik organiziranja proizvodnih kapaciteta su proizvodni sustavi organizirani prema proizvodu. Učestalo se radi o automatiziranim proizvodnim linijama,
- Transport proizvoda je u velikoj mjeri mehaniziran te je sinkroniziran s radom strojeva,
- U svrhu osiguranja potpune zamjenjivosti dijelova, kod montaže se ne provodi propisivanje dijelova zahvaljujući osiguranju velike razine preciznosti prilikom izrade,
- Ciklus proizvodnje je iznimno kratak,
- Održavanje opreme organizira se na visokoj razini, a težište se stavlja na preventivno održavanje, kako bi se zastoji radi kvarova sveli na najmanju moguću mjeru,
- Na radnim mjestima u proizvodnji poslove obavlja pretežno priučena radna snaga. Visoke kvalifikacije, kao i stručnost nužni su za poslove podešavanja, održavanje opreme i nadzor procesa.

Značajke tipova proizvodnje su međusobno vrlo različite uz opću napomenu da se razlike kod pojedinih značajki smanjuju, kao posljedica stalnog razvoja proizvodne tehnike te proizvodne organizacije.

[7]Perinić, M.: Definiranje (planiranje) tehnološkog procesa, Sveučilište u rijeci, Tehnički fakultet

2.3. Serijska proizvodnja i njezine karakteristike

Do nastanka serijske proizvodnje dovela je potreba za smanjenjem troškova proizvodnje. Serijska proizvodnja predstavlja takav vid proizvodnje koji se svrstava između pojedinačne i masovne proizvodnje. U serijskoj proizvodnji se konstrukcijski jednaki proizvodi proizvode istovremeno odnosno neposredno jedan iza drugog u određenom broju. Serijska proizvodnja ima, zbog širine područja koje pokriva, manje jednoznačne karakteristike u odnosu na pojedinačnu proizvodnju.[8] Prema tome, sljedeće su značajke serijske proizvodnje[9]:

- Proizvodi se nešto rjeđe proizvode za poznatog kupca, a češće za trgovinu i nepoznatog krajnjeg korisnika,
- Komponente proizvoda te pojedini elementi njihove izvedbe u znatnoj mjeri su učinjeni jedinstvenima,
- Troškovi razvoja i pripreme proizvodnje terete jedinicu proizvoda znatno manje, bez obzira što su obično veći nego kod pojedinačne proizvodnje. To je posljedica toga što se dijele na veću količinu proizvoda,
- Planiranje potreba materijala odvija se isključivo uz korištenje normativa materijala,
- U proizvodnji se upotrebljavaju specijalizirana i specijalna oprema, ali i univerzalna,
- Kod manjih serija upotrebljava se raspored prema tipu radnih mjesta, kao temeljni oblik organiziranja proizvodnog kapaciteta uz veće sudjelovanje korištenja grupa strojeva sličnog redoslijeda te fleksibilnih proizvodnih sustava, koji se pretežito upotrebljavaju i kod srednjih količina. Kod većih serija prevladava princip proizvodnje na temelju kapaciteta koji su organizirani prema proizvodu,
- Međupogonska kooperacija se upotrebljava samo iznimno – kod manjih serija, osim toplinske obrade, koje se uobičajeno izvode u posebnim pogonima, odnosno radionicama,
- Podjela posla kod montaže je poprilično velika,
- Radne naprave i specijalni alati su iznimno zastupljeni,
- Ciklus proizvodnje je poprilično kratak,

[8] http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=55492
[9] http://nastava.sf.bg.ac.rs/pluginfile.php/21269/mod_resource/content/3/serijska%20proizvodnja%20_3_.pdf

- Kvalifikacija radnika u procesu obično ne mora biti visoka, radi provođenja specijalizacije poslova te relativno visoke razine tehnološke pripreme proizvodnje.
- Visoko kvalificirana radna snaga upotrebljava se pretežito na poslove prednamještanja, kao i podešavanja strojeva.

Serijska proizvodnja se javlja kao jedan od najzastupljenijih tipova proizvodnje zbog širine područja koje pokriva, ali i radi činjenice da se vrlo veliki broj proizvoda proizvodi u manjim te srednjim količinama. [10]

Osnovni koraci u postavljanju serijske proizvodnje su[11]:

1) Ispitivanje tržišta – serijska proizvodnja je za nepoznatog kupca, pa je prije puštanja predmeta obrade u proizvodni proces nužno obaviti ispitivanje tržišta. Temeljna svrha je procjena obujma i dinamika potražnje za određenim proizvodom;
2) Projekt proizvodnje – u odnosu prema pojedinačnoj proizvodnji projekt proizvodnje kod serijske proizvodnje radi se znatno detaljnije. Radi se o nepoznatom kupcu i karakteristike proizvoda moraju biti takve da mogu zadovoljiti širi krug zainteresiranih kupaca. Pritom se veća pažnja obraća na estetske i ostale karakteristike proizvoda, s obzirom da je kod ovog tipa izraženija i veća konkurencija;
3) Izrada modela – prototipa –najčešće se proizvodi u više komada. Vrlo se često radi tzv. nulta serija. Tada je broj komada ovisan o potrebi i mogućnosti ispitivanja, tipa proizvoda te to treba biti reprezentativni uzorak. Ova serija se uključuje u tzv. forsiranu eksploataciju te u mnogo težim uvjetima od uobičajenih;
4) Ispitivanje modela – prototipa – prema više karakteristika, prilikom čega se ponekad ispituje čitavi proizvoda, a ponekad samo njegove pojedine komponente;
5) Konstrukcija proizvoda – u serijskoj se proizvodnji ide do najsitnijih detalja. Svaki se proizvod prilagođava raspoloživim materijalima na tržištu, zatim opremi za proizvodnju, novim tehnologijama i sl.
6) Usvajanje broja komada – oni uz cijenu proizvoda određuju koliko se smije ulagati u pripremu proizvodnje, a samim time i na troškove proizvodnje. S obzirom da se konstrukcijom određuju pojavni oblici materijala, broj, odnosno veličina serije, to izravno

[10]Perinić, M.: Definiranje (planiranje) tehnološkog procesa, Sveučilište u rijeci, Tehnički fakultet
[11]http://nastava.sf.bg.ac.rs/pluginfile.php/21269/mod_resource/content/3/serijska%20proizvodnja%20_3_.pdf

utječe na parametre tijeka materijala jer se između radnih mjesta kreće broj položaja koji je jednak veličini serije ili je njezin duplikat;

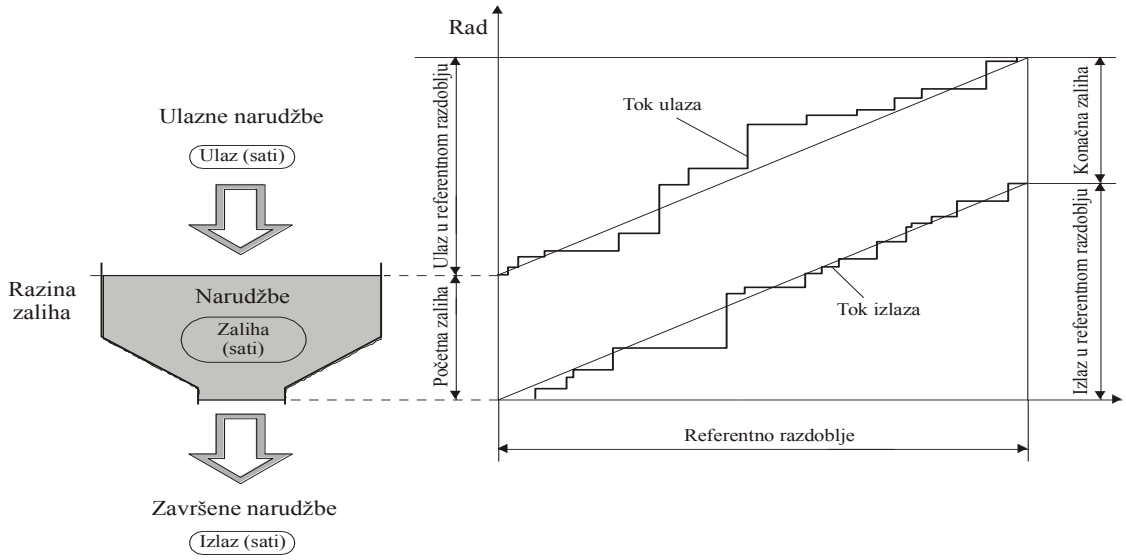
7) Kalkulacija cijene – kod ovog je koraka proizvodnje osobito važno što preciznije voditi proračune prilikom čega oni osobito ovise od tehnološkog postupka.
8) Usvajanje tehnološkog postupka – ovo je korak u okviru kojeg se definiraju tehnološki zahtjevi, odnosno sve aktivnosti prilikom izrade jednog proizvoda, prilikom čega se osim proizvodnih definiraju i logističke aktivnosti.
9) Neposredna organizacija proizvodnje te sama proizvodnja – ova dva koraka slijede nakon usvajanja tehnološkog postupka te se u okviru njih točno definiraju strojeve, alate, normative kvalitete i kvantitete, kao i postupak kontrole. U fazi neposredne organizacije proizvodnje može se utjecati na broj proizvoda.

3. ZALIHE U PLANIRANJU PROIZVODNJE

Pod zalihama robe podrazumijeva se količina robe (materijal, vlastiti proizvodi, poluproizvodi te gotovi proizvodi), koja je akumulirana, odnosno uskladištena zbog kontinuiranog opskrbljivanja vremenski te prostorno bliže ili daljnje proizvodne ili osobne potrošnje.[12]Ti se materijali upotrebljavaju kako bi se olakšala proizvodnja, a sastoje se od[13]:

- Zalihe sirovina i materijala- zalihe koje su namijenjene potrošnji u proizvodnom procesu ili pružanju usluga,
- Zalihe dijelova i poluproizvoda – zalihe pojedinih komponenata koje se ugrađuju u finalni proizvod,
- Zalihe gotovih proizvoda – zalihe u sustavu nezavisne potražnje svoj naziv izvode neposredno iz pojma nezavisne potražnje, pod čime se podrazumijeva potražnja koju određuje tržište.

Kako bi se pravilno dokazale zalihe u najvećem broju slučajeva upotrebljava se model lijevka, a koji je prikazan slikom 1.



Slika 1. Konstrukcija dijagrama prolaska pomoću modela lijevka

Izvor: Šafran, M.: Upravljanje zalihama, predavanja, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti (pristup: 9. 8. 2017.)

[12]Renko, S.: Upravljanje zalihama, Poslovna logistika, Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet, 2011.
[13] ibid

Slikom su prikazane ulazne narudžbe, odnosno ulaz, zatim narudžbe koje se nalaze u stanju čekanja i na dnu narudžbe koje su završene i samim time se nalaze na izlazu. Ako se proces proizvodnje prati kroz duže vremensko razdoblje rezultati mogu biti prikazani i krivuljom, kao što je na slici i vidljivo.[14]Na desnom dijelu slike 1. može se vidjeti ulazni i izlazni tok. Za ulazni tok je se mora odrediti količina narudžbe koja mora biti završena na početku referentnog razdoblja. Jednako tako, definiran je i izlazni tok, gdje se sumiraju završene narudžbe s njihovim sadržajima u odgovarajućim izlaznim vremenima, a započinje se od ishodišta koordinatnog sustava. Na kraju referentnog razdoblja može se uočiti konačna zaliha.[15]

3.1. Modeli potražnje

Kod upravljanja zalihama relevantno je razlikovati da li je potražnja zavisna ili nezavisna od proizvodnje. U zalihe kod nezavisne potražnje ubrajaju se gotovi proizvodi, dok kod zavisne potražnje potječu od potražnje za drugim dijelom ili komponentom (zalihe u tijeku procesa), odnosno zalihe sirovina su vezane uz zavisnu potražnju.[16]

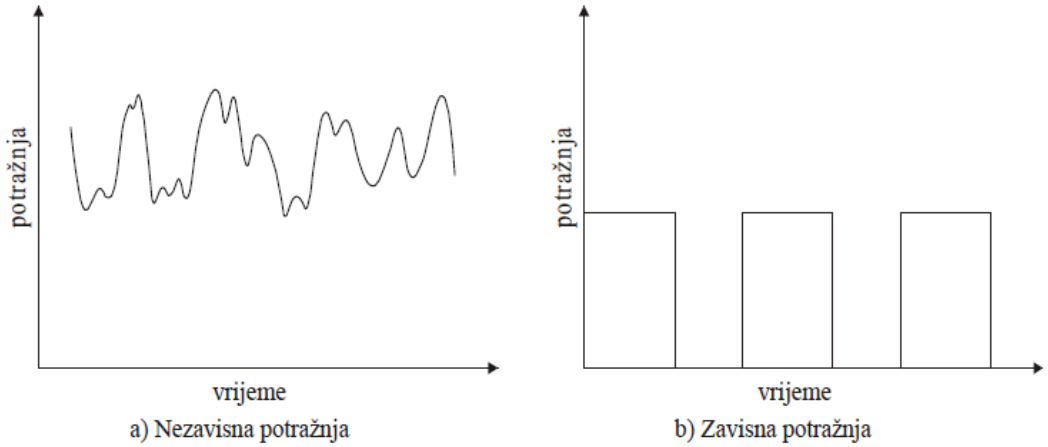
3.1.1. Nezavisna potražnja

Nezavisna potražnja jest takav model potražnje na koji utječu tržišni uvjeti, kao što je na primjer cijena proizvoda, koji se nalaze izvan kontrole proizvodnje, zbog čega je ona i nezavisna o proizvodnji. Nezavisna potražnja pokazuje različite zakonitosti odnosno modele potražnje. S obzirom na činjenicu da je nezavisna potražnja pod utjecajem tržišnih uvjeta, vrlo često pokazuje fiksni model. Za takvu je potražnju prikladna filozofija „popunjavanja“[17].

Paralelno, kako se troše zalihe sa skladišta, tako se i popunjavaju. Filozofija „popunjavanja“ generira razne vrste metoda te sustava kompjuterskih softvera. Kao jedna od najpoznatijih metoda javlja se metoda ekonomske količine narudžbe (eng.

[14] http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2002000300004
[15]Ibid
[16]Schroeder,R. G.: Operations Management- Decision Makingin the Operations Function, University of Minnesota, McGraw Hill Higher, 1993.
[17]https://bib.irb.hr/datoteka/117718.Zalihe.doc

EconomicOrderQuantity - EQQ). Slikom 2. prikazani su odnosi nezavisne i zavisne potražnje. Graf nezavisne potražnje ukazuje variranje potražnje kroz određeno vrijeme. [18]



Slika 2. Modeli potražnje
Izvor:
Ivaković, Č.,Stanković, R., Šafran, M.: Špedicija i logistički procesi, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.

3.1.2. Zavisna potražnja

Kod zavisne potražnje zalihe potječu od potražnje za drugim dijelom ili komponentom (zalihe u tijeku procesa), odnosno zalihe sirovina povezane su uz zavisnu potražnju. Zavisna potražnja upućuje na konstantnu potražnju kroz određeno vrijeme. Njezina značajka jest da se proizvodnja terminski planira u serijama, zato zavisna potražnja pokazuje model stalnog variranja. Filozofija koja opisuje zavisnu potražnju je filozofija „potreba“.[19] Ta filozofija naručivanja implicira naručivanje zaliha sirovina ili poluproizvoda, ali samo ako su potrebni. Zavisnu potražnju zaliha karakterizira model planiranja potreba materijala, kao i model planiranja resursa za proizvodnjom.[20]

[18]Jacobs,R.F.: Operations and Supply Chain Management, Indiana University, University of Southern California, 2013.

[19]Jacobs,R.F.: Operations and Supply Chain Management, Indiana University, University of Southern California, 2013.
[20]Ivaković,Č.,Stanković, R., Šafran, M.: Špedicija i logistički procesi, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.

3.2. Sustavi upravljanja zaliha u proizvodnji

Prilikom upravljanja zalihama u proizvodnji javljaju se razne vrste sustava kojima se može upravljati zalihama i koji pružaju mogućnost poslovanja sa smanjenim troškovima i jačom i kvalitetnijom kontrolom te uvidom u zalihe, kao što su:

- Tradicionalni sustavi upravljanja,
- Suvremeni sustavi upravljanja

U samom postupku proizvodnje razlikuju se proizvodnja bez zaliha te proizvodnja sa zalihama. Među temeljne dužnosti menadžera spada odabir sustava upravljanja zalihama kod kojeg su troškovi držanja zaliha na što manjoj razini. Cilj je poslovanje poduzeća bez zaliha, međutim to je u praksi praktično nemoguće izvesti. Opskrba proizvodnog procesa resursima koji su nužni za samu proizvodnju polazi od sigurnosti opskrbe koja se pojavljuje kao temeljni cilj svakog sustava opskrbe. On se definira u smislu osiguranja potrebne količine zaliha prema vrsti, količini, kvaliteti te u definiranom roku. Nužno je da svi sustavi opskrbe budu u stanju u kojem se mogu prilagoditi trenutnim tržišnim prilikama. Svaki poremećaj na tržištu utječe na sustav tako što poremećuje sustav nabave nužne količine materijala u određenom roku. [21]

Upravljanje zalihama je temeljna sastavnica rukovođenja svakog poduzeća čija je temeljna djelatnost proizvodnja, distribucija ili prodaja. Ako se uspije optimizirati zalihe kroz čitavi opskrbni lanac dostiže se niz rezultata koji se očituju u efikasnijem i efektivnijem poslovanju samog poduzeća. Svakodnevni porast zahtjeva, kao i očekivanja koja se postavljaju pred svakim poduzećem, doveli su do nužnosti razvoja različitih metoda, kao i modela pomoću kojih se pruža mogućnost jednostavnijeg vođenja logističkog posla. Na taj se način smanjuje potreba za držanjem velikih količina zaliha kojima se troškovi povećavaju te dovode do smanjenja profita poduzeća. Kao što je već ranije i navedeno izbor metode, kao i modela upravljanja u svakom pojedinom slučaju ovisan je od raznih faktora, veličine poduzeća te opsega primarnog, kao i sekundarnog poslovanja.[22]

Korištenjem raznih modela poduzeće može ostvariti svoje željene ciljeve. Svaki od modela koji će se u nastavku navesti karakteriziraju određene prednosti, ali i mane. Temeljna

[21]Čićerić, J.: Upravljanje zalihama u cilju maksimizacije financijskog rezultata, Ekonomski fakultet Split, Split, 2012.
[22] Lawrence, Pasternack: Applied Management Science: Modeling, Spreadsheet Analysis, and Communication for Decision Making, 2nd Edition, 2012.

razlika između tradicionalnog i suvremenog modela upravljanja zalihama je u činjenici da suvremeni modeli upravljanja zalihama pružaju široki pogled na čitavo rukovođenje poduzeća, kao i upravljanje svakim procesom u okviru proizvodnje, distribucije te prodaje. S druge strane, tradicionalni se modeli temelje isključivo na jedan segment upravljanja zalihama, odnosno, temelje se na optimiranje nabave u svrhu smanjenja količine zaliha i na taj način smanjuju troškove poslovanja.[23]

3.2.1. Tradicionalni sustavi upravljanja i njihove karakteristike

U tradicionalne sustav upravljanja, koji su najstariji i koji imaju najširu primjenu ubrajaju se[24]:

- Ekonomična količina narudžbe,
- Sustav kontinuiranog nadzora te
- Sustav periodičnog nadzora

3.2.1.1. Ekonomična količina narudžbe

Ekonomični model narudžbe je, kao prvi model za utvrđivanje optimalne količine narudžbe postavljen još 1915. godine, od strane F. Harrisa, rješavajući optimalnu količinu narudžbe uz pomoć infinitezimalnog računa. Ovaj je model iznimno statičan te jednostavan. Formula na kojoj se zasniva ovaj model glasi: ekonomična količina nabave određena je kao optimalna količina nabave kojom se minimiziraju ukupni varijabilni troškovi u nabavi i držanju zaliha. Pokazuje odnos između cijena nabavljanja te čuvanja robe.[25]

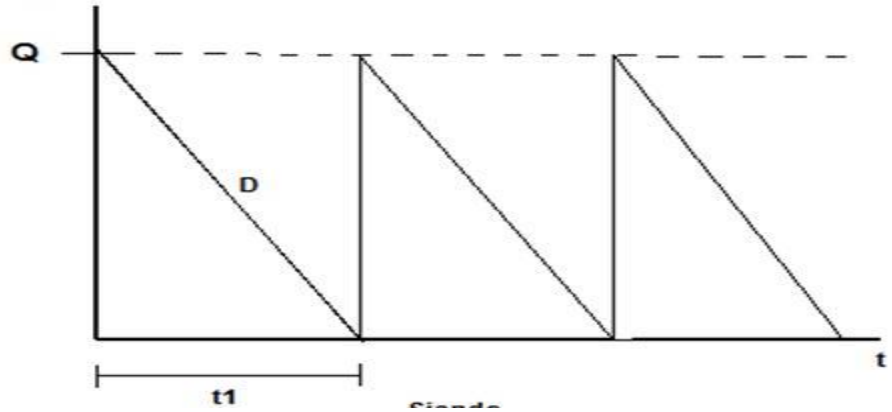
Ekonomska količina nabave je prikladna za primjenu u analizi zaliha ali uz ispunjenje određenih pretpostavki[26]:

- Konstantna potražnja za zalihama s obzirom na količinu i vrijeme,
- Poznato potrebno mjesto od ispostave narudžbe do prijema naručenog materijala – vrijeme trajanja procesa realizacije narudžbe je poznato i konstanto;
- Mogućnost određivanja trenutka za ponavljanje narudžbe;

[23] Ibid
[24] Pupavac, D.: Suvremeni pristupi upravljanju zalihama, Veleučilište u Rijeci, Rijeka
[25] ibid
[26] http://ingenieroeverduran.blogspot.hr/2011/06/modelo-eoq-sin-faltantes.html

- Veličine serije određuje potrebnu količinu materijala kod serijske proizvodnje;
- Poznata struktura troškova, odnosno konstantna cijena po jedinici proizvoda.

S obzirom da je optimalna EQQ politika sastavljena od narudžbi jednake veličine zalihe dobivaju profil prikazan slikom 3.



Slika 3. Kretanje zaliha s vremenom
Izvor: http://ingenieroeverduran.blogspot.hr/2011/06/modelo-eoq-sin-faltantes.html (pristup: 9. 8. 2017.)

Pritom je:

Q – količina narudžbe,

D – potražnja,

t1 – vrijeme potrebno za isporuku narudžbe

Ekonomična količina nabave se izračunava uz pomoć sljedeće formule:

$$Q = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H}} \qquad (1)$$

Gdje je:

Q – ekonomična količina nabave,

D – ukupna potražnja,

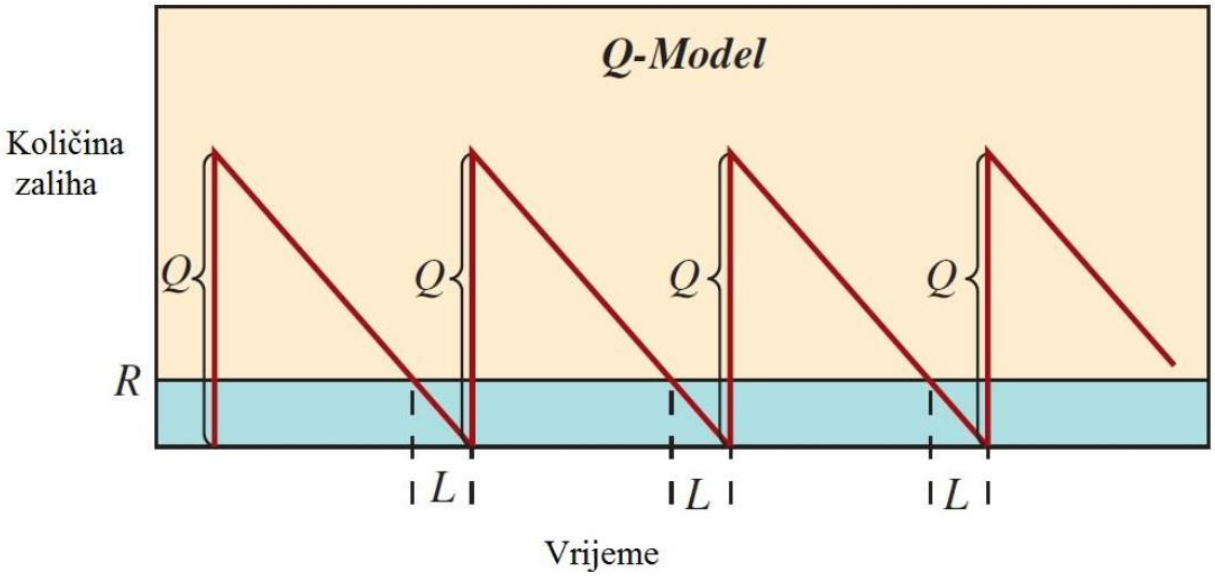
S – troškovi nabave,

H – troškovi držanja zaliha.

3.2.1.2 Sustav kontinuiranog nadzora

Razmatrajući poslovanje u praksi najveće ograničenje modela ekonomične količine narudžbe je pretpostavka o konstantnoj potražnji. Sustav kontinuiranog nadzora ublažava tu pretpostavku. Osim toga dosta je fleksibilan što omogućuje njegovo korištenje u praksi za upravljanje zalihama kod nezavisne potražnje. Kod ovog se sustava kontrola stanja zaliha provodi se nakon svake pojedine transakcije.[27]

Drugi naziv za kontinuirani sustav nadzora je Q-model. Ovaj model nastoji odrediti specifičnu točku R, kod koje se kod njenog dostizanja izvršava narudžba količine Q. Točka ponovne narudžbe R je uvijek definirani broj jedinica. Narudžba količine Q izvršava se kada razina zaliha dostigne točku R. Pozicija zaliha se određuje kao računica trenutne zalihe te narudžbe u dolasku koja je smanjena za vrijednost prodaje.[28]Profil zaliha kod sustava kontinuiranog nadzora prikazan je slikom 4.



Slika 4. Profil zaliha kod Q-modela

Izvor: Jacobs,R.F.: Operationsand Supply Chain Management, Indiana University, University of Southern California, 2013.

[27]Čićerić, J.: Upravljanje zalihama u cilju maksimizacije financijskog rezultata, Ekonomski fakultet Split, Split, 2012.
[28]Jacobs,R.F.: Operations and Supply Chain Management, Indiana University, University of Southern California, 2013.

Q-model nije realan, međutim čini polazište i može se koristiti kao vrlo jednostavan primjer. U primjeru se navode sljedeće vrijednosti[29]:

- Konstantnost potražnje za proizvodom kroz čitavi period;
- Konstantnost vremena isporuke;
- Nepromjenjivost jedinične cijene proizvoda;
- Temeljenje troška držanja zaliha na srednjoj vrijednosti zaliha;
- Nepromjenjivost troška naručivanja;
- Ispunjenje čitave potražnje za proizvodom.

3.2.1.3. Sustav periodičnog nadzora

Kod sustava periodičnog nadzora zaliha, količine zaliha provjeravaju se u nekom određenom vremenskom trenutku, svaki tjedan ili svaki mjesec. Provjera količina zaliha, kao i periodično naručivanje se može primijeniti kada prodavač ima rutinske narudžbe od kupaca, koje su u najvećem broju slučajeva jednako vremenski raspoređene ili u situaciji kada se naručuje čitava linija proizvoda, kao i u situaciji kada kupac nastoji kombinirati narudžbe kako bi smanjio transportne troškove. Količina nabave kod ovog sustava nadzora razlikuje se od vremena do vremena, a to zavisi od stope potražnje za proizvodom. U najvećem broju slučajeva ono zahtijeva jaču razinu sigurnosne zalihe nego kontinuirani nadzor. [30]

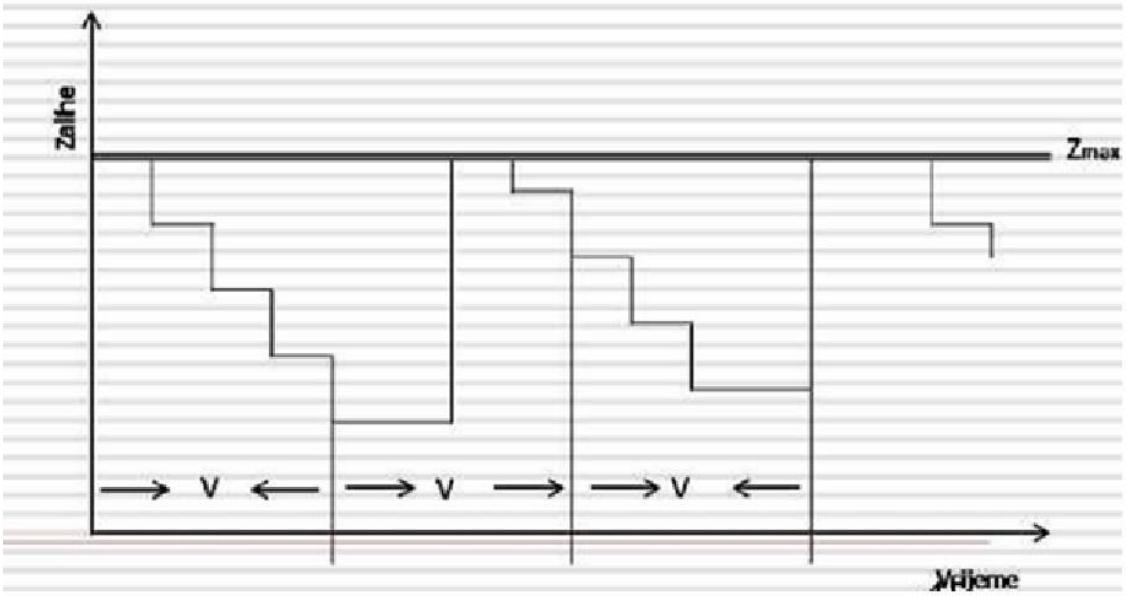
U odnosu prema kontinuiranom nadzoru koji stalno prati razinu zaliha, sustav periodičnog nadzora podrazumijeva provjeravanje količina zaliha u nekom određenom trenu koji je unaprijed definiran. Takve situacije mogu dovesti do povećanja potražnje koja može potrošiti čitavu zalihu, odnosno dovesti do nestašice zaliha. Takvo stanje zaliha može biti neopaženo do slijedećeg puta kada se zalihe provjeravaju. Upravo zato sigurnosne zalihe kod sustava periodičnog sustava nadzora moraju štiti poslovanje poduzeća tijekom razdoblja narudžbi, kao i tijekom razdoblja isporuke nove robe za koju je napravljena narudžba.

[29] Ibid
[30] Ibid

Upotrebom sustava periodičnog nadzora sa sigurnosnom zalihom, nova narudžba se sastavlja kada je dosegnut trenutak T, dok sigurnosna zaliha mora biti izračunata prema sljedećem izrazu[31]:

$$\text{Sigurnosna zaliha} = z\sigma_{T+L} \qquad (2)$$

Slikom 5 prikazan je sustav periodičnog nadzora zaliha.



Slika 5. Kretanje zaliha kod sustava periodičnog nadzora
Izvor: Šafran, M.: Nastavni materijali**,** 2015**.,** dostupno na: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/U/Upravljanje_zalihama_(1)/Materijali/Nastavni_materijali_2015.pdf

3.2.2. Suvremeni sustavi upravljanja i njihove karakteristike

Suvremeni sustavi upravljanja zalihama nadograđuju i predstavljaju dodatan razvoj već postojećih tradicionalnih modela. Osim tradicionalnih, javljaju se potpuno funkcionalni suvremeni modeli koji se ne temelje na tradicionalnim modelima i pridonose još efikasnijom upravljanju zalihama, kao i optimizaciju i upravljanju poduzećem. U suvremeno doba postoji niz suvremenih modela upravljanja zalihama koji su u konstantnom razvoju i koji se unaprjeđuju i implementiraju u sve više poduzeća upravo zbog jednostavnijeg, lakšeg i efikasnijeg poslovanja. Korištenje suvremenih sustava upravljanja zalihama u velikoj mjeri pruža mogućnosti

[31]Ibid

optimizacije zaliha kroz čitavi opskrbni lanac i pojednostavljuje upravljanje te vođenje unutar logističke strukture neke tvrtke.[32]

Suvremeni sustavi upravljanja koji se najčešće koriste i koji su samim time najpoznatiji su:

- Sustav planiranja potreba za materijalom (eng. *Material Requirement Planning* – MRP I)
- Sustav planiranja potreba za resursom (eng. *Manufacturing Resource Planning* – MRP II)
- Sustav planiranja resursa distribucije (eng. *Distribution Resource Planning* - DRP)
- Sustav planiranja resursa poduzeća (eng. *Enterprise Resource Planning* - ERP)
- Sustav naprednog logističkog planiranja (eng. *Advancd Planning Systems* - APS)
- Sustav upravo na vrijeme (eng.*Just in Time* - JIT), itd.

U nastavku će biti prikazani samo neki od iznad navedenih sustava upravljanja zalihama.

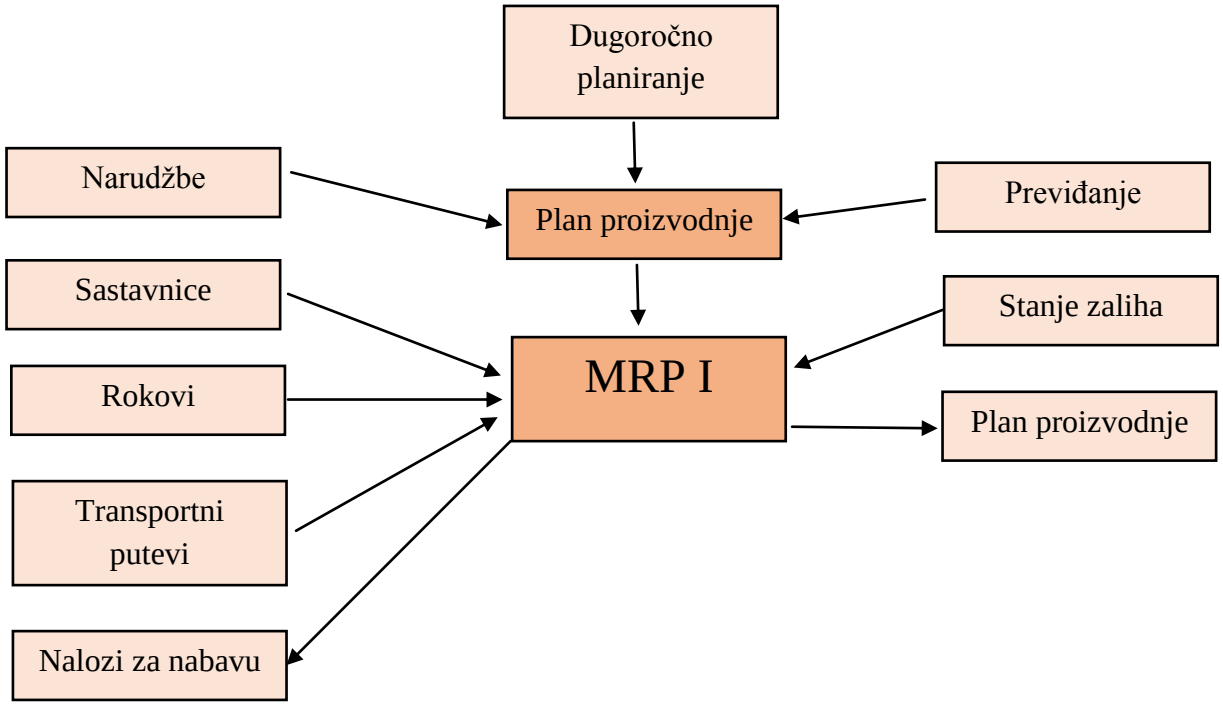
3.2.2.1. Sustav planiranja potreba za materijalom (Material Requirement Planning – MRP I)

Sustav planiranja potreba za materijalom, koji je poznat i pod nazivom MRP I počeo se primjenjivati još u SAD-u šezdesetih godina 20-tog stoljeća u cilju jednostavnijeg i kvalitetnijeg upravljanja nabavom materijala koji je nužan za proizvodnju. Ovaj se sustav, zapravo zasniva na planiranju potreba za materijalom, a to proizlazi iz temeljnog plana proizvodnje. Temeljem sustava planiranja potreba za materijalom plan potreba se formira na temelju plana prodaje ili individualnih zahtjeva prodaje, informacijama o proizvodima, zalihama, otvorenim narudžbama te proizvodnim radnim nalozima i kao takav se uzima kao glavnim plan proizvodnje. Tri su temeljna cilja koja posjeduje sustav MRP I[33]:

- Osigurati dostupnost materijala, dijelova, poluproizvoda, kao i gotovih proizvoda za proizvodnju i isporuku kupcima,
- Uspostaviti najmanje moguće troškove zaliha
- Izraditi plan proizvodnih aktivnosti, rasporeda isporuka te nabavnih aktivnosti.

[32]Coyle, J., Bardi, E., Langley, J. (1996): The Management of Business Logistics, sixthedition, West Publishing Company, St. Paul.
[33]http://www.raza.hr/Poduzetnicki-pojmovnik/MRP

Plan potrebe za materijalom manjeg nivoa složenosti radi se temeljem njihovih matičnih podataka te strukturnih sastavnica. Aktivnosti koje se obavljaju u okviru MRP I modela planiranja prikazani su slikom 6.



Slika 6. Shema MRP I
Izvor: Mikac, T., Ljubetić, J.: Organizacija i upravljanje proizvodnjom, Zagreb, 2009.

Pri MRP I sustava težište planiranja, kao i upravljanja materijalom nije na zalihama, nego na unaprijed planiranoj potrošnji, kao i tokovima materijala. To, ustvari ukazuje na činjenicu da potrošnja materijala definira potražnju, dok tokovi materijala određuju tijek proizvodnje. Primjenom na taj način, računanje potražnje za materijalom je uz stabilno tržište nabave utemeljen na metodama operacijskih istraživanja, a prognoziranje kao kod modela planiranja te upravljanja proizvodnjom temeljem upravljanja zalihama gubi na važnosti. Dodatne potrebe za materijalom u nekom r-tom terminu se izračunavaju na sljedeći način[34]:

[34]Mikac, T., Ljubetić, J.: Organizacija i upravljanje proizvodnjom, Zagreb, 2009.

Dodatne potrebe (r) = ukupne planirane veličine (r) – otvoreni radni nalozi (r) – otvorene narudžbe (r) + ukupne zalihe (r) – potrebe (r-1) (3)

Kako bi se obradili podaci upotrebljava se računalo, dok se programi za pretvaranje operativnog plana proizvoda u planove nabave te proizvodnje dijelova nazivaju procesori sastavnica. Ako se usporedi MRP I sa tradicionalnim sustavom upravljanja zalihama može se uočiti kako se tradicionalni sustav upravljanja zalihama odnosi prema svakoj stavci na zalihama kao apsolutno nezavisnoj. Međutim, MRP I sustav ima u vidu i odnos međusobne ovisnosti dijelova na zalihama te se upravlja planom proizvodnje na način da se zalihe osiguraju upravo za onaj moment kada su nužne, a ako nije planirana proizvodnja nekog proizvoda, nije nužno niti imati sirovine ili poluproizvode na zalihama. Baš se to postiže povezivanjem MRP I sustava s planom proizvodnje te planom prodaje.

Tablicom 1 su prikazane temeljne razlike između MRP I sustava te tradicionalnog sustava upravljanja zalihama.

Tablica 1. Prednosti MRP I sustava nad tradicionalnim sustavom upravljanja zalihama

MRP I	**Tradicionalni sustav upravljanja zalihama**
Koristi se struktura (sastavnica) proizvoda	Svaki dio se razmatra zasebno
Koriste se planovi	Zasnovan je na bazi povijesnih podataka o potražnji
Uzima se u obzir potražnja koja odstupa od trendova	Koristi se srednja vrijednost potražnje
Posjeduju se zalihe kada je to nužno	Posjeduju se dovoljna količina zaliha u bilo kojem trenutku
Uzimaju se u obzir prioriteti	Otežano se usklađuju s prioritetima
Nužno je upravljati sustavom	Nije potrebna zasebna briga kako bi sustav funkcionirao

Izvor: Mikac, T., Ljubetić, J.: Organizacija i upravljanje proizvodnjom, Zagreb, 2009.

Postupak kojim se definiraju količine koje se moraju naručiti kao i sam trenutak naručivanja je poprilično jednostavan, međutim zbog poprilično velike količine podataka koje je

nužno obraditi, ne može se odraditi ručno, pa se koristi računalo. Navedeni postupak teče na sljedeći način[35]:

- U prvom redu nužno je posjedovanje plana proizvodnje iz kojeg će se definirati prva stavka, odnosno proizvod, čija proizvodnja se planira u budućnosti;
- Iz navedenog plana mora se preuzeti količina za proizvodnju koja je planirana;
- Nužno je da se iz sastavnice određenog proizvoda preuzmu svi elementi koji su nužni za proizvodnju istog proizvoda te količine koje ulaze u sastav tog jednog proizvoda;
- Nužno je ustanovljenje trenutno postojeće količine na zalihama za svaki dio proizvoda;
- Mora se utvrditi da nije možda već napravljena narudžba neke količine potrebnih sastavnih dijelova nekog proizvoda ili je već ranije planirana nabavka istih, a da pritom te količina nisu rezervirane za neki drugi proizvod;
- Nužno je definiranje roka isporuke za svaki dio koji je potreban za budući proizvod;
- Nužno je usporediti određene naloge za nabavu za izabranim dobavljačem te utvrditi postoji li mogućnost objedinjavanja nabave više stavaka od jednog dobavljača.

3.2.2.2. Sustav planiranja potreba za resursom (Manufacturing Resource Planning – MRP II)

Ovaj sustav poznat je kao nadogradnja sustava MRP I, a nadogradio ga je Oliver Wright, koji je otklonio temeljni nedostatak MRP I sustava koji su usmjereni na materijalima uz zanemarivanje preostalih proizvodnih resursa, osobito kapaciteta. U odnosu prema MRP I sustavu koji je u obzir uzima samo sirovine te sastavne dijelove proizvoda, a s vremenom se javila potreba da se upravljanje sustavom proširi i ostale resurse. Temeljni resursi kod upravljanja, a koji se uzimaju u obzir su kapacitet proizvodnje, kapacitet radnika, kao i financijski pokazatelji. MRP II sustavi integriraju MRP I sustave planiranja te upravljanja materijalom sa sustavima planiranja i upravljanjima kapacitetima i upravljanja aktivnostima izvršenja proizvodnje.

[35]Beker, I.: Upravljanje zalihama, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Novi Sad,2011.

Osim kapacitetu veća pažnja se usmjerava i funkcijama operativne prodaje, glavnog planiranja, operativne nabave, tehnologije obrade te montaže, terminiranja i prikupljanja povratnih informacija iz pogona i evidentiranja izravnih troškova proizvodnje. MRP II koncept pruža mogućnost planiranja te upravljanja svakim radnim nalogom putem[36]:

- Upravljanje sastavnicom, odnosno recepturom proizvoda,
- Upravljanje zalihama,
- Planiranje temeljnog rasporeda proizvodnje,
- Planiranje nužnog materijala te proizvodnje,
- Upravljanje nabavom,
- Upravljanje pogonom,
- Upravljanje prodajom,
- Upravljanje troškovima proizvodnje,
- Podršku upravi za donošenje odluka.

MRP II sustav je sustav koji se upotrebljava za planiranje, kao i kontrolu zaliha te kapaciteta u proizvodnim poduzećima. Ovaj sustav polazi od kapaciteta koji su dostupni. MRP II ima ugrađenu povratnu vezu između narudžbi koje su lansirane, odnosno naloga te glavnog plana proizvodne kako bi se adaptiralo dostupnim kapacitetima, pa se osim toga ovaj tip MRP naziva još i sustavom zatvorene povratne veze jer kontrolira zalihe i kapacitete.[37]U suvremeno doba se sve češće uvodi tzv. hibridni sustav planiranja te upravljanja proizvodnjom, gdje se u fazi planiranja upotrebljava MRP II koncept, dok se realizacija, odnosno upravljanje proizvodnjom odvija kroz sustav upravo na vrijeme.

Niz je prednosti koje donosi MRP II[38]:

- Poboljšana usluga: kraće vrijeme isporuke te mogućnost preciznijeg predviđanja vremena isporuke;
- Smanjenje ulaganja u zalihe;
- Eliminacija kašnjenja nabave te rizika nedostatka zaliha;
- Pouzdano vremensko planiranje;
- Bolja efikasnost ukupnog sustava proizvodnje.

[36]Mikac, T., Ljubetić, J.: Organizacija i upravljanje proizvodnjom, Zagreb, 2009.
[37]Ibid
[38] http://oliver.efri.hr/~pom/predavanja/sustavi_z.pdf

Međutim s druge strane se javljaju i nedostatci odnosno problemi upotrebe MRP II sustava, a to su:

- Umanjenje točnosti, preciznosti i ažurnosti;
- Prilično visoka početna ulaganja te
- Prevelika varijabilnost te neizvjesnost okoline koji narušavaju pozitivne efekte.

3.2.2.3. Sustav upravo na vrijeme (Just In Time - JIT)

Just In Time model proizvodnje je nastao kao japanska upravljačka filozofija koja se primjenjivala u proizvodnji koja uključuje posjedovanje određenih sirovina, poluproizvoda ili proizvoda, odgovarajuće kvalitete te kvantitete na pravom mjestu u pravo vrijeme. Pravilna upotreba JIT modela proizvodnje za sobom povlači niz pozitivnih rezultata kao što su povećanje kvalitete, produktivnosti te efikasnosti, poboljšanje razmjene informacija, kao i smanjenju troškova te otpada. Ovaj sustav se počeo upotrebljavati još 1970-ih godina u brojnim Japanskim poduzećima, ali izvorno je došlo do njegovog razvoja u proizvodnom pogonu Toyote kako bi se zadovoljile potrebe potrošača uz minimalno kašnjenje.[39]

U samim počecima JIT je služio kao metoda kojom se smanjivala količina zaliha u japanskim brodogradilištima a u suvremeno doba je evoluirao u filozofiju upravljanja koja je utemeljena na znanju i obuhvaća široku paletu proizvodnih principa te tehnika. U slučaju ispravne implementacije, JIT sustav ima mogućnost jačanja konkurentnosti organizacije na tržištu umanjujući relevantno otpad te povećavajući kvalitetu proizvoda te efikasnost proizvodnje.[40]

Korištenjem JIT sustava prilikom kontrole zaliha u velikoj se mjeri umanjuje količina zaliha koju poduzeće održava. Ovaj koncept utemeljen je na optimizaciji proizvodnih procesa. Osim toga kao jedno od temeljnih načela JIT sustava je potpuno iskorištavanje radnika. Naime radnici snose apsolutnu odgovornost za proizvodnju kvalitetnih dijelova i točno na vrijeme. Osim navedenog, radnici imaju i obavezu usavršavanja procesa proizvodnje i niz drugih dužnosti. Iz navedenog se može uočiti kako se radnici u JIT sustavu koriste mnogo više nego li u

[39]Kootanaee, A.J., Babu N.K., Talari, F.H.: Just-inTimeManufacturing System: FromIntroduction to Implement, International Journal ofEconomics, Business andFinance Vol. 1, No. 2, March 2013
[40] http://smallbusiness.chron.com/proscons-jit-inventory-system-3195.html

tradicionalnim sustavima.[41]JIT kontrola zaliha uključuje implementaciju u nastavku navedenih koncepata[42]:

- *Pull* koncept – je svaka faza u procesu proizvodnje koji je aktiviran obaviješću slijedeće radne stanice koja potražuje određenu količinu sirovina, komponenata ili poluproizvoda. U slučaju kada radna stanica u proizvodnom postrojenju ne daje nikakav signal, onda će se radna stanica koja je prethodila trenutnoj biti u stanju mirovanja sve do sljedeće obavijesti. Upotrebom ovog principa proizvodnje, znatno se umanjuje količina poluproizvoda na zalihama.
- Količina proizvoda – u slučaju kada je to moguće, JIT se zalaže za poprilično malu količinu proizvoda, a po mogućnosti samo jednu jedinicu što znači da se zalihe kreću putem proizvodnog procesa u vrlo malim serijama.
- Priprema proizvodnog postrojenja – ako se uzme u obzir da se JIT zalaže za proizvodnju male serije proizvoda, praktično je nemoguće u isto vrijeme izvesti oba zahtjeva. Ako se upotrebljavaju određeni koncepti te modeli postoji mogućnost smanjenja vremena pripreme proizvodnog postrojenja i postavljanja stroja za proizvodnju nove serije proizvoda te na taj način optimizirati količinu zaliha.
- Kretanje zaliha –kroz primjenu JIT sustava i zalaganje za poprilično male količine zaliha u sustavu se upotrebljava transport trakama s jedne na drugu radnu stanicu te na taj način umanjiti količinu poluproizvoda u sustavu.
- JIT dostave: sustav JIT zahtijeva kvalitetne dobavljače prilikom čega postoji mogućnost da se organizacija poduzeća osloni na točnost, preciznost, pouzdanost te brzinu dobavljača da ne bi držala količine zaliha koje joj nisu potrebne, već kako bi zahtijevala veći broj narudžbi vrlo malih količina, a u nekim slučajevima i točno u trenutku kada proizvodni proces to zahtijeva. Na taj se način praktički može u potpunosti eliminirati držanje sirovina na zalihama.

Ovaj sustav, kao i svaki prethodni ima svoje prednosti i nedostatke. Primjena ovog sustava pruža niz prednosti prema tradicionalnim metodama upravljanja zalihama. JIT sustav umanjuje količinu zaliha u pojedinim proizvodnim procesima, a to dovodi do smanjenja troškova upravljanja i držanja zaliha, kao i do umanjenja čitave količine zaliha. Osim toga umanjuje se

[41]Kootanaee, A.J., Babu N.K., Talari, F.H.: Just-inTimeManufacturing System: FromIntroduction to Implement, International Journal ofEconomics, Business andFinance Vol. 1, No. 2, March 2013
[42]https://www.accountingtools.com/articles/what-is-just-in-time-inventory-control.html

skraćeno vrijeme isporuke, a to utječe na umanjenje razine sigurnosne zalihe. To izravno utječe na fleksibilnost poslovanja. Osim toga dolazi do povećanja kvalitete poslovanja. Osim navedenih, postoje i ostale prednosti, a to su[43]:

- Umanjena ulaganja u proizvodne te skladišne prostore;
- Smanjeni rizik od zastarijevanja proizvoda,
- Umanjenje škarta te prerade;
- Umanjenje administracije,
- Umanjenje troškova materijala putem količine naručivanja.

Međutim osim navedenih prednosti, postoji i niz nedostataka i ograničenja prilikom uvođenja i primjena JIT sustava. S obzirom na činjenicu da je JIT sustav razvijen u Japanu, on u sebi ima ugrađene korijene japanskog mentaliteta i nije ga moguće primijeniti i u ostatku svijeta. Jednako tako, razvoj JIT sustava zahtjeva iznimno velika ulaganja koja nisu jednako isplativa svim poduzećima s obzirom na njihov opseg poslovanja. Osim navedenog, još je nekoliko nedostataka primjene JIT sustava, a to su[44]:

- Ako isporuka robe od strane dobavljača kasni, velika je opasnost od zaustavljanja proizvodnog procesa;
- Mogućnost utjecaja elementarne nepogode na tijek roba od dobavljača pa do potrošača a to može odmah zaustaviti proizvodnju;
- Nužna je investicija u razvoj te implementaciju informacijskih sustava te tehnologija između svih sudionika procesa radi lakše i točnije koordinacije dostave dijelova te materijala;
- Nepravovremeno ispunjenje zahtjeva potrošača u situacijama masivne te neočekivane potražnje radi premale količine zaliha ili bez zaliha gotovih proizvoda;
- JIT sustav proizvodnje utemeljen je na nultoj toleranciji pogrešaka pri proizvodnji i svaka pogreška izaziva dodatni trošak;
- Ovaj sustav zahtijeva učestalu dostavu materijala te dijelova koji su nužni za proizvodnju i na taj način povećavaju transportne radnje, tj. izravno utječe na povećanu potrošnju energenata.

[43]Shim, J.K., Siegel, G.: ModernCost Management &Analysis, Barron's Business LibrarySeries, 2000.,
[44]Kootanaee, A.J., Babu N.K., Talari, F.H.: Just-inTimeManufacturing System: FromIntroduction to Implement, International Journal ofEconomics, Business andFinance Vol. 1, No. 2, March 2013

4. PRIMJER PLANIRANJA SERIJSKE PROIZVODNJE PRIMJENOM WAGNER WHITIN ALGORITMA

Serijska proizvodnja ovisi o pravovremenoj opskrbi zalihama sirovina, materijala i poluproizvoda u potrebnim količinama. Nedostatkom zaliha dolazi do zastoja u proizvodnji i kašnjenjem isporuke što dovodi do gubitka u poslovanju. S druge strane, velike količine zaliha garantiraju sigurnu proizvodnju, no istovremeno dolazi do velikih troškova držanja zaliha. Zato je potrebno odrediti optimalnu količinu naručivanja i držanja zaliha kako bi se proizvodnja nesmetano odvijala i kako bi ukupni troškovi bili na što manjoj razini.

Kada je potražnja za nekim proizvodom konstantna tijekom nekog vremenskog perioda, korištenjem EOQ modela može se odredit optimalna količina narudžbe. Međutim, korištenje EOQ modela kada potražnja varira tijekom vremenskog perioda nije najoptimalnije rješenje.

Dinamički modeli upravljanja zalihama koriste se kada potrebe za proizvodom ili poluproizvodom nisu konstantne nego imaju oscilacije, ali su ipak poznate. Kod primjene dinamičkih modela upravljanja zalihama potrebno je definirati vremenski period za koji se vrši nabavka te se taj vremenski period dijeli na određen broj jednakih vremenskih intervala. Modeli dinamičke količine nabavke izračunavaju se za kraća vremenska razdoblja, većinom podijeljena na jednake razmake u kojima su količine isporuka prilagođene trendu potreba koje se mogu prognozirati.

Dinamički modeli koji se koriste kod varijabilne potražnje[45]:

- Wagner – Whitin metoda
- Wagelmans – Hoesel – Kolen metoda
- Minimalni jedinični troškovi nabave i skladištenja

[45] Beker, I.: Upravljanje zalihama, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Novi Sad, 2011.

Wagner – Whitin metoda upravljanja zalihama je bio prvi postupak kojom se odredio optimalno rješenje nabavke u uvjetima poznate ali promjenjive potražnje. Ovim postupkom se određuju minimalni ukupni troškovi nabavki i skladištenja proizvoda.

Postupak se sastoji od niza iteracija te se odvija na način da se za svaki vremenski interval (tjedan) vrši posebna narudžba, a količina koje se naručuje jednaka je potražnji u tom trenutku. U sljedećim iteracijama se pretpostavlja da bi ukupni troškovi bili manji ukoliko bi se narudžbe okrupnjivale (spajanje narudžbi za tjedan 1 i 2). Ukoliko se pokaže da su ukupni troškovi za tjedan 1 i 2 manji nego kada bi se vršila narudžba za tjedan 1, a zatim narudžba za tjedan 2, onda se u sljedećoj iteraciji pretpostavlja da će ukupni trošak biti niži ako se vrši nabavka za prva tri tjedna. Ovaj postupak okrupnjavanja narudžbi se odvija dok ne dođe do slučaja da su ukupni troškovi veći od troška koji bi nastao kada bi se formirala narudžba za sljedeći period. Dakle, nova narudžba se formira kada su troškovi držanja zaliha za sljedeći tjedan veći od troškova naručivanja.

Prije prikaza izračuna potrebno je naglasiti da je nabavna cijena proizvoda nepromjenjiva, stoga ukupni trošak kupnje je također nepromjenjiv i poznat radi čega se može isključit iz razmatranja.

Wagner – Whitin algoritam bazira se na minimiziranju ukupnih troškova naručivanja te se odvija po formuli[46]:

$$\min UT = \sum_{i=1}^{n} [x_i * jTn + (Qn_i + Qz_i - Qp_i) * Nc * Sz_i] \qquad (4)$$

gdje je:

n = broj perioda

x_i = binarna varijabla (ima vrijednost 0 ako u trenutku *i* nema naružbe, odnosno vrijednost 1 ako ima narudžbe)

jTn = jedinični trošak narudžbe

Qn_i = količina narudžbe u periodu *i*

Qz_i = količina zaliha na početku perioda *i*

Qp_i = potražnja u periodu *i*

[46] Ibid

Nc = nabavna cijena robe

Sz_i = stopa držanja zaliha u periodu *i* (ukoliko je promatrano razdoblje podijeljeno na jednake periode, stopa je u svim periodima ista).

Postupak izračuna bit će prikazan kroz primjer poduzeća koje želi napraviti plan nabavke 2650 komada jednog poluproizvoda potrebnog za planiranje serijske proizvodnje kojim bi se troškove nabavke i držanja zaliha svelo na minimum. Poduzeće posluje sa pouzdanim dobavljačem čije je vrijeme isporuke robe zanemarivo malo te se u zadatku uzima da je vrijeme isporuke jednako nuli. U tablici 2 prikazani su podaci o potražnji u razdoblju od 8 tjedana. Fiksni trošak jedne nabavke iznosi jTn = 800 kn, a troškovi posjedovanja zaliha iznose $Nc * Szi = 1{,}5$ kn po komadu tjedno. Radi lakšeg računanja prestpostavka je da se zalihe naručene za određeni period troše trenutno, tako da te zalihe neće doprinosti troškovima držanja zaliha, nego samo one koje u skladištu provedu cijeli tjedan (npr. ukoliko se naruči količina dostatna za 1. i 2. tjedan na početku prvog tjedna, roba potrebna za prvi tjedan koristi se odmah u prvom tjednu, dok potrebe za drugi tjedan stoje na zalihama cijeli prvi tjedan te se koriste na početku drugog tjedna).

Tablica 1. Prikaz podataka za izračun WW algoritma

Tjedan	Potražnja (komada)
1	280
2	330
3	460
4	290
5	250
6	360
7	300
8	380

Ukupni troškovi narudžbe za 1. tjedan:

$$UT_1 = x_i * jTn + (Qn_i + Qz_i - Qp_i) * Nc * Sz_i = x_1 * jTn + (Qn_1 + Qz_1 - Qp_1) * Nc * Sz_i$$

$$= 1 * 800 + (280 + 0 - 280) * 1.5 = 800 \text{ kn.}$$

Ukupni troškovi za drugi tjedan:

$$UT_2 = x_i * jTn + (Qn_i + Qz_i - Qp_i) * Nc * Sz_i = x_2 + jTn + (Qn_2 + Qz_2 - Qp_2) * Nc * Sz_i$$

$$= 1 * 800 + (330 + 0 - 330) * 1{,}5 = 800 \text{ kn.}$$

Nakon što se izračunaju vrijednosti za sve periode, vidljivo je da ukupni troškovi narudžbe iznose 800 kn kolika je i jedinična cijena jedne narudžbe (radi pretpostavke da se dijelovi nakon narudžbe troše trenutno). Kada bi se poduzeće odlučilo na plan nabavke za svaki tjedan posebno, to bi koštalo 6400 kn. Kada bi na početku prvog tjedna naručili potrebnu količinu za prvi i drugi tjedan, tada bi potrebna količina za drugi tjedan stajala u skladištu tjedan dan (cijeli prvi tjedan) te bi troškovi narudžbe i držanja zaliha iznosili:

$$UT_{12} = x_1 * jTn + (Qn_{12} + Qz_1 - Qp_{12}) * Nc * Szi$$

$$= 1 * 800 + (610 + 0 - 280) * 1{,}5 + (0 + 330 - 330) * 1{,}5$$

$$= 800 + 495 + 0 = 1295 \text{ kn.}$$

Usporedimo li troškove nabavke iz prvobitnog plana i troškove nabavke za prvi i drugi tjedan zajedno, vidljivo je da su troškovi objedinjene narudžbe manji (UT1+UT2>UT12). Nadalje, računa se ukupni trošak narudžbe koja bi zadovoljila potrebe prva tri tjedna.

$$UT_{123} = x_1 * jTn + (Qn_{123} + Qz_1 - Qp_{123}) * Nc * Szi$$

$$= 1 * 800 + (1070 + 0 - 280) * 1.5 + (0 + 790 - 330) * 1{,}5 + (0 + 460 - 460) * 1{,}5$$

$$= 2675 \text{ kn}$$

Trošak naručivanja i držanja zaliha za potrebe prva tri tjedna veći je nego suma troškova pojedinačne narudžbe za prvi, drugi i treći tjedan (UT_{123}>UT_1 + UT_2 + UT_3), što znači da će prva narudžba biti za potrebe prvog i drugog tjedna, a za treći period potrebna je nova narudžba. Nadalje se razmatraju periodi 3 i 4, prema istom principu, a postupak se nastavlja sve dok se ne obuhvate svi periodi.

Postupak se ponavlja sa sljedećom nabavkom za treći tjedan.

$$UT_3 = x_3 * jTn + (Qn_3 + Qz_3 - Qp_3) * Nc * Szi = 1 * 800 + (460 + 0 - 460) * 1{,}5$$

$$= 800 \text{ kn}$$

$$UT_{34} = x_3 * jTn + (Qn_{34} + Qz_3 - Qp_{34}) * Nc * Szi$$

$$= 1 * 800 + (750 + 0 - 460) * 1{,}5 + (0 + 290 - 290) * 1{,}5$$

$$= 1235 \text{ kn}$$

$$UT_{345} = x_3 * jTn + (Qn_{345} + Qz_3 - Qp_{345}) * Nc * Szi$$

$$= 1 * 800 + (1000 + 0 - 460) * 1{,}5 + (0 + 540 - 290) * 1{,}5$$

$$+ (0 + 250 - 250)$$

$$=1985 \text{ kn}$$

$$UT_{3456} = x_3 * jTn + (Qn_{3456} + Qz_3 - + Qp_{3456}) * Nc * Szi = 1 * 800 + (1360 + 0 - 460) * 1{,}5 + (0 + 900 - 290) * 1.5 + (0 + 610 - 250) * 1.5 + (0 + 360 - 360) * 1{,}5$$

$$= 4130 \text{ kn}$$

Trošak objedinjene narudžbe za periode 3, 4, 5 i 6 je veći nego suma troškova svake narudžbe posebno (UT_{3456}> UT_3 + UT_4 + UT_5 + UT_6), što znači da će druga narudžba biti za periode 3, 4, 5, dok će za period 6 biti potrebno pokrenut treću narudžbu.

$$UT_6 = x_6 * jTn + (Qn_6 + Qz_6 - Qp_6) * Nc * Szi = 1 * 800 + (360 + 0 - 360) * 1{,}5$$

$$= 800 \text{ kn}$$

$$UT_{67} = x_6 * jTn + (Qn_{67} + Qz_6 - Qp_{67}) * Nc * Szi$$

$$= 1 * 800 + (660 + 0 - 360) * 1{,}5 + (0 + 300 - 300) * 1{,}5 = 1250 \text{ kn}$$

$$UT_{678} = x_6 * jTn + (Qn_{678} + Qz_6 - Qp_{678}) * Nc * Szi$$
$$= 1 * 800 + (1040 + 0 - 360) * 1{,}5 + (0 + 680 - 300) * 1{,}5$$
$$+ (0 + 380 - 380) * 1{,}5$$

$$UT_{678} = 2390 \text{ kn.}$$

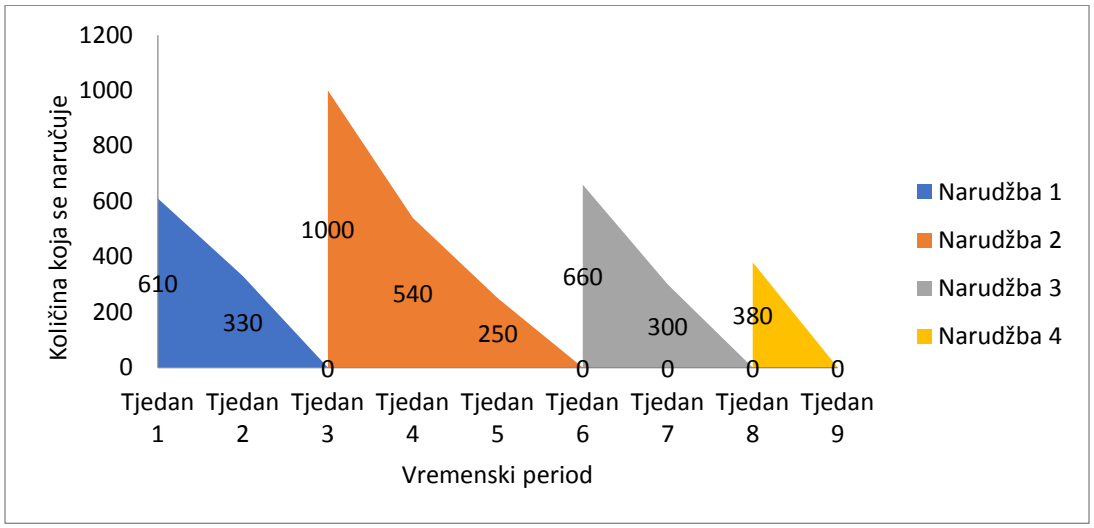
Troškovi narudžbe za 6 . i 7. tjedan iznose 1250 kuna dok troškovi za 6., 7. i 8. tjedan iznose 2390 kuna iz čega se može zaključiti da bi optimalnije bilo naručiti za 6. i 7. tjedan , a za 8. pokrenuti posebnu narudžbu ($UT_{67} + UT_8 = 1250 + 800 = 2050$).

Ukupni trošak za četiri narudžbe iznosi $UT_{12} + UT_{345} + UT_{67} + UT_8 = 1295 + 1985 + 1250 + 800 = 5330$ kuna, što je za 1070 kuna manje od plana da se za svaki period vrši posebna narudžba (6400 kn).

Grafikonom 1 prikazane su količine narudžbe za vremenski period od 8 tjedana. Količina poluproizvoda koja je potrebna za prvi i drugi tjedan naručuje se na početku prvog tjedna i iznosi 610 komada. Potrebe za prvi tjedan troše se trenutno dok potrebe za drugi tjedan stoje na zaliha te se troše na početku drugog tjedna. Nakon što se ta količina potroši, uspostavlja se druga narudžba za treći, četvrti i peti tjedan koji iznosi 1000 komada poluproizvoda. Potrebe za šesti, sedmi i osmi tjedan odvojene su u dvije narudžbe (3. i 4. narudžba) gdje se za šesti i sedmi tjedan naručuje 660 komada, a za osmi tjedan 380 komada poluproizvoda.

Tablica 3. Prikaz optimalne količine naručivanja

TJEDAN	KOLIČINA NARUDŽBE	NARUDŽBA ZA TJEDAN
1	280 + 330 = 610	1, 2
3	460 + 290 + 250 = 1000	3, 4, 5
6	360 + 300 = 660	6, 7,
8	380	8



Grafikon 1. Raspodjela narudžbi

5. ZAKLJUČAK

Serijska se proizvodnja svrstava između pojedinačne i masovne proizvodnje te se u njoj proizvode konstrukcijski jednaki proizvodi jedan iza drugog u određenom broju. Za to je nužno da se konstantno održava neku određenu količinu zaliha sirovina i materijala na skladištu da bi sam proizvod ili usluga uvijek bio dostupan. U tu se svrhu i javlja upravljanje zalihama, koje postaje neophodno. Neophodno postaje iz niza razloga kao što su smanjenje te racionalizacija troškova, zatim unaprjeđenje prodaje, povećanje dobiti i uravnoteženje i rast poduzeća na tržištu.

Upravljanjem zalihama u serijskoj proizvodnji teži se optimizaciji zaliha sirovina, materijala i poluproizvoda. Ako se prilikom proizvodnje ne osigura dostatna količina potrebnih sirovina ili materijala dolazi do blokiranja proizvodnje čime se gubi i poprilična količina gotovih proizvoda. S obzirom da postoje dva modela potražnje – zavisni i nezavisni, važno je napomenuti da u suvremeno doba velika većina poduzeća upravlja te planira zalihe bazirajući se na nezavisnom modelu potražnje, čija je temeljna karakteristika činjenica da potražnja nikada nije konstantna, već varira.

Kod upravljanja zalihama u proizvodnji koriste se sustavi koji u velikoj mjeri doprinose upravljanju te planiraju količine zalihe sirovine i materijala, kao i samih resursa koji su potrebni za proizvodnju, a to su MRP I i MRP II. MRP I je utemeljen na planiranju potreba za materijalom, dok je MRP II usmjeren prema integraciji MRP I sustava planiranja i upravljanja materijalom sa sustavima planiranja i upravljanja kapacitetima, kao i upravljanja aktivnostima izvršenja proizvodnje. Važno je spomenuti i JIT koncept koji je utemeljen na optimizaciji proizvodnih procesa.

U serijskoj proizvodnji, kada potrebe za određenim poluproizvodom nisu konstantne, optimalna količina robe koja se naručuje može se odrediti upotrebom Wagner – Whitin algoritma kojim se postižu minimalni troškovi naručivanja i skladištenja.

LITERATURA

(1) Beker, I.: Upravljanje zalihama, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Novi Sad, 2011.

(2) Coyle, J., Bardi, E., Langley, J. (1996): The Management of Business Logistics, sixthedition, West Publishing Company, St. Paul.

(3) Čićerić, J.: Upravljanje zalihama u cilju maksimizacije financijskog rezultata, Ekonomski fakultet Split, Split, 2012.

(4) Ivaković, Č.,Stanković, R., Šafran, M.: Špedicija i logistički procesi, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2010.

(5) Jacobs,R.F.: OperationsandSupplyChain Management, Indiana University, University of Southern California, 2013.

(6) Jovanović, A., Kisić, S., Božić, V.: Poslovna ekonomija: Funkcije preduzeća, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2004.

(7) Kootanaee, A.J., Babu N.K., Talari, F.H.: Just-inTimeManufacturing System: FromIntroduction to Implement, International Journal ofEconomics, Business andFinance Vol. 1, No. 2, March 2013

(8) Lawrence, Pasternack: Applied Management Science: Modeling, SpreadsheetAnalysis, andCommunication for DecisionMaking, 2nd Edition, 2012.

(9) Mikac, T., Ljubetić, J.: Organizacija i upravljanje proizvodnjom, Zagreb, 2009.

(10) Perinić, M.: Definiranje (planiranje) tehnološkog procesa, Sveučilište u rijeci, Tehnički fakultet

(11) Pupavac, D.: Suvremeni pristupi upravljanju zalihama, Veleučilište u Rijeci, Rijeka

(12) Radosavljević, Ž., Tomić, R.: Menadžment u modernom biznisu, Braća Karić, Beograd, 2007.

(13) Renko, S.: Upravljanje zalihama, Poslovna logistika, Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet, 2011.

(14) Schroeder,R. G.: Operations Management- DecisionMakingintheOperationsFunction, University ofMinnesota, McGrawHillHigher, 1993.

(15) Šoškić, D.: Savremena administracija, Ekonomska enciklopedija, Beograd, 1984.

(16) http://nastava.sf.bg.ac.rs/pluginfile.php/21269/mod_resource/content/3/serijska%20proizvodnja%20_3_.pdf (pristup : 10. 8. 2017.)

(17) http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2002000300004 (pristup : 10. 8. 2017.)
(18) http://ingenieroeverduran.blogspot.hr/2011/06/modelo-eoq-sin-faltantes.html (pristup : 10. 8. 2017.)
(19) http://www.raza.hr/Poduzetnicki-pojmovnik/MRP (pristup : 10. 8. 2017.)
(20) http://oliver.efri.hr/~pom/predavanja/sustavi_z.pdf (pristup : 10. 8. 2017.)
(21) http://smallbusiness.chron.com/proscons-jit-inventory-system-3195.html (pristup : 10. 8. 2017.)
(22) https://www.accountingtools.com/articles/what-is-just-in-time-inventory-control.html (pristup : 10. 8. 2017.)
(23) http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=55492 (pristup : 10. 8. 2017.)

POPIS KRATICA

EQQ	*Economicorderquantity* – ekonomična količina narudžbe
MRP I	*MaterialRequirementPlanning* – sustav planiranja potreba za materijalom
MRP II	*ManufacturingResourcePlanning* – sustav planiranja potreba za resursom
DRP	*DistributionResourcePlanning* – sustav planiranja resursa distribucije
ERP	*Enterprise ResourcePlanning* – sustav planiranja resursa poduzeća
APS	*Advanced Planning Systems* – sustav naprednog logističkog planiranja
JIT	*Just In Time* – sustav upravo na vrijeme

POPIS SLIKA

Slika 1. Konstrukcija dijagrama prolaska pomoću modela lijevka 7
Slika 2. Modeli potražnje 9
Slika 3. Kretanje zaliha s vremenom 12
Slika 4. Profil zaliha kod Q-modela 13
Slika 5. Kretanje zaliha kod sustava periodičnog nadzora 15
Slika 6.Shema MRP I 17

POPIS TABLICA

Tablica 1. Prednosti MRP I sustava nad tradicionalnim sustavom upravljanja zalihama 18
Tablica 2. Prikaz podataka za izračun WW algoritma.....26
Tablica 3. Prikaz optimalne količine naručivanja.....29

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Raspodjela narudžbi.....30

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.

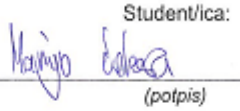
Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog rada pod naslovom **Upravljanje zalihama u serijskoj proizvodnji**

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

U Zagrebu, 30.8.2017.

Student/ica:



(potpis)