

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

ZAKLJUČNA STROKOVNA NALOGA

**SIMULACIJA URAVNAVANJA ZALOG NA PRIMERU SISTEMA
PERIODIČNEGA SPREMLJANJA ZALOG**

JANKO PIRIH

IZJAVA

Študent/ka JANKO PIRIH izjavljam, da sem avtor/ica te zaključne strokovne naloge, ki sem jo napisal/a pod mentorstvom asistenta. dr. MARKA JAKŠIČA, in da dovolim njeno objavo na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne _____

Podpis: _____

KAZALO VSEBINE

UVOD	1
1 URAVNAVANJE ZALOG.....	1
1.1 POMEN NEGOTOVOSTI.....	1
1.2 PRIDOBIVANJE INFORMACIJ	2
1.2.1 Informacijski sistemi	2
1.2.2 Efekt volovskega biča	3
1.3 ZALOGE.....	4
1.3.1 Varnostna zaloga	4
1.3.2 Ostale vrste zalog	5
1.3.3 Abc klasifikacija zalog	6
1.3.4 Stroški povezani z zalogami.....	6
1.4 SISTEMI SPREMLJANJA ZALOG	7
1.4.1 Izbira politike spremljanja zalog	8
1.5 RAVEN STORITVE IN VARNOSTNA ZALOGA	8
1.5.1 Raven storitve.....	9
1.5.2 Odnos med ravno storitve in varnostno zalogo.....	9
2 PREDSTAVITEV SISTEMA PERIODIČNEGA NAROČANJA	10
2.1 UPORABLJENI SIMBOLI IN NJIHOV POMEN	10
2.2 OPREDELITVE TEMELJNIH POJMOV.....	11
2.3 DELOVANJE MODELA IN OSNOVNE ENAČBE	11
2.3.1 Predpostavke	13
2.3.2 Vhodni podatki.....	13
3 PREDSTAVITEV REZULTATOV.....	14
3.1 VARIABILNOST V POVPRŠEVANJU IN VARNOSTNA ZALOGA.....	15
3.2 VARNOSTNA ZALOGA IN RAVEN STORITVE	16
3.3 ODNOS MED RAVNJO STORITVE IN GIBANJEM STROŠKOV, POVEZANIH Z ZALOGAMI	17
3.4 PERIODA SPREMLJANJA ZALOG IN STROŠKI KONTROLE ZALOG.....	18
3.5 VARIABILNOST NAROČIL V PRIMERJAVI Z VARIABILNOSTJO V POPVRAŠEVANJU	20
SKLEP.....	21
LITERATURA IN VIRI	23

KAZALO TABEL

<i>Tabela 1: Uporabljeni simboli in njihov pomen</i>	10
<i>Tabela 2: Vhodni podatki v modelu periodičnega spremljanja zalog</i>	14
<i>Tabela 3: Spreminjanje optimalne ravni storitve pri povečevanju stroška držanja enote na zalogi</i>	17
<i>Tabela 4: Številski prikaz spreminjanja ravni storitve pri zmanjševanju stroškov izčrpanja zaloge na enoto.....</i>	18
<i>Tabela 5: Gibanje stroškov kontrole zalog, stroškov držanja zaloge in vsote stroškov.....</i>	19
<i>Tabela 6: Variabilnost naročil v primerjavi z variabilnostjo v povpraševanju</i>	21

KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Grafični prikaz ABC klasifikacije zalog</i>	6
<i>Slika 2: Prikaz povezave med obsegom varnostne zaloge in ravno storitve.....</i>	9
<i>Slika 3: Skica delovanja modela periodičnega spremljanja zalog do ciljne zaloge</i>	12
<i>Slika 4: Normalna porazdelitev povpraševanja v izdelanem modelu</i>	13
<i>Slika 5: Skupni stroški uravnavanja zalog (TC) pri različnih standardnih odklonih v ovpraševanju</i>	15
<i>Slika 6: Gibanje varnostne zaloge pri spreminjanju standardnega odklona v povpraševanju</i>	16
<i>Slika 7: Gibanje varnostne zaloge pri spreminjanju ravni storitve</i>	16
<i>Slika 8: Grafični prikaz gibanja skupnih stroškov, stroškov držanja zalog in stroškov izčrpanja pri različnih ravneh storitve.....</i>	17
<i>Slika 9: Gibanje stroškov kontrole zalog pri različnih periodah naročanja.....</i>	18
<i>Slika 10: Gibanje skupnih stroškov držanja zaloge, skupnih stroškov kontrole zalog ter vsote teh stroškov pri različni periodah spremljanja zalog.....</i>	20
<i>Slika 11: Učinek volovskega biča.....</i>	21

UVOD

Uravnavanje zalog je zelo pomembno za podjetja z vidika doseganja konkurenčne prednosti na trgu. To je v današnjem času, ko svet postaja vse manjši, konkurenca na trgu pa je vse večja, zelo pomembno. Podjetje kot gospodarska tvorba na trgu nikakor ni samo. Zato se v podjetjih pri svojem poslovanju nenehno ukvarjajo s tehtanjem med različnimi pomembnimi dejavniki, ki vplivajo na poslovanje.

V tej nalogi se ukvarjam s periodičnim spremljanjem zalog, in sicer gre za zaloge, povezane z neodvisnim povpraševanjem. To je z vidika proučevanja bolj zanimivo, saj se soočamo z negotovostjo v povpraševanju.

Glavni namen zaključne strokovne naloge je na praktičnem primeru spoznati delovanje sistema periodičnega naročanja in na izdelanem primeru ugotoviti, kakšna politika naročanja je v danih razmerah najboljša.

Glede na namen sem postavil nekaj osnovnih ciljev:

- Ugotoviti, kakšna je primerna perioda naročanja.
- Analizirati odnos med varnostno zalogo in ravnjo storitve.
- Analizirati odnos med podaljševanjem dobavnega roka in nivojem zaloge.
- Ugotoviti, kakšna je optimalna raven storitve ob danih stroških.

Zaključna strokovna naloga sestoji iz štirih glavnih delov, in sicer je poleg uvoda in zaključka jedro naloge razdeljeno v tri dele. Prvi je namenjen teoretični opredelitvi področja uravnavanja zalog. Drugi del prinaša predstavitev delovanja praktičnega primera periodičnega spremljanja zalog, in sicer gre za sistem periodičnega naročanja do ciljne zaloge. Model temelji na izmišljenih vhodnih podatkih in nekaterih predpostavkah, ki poenostavijo izračun. Glavna predpostavka je ta, da je povpraševanje normalno porazdeljeno. V tretjem delu naloge so predstavljeni rezultati, do katerih sem prišel s pomočjo izdelanega modela.

1 URAVNAVANJE ZALOG

Na začetku najprej nekaj splošnih dejstev o uravnavanju zalog. Zakaj je uravnavanje zalog sploh potrebno? Kakšne vrste zalog poznamo in kateri stroški so z njimi povezani? Na koncu poglavja pa še o načinih uravnavanja zalog, njihovih prednostih in slabostih.

1.1 POMEN NEGOTOVOSTI

V podjetjih se srečujejo z različnimi vrstami negotovosti. Z vidika uravnavanja zalog sta najpomembnejši negotovosti dve: negotovost na strani povpraševanja kupcev po izdelkih podjetja in na drugi strani negotovost pri dobavah s strani dobaviteljev podjetja.

Negotovost v povpraševanju je ena od najpomembnejših negotovosti, s katero se srečujejo v podjetjih. Gre tako za negotovost v obstoju samega povpraševanja kot tudi za tveganje, da pride do nepredvidljivega nihanja v povpraševanju. Bistveno je, da odgovorni za uravnavanje zalog v podjetju ugotovijo, kaj je ključni razlog, da prihaja do nihanja v povpraševanju, da se potem lahko osredotočijo na točno določen glavni vir.

Prav tako kot se v podjetju soočajo z negotovostjo na strani povpraševanja s strani kupcev, se soočajo tudi z negotovostjo pri dobavah s strani svojih dobaviteljev. Negotovost pri dobavah izvira predvsem iz same kakovosti dobavljenih produktov. Če je namreč kakovost slaba, to navadno pomeni več izmeta. Če torej predpostavim, da gre za nek polizdelek, ki ga podjetje vgrajuje v svoje proizvode, to posledično pomeni manj proizvedenih proizvodov. Še največje tveganje pa za podjetje predstavlja nihanje kakovosti dobavljenih produktov.

Poleg slabe kakovosti lahko s strani dobaviteljev prihaja tudi do zamude pri dobavi ter nepopolne dobave.

Podjetje se lahko pred negotovostmi v povpraševanju delno zaščiti s predvidevanjem povpraševanja. Za samo predvidevanje povpraševanja se uporabljajo različne metode. V posameznem podjetju se odločijo za tisto metodo, ki se je za povpraševanje po njihovih proizvodih v preteklosti izkazala za najbolj natančno. Kljub temu pa pri predvidevanju prihaja do napak, torej se negotovosti ne da popolnoma izogniti (Bozarth & Handfield, 2008, str. 439).

1.2 PRIDOBIVANJE INFORMACIJ

V podjetjih se bolj ali manj zavedajo vseh opisanih negotovosti oziroma tveganj, postavlja pa se vprašanje, kako ta tveganja zmanjšati na najnižjo možno raven. Kot bomo videli v nadaljevanju, podjetje oblikuje različne vrste zalog za različne vrste negotovosti. Informacije je moč pridobivati na dva načina: z lastnim zbiranjem, temu pravimo tudi primarno zbiranje informacij, ali pa iz že organiziranih baz podatkov, na primer s statističnega urada.

1.2.1 Informacijski sistemi

V današnjem času, ko je uporaba interneta postala stalnica na praktično vseh ravneh našega življenja, ga pri poslovanju s pridom uporabljajo tudi podjetja. Po eni strani jim v današnjem hitro spreminjajočem se gospodarstvu predstavlja zelo pomemben vir informacij, na drugi strani pa jim služi kot podpora pri poslovanju. Podjetja namreč danes uporabljajo za poslovanje s svojimi poslovnimi partnerji različne načine elektronskega poslovanja. Posebno v večjih podjetjih je pogosta uporaba ektraneta, ki pospeši medsebojno naročanje, pa tudi izmenjavo drugih informacij o poslovanju, ki so pomembne za več členov oskrbovalne verige.

1.2.2 Efekt volovskega biča

Napačne oziroma zapoznele informacije lahko privedejo do različnih negativnih posledic. Ena od pogostejših posledic, ki se odraža na vseh členih oskrbovalne verige, je tudi tako imenovani »efekt volovskega biča«.

Efekt volovskega biča kot ga opišeta Groznik in Mujkić (2005) je pojav, pri katerem se nihanje v povpraševanju povečuje z vsako stopnjo višje v oskrbovalni verigi. Do tega pojava pride, ker prodajalci na nihanje v povpraševanju s strani končnih kupcev odgovorijo še z večjim nihanjem v naročilih pri svojih dobaviteljih in tako vse do proizvajalca, ki to izrazi s še večjo variacijo v svojih proizvodnih načrtih. Glavni problem, zaradi katerega v praksi pride do efekta volovskega biča, so pomanjkljive informacije med partnerji na različnih stopnjah v oskrbovalni verigi.

Ločimo štiri glavne vzroke za nastanek učinka volovskega biča, kot jih razlikujejo (Lee, Padmanabhan & Whang, 1997):

- predvidevanje povpraševanja v povezavi z dolgim dobavnim rokom,
- nakupovanje v svežnjih,
- špekulativno nakupovanje,
- spremenljiva cenovna politika.

Kot trdita Jakšič in Rusjan (2007), do **povečevanja nihanja v naročilih** po oskrbni verigi navzgor prihaja zato, ker podjetja v oskrbovalni verigi zaradi pomanjkanja informacij zaznajo kratkoročno povečanje končnega povpraševanja kot trend, ki bo trajal preko daljšega obdobja. To je najpogosteje posledica uporabljenih metod predvidevanja povpraševanja. Če tudi naslednji člen v verigi nima pravih informacij o povpraševanju, se zgodi, da se variabilnost v povpraševanju še dodatno poveča. Vsako podjetje v oskrbni verigi, ki predvideva, da se bo povpraševanje še naprej gibalo skladno s trendom, se pred izčrpanjem zaloge še dodatno zavaruje z varnostno zalogo. To pa privede do še večjega skoka, kot je bil skok v končnem povpraševanju.

Pri **nakupovanju v svežnjih** gre preprosto zato, da podjetje ne naroča vsakega kosa posebej, potem ko prejšnjega proda, ampak večjo količino izdelkov skupaj, kar je logično zaradi optimiziranja stroškov, povezanih z zalogami. Gre za stroške transporta, naročanja in nabave izdelkov.

Do **špekulativnega nakupovanja** pride, ko povpraševanje preseže ponudbo in pride do tega, da mora proizvajalec omejiti dobavo. Ker kupci vedo, da gre za tako omejitev, naročijo pretirano količino izdelkov, da si s tem zagotovijo vsaj količino, ki jo potrebuje. Ker pa proizvajalec zabeleži pretirano povečano povpraševanje, ki ne odraža dejanskega stanja na trgu, pride do močnega zmanjšanja naročil in odpovedi starih naročil.

Do variabilnosti v naročilih med posameznimi členi oskrbovalne verige lahko pride tudi zaradi **spremenljive politike cen** enega od členov v oskrbovalni verigi. Ob enkratnem znižanju cen se lahko enkratno povečajo naročila. To pa vpliva tudi na ostale člene v verigi in pojavi se efekt biča. Ker ima zdaj podjetje, ki je spremenilo cenovno politiko, večje povpraševanje, mora tudi samo več naročiti od členov višje v verigi in tako vse do samega proizvajalca.

Kot generator povečane variabilnosti v povpraševanju se je izkazal tudi sistem periodičnega naročanja do ciljne zaloge. Glavni vzrok je, da sta ciljna zaloga ter posledično višina naročila določena na podlagi predvidevanja povpraševanja v prihodnosti. Zaloga za to predvideno povpraševanje mora zadoščati za čas periode naročanja in dobavnega roka, poleg tega pa vključuje še določeno raven varnostne zaloge, ki štiti predi izčrpanjem in zagotavlja primerno raven storitve. Ta sistem uravnavanja zalog je predvsem primeren za podjetja, ki imajo v ključnih stroških, povezanih z uravnavanjem zalog, velik fiksni del teh stroškov (Jakšič & Rusjan, 2006).

V oskrbovalni verigi je ena najpomembnejših nalog vseh členov, ki v njej sodelujejo, da zagotovijo ustrezen pretok informacij ter vzpostavijo ustrezno sodelovanje in uskladijo medsebojne cilje, da ne prihaja do prevelikih razhajanj. Podjetja, ki imajo dobro organizirano pridobivanje informacij in optimizirano poslovanje, lahko bolje odgovarjajo na zahteve kupcev.

1.3 ZALOGE

Za podjetje bi bilo seveda z vidika stroškov, povezanih z zalogami, idealno, če le-te čim manjše oziroma jih skoraj ne bi bilo. Vendar je to v večini panog praktično nemogoče. Posebno pri trgovskih in proizvodnih podjetjih velja, da bi se brez zalog ne morejo dovolj hitro odzvati na spremembe v povpraševanju. Zaloge tako podjetju omogočajo prilagajanje zahtevam in željam kupcev tudi v zelo kratkem obdobju, to je v obdobju, ki je krajše od proizvodnega časa oziroma dobavnega roka.

Zaloge je moč razdeliti po več kriterijih, med drugim tudi glede na različne vrste negotovosti, s katerimi se v podjetjih srečujejo. Lahko pa jih razdelimo tudi glede na mesto v poslovnem procesu. Tak način je na primer zelo pregleden, če bi proučevali poslovni proces v nekem proizvodnem podjetju. Na ta način ločimo zaloge vhodnih materialov, zaloge polizdelkov, zaloge končnih proizvodov.

1.3.1 Varnostna zaloga

Nekoliko več pozornosti je namenjene varnostni zalogi, ki ima pomembno vlogo v sami simulaciji, ki je predstavljena v drugem delu zaključne naloge.

Pri prodaji, proizvodnji in naročanju prihaja do negotovosti zaradi različnih razlogov (Waller, 1999, str. 296):

- nepričakovano povečanje oziroma zmanjšanje naročil kupcev,
- stavke delavcev,
- okvare delovnih sredstev,
- zamuda s strani dobavitelja.

Da bi se v podjetjih izognili zgoraj navedenim dejavnikom negotovosti, oblikujejo varnostno zalogo. Varnostna zaloga je »mrtva zaloga«, ki sicer zavaruje podjetje, vendar pa hkrati tudi poveča stroške držanja zaloge (Waller, 1999, str. 296).

V kolikor poteka vse v skladu s pričakovanji, se varnostna zaloga ne porablja, vendar pa je oblikovana za primer, če pride do kakšnih koli nepredvidenih dogodkov v zvezi s povpraševanjem ali dobavnimi roki njihovih dobaviteljev (Bozarth & Handfield, 2008, str. 439).

1.3.2 Ostale vrste zalog

Poleg varnostne zaloge obstajajo še druge vrste, kot jih razlikujeta Bozarth in Handfield (2008, str. 439).

Zalogo za pričakovana naročila kupcev podjetje oblikuje za tiste izdelke, za katere pričakuje, da jih bo največ prodalo. Ta zaloga omogoča podjetju, da so izdelki kupcem na voljo, takoj ko jih potrebujejo.

Proizvodna podjetja, ki se soočajo z različnimi vrstami nihanja v povpraševanju, se zaradi objektivnih okoliščin s samo proizvodnjo ne morejo prilagajati povpraševanju. Sama proizvodnja lahko traja predolgo, stroški, povezani z menjavami in prekinitvami v proizvodnji, so previsoki. Možno je tudi, da ne morejo tako hitro priti do zadostne količine izdelavnega materiala. V takih ali podobnih primerih se odločijo za proizvodnjo v konstantnem obsegu. Ko je povpraševanje nižje od obsega proizvodnje, podjetje proizvaja na zalogo in tako oblikuje tako imenovano **izravnalno zalogo**, ko pa povpraševanje presega proizvodne zmogljivosti, podjetje presežni del povpraševanja pokriva iz teh zalog.

Zaloge na transportu so zaloge proizvodov, ki se premikajo po oskrbovalni verigi od enega člana verige do drugega.

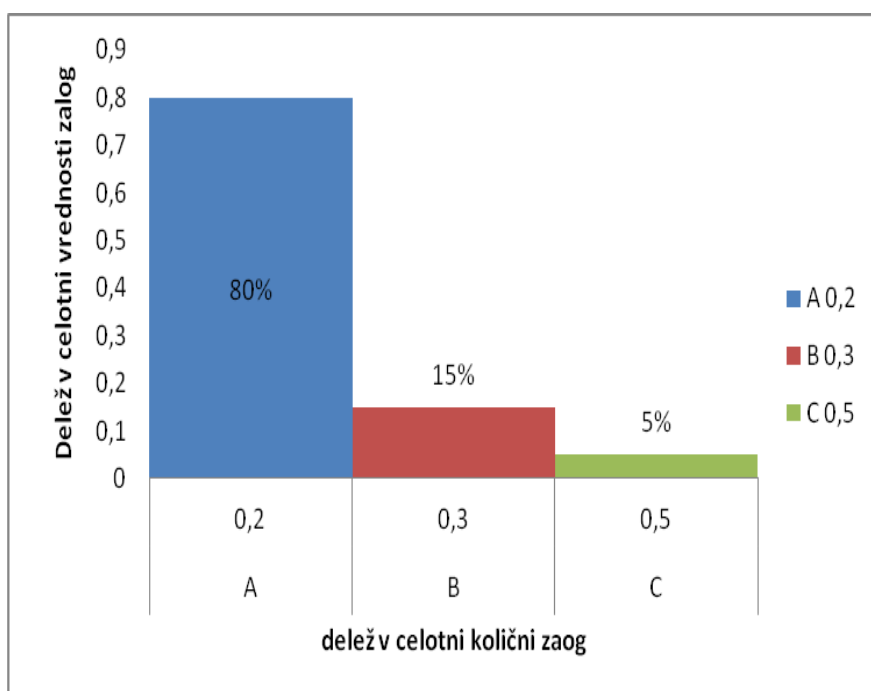
Tista podjetja, ki poslujejo v državah, kjer je politično in ekonomsko okolje dokaj nestabilno, oblikujejo tudi **zaloge za primer nepredvidenih dogodkov v okolju**. Taki dogodki imajo močan vpliv na poslovanje podjetja (stavke, politična nestabilnost ...) in lahko ohromijo proizvodnjo podjetij v teh okoljih.

1.3.3 Abc klasifikacija zalog

V podjetjih imajo različne vrste zalog – poleg surovin in materiala, ki se vgradijo neposredno v končni proizvod, tudi zaloge drobnega inventarja in rezervnih delov, ki služijo kot podpora proizvodnji in zmanjšujejo možnost za nastanek daljših zastojev v sami proizvodnji. Ker pa vse zaloge niso enak finančni zalogaj za podjetje, v podjetjih pogosto uporabljajo ABC klasifikacijo za rangiranje zalog.

Po tej klasifikaciji v podjetju razdelijo zaloge v tri skupine. V skupini A so zaloge, ki količinsko predstavljajo le 20 % vseh proizvodov, vendar po svoji vrednosti zajemajo kar 80 % vrednosti vseh zalog. Skupina B so zaloge, ki količinsko predstavljajo 30 %, vendar pa njihova skupna vrednost predstavlja le okoli 15 % celotne vrednosti zalog. V skupini C pa so zaloge, ki jih je količinsko največ (50 %), vendar pa je njihova vrednost zelo majhna in zajemajo le 5 % skupne vrednosti zalog (Silver, Pyke & Peterson, 1998, str. 236). Vse opisano prikazuje Slika 1.

Slika 1: Grafični prikaz ABC klasifikacije zalog



Vir: E. A. Silver., D. F. Pyke, & R. Peterson., *Management and Production Planning and Scheduling*, 1998, str. 236.

1.3.4 Stroški povezani z zalogami

Poznamo različne vrste stroškov, povezanih z zalogami. Možno jih je deliti v dve skupini (Rusjan, 2009, str. 320):

- stroški, ki s povečevanjem zalog naraščajo in
- stroški, ki s povečevanjem zalog padajo.

Tipični stroški, ki se z povečevanjem zaloge povečujejo, so stroški držanja enote na zalogi. Stroški, ki pa s povečevanjem zaloge padajo, so stroški izčrpanja zaloge, saj je v primeru, ko ima podjetje veliko zalogo, možnost, da pride do izčrpanja, relativno manjša. Med stroške, ki s povečevanjem zalog naraščajo, torej spadajo:

- stroški investiranega kapitala,
- stroški skladiščenja,
- davki na premoženje in stroški zavarovanja premoženja,
- stroški, povezani s slabo kakovostjo,
- stroški planiranja in kontrole.

Med stroške, ki s povečevanjem zalog padajo, pa spadajo:

- stroški naročanja,
- stroški priprave proizvodnje,
- stroški izčrpanja zalog,
- stroški posamezne enote v zalogi.

Zaloge so z računovodskega vidika sredstvo podjetja. Tako jih podjetje izkazuje tudi v svoji bilanci stanja. Zaloge torej predstavljajo premoženje podjetja. Še nekoliko podrobneje spadajo zaloge med kratkoročna sredstva podjetja. Za nakup zalog vhodnih materialov, surovin oziroma trgovskega blaga, če gre za trgovino, so potrebna finančna sredstva, ki jih mora podjetje investirati. Dokler zalog ne vgradimo v končni proizvod in le-tega ne prodamo, je denar vezan v zalogah, zato je pomembno, da se zaloge čim hitreje obračajo oziroma da je čas vezave denarja v zalogah čim krajši.

1.4 SISTEMI SPREMLJANJA ZALOG

V osnovi ločimo dva sistema spremljanja zalog: kontinuirano in periodično. Pri kontinuiranem spremljanju zalog gre v osnovi za to, da v podjetju v vsakem trenutku vedo, koliko posamezne enote imajo na zalogi. V ta namen uporabljajo računalniške programe za podporo poslovanju, ki tako spremljanje omogočajo. Periodično spremljanje zalog pa je način spremljanja zalog, pri katerem se zaloga ne preverja vsak trenutek, ampak samo vsake toliko časa po vnaprej določeni periodi spremljanja zaloge.

1.4.1 Izbira politike spremljanja zalog

Oblikovanje politike uravnavanja zalog je odvisno od tega, ali se v podjetju odločijo za kontinuirano ali periodično spremljanje zalog. V literaturi ločijo štiri osnovne sisteme ravnanja z zalogami (Silver et al. 1998, str. 238):

- fiksna točka ponovnega naročila, fiksna količina naročila (angl. *Order-Point, Order Quantity*),
- fiksna točka ponovnega naročila, gibljiva količina naročila (angl. *Order-Point, Order up-to-Level System*),
- sistem periodičnega naročanja (angl. *Periodic-Review, Order-Up-to-Level System*),
- kombinirani sistem (angl. *R, s, S System*).

Prva dva uporabljajo podjetja, ki kontinuirano spremljajo zaloge. Razlika je le v tem, da je pri prvem načinu količina naročila fiksna, pri drugem načinu pa se količina naročila prilagaja, tako da se z vsakim naročilom nivo zaloge dvigne do ciljne zaloge.

Preostala dva sistema uravnavanja zalog se uporabljata pri periodičnem spremljanju zalog. Bistvo tako imenovanega sistema periodičnega naročanja je v tem, da vsako periodo naročanja naročimo tako količino, da dvignemo nivo zaloge na ciljno zalogo. Temu sistemu pravimo tudi sistem cikličnega naročanja.

Ideja zadnjega, tako imenovanega kombiniranega sistema je v tem, da zalogo kontroliramo vsako periodo naročanja in naročilo sprožimo, če je nivo zaloge padel pod signalno zalogo. Če je nivo zaloge nad signalno zalogo, ne storimo nič.

Oba sistema imata svoje prednosti in slabosti. Glavna prednost sistema kontinuiranega naročanja je v tem, da je stanje zaloge vedno znano; to omogoča podjetju, da ima lahko oblikovan nižji nivo varnostne zaloge, zato so tudi s tem povezani stroški lahko nižji. V podjetju lahko zalogo spremljajo vsak trenutek, naročilo pa se sproži, ko zaloga pade na signalno zalogo (točko ponovnega naročila).

Če pa podjetje naroča več različnih izdelkov pri enem dobavitelju oziroma če se proizvajajo na istem stroju, se podjetju bolj izplača uporabljati sistem periodičnega spremljanja zalog, saj optimizira stroške naročaja in transporta. Tako se lahko v podjetju na primer odločijo, da bodo zaloge, ki jih naročajo pri točno določenem dobavitelju, preverjali enkrat na teden, na primer vsak ponedeljek.

1.5 RAVEN STORITVE IN VARNOSTNA ZALOGA

Primerna raven storitve je za podjetje posebej pomembna z vidika kupčevega zadovoljstva na eni in z vidika optimizacije stroškov poslovanja na drugi strani. Za podjetje je torej pomembno, da najde primerno ravnotežje.

1.5.1 Raven storitve

Raven storitve se uporablja kot kriterij za določanje višine varnostne zaloge. Služi kot mera pokrivanja povpraševanja iz zalog. Raven storitve predstavlja odstotek iz zaloge pokritega povpraševanja. Če je raven storitve 100 %, pomeni, da nikoli ne bo prišlo do izčrpanja zaloge. Raven storitve lahko izražamo na različne načine (Rusjan, 2009, str. 337):

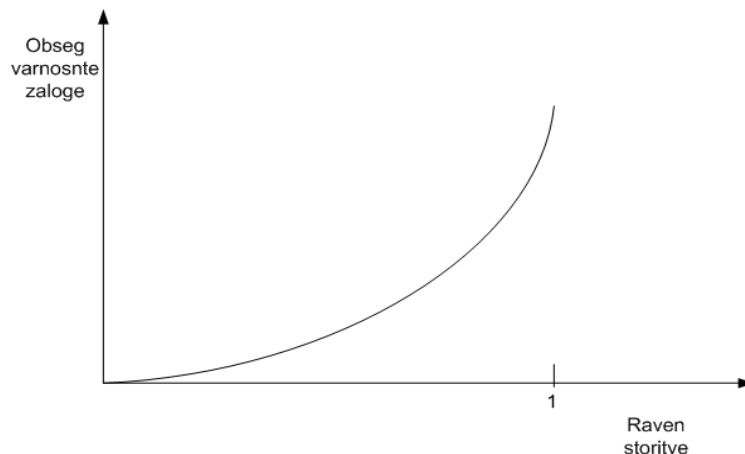
- Raven storitve je verjetnost, da bodo vse potrebe pokrite iz zalog v času dobavnega roka.
- Raven storitve je delež potreb, ki bo pokrit iz zaloge v določenem obdobju.
- Raven storitve je delež časa, v katerem so določene zaloge na voljo.

1.5.2 Odnos med ravnjo storitve in varnostno zalogo

Raven storitve in varnostna zaloga sta tesno povezani, saj višja raven storitve zahteva tudi višja angažirana sredstva v varnostnih zalogah. Bolj ko se približujemo 100 % ravni storitve, hitreje morajo naraščati varnostne zaloge, ker morajo pokrivati tudi zelo neverjetne dogodke iz normalne porazdelitve (Rusjan, 2009, str. 341).

Odnos med ravnjo storitve in varnostno zalogo vpliva tudi na hitrost obračanja zalog. Če v podjetju zasledujejo visoko raven storitve, torej imajo tudi relativno višjo varnostno zalogo, je obračanje zalog počasnejše. Počasnejše obračanje zalog pa je lahko tudi posledica razmerja med stroški naročanja in stroški zalog (Rusjan, 2009, str. 342). Slika 2 prikazuje odnos med ravnjo storitve in obsegom varnostne zaloge.

Slika 2: Prikaz povezave med obsegom varnostne zaloge in ravnjo storitve



Vir: B. Rusjan, Management proizvodnih in storitvenih procesov, 2009, str 341.

Kar se tiče odnosa med ravnjo storitve in varnostno zalogo, ima periodični sistem zalog v primerjavi z kontinuiranim to slabost, da enaka raven storitve pri periodičnem sistemu spremljanja zalog zahteva večjo varnostno zalogo, ker mora zadoščati za čas periode naročanja in še za čas dobavnega roka.

2 PREDSTAVITEV SISTEMA PERIODIČNEGA NAROČANJA

V drugem delu te zaključne strokovne naloge predstavljam nekaj ugotovitev, do katerih sem prišel s pomočjo modela sistema periodičnega naročanja. Gre za sistem periodičnega naročanja v podjetju, ki produkte prodaja končnim kupcem; model ni razširjen na ostale člene oskrbovalne verige.

2.1 UPORABLJENI SIMBOLI IN NJIHOV POMEN

V Tabeli 1 so zbrani vsi v enačbah in na skicah uporabljeni simboli in označbe. Opisan je tudi njihov pomen.

Tabela 1: Uporabljeni simboli in njihov pomen

Oznaka	Opis
D_t	povpraševanje v tekočem obdobju
\overline{D}_{R+L}	povprečno povpraševanje v času dobavnega roka in periode spremljanja zalog
σ	standardni odklon
z	parameter normalne porazdelitve
R	perioda spremljanja zalog, kjer je $R > L$
L	dobavni rok
S	nivo ciljne zaloge
SS	varnostna zaloga
FZ_t	fizična zaloga
IP_t	nivo zaloge
NN_t	nepokrita naročila
NZ_t	neto zaloga
CSL	raven storitve
a	strošek držanja zaloge
b	strošek izčrpanja
c	strošek kontrole zalog
o_t	naročena količina v obdobju t
x_t	nivo zaloge pred kontroliranjem zaloge v obdobju t
y_t	nivo zaloge po kontroliranju zaloge v obdobju t
TC MIN	minimum skupnih stroškov

2.2 OPREDELITVE TEMELJNIH POJMOV

Opredelitve osnovnih kategorij so povzete po Silver, Peterson in Pyke (1998, str 235).

Fizična zaloga (angl. *on-hand stock*) je zaloga, ki se fizično nahaja na policah v skladišču in ni nikoli negativna. Ta količina je pomembna, ko se odloča, ali se bo določeno naročilo kupca pokrilo direktno iz zaloge.

Neto zaloga (angl. *Net stock*) je količina, ki se uporablja v matematičnih izračunih. Lahko je tudi negativna, če ima podjetje že sprejeta naročila, ki jih še ni izpolnilo. Spodnja enačba prikazuje izračun neto zaloge (enačba 1).

$$NZ_t = FZ_t - NN_t \quad (1)$$

Nivo zaloge (angl. *Inventory position*) se izračunava po spodnji enačbi (enačba 2). Poveča se vsakokrat, ko sprožimo naročilo; za razliko od neto zaloge, ki se poveča, ko dobimo dobavljeno naročeno količino, torej po preteku dobavnega roka.

$$IP_t = FZ_t + o_t - NN_t \quad (2)$$

Varnostna zaloga (angl. *Safety stock*) je povprečno stanje zalog, tik preden je naročilo dobavljeno.

Nepokrita naročila (angl. *backorders*) so naročila, ki jih je podjetje že sprejelo, vendar pa jih zaradi izčrpanja zaloge še ni izpolnilo.

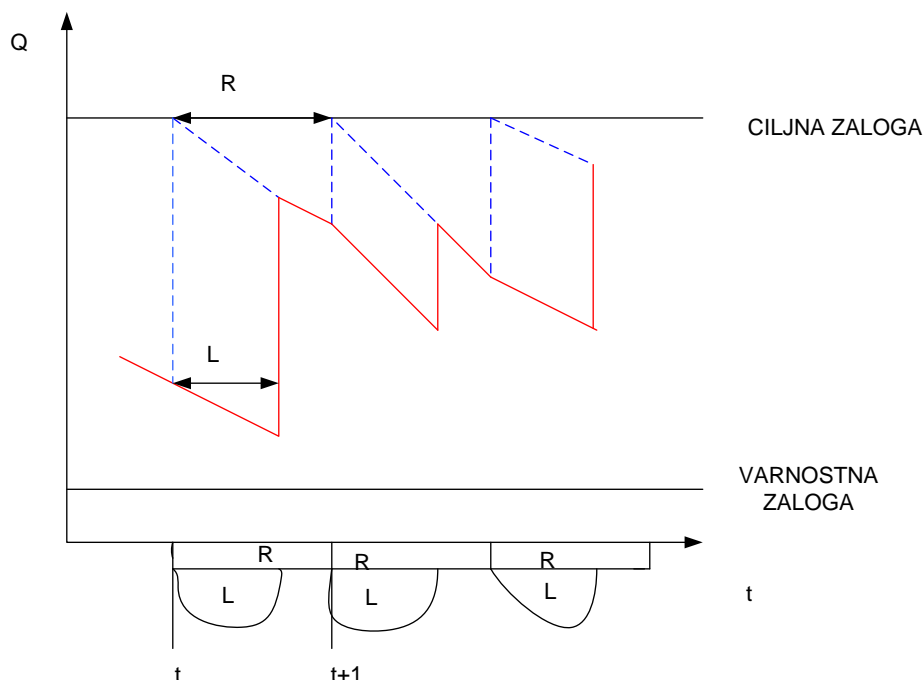
Dobavni rok (angl. *Lead time*) je čas, ki preteče od sprožitve naročila do prejema dobave.

2.3 DELOVANJE MODELA IN OSNOVNE ENAČBE

Z modelom sem spremljal gibanje zalog v 100 obdobjih. Začetnih 20 obdobjih je namenjenih temu, da se delovanje modela nekoliko umiri, glede na to, da sem kot začetni nivo zaloge nastavil kar varnostno zalogo. Izračuni pa so potem narejeni na osnovi gibanja zalog skozi preostalih 100 obdobjih.

Osnovno delovanje modela je naslednje. Količina v zalogi se korigira glede na periodo spremljanja zalog (R časovnih obdobjih), takrat se sproži naročilo za tolikšno količino, kolikor še manjka do nivoja ciljne zaloge. Nivo dejanske zaloge se poveča, ko je naročena količina dobavljena, in zmanjša, ko z njo pokrijemo povpraševanje. Osnovno delovanje modela je prikazano na Sliki 3.

Slika 3: Skica delovanja modela periodičnega spremljanja zalog do ciljne zaloge



Nivo zaloge pred sprožitvijo novega naročila izračunamo po spodnji enačbi (enačba 3):

$$x_t = x_{t-1} + o_{t-L} - D_t \quad (3)$$

Nivo zaloge po kontroliranju zalog pa sem izračunal po naslednji enačbi (enačba 4)

$$y_t = y_{t-1} + o_{t-L} - D_t \quad (4)$$

Spodnja enačba (enačba 5) je ključna, in sicer gre za enačbo za izračun nivoja ciljne zaloge. Po spodnji enačbi se ciljna zaloga izračuna kot povprečno povpraševanje v času dobavnega roka in periode naročanja, kateremu prištejemo še varnostno zalogo.

$$\begin{aligned} \sigma_{R+L} &= \sqrt{\sigma^2 (R + L)} \\ S &= \bar{D}(R + L) + z\sigma_{R+L} \end{aligned} \quad (5)$$

Naslednja enačba (enačba 6) prikazuje nivo varnostne zaloge, ki ga oblikujejo v podjetju. Nivo varnostne zaloge je odvisen od želene ravni storitve, ki jo v podjetju zasledujejo, in standardnega odklona v povpraševanju v času dobavnega roka in periode naročanja. Varnostno zalogo je na ta način moč izračunavati zato, ker model temelji na normalni porazdelitvi. Tako na primer $z = 1,28$ predstavlja 90 % raven storitve.

$$SS = z\sigma_{R+L} \quad (6)$$

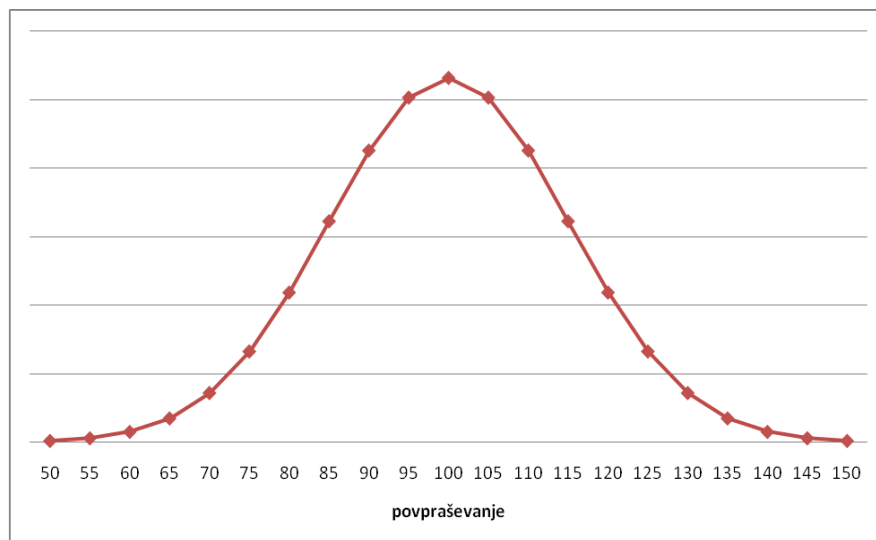
2.3.1 Predpostavke

Model temelji na izmišljenih podatkih in sledečih predpostavkah:

- povpraševanje podjetja je normalno porazdeljeno,
- perioda spremljana zalog je vedno daljša od dobavnega roka,
- vedno je dobavljeno celotno naročilo naenkrat,
- zmogljivost dobavitelja ni omejena, torej lahko vedno dobavi naročeno količino.

Slika 4 prikazuje verjetnostno porazdelitev, kot sem jo predpostavil v modelu sistema periodičnega naročanja, in sicer gre za normalno porazdelitev s povprečjem 100 kosov in standardnim odklonom 15 kosov, ki sem jih določil kot v izhodiščnih podatkih.

Slika 4: Normalna porazdelitev povpraševanja v izdelanem modelu $N(100, 15)$



2.3.2 Vhodni podatki

Model je zastavljen na nekaj nujno potrebnih vhodnih podatkih, in sicer potrebujemo za delovanje modela naslednje:

- predvideno povpraševanje,
- dobavni rok,
- periodo spremljanja zalog,
- želeno raven storitve.

Ko navedene vhodne podatke vstavimo v zgornje enačbe, lahko spremljamo gibanje zalog, sprožanje naročil in prejem dobavljenih količin. V tem prvem delu spremljam gibanje količine zaloge. Ker je poleg količinskega vidika spremljanja zalog zelo pomemben tudi vrednostni, to je stroškovni vidik spremljanja zalog, sem v drugem delu ocenil tudi naslednje stroške:

- stroške držanja enote na zalogi,
- stroške izčrpanja zalog,
- stroške kontrole zalog,
- skupne stroške zalog.

Vhodni podatki modela so predstavljeni v Tabeli 2.

Tabela 2: Vhodni podatki v modelu periodičnega spremljanja zalog

Oznaka	Opis	Vrednost
\bar{D}	povprečno povpraševanje v času dobavnega roka in periode spremljanja zalog	100
σ	standardni odklon	15
L	dobavni rok	1
CSL	raven storitve	0,80
R	perioda spremljanja zalog	2
a	strošek držanja zaloge	0,25
b	strošek izčrpanja	5
c	strošek kontrole zalog	50

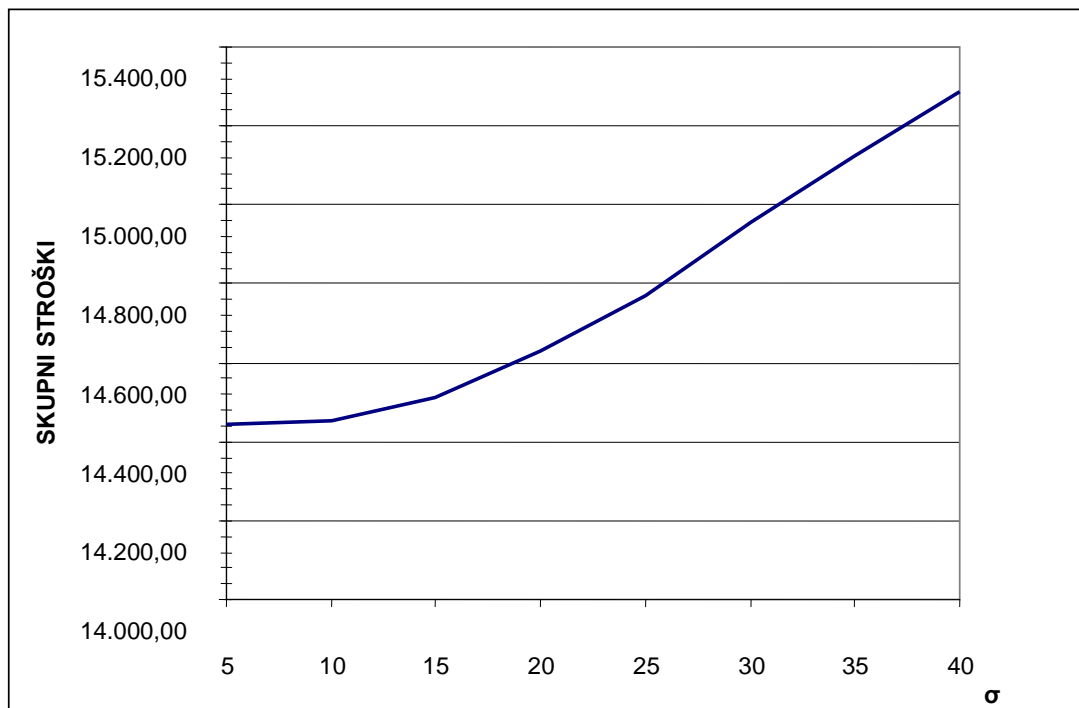
3 PREDSTAVITEV REZULTATOV

V tem poglavju sistematično prikazujem rezultate, do katerih sem prišel s pomočjo izdelanega modela uravnavanja zalog. Pri posameznih izračunih sem spreminjal samo določene podatke, vsi ostali vhodni podatki ostanejo taki, kot so prikazani v Tabeli 2.

Na Sliki 5 je prikazano gibanje celotnih stroškov, če spreminjamo standardni odklon v povpraševanju. Iz slike je razvidno, da celotni stroški ne naraščajo enakomerno s povečevanjem standardnega odklona, ampak se povečujejo precej hitreje.

Ko povečujemo standardnega odklona dosežemo razmere večjega nihanja v povpraševanja. Večje nihanje pomeni večjo negotovost.

Slika 5: Skupni stroški uravnavanja zalog (TC) pri različnih standardnih odklonih v ovpraševanju



3.1 VARIABILNOST V POVPRASEVANJU IN VARNOSTNA ZALOGA

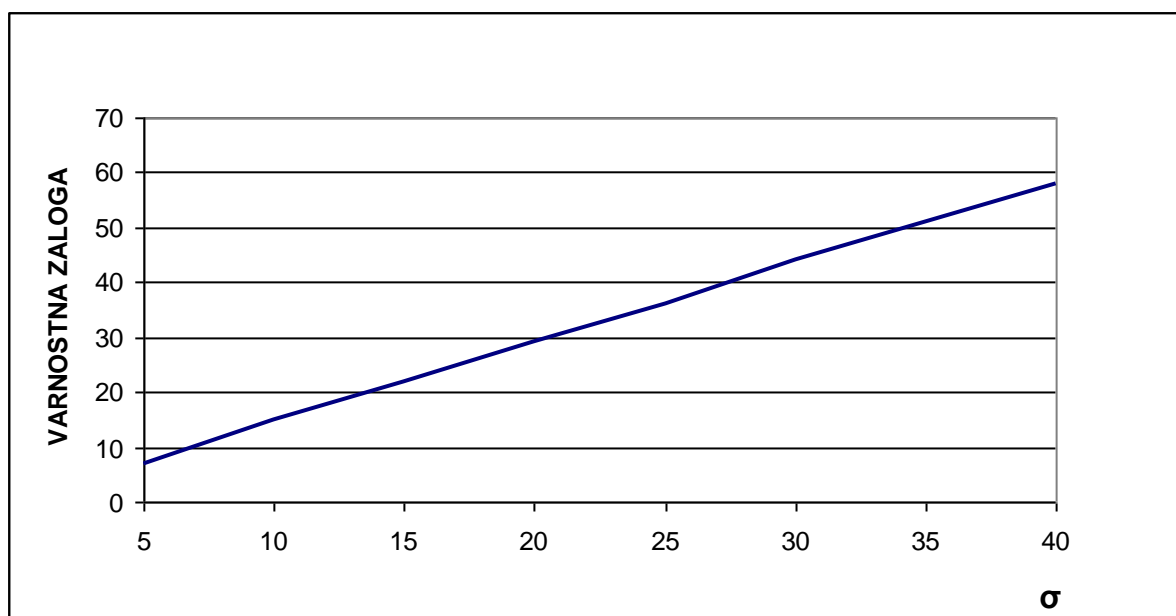
Raven storitve kot delež potreb, ki bo pokrit iz zaloge, sem uporabil tudi na primeru sistema periodičnega naročanja.

Za določanje ustreznega nivoja ravni storitve potrebujemo porazdelitev povpraševanja. Za ta namen se pogosto uporabi kar normalna porazdelitev, kar bistveno poenostavi izračunavanje. Tudi v tem konkretnem primeru sem uporabil normalno porazdelitev. Če v tem primeru želimo raven storitve višjo od 50 %, moramo oblikovati varnostno zalogo (Rusjan, 2009, str. 337).

Spodnji graf prikazuje gibanje varnostne zaloge, če se spreminja standardni odklon v povpraševanju. Vsi ostali podatki ostanejo nespremenjeni. Kot je razvidno iz spodnje slike. (glej Sliko 6), se varnostna zaloga povečuje.

V nadaljevanju pa predstavljam še gibanje varnostne zaloge pri spreminjanju prej omenjenih vhodnih podatkov.

Slika 6: Gibanje varnostne zaloge pri spreminjanju standardnega odklona v povpraševanju

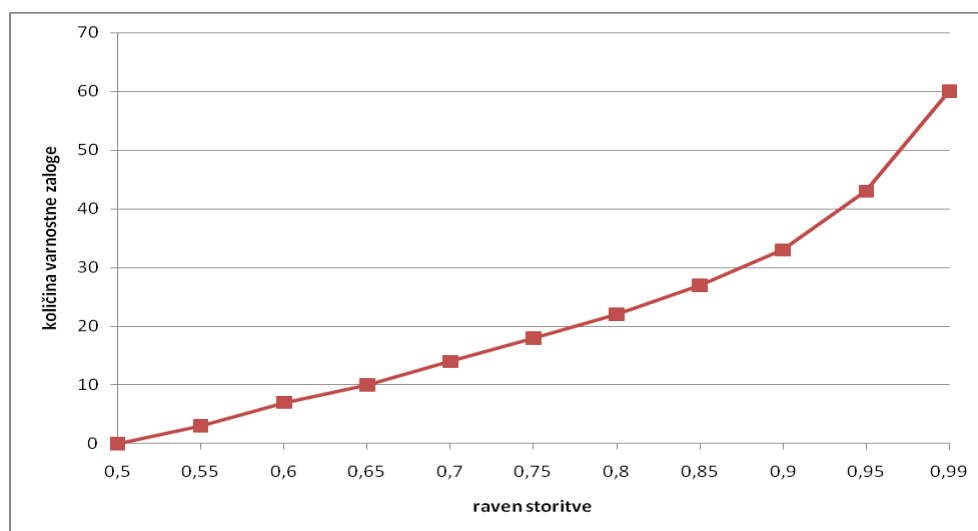


3.2 VARNOSTNA ZALOGA IN RAVEN STORITVE

Spodnja slika (glej Sliko 7) prikazuje odnos med varnostno zalogo in ravno storitve. Ta graf sem se odločil vključiti v nalogo zato, ker se je dejansko potrdilo gibanje varnostne zaloge, kot je teoretično opisano tudi v literaturi. Poleg oblike se je tudi na modelu potrdilo dejstvo, da podjetje oblikuje varnostno zalogo le za raven storitve, ki je večja od 50 %.

Katera raven storitve je za podjetje optimalna, je odvisno od višine stroškov, povezanih z uravnavanjem zalog. Te stroške sem podrobneje opisal že na prejšnjih straneh.

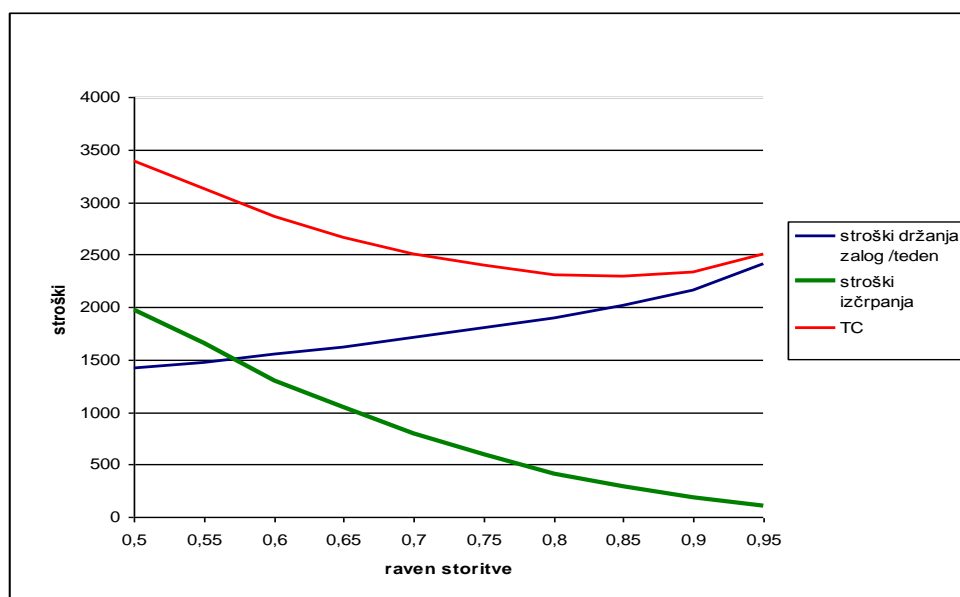
Slika 7: Gibanje varnostne zaloge pri spreminjanju ravni storitve



3.3 ODNOS MED RAVNJO STORITVE IN GIBANJEM STROŠKOV, POVEZANIH Z ZALOGAMI

Spodnji graf (glej Sliko 8) prikazuje gibanje stroškov držanja zalog, stroškov izčrpanja in skupnih stroškov zalog glede na raven storitve.

Slika 8: Grafični prikaz gibanja skupnih stroškov, stroškov držanja zalog in stroškov izčrpanja pri različnih ravneh storitve



S povečevanjem ravni storitve se stroški izčrpanja zmanjšujejo, ker pri višjih ravneh storitve manjkrat pride od izčrpanja zaloge. Na drugi strani se stroški držanja zaloge povečujejo, ker večja raven storitve zahteva večjo varnostno zalogo, ki povečuje nivo zaloge. Skupni stroški zalog so izračunani kot vsota obeh vrst stroškov. Optimalna raven storitve je v tem primeru tista, pri kateri so skupni stroški najnižji.

V tem konkretnem primeru je optimalna raven storitve zelo visoko. Stroški izčrpanja zaloge so namreč bistveno večji kot stroški držanja zalog (strošek držanja zalog 0,25 €/kos, stroški izčrpanja 5 €/kos). Ko proučujemo strošek držanja zaloge, se optimalna raven storitve postopno znižuje (glej Tabelo 3).

Tabela 3: Spreminjanje optimalne ravni storitve pri povečevanju stroška držanja enote na zalogi

a	TC MIN	CSL
0,25	2.294,25	0,85
0,50	4.190,00	0,75
0,75	5.094,00	0,65

Optimalna raven storitve, to je tista raven storitve, pri kateri so skupni stroški držanja zaloge in stroški izčrpanja najnižji, se znižuje, če povečujemo stroške držanja zaloge (a) pri nespremenjenih stroških izčrpanja. Vrednost skupnih stroškov se logično povečuje, če povečujemo stroške držanja zaloge. Situacija je podobna, če zmanjšujemo stroške izčrpanja pri nespremenjenih stroških držanja zaloge. Za podjetje je smotrno zasledovati nižjo raven storitve, če stroški izčrpanja zaloge niso previsoki, ker je pri nižjih ravneh storitve lahko tudi nivo varnostne zaloge nižji in s tem skupni stroški držanja zalog manjši (glej Tabela 4).

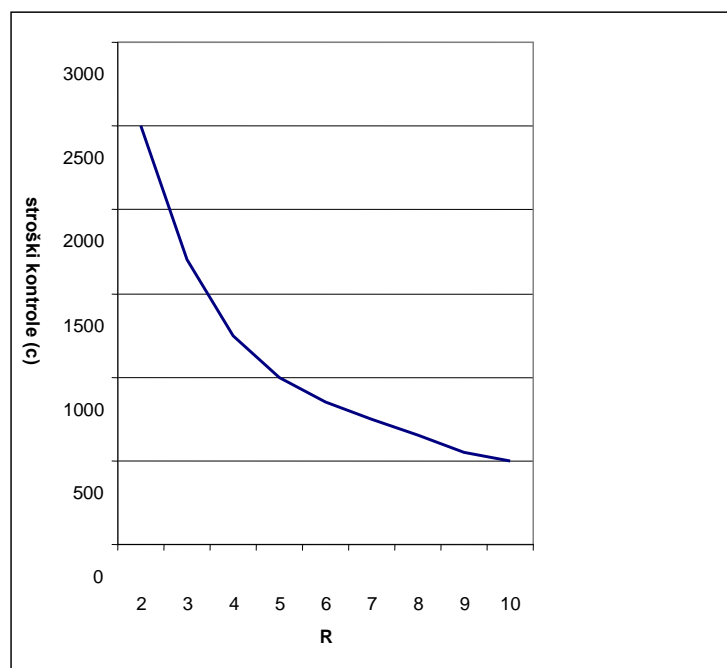
Tabela 4: Številski prikaz spreminjanja ravni storitve pri zmanjševanju stroškov izčrpanja zaloge na enoto

b	TC MIN	CSL
1	1.802,75	0,55
4	2.221,50	0,80
5	2.294,25	0,85

3.4 PERIODA SPREMLJANJA ZALOG IN STROŠKI KONTROLE ZALOG

V nadaljevanju predstavljam še eno od vrst stroškov, katerih gibanje preučujem z izdelanim modelom To so stroški kontrole zalog. Ti stroški se nanašajo na postopke preverjanja stanja zaloge in na sprožanje naročil. Stroški kontrole zaloge nastanejo vsakokrat, ko preverjamo zalogo, torej vsakih R časovnih enot. Gibanje teh stroškov je za lažjo predstavbo prikazano na Sliki 9.

Slika 9: Gibanje stroškov kontrole zalog pri različnih periodah naročanja



Če podaljšujemo periodo naročanja, se stroški kontrole zalog zmanjšujejo. S povečanjem med enim in drugim spremljanjem zaloge se zmanjša pogostost kontrole in zato so tudi skupni stroški kontrole zalog nižji.

Za nazornejšo ponazoritev podajam kratek primer. Trgovsko podjetje Sosedov sosed, d. o. o., med drugim prodaja tudi izdelek Vrečka, PVC, 120 l. Zaloge spremlja periodično, perioda spremljanja zalog znaša 2 tedna, strošek kontrole zalog so ocenili na 50 €. V tem primeru znašajo mesečni stroški 100 €, če poenostavimo, da ima mesec 4 tedne. Če pa se podjetje odloči, da bo zaloge spremljalo vsake 4 tedne, to pomeni, da bodo zalogo spremljali samo enkrat mesečno in bodo skupni mesečni stroški kontrole zalog znašali 50 €. Daljši kot je čas med posameznimi spremljanji zalog, nižji so skupni stroški kontrole zalog.

Če bi torej upošteval samo stroške kontrole zalog, je smotrno, da je perioda spremljanja zalog čim daljša. Vendar pa sem v nadaljevanju upošteval še stroške držanja izdelka na zalogi, ki pa se gibljejo v nasprotni smeri kot stroški kontrole zalog, če povečujemo periodo spremljanja zalog. Skupni stroški držanja zaloge se povečujejo zaradi povečevanja serijske zaloge, ki je posledica povečanih naročil (večje količine naročila pri dobavitelju) in varnostne zaloge, ki mora ščititi pred izčrpanjem za celoten čas periode naročanja in dobavnega roka.

Če torej povečujemo periodo spremljanja zalog, se ta čas podaljšuje in če želi podjetje zagotavljati enako raven storitve, mora biti tudi varnostna zaloga večja.

V nadaljevanju prikazujem gibanje skupnih stroškov držanja zaloge, stroškov kontrole zaloge in vsote obeh stroškov pri različnih periodah spremljanja zalog. Spreminja se samo perioda spremljanja zalog, vsi ostali vhodni podatki ostajajo nespremenjeni (glej Tabela 5).

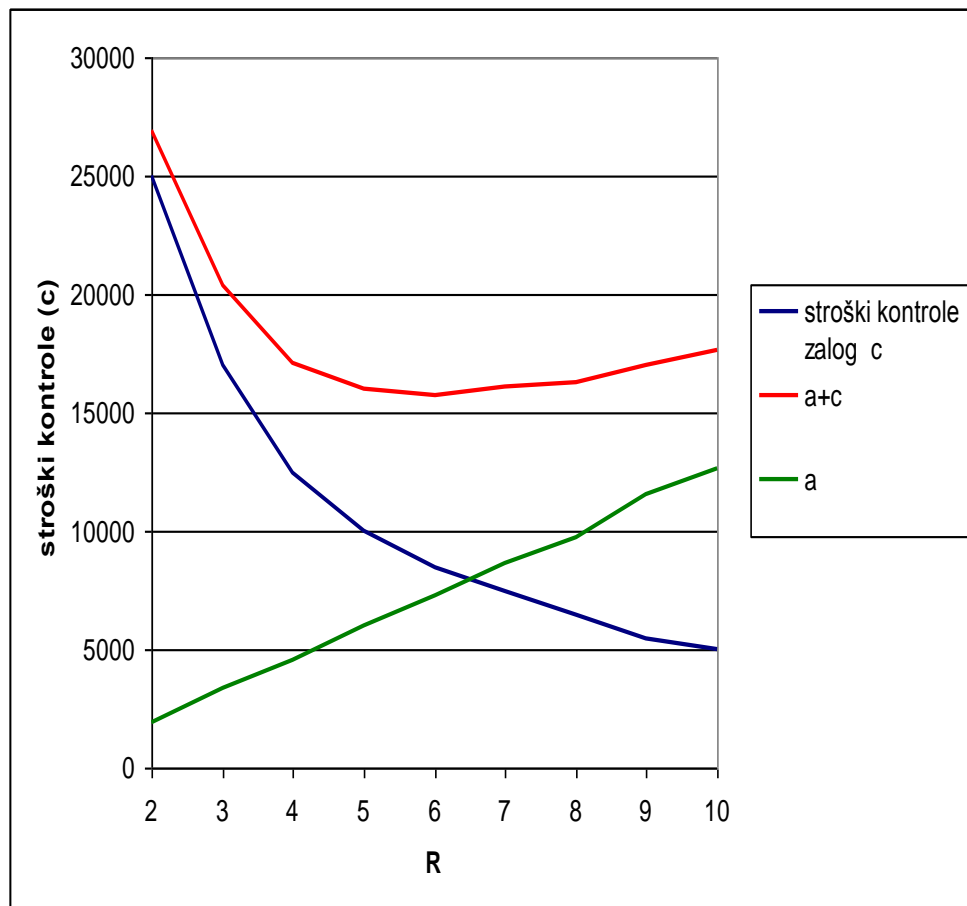
Tabela 5: Gibanje stroškov kontrole zalog, stroškov držanja zaloge in vsote stroškov

R	Stroški kontrole zalog c	a	a+c
2	25.000	1889,5	26889,5
3	17.000	3319,0	20319,0
4	12.500	4553,5	17053,5
5	10.000	6035,75	16035,7
6	8.500	7252,5	15752,5
7	7.500	8610,25	16110,2
8	6.500	9740,75	16240,7
9	5.500	11531,5	17031,5
10	5.000	12627,5	17627,5
a+c min			15752,5

Do optimalne periode spremljanja pride pri minimumu vsote stroškov kontrole zalog in stroškov držanja zaloge. V tem primeru je optimalna perioda spremljanja zalog 6 (glej Sliko 10).

Na tem mestu naj še pojasnim, zakaj je minimalna perioda spremljanja zalog dve in ne ena. To se naša na predpostavke delovanja modela, ta je namreč nastavljen tako, da mora biti dobavni rok obvezno strogo manjši od periode spremljanja zalog. Ker sem torej kot izhodiščni dobavni rok predpostavil, da je ena, mora biti perioda spremljanja zalog enaka dve.

Slika 10: Gibanje skupnih stroškov držanja zaloge, skupnih stroškov kontrole zalog ter vsote teh stroškov pri različni periodah spremljanja zalog



3.5 VARIABILNOST NAROČIL V PRIMERJAVI Z VARIABILNOSTJO V POPVRAŠEVANJU

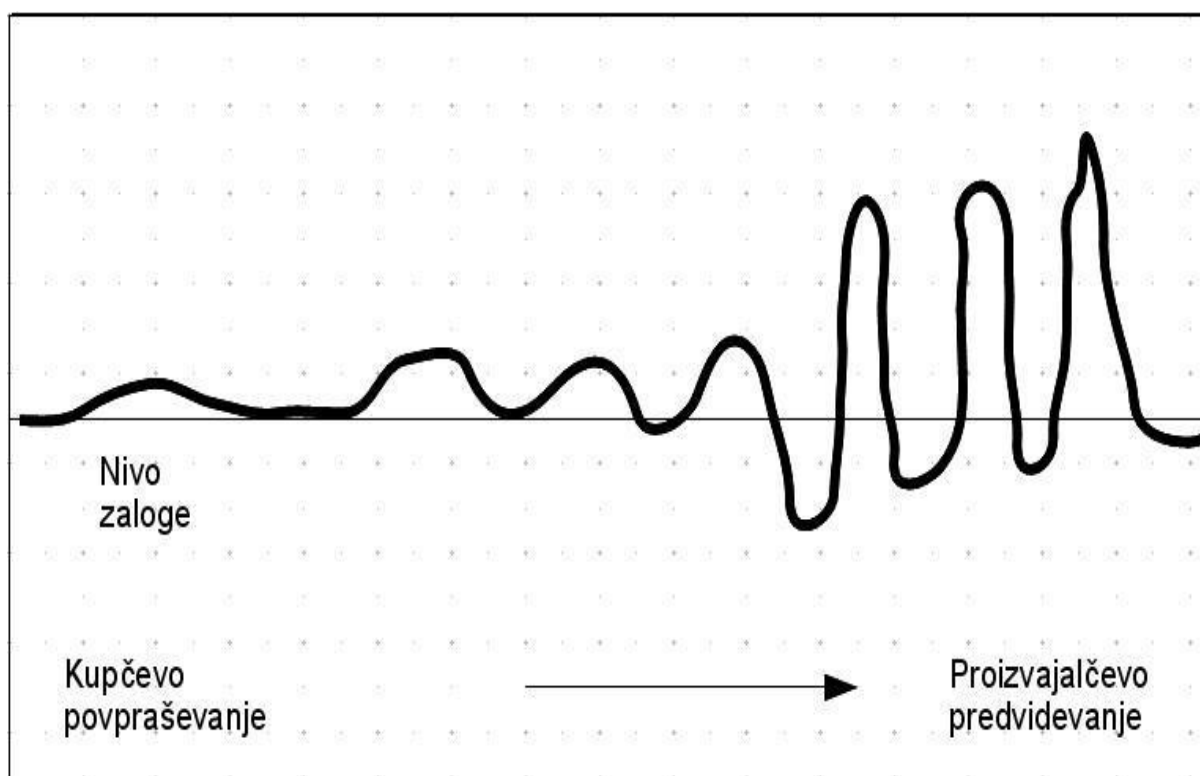
Tabela 6 prikazuje, da je variabilnost naročil, ki jih ima podjetje do svojega dobavitelja bistveno večja, kot je variabilnost povpraševanja kupcev po izdelkih podjetja. Ta tabela pokaže efekt volovskega biča, ki je opisan v poglavju 1.2.2. Gre za to, da na povečano povpraševanje s strani kupcev podjetje odgovori s povečanjem naročil pri svojih dobaviteljih.

Tabela 6: Variabilnost naročil v primerjavi z variabilnostjo v povpraševanju

σ povpraševanje	σ naročil
10	104,81
15	105,38
20	102,06
25	106,38
30	103,12
35	103,84

Spodnja slika (glej Sliko 11) še grafično ponazori učinek volovskega biča, kot je opisan v teoretičnem delu te naloge. Skica lepo pokaže, kako členi višje v oskrbovalni verigi bistveno bolj burno reagirajo že na majhno nihanje v povpraševanju končnega kupca.

Slika 11: Učinek volovskega biča



Vir: *The bullwhip effect*, 2011.

SKLEP

Na rezultate, do katerih sem prišel pri izdelavi simulacije, je mogoče deloma sklepati že iz osnovnih enačb, na katerih temelji predstavljeni model periodičnega naročanja. Glavno spoznanje, do katerega sem prišel, je to, da je težko najti primeren kompromis med vsemi

dejavniki, ki vplivajo na zaloge v podjetju – tako kar se tiče dejavnikov, ki vplivajo na izračunavanje stroškov zalog, kot tudi dejavnikov, ki od podjetja zahtevajo, da zaloge sploh oblikuje.

Glavne ugotovitve so naslednje. Podjetje, ki periodično spremlja svoje zaloge in ima ob tem politiko naročanja do ciljne zaloge, mora paziti na to, da na eni strani izdelkov ne zmanjka, da pa na drugi strani zaloge niso prevelike. Paziti mora torej na raven svoje storitve – na zagotavljanje zadovoljstva kupcev. Kakšna naj bo ta raven storitve, je po eni strani odvisno od stroškov držanja zaloge in stroškov izčrpanja, po drugi strani pa tudi od nagnjenosti kupcev k menjavi dobavitelja (elastičnost povpraševanja). Podjetju se na primer splača imeti visoko raven storitve, ko so stroški izčrpanja zalog višji od stroškov držanja zaloge, hkrati pa tudi v pogojih, ko kupci lahko hitro zamenjajo dobavitelja.

Višja raven storitve pa zahteva tudi višji nivo zalog – večjo varnostno zalogo, to pa pomeni tudi večjo vezavo denarja v zalogah. Večjo varnostno zalogo podjetje potrebuje tudi v primeru, če se negotovost v povpraševanju poveča. Poleg tega pa je za podjetje zelo pomembno, da ne pride do izčrpanja zalog. Večja varnostna zaloga pa hkrati tudi povečuje nivo ciljne zaloge. Potrebo je torej poiskati kompromis med stroški poslovanja in zagotavljanjem zadovoljstva kupcev, kar je v interesu obojestranskega zadovoljstva, tako za podjetje kot za kupca.

Kljub temu da je moj izračun precej poenostavljen, pa jasno nakazuje na ključne dileme in dejavnike, ki se med seboj izključujejo. Tako sem lahko že iz tega računanja zaslutil, da je določanje optimalne politike uravnavanja zalog zelo težavno, posebno v večjih podjetjih.

LITERATURA IN VIRI

1. Bozarth, C., & Handfield, R. (2008) *Intraduction to operations and supply chain*. Peterson Practice Hall.
2. Groznik, A., & Mujkić, E. (2005) Management oskrbovalne verige v naftni industriji. Najdeno 6. aprila. 2010 na spletnem naslovu: http://miha.ef.uni-lj.si/_dokumenti3plus2/192096/Managementoskrbovalneverigevnaftniindustriji_2_nov.pdf.
3. Jakšič, M., & Rusjan, B. (2006). *Analysis of the bullwhip effect in supply chains using the transfer function method (Analiza učinka biča v dobavnih verigah z uporabo metodologije prenosne funkcije)*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
4. Jakšič, M., & Rusjan, B. (2007). Učinek Biča v oskrbni verigi. *Organizacija*, 40(1), 17-24.
5. Lee, L., H., Padmanabhan, V., & Whang, S. (1997). The Bullwhip Effect in Supply Chains. *Sloan Management Rewview*, Spring, 93-102.
6. Rusjan B. (2009). *Management proizvodnih in storitvenih procesov*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
7. Silver E. A., Pyke D. F., & Peterson R. *Inventory Management and Produciton Planning and Seduling*, 3rd Editon. (1998). New York: John Wiley & Sons.
8. *The bullwhip effect*. Najdeno 27. ferbruarja. 2011 na spletnem naslovu: <http://sinaslogisticsblog.blogspot.com/2010/04/bullwhip-effect.html>.
9. Waller, D. L. (1999). *Operations mangement: A supply Chain Approach*. London: International Thomson Buisness Press.