

**UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA**

DIPLOMSKO DELO

**IZRAČUN VARNOSTNIH ZALOG
V PODJETJU IMP PROMONT-MONTAŽA**

Ljubljana, avgust 2008

MIHA HAUPTMAN

IZJAVA

Študent _____ izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom _____, in dovolim objavo diplomskega dela na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne _____

Podpis: _____

KAZALO

UVOD	1
1. TEORIJA ZALOG	2
1.1 VRSTE ZALOG	2
1.2 STROŠKI POVEZANI Z ZALOGAMI.....	2
1.2.1 STROŠKI, KI NARAŠČAJO S POVEČEVANJEM ZALOG	3
1.2.2 STROŠKI, KI PADAJO S POVEČANJEM OBSEGA ZALOG	3
1.3 RAZVRSTITEV ZALOG.....	4
1.4 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA VELIKOST ZALOGE.....	5
1.5 URAVNAVANJE ZALOG	6
1.5.1 DETERMINISTIČNO POVPRASEVANJE	6
1.5.2 STOHAŠTIČNO POVPRASEVANJE.....	8
1.5.3 ODNOS MED RAVNIJO STORITEV IN OBSEGOM VARNOSTNIH ZALOG	11
2. PREDSTAVITEV PODJETJA IMP PROMONT-MONTAŽA D.O.O.	13
2.1 SKLADIŠČE	14
2.2 PODATKI ZA LETO 2005.....	14
3. OPTIMIZACIJA	16
3.1 ANALIZA ČLANKA	16
3.2 HOLT-WINTERJEVA METODA NAPOVEDOVANJA POVPRASEVANJA	18
3.2.1 UPORABA HOLT-WINTERJEVE METODE	19
4. ANALIZA REZULTATOV	19
4.1 STANJE V SKLADIŠČU.....	20
4.2 PREDLAGANA REŠITEV	20
4.2.1 IZRAČUN VARNOSTNE ZALOGE IN STROŠKOV SKLADIŠČENJA.....	21
SKLEP	24
LITERATURA IN VIRI	26
PRILOGE	1

UVOD

IMP Promont-Monatža je eno izmed večjih montažnih podjetij na področju Slovenije, ki zaposluje 195 delavcev. Podjetje je razdeljeno na več enot, ki opravljajo različne dejavnosti, zato tudi potrebujejo večje skladišče, kjer se skladišči material za njihovo delo. V podjetju ločijo dve skupini materialov. Prva skupina se skladišči in se potrebuje za vsakdanjo uporabo, druga pa je specifična za posamezna gradbišča ter se skladišči na samem gradbišču. Material, ki se skladišči v skladišču, je nujno potreben za vsa opravila, zato je potrebno njegovo povpraševanje oz. porabo pravilno načrtovati, saj pomanjkanje le-tega lahko za podjetje predstavlja velike težave.

Prav to je razlog, zaradi katerega sem se odločil za vsebino te diplomske naloge. Na eni strani se moramo zavedati, da nam pomanjkanje zalog prinese nevšečnosti, po drugi strani pa tudi pretirano visoka zalog povzroča visoke stroške skladiščenja. V tem diplomskem delu bom poizkušal optimizirati naročanje proizvodov in nivo varnostne zaloge, kar bi pomenilo, da se podjetju zmanjšajo stroški skladiščenja, obenem pa bom upošteval izgube v primeru pomanjkanja materiala. Manevriranje med dvema skrajnostma, minimalnimi stroški in maksimalno zadovoljitvijo potreb, je ključnega pomena v sodobnem ravnanju z zalogami (Scheuing, 1989, str. 302). Drugi ključni problem, ki ga izpostavljam v tem delu, je negotovost tako na strani dobaviteljev kot na strani povpraševanja. Prav negotovost je glavni razlog, zaradi katerega je potrebno načrtovati varnostno zalogo.

Diplomsko delo sestoji iz dveh večjih sklopov in sicer teoretskega dela ter aplikacije članka na dejanskem primeru. V teoretskem delu predstavljam že obstoječo teorijo, ki opisuje zaloge, povpraševanje, vrednotenje zalog, razvrstitev zalog in metodo napovedovanja povpraševanja. Pomembnejši del teorije je predvsem opis povpraševanja, saj se deli na dve skupini in sicer deterministično in stohastično. Ker obravnavani model zajema stohastično povpraševanje in stohastični dobavni rok, sem večji del teorije posvetil prav stohastičnemu modelu.

Drugi del diplome je analiza članka, napoved prihodnjega povpraševanja s pomočjo Holt-Winterjeve metode, aplikacija predlaganega modela za izračun varnostne zaloge ter primerjava dejanskih in predlaganih stroškov zalog. Članek opisuje razvoj novega modela, ki ga je neko farmacevtsko podjetje uporabilo pri izboljšavi varnostne zaloge. Rezultati izboljšav so bili dobri, zato sem se odločil ta model uporabiti tudi v svojem primeru. Predvsem me je presenetilo sedanje stanje zalog v podjetju, saj ne uporabljajo nobene metode napovedovanja povpraševanja ali metode, ki bi omogočala sprotno spremljanje in naročanje zalog. Njihovemu naročanju bi lahko rekli naročanje po »občutku«, zato menim, da je možno izboljšati sedanje stanje. Z uporabo Holt-Winterjevega modela sem tako poizkušal napovedati bodoče povpraševanje. Za izboljšavo sedanjega stanja varnostne zaloge v skladišču sem se odločil, da apliciram model iz članka. Ta model sem uporabil za izračun šestih izdelkov, ki se najpogosteje uporabljajo v vodoinštalaterstvu in so tudi najboljši predstavniki materiala, ki se nahaja v skladišču. V primeru, da bi bila aplikacija modela uspešna za izbranih šest

proizvodov, menim, da bi se izplačalo v prihodnje razmisliti tudi o optimizaciji napovedovanja povpraševanja in varnostne zaloge za ostale proizvode v skladišču.

1. TEORIJA ZALOG

1.1 VRSTE ZALOG

Rusjan (2002, str. 133-134) razdeli zaloge glede na funkcijo, saj meni, da je potrebno za vsako zalogo v podjetju vedeti, zakaj je ta zaloga nastala, šele nato lahko sprejmemo ustrezne rešitve glede zmanjševanja le-teh. Loči jih na šest skupin:

- **Serijske zaloge** – te zaloge se oblikujejo zaradi večje ekonomičnosti naročil in proizvodnje. Ekonomičnost pri naročilu se kaže v obliki rabata in popustov, pri proizvodnji pa se zmanjšajo stroški priprave proizvodnje. Serijske zaloge se uporabljajo predvsem pri masovni proizvodnji.
- **Sezonska zaloga** – ta vrsta zalog se pojavlja pri izdelovanju izdelkov sezonske narave, kar pomeni, da je v določenem času proizvodnja večja od povpraševanja in takrat se kopičijo zaloge proizvodov. V času, ko je povpraševanje večje od zmogljivosti proizvodnje, se proizvodi črpajo iz teh zalog.
- **Varnostna zaloga** – so zaloge, ki se oblikujejo zaradi negotovosti pri povpraševanju, dobavi in proizvodnji. Pri negotovosti povpraševanja je varnostna zaloga pomembna, saj nam zagotavlja, da v primeru povečanega povpraševanja ne izgubimo kupcev. Varnostna zaloga se pojavi tudi pri proizvodnem materialu, saj se s tem izognemo tveganju negotovih dobaviteljev. Pojavlja se tudi pri nedokončanih proizvodih in sicer zato, da zmanjšamo tveganje prekinitve proizvodnje ob okvari stroja. V tem primeru lahko nadaljujemo z nadaljnjo proizvodnjo nedokončanih proizvodov in zmanjšamo izpad prihodkov. Varnostne zaloge imajo tudi slabo lastnost, saj pomenijo vezan denar v zalogah. Varnostno zalogo lahko zmanjšamo tako, da zmanjšamo negotovosti.
- **Razbremenilne zaloge** – pojavljajo se predvsem v montažnih linijah, da bi se zmanjšala odvisnost med posameznimi delovnimi mesti.
- **Tranzitne zaloge** – nastajajo predvsem zaradi prevoza materialov ali proizvodov od dobavitelja do kupcev. V večini primerov so odvisne od količine, načina transporta in razdalje.
- **Špekulativne zaloge** – so zaloge, ki se največkrat uporabljajo pri predvidevanju podražitev materialov ali proizvodov oziroma pri predvidevanju pomanjkanja materialov in proizvodov.

1.2 STROŠKI POVEZANI Z ZALOGAMI

Waller (1999, str. 294-296) ugotavlja, da ima višja zaloga pozitiven učinek na zadovoljstvo potrošnikov, obenem pa ima negativen učinek na stroške podjetja. Stroški zalog niso samo stroški vezanega denarja, ki ga ne moremo uporabiti, temveč pri tem nastanejo tudi stroški upravljanja z zalogami. Stroške zalog razdelimo v tri osnovne kategorije:

- **Stroški skladiščenja**, ki nastajajo zaradi držanja zalog. Sem spadajo stroški investicij v zaloge, stroški skladišča in stroški držanja zalog.
- **Stroški naročanja**, ki nastajajo pri izdaji naročila.
- **Stroški nezaloženosti**, ki nastanejo, ko podjetje nima na zalogi proizvodov, ki jih potrošniki želijo. Težava teh stroškov je, da jih je težko oceniti, saj nimajo neposredne cene.

Same zaloge v podjetju povzročajo stroške. Nekateri stroški naraščajo s povečevanjem količine zalog, drugi stroški se zmanjšujejo. Tako Rusjan (2002, str. 137-139) razlikuje dve skupini stroškov, ki jih povzročajo zaloge in sicer **stroške, ki naraščajo s povečevanjem obsega zalog** in **stroške, ki padajo s povečevanjem zalog**.

1.2.1 STROŠKI, KI NARAŠČAJO S POVEČEVANJEM ZALOG

V to skupino uvrščamo naslednje stroške:

- **Stroške investiranega kapitala** – vse zaloge v podjetju morajo biti financirane bodisi s stroški obresti (ko so zaloge financirane s tujimi sredstvi) bodisi z oportunitetnimi stroški (ko so zaloge financirane z lastnimi sredstvi). Posledično se ob povečanju zalog stroški investiranega kapitala povečujejo, kar je slabo za podjetje.
- **Stroški skladiščenja** – v to skupino sodijo stroški, ki so potrebni za obratovanje skladišča: stroški vzdrževanja, ogrevanja, hlajenja, prezračevanja, razsvetljave, čiščenja ipd. V to skupino spadajo tudi plače zaposlenih v skladišču ter amortizacija skladišča.
- **Davki na premoženje in stroški zavarovanja premoženja** – ker zaloge predstavljajo del premoženja podjetja, je podjetje dolžno plačati tudi davek na vrednost zalog.
- **Stroški povezani s slabo kakovostjo** – zaradi dejavnika negotovosti (okvara strojev, dobava in povpraševanje) je podjetje prisiljeno v izdelavo nedokončanih proizvodov v velikih serijah. Proizvodnja v velikih serijah ima to slabost, da se morebitna napaka v večini primerov opazi šele po koncu serij, kar povzroči velike stroške.
- **Stroški planiranja kontrole** – ti stroški nastanejo zaradi kompleksnosti proizvodnje. V to skupino štejemo stroške povezane s transakcijo zalog in evidentiranje transakcij.
- **Ostali stroški** – ta skupina vsebuje še preostale stroške, kot so npr. zastaranje zalog, pokvarljivost zalog, razsip zalog, okvara itd.

1.2.2 STROŠKI, KI PADAJO S POVEČANJEM OBSEGA ZALOG

V to skupino uvrščamo naslednje stroške:

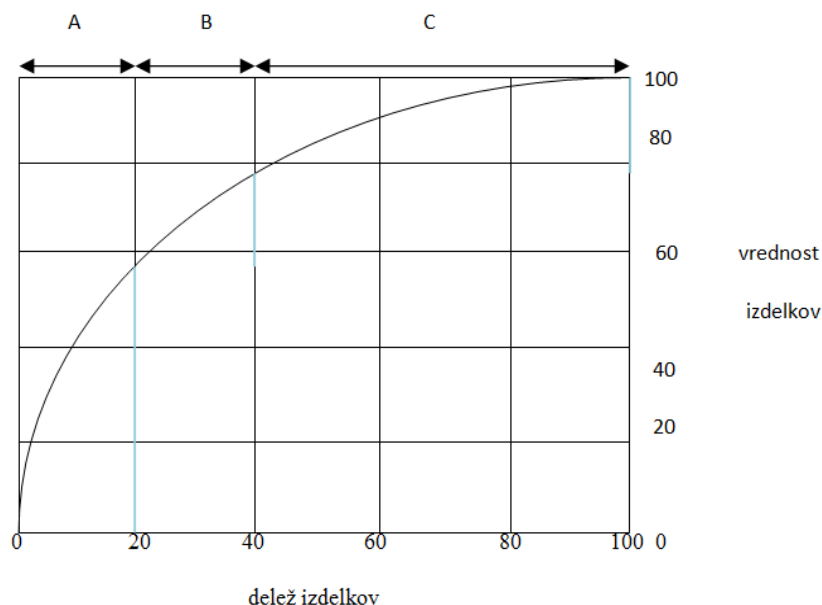
- **Stroški naročanja** – pri vsakem naročilu materiala pri zunanjih dobaviteljih nastanejo stroški. Stroški, ki se največkrat pojavijo, so stroški materiala, stroški osebnih dohodkov, transportni stroški itd. Tudi v primeru transportnih stroškov lahko pride do ekonomije obsega in celo več, v nekaterih primerih je transport brezplačen.

- **Stroški priprave opreme** – v proizvodnji in skladiščih nemalokrat pride do zamenjave opreme oziroma proizvodnje drugih proizvodov. Med stroške priprave opreme sodijo stroški priprave proizvodne dokumentacije, stroški zamenjave orodij, stroški delavcev zadolženih za menjavo opreme, stroški poizkusne proizvodnje.
- **Stroški enote v zalogi** – ob naročilu večje količine je v večini primerov podjetje deležno popusta, kar se odraža na nižji ceni enote zaloge.
- **Stroški nezaloženosti** – se delijo na dve skupini in sicer stroški povezani s prekinitvijo proizvodnje in stroški povezani s slabšanjem imidža pri kupcih.

1.3 RAZVRSTITEV ZALOG

Veliko podjetij ima na zalogi množico različnih proizvodov, kar jim predstavlja velike težave pri optimiziranju zalog. Nemogoče si je predstavljati gradbeno podjetje, npr. SCT, ki bi moralo vsak material optimizirati. To bi jim povzročilo tako velike stroške spremljanja zalog in naročanja, da bi bili ti stroški večji, kot če imajo nekatere materiale na zalogi v neoptimalnih količinah. Tako se je leta 1950 v podjetju General Electric razvila ABC metoda klasifikacije zaloge. Bistvo metode klasifikacije zalog je v tem, da vse materiale ali proizvode v skladišču razdeli v tri razrede A, B ali C. Za lažjo razmestitev izdelkov je potrebno vedeti, kolikšne stroške povzroča posamezen produkt. Na podlagi tega lahko razdelimo proizvode v skupine (Winston, 2004, str. 934-935).

Slika 1: Graf ABC klasifikacije



Vir: W. L. Winston, *Operations research: applications and algorithms*, 1997, str. 934.

Po Rusjanu (2002, str. 162-163) je postopek za izvedbo ABC metode naslednji:

- za vsak izdelek ali material določimo planirano vrednost kot zmnožek planirane porabe proizvoda ali materiala in prihodnje cene,

- nato razvrstimo proizvode in materiale po padajoči planirani vrednosti,
- sledi določanje deleža posameznega proizvoda ali materiala,
- končno se izdelava še kumulativna tabela, kjer se upošteva vrstni red proizvodov in materialov kot pri drugi točki.

Winston (2004, str. 934-935) opisuje, da so po dolgotrajnih študijah prišli do rezultatov, da 5-20% izdelkov povzroči 55-65% stroškov. Proizvodi te skupine imajo bodisi zelo visoko vrednost na enoto bodisi so to izdelki z visokim prometom (Scheuing, 1989, str. 305). Ti proizvodi so uvrščeni v skupino A. Zanje je značilno, da morajo biti podjetja pozorna pri načrtovanju zalog. Napačno načrtovanje zaloge teh proizvodov, predvsem prekomerna zaloga, prinaša visoke stroške, kar za podjetje ni dobro. Strokovnjaki priporočajo, da je raven storitve za te vrste izdelkov med 80-85%. Priporočljivo je tudi napovedovanje vsakega proizvoda znotraj te skupine, saj to omogoča pravilnejša predvidevanja in manjše možnosti za napačne odločitve.

Skupina B predstavlja izdelke, katerih delež stroškov je enak deležu proizvodov v skladišču. Po ocenah strokovnjakov je v podjetju takšnih proizvodov 20-40%, prav takšen pa je tudi delež stroškov, ki jih povzročijo. Priporočena raven storitve je okoli 95%, posamezno napovedovanje zalog ni potrebno.

V skupini C je 50-75% vseh proizvodov, ki predstavljajo od 5-25% stroškov. Značilnost teh proizvodov je, da jih imajo podjetja stalno na zalogi, saj se ne bi smelo zgoditi, da proizvodnja obstane zaradi stroškovno najugodnejšega materiala. Raven te storitve je predlagana na 98 ali 99%, kar pomeni, da je proizvod ali material ves čas na voljo. Podjetja tej skupini ne posvečajo velike pozornosti pri napovedovanju, le-to se prilagodi razmeram samo ob večjih spremembah.

1.4 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA VELIKOST ZALOGE

Wild (1997, str. 16) opredeljuje kot prvi pomemben dejavnik potrebe kupcev. Ta dejavnik ima tudi največjo in najvidnejšo vlogo pri odločitvi o velikosti zaloge. Predvsem v zadnjem času, ko je potrošnik obravnavan kot »kralj«, ima povpraševanje še pomembnejšo vlogo. Najpomembneje pri potrebah kupcev je, da poizkuša podjetje pridobiti kupca na svojo stran kot stalnega kupca. Čeprav je to že del trženjskega managementa, ima kljub temu svoje začetke v zalogah, saj če podjetje blaga nima na voljo, nam še tako kakovosten trženjski management ne more ohraniti potrošnikov. Kolikšno količino zadovoljnih kupcev želimo imeti, nam uravnava raven storitve.

Drugi dejavnik, ki vpliva na velikost zaloge, je varnostna zaloga in količina naročila. Wild (1997, str. 45) podaja enačbo za povprečno zalogo v podjetju, ki ima varnostno zalogo. Izračun povprečne zaloge pri varnostni zalogi je zelo preprost, saj povprečni naročeni količini

samo prištejemo varnostno zalogo. Tako lahko ugotovimo, koliko v povprečju imamo blaga na zalogi za neko časovno obdobje.

Tretji dejavnik je čim bolj natančno planiranje povpraševanja. Wild (1997, str. 135) govori o tem, da natančnejše predvidevanje povpraševanja povzroči tudi manjšo varnostno zalogo. Kako priti do natančnega povpraševanja, je predmet raziskav različnih oddelkov v podjetju. Tudi logistični oddelek v podjetju ima tu pomembno vlogo, saj lahko iz kroženja zalog v preteklih obdobjih poizkuša napovedati bodoče trende.

1.5 URAVNAVANJE ZALOG

Po Rusjanu (2002, str. 141-142) sta ključni vprašanji pri zalogah, kolikšna je naročena količina in kdaj mora biti naročilo sproženo, se pravi optimalna količina naročila in čas naročila. Pri izračunu optimalnih količin naročila in njenega časa nam pomagajo matematični modeli. Zelo pomembna je pravilna izbira modela, s pomočjo katerega izračunamo točko naročila in količino naročila. Najpomembnejše pri izbiri metode je, da izbrani model ustreza vrsti povpraševanja. Povpraševanje delimo v dve skupini in sicer deterministično in stohastično. Deterministično povpraševanje je gotovo povpraševanje prihodnosti, saj pomeni, da točno vemo, kolikšno povpraševanje bo v naslednjem obdobju. V praksi v večini primerov ne zasledimo determinističnega povpraševanja. Druga skupina je stohastično povpraševanje, ki je negotovo in težje napovedljivo. V tem primeru povpraševanje obravnavamo kot slučajno spremenljivko.

1.5.1 DETERMINISTIČNO POVPRASHVANJE

Deterministično povpraševanje delimo na dve podskupini:

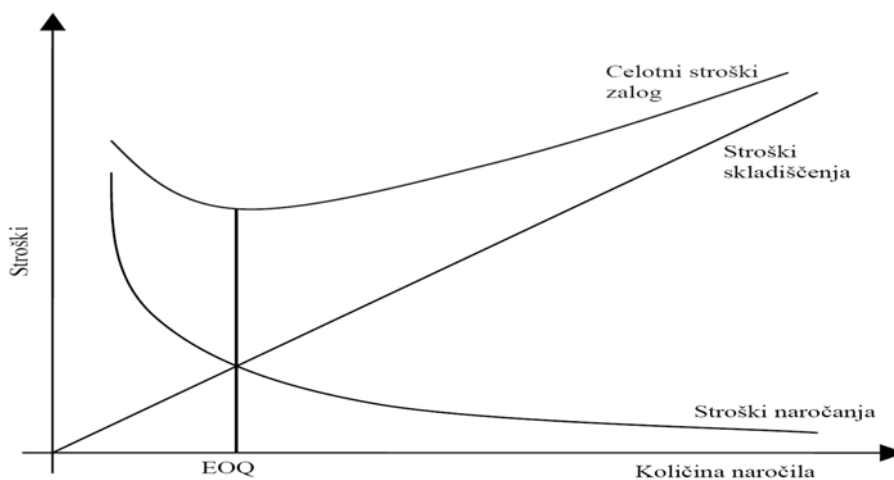
- enakomerno povpraševanje,
- neenakomerno povpraševanje.

Enakomerno deterministično povpraševanje se najpogosteje uporablja pri sistemu zalog s fiksnim obsegom naročil. Ta sistem deluje na principu, kjer najprej določimo optimalno količino naročila, temu pa sledi še izračun točke ponovnega naročila (v nadaljevanju TPN). Velika prednost takšnega povpraševanja je, da lahko podjetje natančno izračuna, kdaj jim bo zmanjkalo proizvodov in ne potrebujejo varnostnih zalog, kar pomeni zmanjšanje stroškov. Pri tem modelu je v uporabi za izračun optimalne količine EOQ model. Za izračun EOQ modela je potrebno kar nekaj predpostavk:

- povpraševanje je enakomerno in poznano,
- nabavna cena se ne spreminja z nabavljeno količino,
- celotno naročilo je dostavljeno v istem trenutku,
- dobavni rok je poznan in zanesljiv,
- strošek naročila je fiksni ne glede na količino in število naročil,
- stroški zaloge se povečujejo linearno s količino.

Vse te predpostavke nam resnično kažejo, kako poenostavljen je EOQ model v resnici. Rešitev, ki jo dobimo v EOQ modelu, je samo kompromis med stroški, saj imamo pri zalogah dve vrsti stroškov - stroške naročanja in stroške zalog. Ko se poveča naročena količina, se povečajo stroški zalog in zmanjšajo stroški naročila na enoto, ravno obratno pa je ob manjši količini naročila (Rusjan, 2002, str. 142-145). Celotni stroški so tako seštevek stroškov naročanja in stroškov zalog (1).

Slika 2: Spreminjanje stroškov zalog in naročanja s povečanjem količine



Vir: D.L. Waller, *Operations management: a supply chain approach*, 1999, str. 302.

$$TC = \left(\left(\frac{Q}{2} \right) \times V \right) + \left(\left(\frac{D}{Q} \right) \times S \right) \quad (1)$$

Kjer je:

Q – količina vsakokratnega naročila,

V – letni strošek enot na zalogi (pogosto izražen kot procent vrednosti v zalogi),

D – letno povpraševanje po proizvodih,

S – strošek posameznega naročila.

$$Q = \sqrt{\left(\frac{2DS}{V} \right)} \quad (2)$$

S pomočjo enačbe (2) izračunamo optimalno količino naročila, ki jo nato uporabimo pri izračunu celotnih stroškov (v nadaljevanju TC). Ta optimalna količina naročila nam zagotavlja najnižje TC v obdobju, za katerega je bila izračunana (Waller, 1999, str. 874). Rusjan (2002, str. 146) opredeljuje določitev TPN kot zelo pomemben dejavnik pri modelu enakomernega determinističnega povpraševanja. S pomočjo dobre določitve TPN je mogoče doseči, da nove zaloge pridejo v skladišče ravno v trenutku, ko nam je zmanjkalo stare zaloge. Pri določanju TPN je potrebno upoštevati tako število enot na zalogi kot tudi že naročeno število enot.

$$TPN = D_{DR} \times DR \quad (3)$$

Kjer je:

TPN – točka ponovnega naročila,

D_{DR} – povprečno povpraševanje v dobavnem roku,

DR – povprečni dobavni rok, izražen v časovnih enotah.

1.5.2 STOHAŠTIČNO POVPRASEVANJE

Pri stohastičnem povpraševanju po Rusjanu (2002, str. 151-161) ločimo dve večji skupini in sicer stohastično povpraševanje za eno obdobje ali pa stohastično povpraševanje za več obdobji.

Za stohastično povpraševanje za eno obdobje je značilno, da zalog ne moremo shraniti za naslednje obdobje, npr. prodaja časopisa, saj je časopis naslednji dan že zastarel. Pri tem je zelo pomembna velikost posameznega naročila, saj se lahko zgodi, da imamo na zalogi preveč časopisov, ki jih ne moremo prodati oziroma je povpraševanje po časopisih večje od naše zaloge časopisov (Waller, 1999, str. 900). Pri reševanju tega problema uporabimo Kolporterjev model imenovan tudi *Newsboy model*. Največja dilema pri povpraševanju za eno obdobje je količina naročila, saj je od nje odvisno ali imamo konec dneva primanjkljaj izdelkov ali presežek. Vsaka izmed opcij povzroča stroške. Presežek izdelkov povzroči stroške preseženih zalog, ki se izračunajo tako, da presežno količino pomnožimo z nabavno ceno. Stroške nezaloženosti izračunamo kot razliko med prodajno ceno in nabavno vrednostjo. Pri tem modelu predvidevamo tudi, da je povpraševanje normalno razporejeno in poznamo standardni odklon povpraševanja (σ_D). Za minimiziranje stroškov izčrpavanja in presežka moramo naročiti tolikšno količino, ki ustreza optimalni ravni storitve. Raven storitve predstavlja verjetnost, da bo povpraševanje, ki nastopi, pokrito ($P = (D \leq Q)$).

$$ORS = C_i / (C_i + C_p) \quad (4)$$

Kjer je:

ORS – optimalna raven storitve,

C_i – strošek nezaloženosti,

C_p – strošek presežka zalog.

Če je strošek nezaloženosti veliko večji od stroška presežka zalog, je raven storitev blizu 100%, kar pomeni, da poizkušamo zadovoljiti vse stranke. V primeru, da je strošek presežka veliko večji od stroška nezaloženosti, raven storitve pa je nizka, sledi, da ima podjetje veliko

strank, katerih povpraševanje ni izpolnjeno. V realnosti se v večini primerov pojavi raven storitve blizu 100%, saj pri izgubi stranke ne gre samo za enkratno izgubo prihodka, temveč tudi za izgubo stranke v prihodnje. Podjetje dobi slabo ime, ki vpliva tudi na ostala področja.

Druga skupina stohastičnega povpraševanja je povpraševanje za daljše obdobje. V tem primeru se podjetje sooča z dvema težavama, kot sta negotovo povpraševanje in negotovi dobavni roki. Ti dve težavi prisilita podjetje, da uporablja varnostno zalogo, ki služi temu, da zmanjšuje izgube nezaloženosti zaradi negotovega povpraševanja in dobavnega roka. Spremljanje stanja zalog je pri tem ključnega pomena. Ločimo dva načina spremljanja zalog:

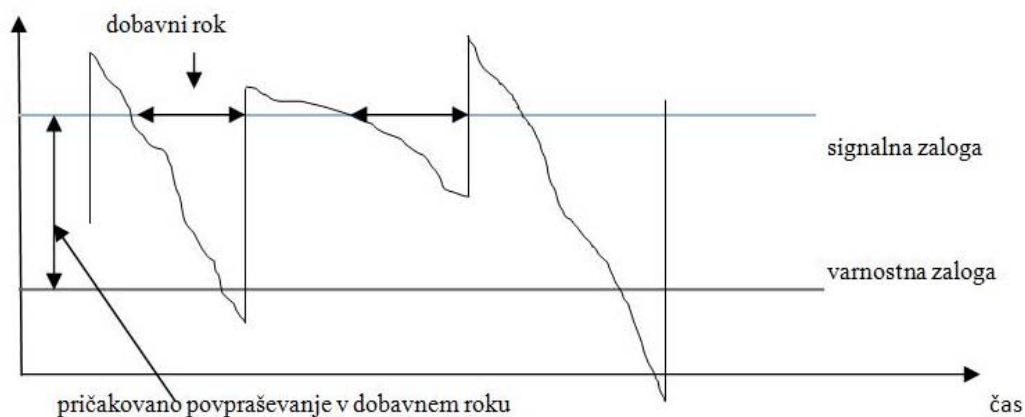
- kontinuirano spremljanje zalog – to pomeni, da pride do novega naročanja, ko nivo zaloge doseže TPN,
- periodično spremljanje – zaloge se bodo preverjale in naročale ob točno določenem času.

Pri kontinuiranem spremljanju zalog lahko do ponovnega naročila pride v kateremkoli trenutku. Po Scheuingu (1989, str. 308) je potrebno za vsak proizvod določiti:

- minimalna raven – varnostna raven zaloge,
- maksimalna raven – raven polne zaloge,
- TPN – kdaj je potrebno sprožiti ponovno naročilo,
- količina naročila – standardna velikost naročila (enaka razliki med maksimalno in minimalno ravnjo zaloge).

Pri kontinuiranem spremljanju se pojavi problem, da se lahko povpraševanje v obdobju od naročila do prejetja zalog spremeni, zato podjetje potrebuje varnostno zalogo. Večje tveganje in s tem večja varnostna zaloga se pojavi pri daljšem dobavnem roku in večji negotovosti povpraševanja. Do nezaloženosti bo prišlo v primeru, da bo v obdobju od naročila do prejetja zalog povpraševanje večje, kot je predvideno, ali pa bo dobavni rok daljši od predvidenega.

Slika 3: Kontinuirano spremljanje zalog pri enakomernem stohastičnem povpraševanju



Vir: B. Rusjan, Management proizvodnje, 2002, str. 155.

TPN v primeru negotovosti:

$$TPN = D_{DR} + VZ \quad (5)$$

Kjer je:

TPN – točka ponovnega naročila,

D_{DR} – povprečno povpraševanje v dobavnem roku,

VZ – varnostna zaloga.

Pri določitvi varnostne zaloge je potrebno upoštevati tudi želeno raven storitve – to je verjetnost, da bo povpraševanje, ki nastopi, pokrito. V večini primerov se podjetja poslužujejo ravni storitve 100%, kar pomeni, da nikdar ne pride do nezaloženosti. Po Rusjanu (2002, str. 156-158) je raven storitve delež potreb, ki je pokrit iz zaloge v določenem obdobju. Za izračun točke ponovnega naročila potrebujemo verjetnostno porazdelitev porabe v času dobavnega roka. TPN lahko postavimo tako, da zagotovimo kakršnokoli raven storitve, če poznamo krivuljo verjetnostne porazdelitve povpraševanja (običajno predpostavljamo normalno porazdelitev). Normalna porazdelitev je določena z dvema parametroma in sicer s povprečno vrednostjo in standardnim odklonom. Tako lahko za katerokoli želeno raven storitve določimo varnostno zalogo.

Varnostna zaloga:

$$VZ = z \times \sigma_{DDR} \quad (6)$$

Kjer je:

z – standardni odklon za želeno raven storitve,

σ_{DDR} – standardni odklon povpraševanja v dobavnega roka.

$$TPN = D_{DR} + VZ \quad \longrightarrow \quad TPN = D_{DR} + z \times \sigma_{DDR} \quad (7)$$

Če se hočemo zavarovati pred negotovim povpraševanjem in dosežati visoko raven storitve, potrebujemo visoke varnostne zaloge, kar pa prinaša dolge pretočne čase. Dejavniki, ki vplivajo na povečanje varnostne zaloge, so sledeči:

- zelo visoki stroški povezani z nezaloženostjo,
- stroški varnostnih zalog so nizki,

- visoka variabilnost porabe zalog,
- visoka variabilnost dobavnih rokov,
- povečanje nevarnosti primanjkljaja zalog z zmanjšanjem količine naročil, ker se s tem poveča število naročil.

Waller (1999, str. 296) piše o varnostni zalogi kot o »mrtvi« zalogi, saj poleg tega, da predstavlja varovanje pred negotovostjo, predstavlja obenem tudi konstantne stroške blaga na zalogi. Drugi način spremljanja zalog je periodično spremljanje zalog. Njegova glavna lastnost je, da se naročilo izvede na točno določen trenutek. Pri vsakem naročilu se razlikuje količina naročenega, ki je odvisna od povpraševanja v predhodnem obdobju. Podjetje si postavi ciljno zalogo, ki jo namerava potrošiti, zato je naročena količina izračunana kot razlika med želeno zalogo in trenutno zalogo. Velikost ciljne zaloge je odvisna od velikosti povpraševanja v obdobju med naročiloma in od zelene ravni storitev. Pri uporabi tega modela se moramo zavedati, da mora naročena količina zadoščati za obdobje do naslednjega naročila in obdobje dobavnega roka, saj vmesnih naročil ni. Varnostna zaloga mora tako ščititi pred nezaloženostjo za obdobje med naročili in v dobavnem roku.

$$VZ = z \times \sigma'_{DR} \quad (8)$$

$$CZ = D_{DR+R} + z \times \sigma'_{DR+R} \quad (9)$$

Kjer je:

CZ – ciljna zaloga,

R – čas, ki preteče med dvema naročiloma,

D_{DR+R} – povprečna poraba v dobavnem roku in intervala med naročili,

z – standardni odklon za želeno raven storitve,

$\sigma'_{(DR+R)}$ – standardni odklon povpraševanja v dobavnem roku in intervala med naročili.

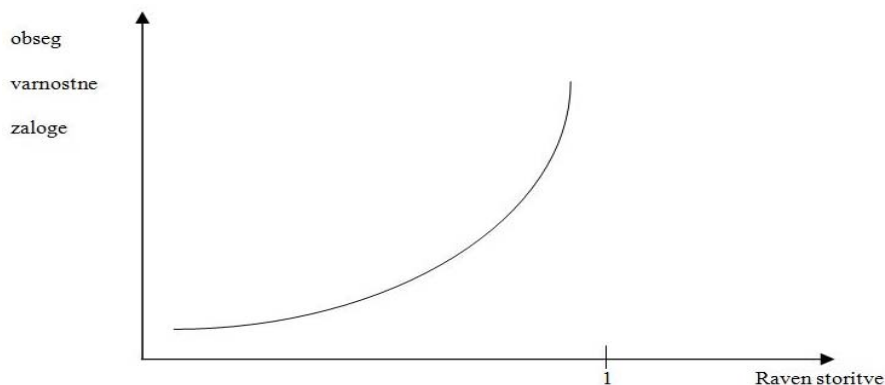
Ta sistem spremljanja zalog je najbolj uporaben, kadar podjetje naroča več različnih materialov ali izdelkov pri istem dobavitelju. S tem zmanjšamo stroške naročila na enoto in transportne stroške. Prednost v primerjavi s kontinuiranim spremljanjem zalog je tudi v tem, da lahko v primeru majhnega povpraševanja naročimo manjšo količino. Po Wallerjevem (1999, str. 298) mnenju je velika slabost periodičnega spremljanja zalog v tem, da moramo imeti višjo varnostno zalogo, saj se kontrola zaloge opravlja le na določen interval, kar je lahko velika slabost ob nenadnem povečanju povpraševanja.

1.5.3 ODNOS MED RAVNIJO STORITEV IN OBSEGOM VARNOSTNIH ZALOG

Raven storitve po Wildu (1997, str. 17-18) je razmerje med povpraševanjem, ki ga podjetje namerava pokriti z zalogami ter celotnim povpraševanjem.

Po Rusjanu (2002, str. 158-159) obstajajo alternativne koristi med obsegom varnostne zaloge in ravni storitve. Z višanjem ravni storitve se povečuje tudi varnostna zaloga.

Slika 4: Povezava med obsegom varnostne zaloge in ravni storitve



Vir: B. Rusjan, *Management proizvodnje*, 2002, str. 158.

Iz grafa je razvidno, da bolj ko se približujemo 100% ravni storitve, večji obseg varnostne zaloge potrebujemo. V bližini 100% ravni storitve pokrijemo tudi že skoraj nemogoče dogodke. Večji obseg varnostne zaloge bo predvsem koristen v panogi, kjer vlada huda konkurenca, saj bi nam izguba kupca prinesla dvojno škodo. Prvič ne dobimo prihodka s strani kupca in drugič se kupec odloči za nakup pri konkurentu, kar lahko povzroči še večjo izgubo kot sam izpad enkratnega prihodka (Slack, Chambers, Harland, Harrison & Johnston, 1995, str. 476). Kolikšna naj bo raven storitev, je odločitev posameznega podjetja, vendar je potrebno vedeti, da pri nekaterih intervalih že majhno povečanje zalog vpliva na veliko povečanje storitev, pri drugih intervalih pa veliko povečanje zalog ne prinese velikega povečanja ravni storitve, zato morajo v vsakem podjetju izračunati svojo optimalno raven storitve.

Pučko (1999, str. 120-126) opozarja na obstoj povezave tudi med ravni storitev in obračanjem zalog. Zaloge so del obratnih sredstev, s pomočjo katerih podjetje posluje in ustvarja dobiček. Značilnost obratnih sredstev je, da se hitro obračajo in s tem spreminjajo svojo obliko. Tako so ponavadi že konec poslovnega meseca spet v svoji začetni obliki. Velika raven storitev zahteva veliko količino zalog, ki se počasneje obračajo. Podjetje ima lahko slabe kazalce obračanja zalog, vendar to ni nujno slabo za podjetje, saj na ta način

zadovoljuje večje število strank. Rusjan (2002, str. 159) predlaga, naj poročila o ravnanju z zalogami vsebujejo poleg koeficienta obračanja zalog tudi doseženo raven storitev, manipulativne stroške z zalogami, vezana sredstva v zalogah in podobno. Podjetja lahko določijo obseg varnostne zaloge in ravni storitve z metodo poizkusi in popravi. Npr. če je raven storitve zadovoljiva pri kupcih, naj jo podjetje malo zniža in nato ponovno spremlja zadovoljstvo kupcev. Nasprotno pa velja v primeru, da kupci niso zadovoljni z ravni storitve.

2. PREDSTAVITEV PODJETJA IMP PROMONT-MONTAŽA d.o.o.

Predhodnik podjetja IMP PROMONT-MONTAŽA je bilo podjetje »Montažno podjetje Toplovod«, ki je bilo ustanovljeno leta 1947 s strani takratnih državnih institucij. Podjetje je kmalu po ustanovitvi začelo rasti in je bilo že leta 1956 zaradi svoje velikosti prisiljeno v prvo decentralizacijo. Leta 1970 se je podjetje preimenovalo v INDUSTRIJSKO MONTAŽNO PODJETJE in od tod tudi sedanje ime IMP. Ob osamosvojitvi se je podjetje preimenovalo v IMP PROMONT-MONTAŽA d.o.o., ki je bilo hkrati tudi lastnik podjetij IMP PROMONT-KLIMA in IMP PROMONT-ELEKTRO. Povezava vseh treh podjetij je omogočila celovito nastopanje na vseh zahtevnejših trgih doma in v tujini. Celotni kapital vseh treh podjetij je v zasebni lasti.

IMP PROMONT-MONTAŽA je prisotna predvsem pri naslednjih projektih:

- **industrijski objekti** – podjetje je že od samega začetka prisotno v industriji in je sodelovalo pri izgradnjah mnogih tovarn. Dela, ki so jih opravljali, so bila inštalacija ogrevanja, vodovod, tehnološke inštalacije itd. Pomembnejši industrijski objekti: tovarna KRKA, tovarna LEK, SAVA-Goodyear, Acroni Jesenice,
- **infrastrukturni objekti** – podjetje je v Sloveniji znano po gradnji velikih vročevodov, namakalnih sistemov in plinovodov,
- **ekološki objekti** – pomembnejši objekti: biološka čistilna naprava na Jesenicah, kemična čistilna naprava Utenzilia v Ljubljani,
- **poslovni objekti** – tudi na tem področju ima podjetje bogate izkušnje. Pomembnejši objekti v Sloveniji so: poslovna stavba Merkur – Kranj, RTV Ljubljana, poslovna zgradba Iskra v Ljubljani,
- **zdravstveni objekti** – pomembnejši objekti: Univerzitetni Klinični center v Ljubljani, porodnišnici v Ljubljani in Mariboru,
- **turistični objekti**: hotel Albatros, hotel Palace, letališče Jožeta Pučnika, Športni center Tivoli,
- **stanovanja** – pomembnejše soseske: stanovanjska soseska Mostec, stanovanjska soseska Bežigraski dvori, soseska BS 3 v Ljubljani.

Podjetje zaposluje 195 zaposlenih, od tega 8 z magistrsko izobrazbo, 11 z univerzitetno, 52 z visokošolsko in 124 delavcev. Poleg tega podjetje zaposluje tudi do 40 kooperantskih delavcev, kadar je to potrebno (<http://www.imp-pro-mont.si>, 2008).

2.1 SKLADIŠČE

Skladišče podjetja IMP PROMONT-MONTAŽA se nahaja v Moravčah pri Domžalah. Velikost skladišča, tako pokritega dela kot na prostem, znaša 2ha, od tega 40a pokritega dela. V notranjem delu skladišča se nahajajo pisarne, manjši izdelki ter predmeti, ki ne smejo biti izpostavljeni dežju in soncu (predvsem PVC izdelki). Na zunanjem delu skladišča so zaradi svoje velikosti (6m dolžine) in lažjega raztovarjanja skladiščene predvsem cevi. Skladišče zaposluje 9 delavcev in sicer vodjo skladišča ter 8 zaposlenih, med katerimi je vsak odgovoren za del skladišča.

Vodenje zalog poteka kartotečno, kar pomeni, da ima vsak izdelek svojo šifro in svoj kartonček, kamor se vpisujejo vse dobave in odpreme za tekoče leto. Takšen način spremljanja zalog je zelo zamuden in zastarel, vendar se ga v podjetju še vedno poslužujejo. S takšnim načinom spremljanja zalog jim je oteženo spremljanje varnostne zaloge oziroma porabijo veliko časa, da ugotovijo, kolikšno število posameznega izdelka imajo na zalogi. V skladišču so večinoma izdelki, ki imajo velik pretok, kar posledično pomeni, da morajo ti proizvođači imeti tudi varnostno zalogo, saj morajo biti ves čas na voljo. Kot sem že omenil, kartotečno vodenje zalog onemogoča sprotno sledenje zalogi, posledično je tudi varnostna zaloga različna. Pri naročanju proizvodov varnostno zalogo ocenijo po lastni presoji. Npr.: pogledajo v zaboj z vijaki in, ko ocenijo, da je zaloga vijakov nizka, sprožijo novo nabavo, ki pa je lahko različna. Ker so vsi proizvođači, ki jih naročajo na ta način, vedno na razpolago (dobavlja jim jih Merkur), si takšen način sledenja varnostni zalogi lahko privoščijo. Kot sami pravijo, je naročilo takšnih izdelkov podobno kupovanju kruha v trgovini, ker so izdelki pri dobaviteljih vedno na voljo. Tudi dobavni čas teh proizvodov je kratek in znaša med dvema in petimi dnevi.

Druga vrsta izdelkov, ki se skladiščijo, so izdelki, ki so v skladišču zgolj zaradi posameznih projektov. Ko podjetje dobi v izgradnjo posamezen objekt, naroči zanj specifične izdelke. Ti izdelki se v skladišču skladiščijo samo v obdobju, ko podjetje dela na tem določenem objektu, zato je zanje izdelke težko ustvariti varnostno zalogo oziroma je ni v skladišču, temveč je kar na samem objektu.

2.2 PODATKI ZA LETO 2005

V spodnji tabeli so predstavljeni podatki o dobavljeni in odpremljeni količini za leto 2005. S pomočjo teh podatkov sem izračunal tako varnostno zalogo kot tudi bodoče povpraševanje.

Tabela 1: Dobavljena količina proizvodov v letu 2005 v podjetju IMP Promon-Montaža

Izdelek	Vijak	Koleno	Reducirka	Holandec	PVC cev	Pocinkana cev
Mesec						
Jan.	300	229	200	7	0	120
Feb.	0	110	200	0	15	300

Mar.	0	0	0	0	0	0
Apr.	100	445	0	0	0	0
Maj	0	0	0	0	0	300
Jun.	300	0	400	50	0	0
Jul.	15	300	0	0	0	342
Avg.	0	130	0	50	0	0
Sep.	400	0	0	0	0	0
Okt.	95	0	0	50	0	0
Nov.	0	0	0	5	6	176
Dec.	403	100	0	0	0	0

Vir: Arhiv podjetja IMP Promont-Montaža (kartončki izdelkov).

Tabela 2: Odpremljena količina proizvodov v letu 2005 v podjetju IMP Promon-Montaža

Izdelek	Vijak	Koleno	Reducirka	Holandec	PVC cev	Pocinkana cev
Mesec						
Jan.	155	8	80	12	1	96
Feb.	68	1	80	2	1	108
Mar.	110	235	24	27	1	29
Apr.	1	146	23	7	8	134
Maj	121	60	139	1	1	30
Jun.	128	165	35	20	13	282
Jul.	117	108	79	51	1	108
Avg.	114	30	80	10	1	1
Sep.	112	250	32	40	26	161
Okt.	126	160	69	10	1	91
Nov.	342	50	43	13	1	11
Dec.	130	60	43	48	2	1

Vir: Arhiv podjetja IMP Promont-Montaža (kartončki izdelkov).

V spodnji tabeli so predstavljeni stroški zalog, ki jih je imelo podjetje v letu 2005. Za izračun stroškov sem uporabil začetno zalogo, ki jo je podjetje imelo na začetku leta, njej sem prištel mesečno naročilo in odštel mesečno odpremo. Pri računanju stroškov zalog sem uporabil predpostavko in dobljene rezultate pomnožil s faktorjem 1,2, če je bila zaloga na koncu meseca pozitivna, v primeru primanjkljaja pa sem le-tega pomnožil s faktorjem 2,0. Ko je imelo podjetje presežek zaloge, sem ga upošteval kot začetno zalogo v naslednjem mesecu, v primeru primanjkljaja pa sem za naslednji mesec vzel začetno zalogo nič. Faktor 1,2 je sestavljen iz dveh delov 1,0 in 0,2, kjer predstavlja 1,0 strošek izdelka na zalogi, 0,2 pa stroške upravljanja z zalogami, administracijo zalog itd. V primeru primanjkljaja sem se odločil za faktor 2,0, saj se lahko podjetju zgodi, da dela na objektih stojijo zaradi pomanjkanja materiala ali pa mora skladišče zagotoviti proizvode, ki so kupljeni po višji ceni.

Tako vidimo, da ima podjetje največje stroške s pocinkanimi cevmi, saj strošek zalog, ki ga povzročajo ti proizvodi, predstavlja v letu 2005 kar 70,81% vseh stroškov. Najmanjši delež stroškov je imel proizvod PVC cevi, ki se je tudi malo uporabljal. Skupni stroški izbranih šest proizvodov so v letu 2005 znašali 6.416.207,16 SIT.

Tabela 3: Izračun stroškov zalog za izbranih šest proizvodov v podjetju IMP Promont-Montaža v letu 2005

Izdelek	Količina na zalogi (e)	Cena izdelka (v SIT)	Skupni stroški zalog (v SIT)	Delež stroškov (v %)
Vijak	3485	147,80	618.099,60	9,63
Koleno	5705	88,70	607.240,20	9,46
Reducirka	2416	77,60	224.977,92	3,51
Holandec	729	304,90	266.726,52	4,16
PVC cev	883	147,00	155.761,20	2,43
Pocinkana cev	2981	1270,10	4.543.401,72	70,81

Vir: Arhiv podjetja IMP Promont-Montaža (kartončki izdelkov).

3. OPTIMIZACIJA

3.1 ANALIZA ČLANKA

Članek »Integrating demand and supply variability into safety stock evaluations« (Talluri, Cetin & Gardner, 2004) govori o izboljšani metodi izračuna varnostne zaloge, ki so jo uporabili v nekem farmacevtskem podjetju. Vsako podjetje, ki ima opravka s povpraševanjem, je postavljeno pred dilemo, v kolikšni meri bo povpraševanje zadovoljeno. Kot sem že omenil, se v večini vsakdanjih primerov pojavlja stohastično oziroma negotovo povpraševanje. V primeru podjetja, ki je odvisno od svojih dobaviteljev, se pojavi še negotovost dobavnega časa, kar samo še poveča verjetnost, da kupec ostane brez želenega izdelka. Tudi ta članek obravnava tako stohastično povpraševanje na strani kupcev kot stohastičnost dobave s strani dobaviteljev. Pred uporabo predlaganega modela je farmacevtsko podjetje uporabljalo neznanstveno metodo naročanja zalog. S tem, ko so z raziskavami prišli do nove metode, so zmanjšali varnostne zaloge in s tem tudi stroške zalog.

Članek predlaga model, ki vsebuje stohastično povpraševanje in dobavni rok. Posledica variabilnosti pri povpraševanju in dobavnem roku je večja varnostna zaloga. Večja varnostna zaloga vpliva na višje stroške zalog. Cilj vsakega podjetja je minimizacija zalog in s tem tudi stroškov, ki so povezani z zalogami. Tako je v članku predlagan model, s pomočjo katerega je možno prilagoditi varnostno zalogo glede na željeni nivo storitve.

Tabela 4: Model z enačbami za izračun varnostne zaloge v primeru negotovosti

Dobavni čas	
Konstantni	Variabilni
Ni varnostne zaloge	$D_{DR} = D \times DR$ $\sigma_{DR} = \sqrt{D^2 \times \sigma_{DR}^2}$ $VZ = z \times \sigma_{DR}$
$D_{DR} = D \times DR$ $\sigma_{DR} = \sqrt{\sigma_D^2 \times DR}$	$D_{DR} = D \times DR$ $\sigma_{DR} = \sqrt{\sigma_D^2 \times DR + D^2 \times \sigma_{DR}^2}$

Povpraševanje
Konstantno

$VZ = z \times \sigma_{DR}$	$VZ = z \times \sigma_{DR}$
-----------------------------	-----------------------------

Variabilno

Vir: S. Talluri, K. Cetin & A.J. Gardner, Integrating demand and supply variability into safety stock evaluations, 2004, str. 65.

Iz zgornje tabele lahko razberemo, da model predpostavlja štiri možne situacije, ki se lahko pojavijo na trgu. Prva situacija se pojavi, kadar sta tako povpraševanje kot dobavni čas konstantna. V takih pogojih kakovosti lahko podjetje deluje brez varnostne zaloge, saj točno ve, kdaj jim bo zmanjkalo proizvodov ter kdaj morajo naročiti, da bodo proizvodi dobavljeni ravno v trenutku, ko se bo zaloga izčrpala. V takem primeru je optimizacija zaloge največja in stroški zalog najmanjši. Realno gledano je takšnih situacij zelo malo.

V drugem primeru model predpostavlja konstantno povpraševanje in variabilni dobavni čas. Zaradi variabilnosti dobavnega roka mora podjetje posledično imeti tudi varnostno zalogo. Kolikšna bo varnostna zaloga, je odvisno od tega, kolikšna je variabilnost dobavnega roka in kolikšno raven storitve si je postavilo podjetje. Višja ko je negotovost dobavnih rokov, večja mora biti varnostna zaloga, saj lahko traja dalj časa od dneva naročanja do prejema blaga, kot je bilo načrtovano. Enako je tudi v povezavi med ravnijo storitve in varnostno zalogo, večja raven storitve zahteva večjo varnostno zalogo, da bi pokrili čim večji del odjemalcev. Takšna situacija se pojavi velikokrat v podjetju, ki izdeluje polizdelke za nadaljnjo proizvodnjo in ima negotovega dobavitelja surovin ter odjemalca, ki mesečno odvzame vedno vnaprej znano količino.

Tretja situacija je sestavljena iz znanega dobavnega roka in negotovega povpraševanja. Tudi v tem primeru mora podjetje poskrbeti za varnostno zalogo z namenom pokrivanja negotovosti povpraševanja (Herrin, 2005, str. 7). Podobno kot pri negotovosti dobavnega roka tudi v tem primeru večji odklon povpraševanja in večja raven storitve zahtevata večjo varnostno zalogo in s tem posledično tudi višje stroške. Tudi ta simulacija je velikokrat prisotna v praksi, saj podjetje ve, v kolikšnem času od naročila bo dobilo proizvode, ne ve pa kolikšno bo povpraševanje v prihodnosti. Lahko si pomaga s preteklim povpraševanjem in s pomočjo le-tega poizkuša napovedati prihodnje povpraševanje.

Zadnja situacija, ki jo model predpostavlja, vsebuje tako negotovo povpraševanje kot negotov dobavni rok. V tem primeru je varnostna zaloga največja, saj je potrebno pokriti obe negotovosti. Pri podjetjih, ki se srečujejo s takšnimi situacijami, je zelo pomembna postavka, kako ugotoviti varnostno zalogo, ki nam bo pokrivala možne negotovosti in obenem upoštevala minimizacijo stroškov zalog. Predvsem je pri tem kritično postavljanje varnostne zaloge v primeru, ko se podjetje sooča z velikim odklonom pri povpraševanju in dobavnem roku. Nekatera podjetja se včasih odločijo za visoko raven storitve, kar pomeni tudi velike

stroške zalog, vendar je strošek zalog manjši v primerjavi z oportunitetnim stroškom izgubljenega kupca, ki bi se lahko pojavil v primeru, da na zalogi nimamo zelenega izdelka. Spet druga podjetja ne zavzemajo visoke ravni storitev, saj jim strošek zaloge predstavlja večje izgube kot izguba enega kupca. To velja predvsem za podjetja, ki poslujejo v panogah, kjer ni velike konkurence.

Ker je zadnja situacija, negotovo povpraševanje in dobavni rok, tudi v realnem svetu največkrat prisotna, sem se odločil za obravnavo le-tega. Prednosti tega modela so, da upošteva tako negotovost povpraševanja kot tudi dobavnega roka, obenem pa si podjetje lahko samo postavi raven storitve, ki jo želi doseči. Glavni parametri, ki so upoštevani v tem modelu, so naslednji:

- D – povprečno povpraševanje v obdobju,
- σ_{dr} – standardni odklon dobavnega roka,
- σ_D – standardni odklon od povpraševanja v obdobju,
- DR – povprečni dobavni rok, izražen v časovnih enotah,
- D_{DR} – povpraševanja v dobavnem roku,
- σ_{DR} – celotni standardni odklon v dobavnem roku,
- VZ – varnostna zaloga,
- z – standardni odklon za zeleno raven storitve.

3.2 HOLT-WINTERJEVA METODA NAPOVEDOVANJA POVPRASEVANJA

Pri napovedovanju povpraševanja za leto 2006 sem uporabil Holt-Winterjevo metodo. Sestavljena je iz dveh delov in sicer iz metode, ki jo predlaga Holt ter iz njene izboljšave, ki jo predlaga Winter. Celotna metoda spada med dinamične kvantitativne metode napovedovanja povpraševanja. Značilnost kvantitativnih metod napovedovanja je, da uporabljajo za podlago matematične modele, ki temeljijo na preteklih podatkih. Tako napovedujemo prihodnost s pomočjo predpostavk iz preteklosti. Značilnost dinamične metode je, da se vrednosti za osnovno vrednost spreminjajo vsakokrat, ko dobimo novo dejansko vrednost in tako hitreje ter natančneje napovedujejo prihodnja gibanja.

Holtov model ali model dvojnega eksponentnega glajenja prvega reda uporabimo, ko je v gibanju povpraševanja zaznati vpliv trenda (Chopra, 2000, str. 84). Enačbe za izračun napovedi so:

$$F_{t+n} = F_t + nT_t \quad (10)$$

$$L_{t+1} = \alpha D_{t+1} + (1 - \alpha)(L_t + D_t) \quad (11)$$

$$D_{t+1} = \beta(L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta)T_{t+1} \quad (12)$$

Kjer je:

F_t – napoved vrednosti povpraševanja za obdobje t,

T_t – trend za obdobje t ,
 D – dejansko povpraševanje,
 α – konstanta glajenja povprečja ($0 < \alpha < 1$),
 β – konstanta glajenja trenda ($0 < \beta < 1$).

Winterjeva metoda ali metoda eksponentnega glajenja popravljene za trend ali sezonskost je metoda, ki se naslanja na Holtovo metodo ter ji dodaja sezonskost (Košmelj, Arh, Doberšek Urbanc, Ferligoj & Omladič, 2001, str. 118). Enačbe uporabljene v tem modelu so:

$$F_{t+n} = (L_t + nT_t)S_{t+n} \quad (13)$$

$$L_{t+1} = \alpha \left(\frac{D_{t+1}}{S_{t+1}} \right) + (1 - \alpha)(L_t + T_t) \quad (14)$$

$$T_{t+1} = \beta(L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta)T_t \quad (15)$$

$$S_{t+p+1} = \gamma \left(\frac{D_{t+1}}{L_{t+1}} \right) + (1 - \gamma)S_{t+1} \quad (16)$$

Kjer je:

S_t – sezonski faktor za obdobje t ,
 p – periodičnost,
 γ – konstanta glajenja sezonskosti ($0 < \gamma < 1$).

3.2.1 UPORABA HOLT-WINTERJEVE METODE

V diplomskem delu sem uporabil dve optimizaciji Holt-Winterjeve metode napovedovanja in sicer optimizacijo **po parametrih glajenja** in **optimizacijo po parametrih glajenja in začetnih vrednostih**.

Optimizacija po parametrih glajenja optimizira vse tri parametre α , β in γ . Program, ki sem ga uporabil, optimizira vrednost parametra med 0 in 1, tako da poizkuša minimizirati napako pri napovedovanju prihodnjega povpraševanja. Prav tako je tudi z optimizacijo po parametrih glajenja in začetnih vrednostih, kjer program poizkuša minimizirati napako napovedovanja z določanjem vrednosti parametrom α , β in γ (med 0 in 1), poleg tega pa poizkuša še optimizirati s pomočjo začetnih vrednosti. Tako ta optimizacija upošteva še popravljene vrednosti sezonskosti (S_t) in popravljene vrednosti trenda (b_t). Pri računanju napovedovanja in primerjave stroškov sem uporabil obe metodi ter ju primerjal z obstoječo. Pri obeh metodah sem uporabil podatke iz leta 2005, vendar sem za bazo podatkov, na podlagi katerih sem delal napoved, uporabil samo prvo polletje leta 2005. Za to obdobje sem se odločil, ker sem bil omejen samo na podatke iz leta 2005 in 2006, kljub temu pa je primerjava stroškov narejena le za leto 2006.

4. ANALIZA REZULTATOV

4.1 STANJE V SKLADIŠČU

Stanje glede zalog v skladišču podjetja IMP Promont-Montaža sem že na kratko omenil pri opisu podjetja. Kontrola materiala poteka kartotečno, kar pomeni, da si pri vodenju zalog pomagajo s kartončki, kjer se beleži letni prejem in odprema blaga. Način, ki se ga poslužujejo pri kontroli materiala, bi lahko poimenovali kontinuirano spremljanje zalog, čeprav v praksi ni ravno tako. Naročilo novega blaga se izvrši, ko opazijo, da zaloga posameznega materiala pada proti nič oziroma ga naročijo, kadar naročajo podobni material pri istem dobavitelju. Posplošeno to pomeni, da je njihov način kontroliranja in naročanja zalog mešanica med kontinuiranim in periodičnim spremljanjem zalog. Menim, da trenutno naročanje zalog v podjetju ni optimalno, saj je varnostna zaloga previsoka in s tem tudi stroški zalog. Vzrok je v tem, da večino materiala dobavljajo pri istem dobavitelju in tako naročijo po več izdelkov hkrati, kar pomeni, da se naročilo ne izvrši vedno na TPN, temveč le v njegovi bližini.

4.2 PREDLAGANA REŠITEV

Moj predlog za izboljšavo nivoja varnostne zloge v podjetju temelji na predhodno opisanem članku in Holt-Winterjevi metodi napovedovanja prihodnjega povpraševanja. Glavna ideja članka je, da na nivo varnostne zaloge vplivata tako variabilnost povpraševanja kot tudi variabilnost dobavnega roka. Bistvo Holt-Winterjevega modela je, da na podlagi predhodnih podatkov poizkuša čim bolj natančno predvideti prihodnje povpraševanje. V mojem primeru bo povpraševana količina enaka odpremljeni količini na gradbišču, dobavni rok pa bo čas, ki preteče med oddanim naročilom in prejetim materialom. Tako vidimo, da je povpraševanje res spremenljivo, saj imajo gradbišča različne potrebe in je zato še toliko težje predvideti prihodnje potrebe. Lažja napoved je pri dobavnem roku, saj jim je material, ki ga obravnavam v tej nalogi, ves čas na voljo in tako velikih odstopanj v dobavi ni.

V obravnavo sem vzel šest izdelkov, ki se uporabljajo v vodo-inštalaterstvu in so tudi najpogostejši material v skladišču. Ti proizvodi so:

- vijak pocinkani 8.8. M16x55,
- koleno pocinkano $\text{Ø } \frac{3}{4}$,
- reducirka pocinkana $\text{Ø } \frac{3}{4} - \frac{1}{2}$,
- holandec pocinkani $\text{Ø } \frac{3}{4}$,
- cev odtočna PVC $\text{Ø } 32 - 500$,
- cev pocinkana 2".

Predlagana rešitev za izračun varnostne zaloge temelji na enačbi $VZ = z \times \sigma_{DR}$. Za izračun varnostne zaloge po omenjeni enačbi je potrebno predpostaviti raven storitve, ki jo podjetje želi. Predpostavljam, da je raven storitve 98%, kar pomeni, da podjetje zadovolji 98%

povpraševanja, 2% pa ostaneta nezadovoljena. Ostale potrebne podatke za leto 2005 sem dobil v podjetju IMP Promont-Monataža in so predstavljeni v tabeli.

Tabela 5: Podatki o povpraševanju in dobavnih rokih za izbrane izdelke v podjetju IMP Promont-Monataža za leto 2005

Izdelek	D – povprečno mesečno povpraševanje	σ_D - standardni odklon povpraševanja	DR – povprečni dobavni rok	σ_{DR} - standardni odklon v dobavnem roku
Vijak	127	75	2,92	1,04
Koleno	106	81	2,75	0,60
Reducirka	61	32	3,08	0,86
Holandec	20	17	2,50	0,76
Cev PVC	5	7	2,92	1,04
Pocinkana cev	88	78	4,17	1,21

Vir: Arhiv podjetja IMP Promont-Montaža (kartončki izdelkov).

Kot sem že omenil, je ves material, ki ga uporablja podjetje, »hitro« na voljo, saj skoraj noben dobavni rok ni daljši od treh dni, le pocinkane cevi imajo dobavni rok štiri dni, ker je njihova glavna težava prevoz, saj so cevi dolge šest metrov, za takšen transport pa je potreben tovornjak. Vsi ostali izdelki se dostavljajo s kombijem. Dobavitelj vodoinštalaterskega materiala je podjetje Merkur, ki ima ves ta material stalno na zalogi.

4.2.1 IZRAČUN VARNOSTNE ZALOGE IN STROŠKOV SKLADIŠČENJA

Za izračun varnostne zaloge sem uporabil dve enačbi. Prva enačba je bila namenjena izračunu standardnega odklona v dobavnem roku (Arh & Pfajfar, 2005, str. 59). Ta enačba je vključevala tako negotovo povpraševanje kot tudi negotovi dobavni rok. Ta enačba je:

$$\sigma_{DR} = \sqrt{\sigma_D^2 \times DR + D^2 \times \sigma_{DR}^2} \quad (17)$$

Za vsak proizvod sem izračunal standardni odklon v dobavnem roku za leto 2005. Nato sem izračunal še varnostno zalogo za vsak proizvod, kjer sem končno vrednost zaloge zaključil na celo število, saj je nemogoče imeti na zalogi 1,5 vijaka. Enačba za izračun varnostne zaloge je:

$$VZ = z \times \sigma_{DR} \quad (18)$$

Za izračun je bilo potrebno še predpostaviti raven storitve in kot sem že omenil, sem se odločil za 98% raven storitve. Predpostavil sem tudi normalno porazdelitveno funkcijo za raven storitve, povpraševanje in dobavni rok. V tem primeru znaša 98% raven storitve 2,05 ($z=2,05$) (Arh, 2002, str. 120).

Tabela 6: Izračun varnostne zaloge za leto 2006 iz podatkov za leto 2005

Izdelek	σ_{DE}	z	VZ (e)
Vijak	6,75	2,05	14
Koleno	7,10	2,05	15
Reducirka	2,99	2,05	6
Holandec	1,40	2,05	3
PVC cev	0,66	2,05	1
Pocinkana cev	8,45	2,05	17

Vir: Lastni izračun.

Za izračun stroškov zalog sem v diplomski nalogi uporabil povprečne dobavne cene, ki so zapisane v spodnji tabeli. Za izračun sem uporabil tudi predpostavko, ki sem jo že opisal pri izračunu stroškov za leto 2005. Tako je strošek proizvoda na zalogi enak 1,2 kratniku nabavne cene, strošek nezaloženosti pa je enak 2,0 kratniku nabavne cene.

Tabela 7: Povprečna nabavne cene izdelkov

Izdelek	Povprečna nabavna cena (SIT)
Vijak	147,80
Koleno	88,70
Reducirka	77,60
Holandec	304,90
PVC cev	147,00
Pocinkana cev	1270,10

Vir: Arhiv (kartončki izdelkov) podjetja IMP Promont-Montaža.

Tabela 8 prikazuje primerjavo med dejanskimi stroški zalog in stroški prvega predlaganega modela. Prvi predlagan model vsebuje optimizacijo po parametrih glajenja in njegove napovedi za bodoče povpraševanje niso tako natančne. To se vidi tudi iz tega, da je prišlo do znižanja stroškov samo v primeru vijaka, v vseh ostalih primerih pa bi se stroški zalog z uporabo tega modela zvišali.

Način dela bom prikazal le na primeru vijaka, saj sem pri ostalih proizvodih uporabil enak način. Najprej sem izračunal dejanske stroške, ki jih je imelo podjetje v letu 2006 in to sem storil enako kot v primeru izračuna stroškov za leto 2005, kar sem že opisal. Nato je sledil izračun varnostne zaloge za proizvod iz podatkov za leto 2005. Sledil je izračun napovedi mesečnega povpraševanja s Holt-Winterjevo metodo (optimizacija po parametrih glajenja). Na koncu sem moral še preveriti mesečno stanje zalog oziroma če je prišlo do presežka zalog ali je nastal primanjkljaj. To sem storil tako, da sem za prvi mesec preveril, kolikšna je začetna zaloga (končno stanje zaloge v decembru 2005), nato prištel napovedano povpraševanje ter varnostno zalogo in odštel dejansko povpraševanje. Podobno logiko sem uporabil v vseh nadaljnjih mesecih, dobljene rezultate pa sem nato pomnožil z nabavno ceno in faktorjem glede na to ali se je pojavil presežek ali primanjkljaj. Z uporabo tega modela so

se znižali samo stroški pri vijaku in sicer za 47,15%, medtem ko bi se vsi ostali stroški zvišali. Največje zvišanje stroškov bi nastalo pri kolenu, stroški bi se zvišali za 383,32% ali za 3,83-krat.

Tabela 8: Primerjava stroškov prvega predlaganega modela z dejanskimi stroški za leto 2006 v podjetju IMP Promont-Montaža

Proizvod	Dejanski stroški zalog (v SIT)	Stroški prvega predlaganega modela (v SIT)	Razlika (dejanski - predlagani) (v SIT)	Zmanjšanje stroškov (v %)
Vijak	582.095,52	307.627,68	274.467,84	47,15
Koleno	288.345,96	1.681.979,25	-1.393.633,29	-483,32
Reducirka	100.010,88	201.815,84	-101.804,96	-101,79
Holandec	321.974,40	905.777,20	-583.802,80	-181,32
PVC cev	65.091,60	243.499,86	-178.408,26	-274,09
Pocinkana cev	3.086.343,00	10.933.914,00	-7.847.571,00	-254,27

Vir: Lastni izračun.

Sledi še primerjava med dejanskimi stroški in stroški drugega predlaganega modela. Drugi predlagani model se od prvega razlikuje le po napovedi povpraševanja in sicer je tu uporabljena optimizacija po parametrih glajenja in začetnih vrednostih. Način računanja je enak kot v prvem predlaganem modelu, razlikuje se samo v rezultatu. Varnostna zaloga ostaja enaka, razlike se pojavijo v začetnih zalogah in napovedih povpraševanja in ker je ta model nadgradnja predhodnega, so tudi rezultati boljši kot v prvem modelu.

Tabela 9: Primerjava stroškov drugega predlaganega modela z dejanskimi stroški za leto 2006 v podjetju IMP Promont-Montaža

Proizvod	Dejanski stroški zalog (v SIT)	Stroški drugega predlaganega modela (v SIT)	Razlika (dejanski - predlagani) (v SIT)	Zmanjšanje stroškov (v %)
Vijak	582.095,52	148.332,08	433.763,44	74,52
Koleno	288.345,96	112.996,61	175.379,35	60,82
Reducirka	100.010,88	74.004,72	26.006,16	26,00
Holandec	321.974,40	89.417,60	232.556,80	72,23
PVC cev	65.091,60	7.124,20	57.967,40	89,06
Pocinkana cev	3.086.343,00	2.337.703,66	748.639,34	24,26
Skupaj	4.443.861,36	2.769.578,87	1.674.312,49	37,68

Vir: Lastni izračun.

Iz zadnjega stolpca v zgornji tabeli je razvidno, da bi podjetje z uporabo drugega predlaganega modela doseglo nižje stroške zalog, kot jih dosegajo z dosedanjim. Procentualno največji prihranek bi dosegli pri PVC ceveh, saj bi le-ta znašal kar 89,06%. Ravno nasprotno pa je s pocinkanimi cevmi, kjer je procentualni prihranek najmanjši, le 24,26%, vendar je denarni prihranek največji in sicer kar 748.639,34 SIT. Iz tega je razvidno, da podjetje že sedaj uporablja logiko ABC metode klasifikacije zalog, saj je najdražji proizvod bolj skrbno načrtovan od cenejših. Tudi stroški zalog ostalih proizvodov so nižji od dejanskih stroškov, kar pomeni, da je uporabljena metoda in raven varnostne zaloge dobro

izračunana. Skupni stroški za izbranih šest proizvodov so tako nižji za kar 1.674.312,49 SIT oziroma za 37,68%. Z uporabo predlagane metode bi lahko podjetje privarčevani denar investiralo v posodobitev spremljanja zalog, saj je sedanje kartotečno sledenje zelo nepregledno in zamudno. V izboljšanje ravnanja z zalogami je potrebno vložiti precej truda, saj bi morale podjetje razdeliti proizvode v tri skupine po načelu ABC klasifikacije, nato pa pristopiti k optimizaciji. Izračuni v diplomskem delu so pokazatelj, da sedanje ravnanje z zalogami ni optimalno, kar je bil tudi namen le-tega.

SKLEP

Zaloge imajo v sedanjem poslovanju podjetij zelo pomembno vlogo, saj je razvidno, da podjetja posvečajo veliko časa aktivnostim, s katerimi poizkušajo zmanjšati raven zalog. Kot sem že opisal, stroški zalog niso samo stroški skladiščenja, temveč se pojavljajo še stroški manipuliranja ali upravljanja z zalogami ter stroški nezaloženosti. Na podlagi tega, katera vrsta stroškov je v podjetju najvišja, se podjetje odloči, kako bo uravnavalo svoje zaloge. Če si podjetje postavi cilj čim bolj racionalne porabe skladišča in minimizacijo stroškov skladiščenja, potem bo izbralo raven, kjer bo del kupcev ostal brez izdelkov. Takšne politike se poslužujejo podjetja, ki skladiščijo dragoceno robo oziroma podjetja, ki delujejo v nekonkurenčnih panogah. Drugi način je politika maksimalne zadovoljitve kupčevih potreb, kar pomeni, da se podjetje odloči za velike varnostne zaloge, da lahko vedno ustreže povpraševanju. Slabost take politike je v tem, da ima veliko zalog, kar pomeni tudi velike stroške skladiščenja. Tovrstne politike se poslužujejo predvsem podjetja, ki delujejo v konkurenčnih panogah, saj si ne smejo privoščiti izgube kupcev. V večini primerov se podjetja odločajo za politiko nekje vmes in tako poizkušajo optimizirati svoje zaloge.

Poleg omenjenih načinov je težava pri varnostnih zalogah tudi negotovost. Tudi v primeru zalog v skladišču IMP Promont-Montaža se pojavlja negotovost in sicer sta to negotovost povpraševanja in negotovost dobavnega roka. Zaradi tega se mora podjetje še dodatno zavarovati s pomočjo varnostne zaloge. Vpliv na to, kako velika bo varnostna zaloga, imata povpraševanje v dobavnem roku in čas dobavnega roka. Večje kot je povpraševanje v dobavnem roku in daljši kot je dobavni rok, večja mora biti varnostna zaloga. Upoštevati je potrebno tudi raven storitve, ki si jo mora podjetje samo postaviti. Pri postavljanju optimalne ravni storitve nam lahko pomaga ABC klasifikacija. Ko podjetje razdeli vse proizvode iz skladišča v tri skupine, se je lažje odločiti, kakšno raven storitve bo uporabilo. V obravnavanem podjetju sem opazil, da podjetje že delno deli proizvode v skupine po metodi ABC klasifikacije, vendar to še ni popolna ABC klasifikacija. Moja osebna predpostavka za raven storitve je 98%, kar pomeni, da mora biti material vedno na voljo. Tudi politika podjetja kaže, da so ti materiali vedno na voljo, saj bi bilo slabo, če bi jim zmanjkalo vijakov, medtem ko bi imeli na voljo vse ostale za delo potrebne materiale.

Tudi izračuni so potrdili moja predvidevanja, da obstoječa politika naročanja in zalog ni optimalna. To je razvidno iz izračunov, kjer so vsi obravnavani proizvodi povzročili nižje

stroške kakor v dejanskem primeru, kar pomeni, da je predlagani model za izbranih šest proizvodov (optimizacija po parametrih glajenja in začetnih podatkih ter izračunana varnostna zaloga) boljši od obstoječega. Sam sem tudi mnenja, da če bi podjetje uporabilo ta model še za ostale proizvode v skladišču, bi privarčevalo veliko denarja. Predlagani model ima tudi slabosti, ker je bazno obdobje za napovedovanje povpraševanja prvo polletje leta 2005. S povečanjem baznega obdobja bi bil tudi Holt-Winterjev model natančnejši, saj bi prišla bolj do izraza trend in sezonskost. Kljub vsemu sem uspel v diplomskem delu dokazati, da obstoječa politika ravnanja z zalogami v obravnavanem podjetju ni optimalna.

LITERATURA IN VIRI

1. Arh, F. (2002). *Statistika 1, Obrazci in postopki*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
2. Chopra, S. & Meindl, P. (2000). *Supply chain management: Strategy, planning and operation*. New Jersey: Prentice-Hall.
3. Herrin, R. (2005). How to Calculate Safety Stock for Highly Seasonal Products. *The Journal of Business Forecasting*, 24 (2), 6-10.
4. Košmelj, B., Arh, F., Doberšek Urbanc, A., Ferligoj, A. & Omladič, M. (2001). *Statistični terminološki slovar*. Ljubljana: Statistično društvo Slovenije: Študentska založba.
5. *Letni kartonček za vodenje zalog izdelka "vijak pocinkani 8.8. M16x55" za leto 2005 in 2006.*
6. *Letni kartonček za vodenje zalog izdelka " koleno pocinkano Ø ¾" za leto 2005 in 2006.*
7. *Letni kartonček za vodenje zalog izdelka " reducirka pocinkana Ø ¾ - ½" za leto 2005 in 2006.*
8. *Letni kartonček za vodenje zalog izdelka " holandec pocinkani Ø ¾" za leto 2005 in 2006.*
9. *Letni kartonček za vodenje zalog izdelka " cev odtočna PVC Ø 32 -500" za leto 2005 in 2006.*
10. *Letni kartonček za vodenje zalog izdelka " cev pocinkana 2" za leto 2005 in 2006.*
11. Pfajfar, L. & Arh, F. (2005). *Statistika 1 z zgledi*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
12. Pučko, D. (1999). *Analiza in načrtovanje poslovanja*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
13. Rusjan, B. (2002). *Management proizvodnje*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
14. Scheuing, E.E. (1989). *Purchasing management*. New Jersey: Prentice-Hall.
15. Slack, N., Chambers, S., Harland, C., Harrison, A. & Johnston, R. (1995). *Operations management*. London: Pitman Publishing.
16. Talluri, S., Cetin, K. & Gardner, A.J. (2004). Integrating demand and supply variability into safety stock evaluations. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34 (1), 62-69.
17. Waller, D. L. (1999). *Operations management: a supply chain approach*. London: International Thomson Publishing.
18. Wild, T. (1997). *Best Practice in Inventory Management*. New York: John Wiley & Sons.
19. Winston, W. L. (2004). *Operations research: applications and algorithms*. Belmont: Thomas Learning.

20. Rešitve [IMP Promont-Montaža]. Najdeno 18. maja 2008 na spletnem naslovu
<http://www.imp-pro-mont.si/slo/solutions.html>

PRILOGE

PRILOGA 1: Izračun napovedi povpraševanja za vijak po Holt-Winter-jevi metodi z optimizacijo konstant glajenja α , β in γ

Holt-Winter's Forecast, Multiplicative Model							
		Alpha	0,005899				
		Beta	0				
Orig. Data		Gamma	0,117033			MSE(HW)	10540,91
Month t	Yt	Lt	bt	St	Ft	Et	Et*Et
1	155			1,595197			
2	68			0,699828			
3	110			1,132075			
4	1			0,010292			
5	121			1,245283			
6	128	97,16667	-5,4	1,317324			
7	117	91,658	-5,4	1,557897	146,38593	-29,3859	863,533165
8	114	86,7101	-5,4	0,771792	60,365802	53,6342	2876,62725
9	112	81,41406	-5,4	1,160586	92,049169	19,95083	398,035643
10	126	147,7887	-5,4	0,108866	0,7823059	125,2177	15679,4709
11	342	143,1688	-5,4	1,379111	177,31422	164,6858	27121,4048
12	130	137,5383	-5,4	1,273772	181,48623	-51,4862	2650,83151
13	270	132,3812	-5,4	1,614268	205,85788	64,14212	4114,212
14	20	126,385	-5,4	0,699987	98,003006	-78,003	6084,46894
15	64	120,5965	-5,4	1,086868	140,4134	-76,4134	5839,00748
16	92	119,5022	-5,4	0,186224	12,540958	79,45904	6313,7394
17	120	113,9424	-5,4	1,340964	157,35959	-37,3596	1395,73883
18	156	108,6246	-5,4	1,292775	138,25832	17,74168	314,767123
19	45	102,7801	-5,4	1,476586	166,63216	-121,632	14794,3827
20	118	97,80007	-5,4	0,759271	68,164767	49,83523	2483,55043
21	366	93,84151	-5,4	1,416119	100,42665	265,5733	70529,2019
22	130	92,03787	-5,4	0,329734	16,469919	113,5301	12889,0792
23	48	86,33794	-5,4	1,249092	116,17828	-68,1783	4648,27846
24	1	80,46504	-5,4	1,142932	104,63452	-103,635	10740,1141

NC	147,80			
zač zal	51			
napoved	dejansko	varnostna		
206	270	14	1	152,15299
98	20	14	93	16469,806
140	64	14	183	32505,526
13	92	14	118	20895,711
157	120	14	169	30004,847
138	156	14	165	29341,223
167	45	14	301	53396,944
68	118	14	265	47041,207
100	366	14	14	2422,158
16	130	14	-86	25384,162
116	48	14	82	14575,141
105	1	14	200	35438,799
				307627,68

Vir: Lasten vir.

PRILOGA 2: Izračun napovedi povpraševanja za vijak po Holt-Winter-jevi metodi z optimizacijo konstant glajenja α , β in γ ter začetnih vrednosti

Holt-Winter's Forecast, Multiplicative Model							
		Alpha		0,473854			
		Beta		0			
Orig. Data		Gamma		1		MSE(HW) 5391,49	
Month t	Yt	Lt	bt	St	Ft	Et	Et*Et
1	155			5,286879			
2	68			1,653388			
3	110			6,203005			
4	1			0,623474			
5	121			4,225136			
6	128	37,62445	-15,4943	2,218213			
7	117	22,13021	-15,4943	5,28689	116,9996	0,000432	1,8669E-07
8	114	36,16342	-15,4943	3,152357	10,97178	103,0282	10614,8138
9	112	19,43078	-15,4943	5,76405	128,2108	-16,2108	262,789616
10	126	97,83399	-15,4943	1,287896	2,454311	123,5457	15263,5372
11	342	81,67841	-15,4943	4,187153	347,8965	-5,8965	34,7687444
12	130	62,59307	-15,4943	2,076907	146,8105	-16,8105	282,594159
13	270	48,98044	-15,4943	5,512405	249,0061	20,99386	440,742155
14	20	20,62495	-15,4943	0,969699	105,5603	-85,5603	7320,57207
15	64	7,960831	-15,4943	8,039362	29,57346	34,42654	1185,1868
16	92	29,88579	-15,4943	3,078387	-9,70229	101,7023	10343,3563
17	120	21,15227	-15,4943	5,673151	60,25946	59,74054	3568,93255
18	156	38,56893	-15,4943	4,044707	11,75112	144,2489	20807,7385
19	45	16,00889	-15,4943	2,810937	127,1968	-82,1968	6756,31882
20	118	57,93278	-15,4943	2,036844	0,499026	117,501	13806,4789
21	366	43,90153	-15,4943	8,33684	341,1785	24,82154	616,108747
22	130	34,95718	-15,4943	3,718835	87,4485	42,5515	1810,63027
23	48	14,24956	-15,4943	3,368525	110,416	-62,416	3895,75722
24	1	-0,53775	-15,4943	-1,85961	-5,03451	6,034506	36,4152606

NC	147,80			
Zač. zal.	17			
napoved	dejansko	varnostna		
249	270	14	10	1773,60
106	20	14	110	19509,60
30	64	14	90	15962,40
0	92	14	12	2128,32
60	120	14	-34	10050,40
12	156	14	-130	38428,00
127	45	14	96	17026,56
0	118	14	-8	2364,80
341	366	14	-11	3251,60
87	130	14	-29	8572,40
110	48	14	76	13479,36
0	1	14	89	15785,04
				148332,08

Vir: Lasten vir.