

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

DIPLOMSKO DELO

**OPTIMIZACIJA ZALOG PRI
STOHAŠTIČNEM POVPRAŠEVANJU**

Ljubljana, oktober 2008

ALJAŽ LIKAR

IZJAVA

Študent ALJAŽ LIKAR izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. LILJANE FERBAR, in da dovolim njegovo objavo na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne _____ Podpis: _____

KAZALO VSEBINE

UVOD	1
1 ZALOGE	2
1.1 Definicija zalog	2
1.2 Delitev zalog	4
1.2.1 Delitev zalog glede na del proizvodnega procesa	5
1.2.2 Delitev zalog glede na funkcijo	7
1.3 Stroški zalog	8
1.3.1 Stroški skladiščenja	9
1.3.2 Stroški naročanja	9
1.3.3 Stroški nezaloženosti	9
1.4 Upravljanje z zalogami	10
2 OPTIMIZACIJA ZALOG	11
2.1 Napovedovanje povpraševanja	12
2.2 Metode prilagajanja krivuljam	14
2.2.1 Linearna regresija.....	14
2.2.2 Eksponentna funkcija	14
2.2.3 Logaritemska funkcija	14
2.2.4 Kvadratična funkcija	15
2.3 Metode glajenja	15
2.3.1 Premikajoče povprečje	15
2.3.2 Enojno (enostavno) eksponentno glajenje.....	15
2.3.3 Dvojno in trojno eksponentno glajenje.....	16
2.4 Metode sezonskega glajenja	16
2.4.1 Aditivna dekompozicija	17
2.4.2 Multiplikativna dekompozicija	17
2.4.3 Holt- Winterjeva metoda	17
3 IZRAČUN	18
3.1 Metoda enostavnega eksponentnega glajenja	19
3.2 Holt- Winterjeva metoda	20
3.3 Vrednotenje izračunov	22
3.3.1 Metode vrednotenja napovedi	23
3.3.2 Pogoji za uspešnost napovedovanja.....	25
3.4 Primerjava izračunov	26
4 IZBOLJŠAVE NAPOVEDI	30
4.1 Združevanje produktov	31
4.2 Kombiniranje napovedi	32
4.3 Primerjava med metodami	33
SKLEP	35
LITERATURA IN VIRI	37
PRILOGE	1

KAZALO SLIK

➤ Slika 1: Pomen zalog v poslovnem procesu.....	4
➤ Slika 2: Nadzor in vodenje zalog.....	11
➤ Slika 3: Graf s prikazom dejanskih podatkov in rezultati izračunov.....	27
➤ Slika 4: Graf s prikazom dejanskih podatkov razdeljenih v tri skupine.....	31
➤ Slika 5: Graf s prikazom dejanskih podatkov in rezultati vseh izračunov.....	33

KAZALO TABEL

➤ Tabela 1: Vrednosti sezonskih indeksov v izračunu.....	22
➤ Tabela 2: Primerjava rezultatov vrednotenj za obe metodi.....	28
➤ Tabela 3: Primerjava izračunov po metodi kombiniranja napovedi.....	32
➤ Tabela 4: Primerjava izračunov po metodi kombiniranja napovedi.....	34

KAZALO PRILOG

➤ Priloga 1: Model enostavnega eksponentnega glajenja.....	2
➤ Priloga 2: Holt-Winterjev model.....	3
➤ Priloga 3: Razdelitev v skupine.....	4
➤ Priloga 4: Rezultati napovedi po posameznih skupinah.....	5
➤ Priloga 5: Metoda združevanja v skupine	6

- **Priloga 6:** Kombinacija enostavnega eksponentnega glajenja in Holt- Winterjeve metode.....7
- **Priloga 7:** Kombinacija enostavnega eksponentnega glajenja in metode združevanja..8
- **Priloga 8:** Kombinacija Holt- Winterjeve metode in metode združevanja.....9
- **Priloga 9:** Kombinacija vseh treh metod.....10

UVOD

Vsaka organizacija, vsako podjetje za svoje delovanje in za opravljanje svoje dejavnosti potrebuje resurse. Skozi potek svojega poslovnega procesa te resurse uporablja, spreminja in obdeluje. Tako pride do končnega izdelka, ki ga nato posreduje svojim kupcem. Za delovanje tega sistema so v vseh fazah poslovnega procesa potrebne zaloge. Brez njih delo ni mogoče, saj brez surovin, materiala, komponent in raznih sestavnih delov ne more nastati končni izdelek. Zaloge pa so širši pojem kot le skupek materiala potrebnega za proizvodnjo. So pomemben del obratnih sredstev podjetja, ki močno vplivajo na poslovanje in rezultat organizacije.

Neustrezno upravljanje z zalogami lahko povzroči zastoje v proizvodnji, neizpolnjevanje naročil in mnogo drugih stroškov. To se zgodi, če je stanje zalog prenizko. Na drugi strani pa prekomerne količine zalog tudi povzročajo nepotrebne stroške, ki so prav tako lahko visoki. Kako torej najti 'zlato sredino', optimalno količino zalog, ki omogoča nemoteno, gladko poslovanje in hkrati ne povzroča nepotrebni stroškov zaradi njihovega prevelikega obsega? V tej diplomski nalogi se bom posvetil prav temu, optimizaciji zalog s pomočjo metod napovedovanja povpraševanja.

Količina zalog temelji na obsegu prodaje, ki ga podjetje realizira. Da torej napovemo potrebno količino zalog, uporabimo metode, ki se uporabljajo za napovedovanje povpraševanja. Te nam povedo, kakšno prodajo bo podjetje imelo v prihodnje in kakšne bodo posledično njegove potrebe po zalogah. Optimalno napovedovanje povpraševanja nam pove, kolikšno količino zalog bo podjetje potrebovalo.

Najprej pa je potrebno pojasniti, kaj zaloge sploh so, kaj obsegajo in kakšne so njihove funkcije. Spoznali bomo tudi kakšne stroške nam povzročajo. Tako stroške blaga na zalogi, stroške upravljanja z njimi ter stroške, ki se pojavijo, če količina zalog ni ustrezna.

V naslednjem poglavju se bom posvetil napovedovanju zalog. Za to bom uporabil metode napovedovanja povpraševanja. Ta del je zelo pomemben, saj ustrezna napoved bodočega povpraševanja pokaže potrebne količine zalog, ta podatek pa zelo olajša poslovni proces. Obstajajo različne metode, ki omogočajo napovedovanje povpraševanja in posredno tudi optimalno količino zalog. Spoznali bomo nekatere izmed njih. Delimo jih na skupine, glede na to koliko in katere komponente so vključene v izračun. Od preprostih metod, ki napovedi prilagajajo krivuljam, do zahtevnejših, ki upoštevajo tako trend rasti ali padanja, kot tudi sezonsko komponento. Pripravil sem tudi podatke, na katerih bom preizkusil izračun napovedovanja z dvema različnima metodama. Sledili bodo rezultati izračunov in primerjav obeh metod.

Te, prej opisane metode, so že stare in tako je jasno, da so bile z leti deležne mnogih izboljšav. Zato bom predstavil tudi dve novejši metodi (iz leta 2004), ki pomagata k še natančnejši napovedi. Te sodobne izboljšave temeljijo predvsem na razvoju računalništva. Novi programi lahko hitro in natančno obdelajo velike količine podatkov na uporabniku prijazen način. Dobljene podatke pa je nato tudi zelo lahko naprej obdelovati in primerjati med seboj.

Zaloge so pomemben del vsakega podjetja, ki pa je velikokrat neupravičeno zapostavljen. Podjetje ima veliko sredstev vloženih v zaloge, tako materiala, polizdelkov in končnih izdelkov. Pravilno ravnanje z njimi lahko podjetju prinese večjo učinkovitost, boljšo izkoriščenost poslovnega cikla, večjo produktivnost tako strojev kot zaposlenih in nenazadnje tudi nižje stroške. Vsaka organizacija bi lahko veliko prihranila, če bi imela vzpostavljen sistem vodenja in napovedovanja zalog. To pa je zapleten sistem, saj vključuje veliko med seboj različnih strani, ki medsebojno sodelujejo. Tako internih v podjetju kot eksternih. Zaloge so v prvi fazi odvisne od dobaviteljev, njihove zanesljivosti in kakovosti. Nadalje se z njimi ravna v podjetju, v skladišču in v proizvodnji. Po končanem proizvodnem procesu pa pride na vrsto odnos s kupcem. Jasno je torej razvidno, da so zaloge vitalen del celotnega poslovanja proizvodnega podjetja.

Upam, da bom s svojo diplomsko nalogo uspel raziskati vsaj del sistema, ki je povezan z upravljanjem zalog. Menim, da je pri celotnem poslovanju z zalogami v mnogih podjetjih še veliko rezerv. Z vzpostavitvijo primernejših sistemov bi se lahko zelo popravilo stanje zalog in posledično tudi rezultati celotnega poslovanja.

1 ZALOGE

1.1 Definicija zalog

Obratna sredstva v podjetju so tista poslovna sredstva, ki hitro spreminjajo svojo obliko. Že v enem poslovnem procesu se namreč pretvorijo iz ene oblike v različne druge oblike. Ob zaključku procesa pa se ponovno vrnejo v svojo začetno obliko (Pučko, 1999, str. 76).

Zaloge so, poleg terjatev do kupcev in denarja, eden izmed sestavnih delov obratnih sredstev. So zelo pomemben del vsakega podjetja, saj z njimi posluje, jih obdeluje, spreminja in z njimi ustvarja dobiček. Vsako proizvodno podjetje iz različnih materialov in surovin izdeluje svoje izdelke, ki jih prodaja naprej svojim kupcem. Med proizvodnim procesom nastajajo polizdelki, ki iz različnih razlogov ne gredo takoj v nadaljnjo obdelavo. Na koncu procesa, ko

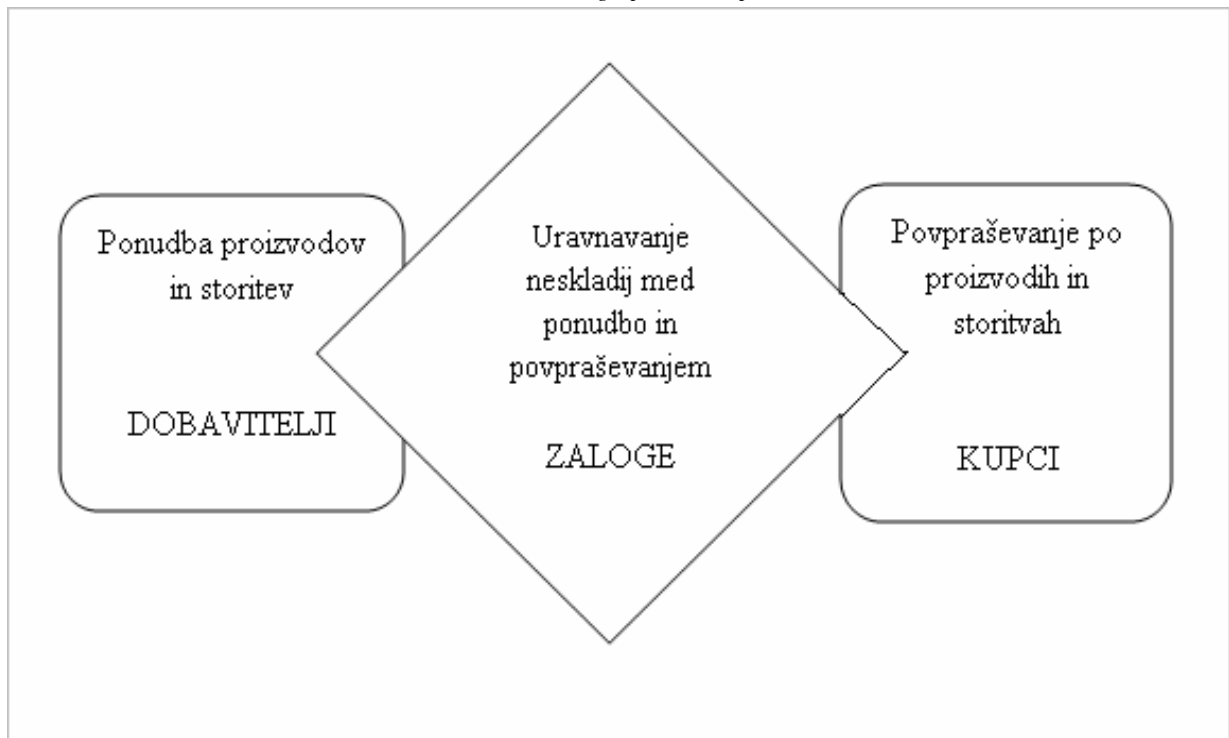
je izdelek dokončan, pa se prav tako pogosto zgodi, da ne potuje takoj h kupcu. Vse naštetu spada med zaloge podjetja.

V literaturi lahko najdemo mnogo različnih razlag za pojem zaloga. Ballou meni, da so zaloge ves surovi material, surovine, komponente, nedokončano delo in končni proizvodi, ki se pojavljajo na številnih mestih v poslovnem in logističnem procesu (Ballou, 2004, str. 326). Kot pravijo Chase, Jacobs in Aquilano (2004, str. 545), je zaloga vsak del in vir uporabljen v organizaciji. Sistem zalog pa je skupek pravil in kontrolnih mehanizmov, ki uravnavajo količino zalog, koliko jih je potrebno imeti, ter kdaj in koliko jih je potrebno naročiti. Nazadnje pa si poglejmo še eno definicijo: Zaloge so akumuliran material v transformacijskem procesu. Torej vsako podjetje ima zaloge tistega, kar spreminja v končni izdelek. To pa so lahko material, surovine, informacije ...

Kot je že bilo omenjeno, spadata med obratna sredstva poleg zalog tudi denar in terjatve do kupcev. Denar je običajno v organizacijah zelo kratkoročne narave, terjatve do kupcev pa v urejenih in utečenih poslovnih razmerah ne prinašajo težav. Tako nam kot kritični del obratnih sredstev ostanejo prav zaloge. Za podjetje je najbolje, da se obratna sredstva čim hitreje obračajo in na tem mestu je pomembno, da je količina zalog čim manjša. V teoretičnem modelu bi bilo najbolje, če bi podjetje lahko poslovalo kar brez zalog, kar pa seveda v realnosti ni mogoče.

Razloge, zakaj so zaloge nujno potrebne in zakaj poslovni proces brez njih ne more delovati, bomo spoznali v nadaljevanju. Zaloge so potrebne za usklajevanje razlik in neskladij med ponudbo in povpraševanjem. Omogočajo nemoten potek poslovnega procesa (Slack, 1995, str. 471). Zunanjih vplivov na proces v podjetju, ki so posledica dejanj dobaviteljev in kupcev, ne moremo v celoti nadzorovati. Jasno je, da dobavitelji ne bodo materiala dobavili v tistem trenutku, ko ga bomo v proizvodnji potrebovali. Prav tako pa kupci ne bodo izdelka odpeljali k sebi takoj, ko bo dokončan. Zaradi tega, in še zaradi mnogo drugih razlogov, so potrebne zaloge. Njihova funkcija je grafično ponazorjena tudi na spodnji sliki.

Slika 1: Pomen zalog v poslovnem procesu



Vir: N. Slack, *Operations management*, 1995, str. 468.

1.2 **Delitev zalog**

Ko spoznavamo zaloge, vidimo, da je ta pojem zelo širok. Obsega mnogo različnih dejavnikov, zato je na dlani, da moramo za podrobnejšo obravnavo tako širokega pojma kot je zaloga, le tega razdeliti v skupine s podobnimi lastnostmi. Delitev pa lahko opravimo na različne načine.

Zaloge lahko delimo glede na njihove različne dejavnike in lastnosti. Delitve zalog se tako razlikujejo po njihovi funkciji, njihovem stanju v proizvodnem procesu, njihovem namenu. Predstavil bom dve možni delitvi, ki se mi zdita zelo primerni.

Predstavila sta ju dva različna avtorja. Prva je delo tujega strokovnjaka Wallerja iz leta 1999, drugo pa je leta 2002 predstavil Rusjan, domači avtor, ki je opravil veliko dela na področju logistike in zalog.

1.2.1 *Delitev zalog glede na del proizvodnega procesa*

Waller razdeli zaloge v tri skupine, ki jih najboljše razvrstijo glede na del proizvodnega procesa, v katerem se nahajajo. Zaloge so prisotne v celotnem poteku procesa, torej od samega začetka, pa do konca. Zato je vsekakor smiselno, da zaloge razdelimo na skupine po tem kriteriju (Waller, 1999, str. 292-294):

➤ *Zaloge vhodnih materialov in surovin*

Večina izmed nas najprej ko zasliši pojem zaloga, pomisli na material in surovine. Zaloge vhodnih materialov in surovin so tiste zaloge, ki jih proizvodno podjetje potrebuje za opravljanje svoje osnovne dejavnosti, torej za proizvodnjo svojih izdelkov. Podjetje mora imeti te zaloge iz različnih razlogov. Poglejmo si najpomembnejše:

- Povpraševanje po končnih izdelkih s strani kupcev niha, zato posledično niha tudi potreba po materialu in surovinah v proizvodnem procesu, saj se izdelava prilagaja izpolnjevanju naročil. Zaradi negotovosti o višini naročil, mora podjetje imeti zaloge materialov, da lahko pokrije morebitna povečanja naročil.
- Dobavitelji materiala so lahko nezanesljivi, zato ne moremo vselej pričakovati njihove dobave v dogovorjenih rokih. Lahko se zgodi, da takojšnja dobava potrebnega materiala ni možna zaradi dolgotrajne izdelave ali predelave. Dobavni rok pa je lahko dolg tudi zaradi kakšnega drugega vzroka in zato je podjetje primorano imeti lastno zalogo surovin.
- Špekuliranje glede cen materiala lahko ugodno vpliva na finančno stanje podjetja. Cene materialov in surovin se namreč lahko s časom povišajo in podjetje se zavaruje pred tem dvigom cen in izgubo sredstev tako, da ima na zalogi večje količine surovin, kot jih dejansko trenutno potrebuje. Tako lahko tudi v prihodnosti, ko so na trgu surovine že dražje, v svojem procesu uporablja material iz zaloge, ki je bil kupljen po nižjih nabavnih cenah.
- Nižji stroški, ki so posledica večjih količin naročenega materiala in surovin lahko prinesejo velik prihranek. Med te prihranke sodijo nižje cene prevoza, količinski popusti s strani dobaviteljev, nižji stroški skladiščenja in podobno.

➤ Zaloge nedokončane proizvodnje

Druga skupina zalog, glede na njihovo mesto v poslovnem procesu, so zaloge nedokončane proizvodnje. Te zaloge nastajajo med samim proizvodnim procesom, predstavljajo pa vmesno fazo med osnovnim materialom (surovino) in končnim izdelkom. Do njih pride v primeru, ko je za izdelavo končnega izdelka potrebna več kot le ena sama operacija. Prav tako kot pri zalogah osnovnih materialov obstajajo različni razlogi tudi za skladiščenje zalog nedokončane proizvodnje. Ti razlogi pa so naslednji:

- Optimizacija proizvodnih serij. Bolj smiselno je namreč izdelati večjo količino polizdelkov, ko je proizvodnja v teku, saj menjava serij lahko povzroči visoke stroške. Z majhnimi serijami pa so povezani tudi drugi stroški (izgubljen čas med pripravljanjem stroja za drug proizvod, negospodarna uporaba materiala).
- Zaščita pred izpadom dobav s strani dobaviteljev. Že v prejšnji skupini je bilo omenjeno, da so dobavitelji nezanesljivi. Lahko se zgodi, da dobavitelj ne more pravočasno dostaviti materiala. Pred zaustavitvijo proizvodnje zaradi pomanjkanja surovin se je potrebno ustrezno zaščititi, to pa storimo tako, da imamo na zalogi določeno količino nedokončane proizvodnje.
- Zaščita pred morebitnimi okvarami določenih delovnih centrov. Kadarkoli lahko pride do nepredvidenih okvar strojev ali pa kakšnih drugih nepredvidenih okoliščin, ki zaustavijo proizvodnjo na eni izmed operacij. Če imamo na zalogi določeno količino nedokončane proizvodnje, lahko v času nedelovanja, oziroma popravila stroja, nemoteno izvajamo poslovni proces. V primeru okvare enega stroja, lahko nemoteno delamo na ostalih, ki bi morali, če zalog polizdelkov ne bi imeli, prav tako mirovati.

➤ Zaloge končnih proizvodov

Vse organizacije stremijo k temu, da bi svoje izdelke prodale čim prej po tem, ko jih dokončajo, saj skladiščenje povzroča stroške. Gotovi izdelki pa predstavljajo njihov zaslužek, in dokler jih ne prodajo, ne dobijo plačila za svoje delo. Vseeno pa to ni vedno izvedljivo, zato nastajajo zaloge končnih izdelkov. Le-te pa prinašajo tudi koristi, pogledjmo si v katerih primerih:

- Nepredvidena naročila s strani kupca. V primerih, ko kupec naroči večje količine izdelkov, kot jih je podjetje prvotno pričakovalo, lahko nemoteno izvrši naročilo tako, da odpremi izdelke iz zaloge.

- Dobavnih roki, ki so krajši od proizvodnega procesa. Kupec lahko zahteva, da izdelek dobi v hitrejšem času, kot pa traja sama izdelava tega izdelka. V tem primeru naročila ni možno izvesti v zahtevanem roku, če nimamo izdelkov že pripravljenih na zalogi.
- Prav tako pa je, podobno kot pri prejšnjih dveh točkah, tudi skladiščenje končnih izdelkov zaščita pred okvarami strojev in drugimi neugodnimi okoliščinami, ki bi lahko povzročila izpad proizvodnje in posledično preprečilo možnost izvršitve naročila.

1.2.2 Delitev zalog glede na funkcijo

Iz razdelitve v prejšnjem podpoglavju 1.2.1 je razvidno, kako lahko razvrstimo vrste zalog glede na njihov namen in njihov potek skozi proizvodni proces. Sledimo jim od posameznih surovin ali komponent do končnega izdelka. Zaloge pa lahko razdelimo tudi drugače. Sledi razdelitev glede na njihovo funkcijo, torej na sam razlog za njihov obstoj v proizvodnem procesu (Rusjan, 2002, str. 133-134):

➤ Razbremenilne zaloge

Podjetje vedno želi ohraniti neprekinjenost proizvodnega procesa. To pomeni, da ni prisotnih nepotrebnih zastojev, čakanj, ozkih grl. S pomočjo razbremenilnih zalog je doseženo optimalno in gladko delovanje proizvodnje, saj odpravljajo vse naštete pomanjkljivosti.

➤ Serijske zaloge

Zniževanje stroškov poslovanja je bistvo uspešnega poslovanja. Serijske zaloge so namenjen prav temu, in sicer v smislu naročanja materiala v večjih, serijskih količinah. Tovrstni paketni nakupi prinesejo mnogo različnih ugodnosti in nižje stroške. Cenejši je prevoz na enoto materiala, dobavitelji velikokrat dajo količinske popuste na večja naročila, stroški skladiščenja so manjši, prihrani pa se tudi čas pri sami izvedbi naročila.

➤ Varnostne zaloge

Poslovanje je velikokrat negotovo, zato so nujno potrebne varnostne zaloge. Te poskrbijo, da se izničujejo variabilna naročila kupcev, nezanesljivost dobaviteljev, okvare strojev, zastoji v proizvodnji in še mnogi drugi neugodni dejavniki. S temi zalogami se podjetje zavaruje pred vsemi negativnimi vplivi s trga, in pridobi čas za odpravo morebitnih posledic.

➤ Sezonske zaloge

Obseg poslovanja največkrat ni stalen in skozi leto niha. To je lahko posledica sezonskih vplivov, ali kakšnih drugih dejavnikov. Podjetje mora poskrbeti, da v konicah ne pride do težav z dobavami, zato se zaščiti s sezonskimi zalogami. Te se izdelajo v času nižjega povpraševanja, tako je izdelkov dovolj za obdobje z visokim povpraševanjem, prav tako pa se količina dela izenači v različnih sezonskih obdobjih.

➤ Špekulativne zaloge

S pravilnim špekuliranjem glede trenutnih in prihodnjih cen materialov in surovin lahko podjetje prihrani veliko svojih sredstev. To v praksi pomeni, da podjetje kupi večje količine materiala, ko so njihove cene nižje in si tako naredi zalogo tudi za čas, ko se bodo cene dvignile. S tem si zagotovi, da tudi v času, ko so cene materiala na trgu visoke v svoji proizvodnji uporablja cenejše surovine.

➤ Tranzitne zaloge

Zaradi globalnega poslovanja sodobnih podjetij, je postala pomembna komponenta procesa tudi transport. Tako dobavitelji kot kupci so lahko zelo oddaljeni od kraja poslovanja podjetja. Z tranzitnimi zalogami nadomestimo izgubo časa za prevoz tako materialov od dobaviteljev do podjetja, kot končnih izdelkov do kupcev.

1.3 Stroški zalog

Sedaj ko poznamo vrste zalog in različne delitve glede na njihove funkcije v proizvodnem procesu in glede na njihov namen, si pogledajmo še kakšne stroške nam zaloge prinašajo.

Spoznali smo torej razloge, zakaj je dobro in potrebno imeti zaloge, zdaj pa bomo pogledali še negativno stran zalog, torej stroške, ki jih povzročajo.

Stroške zalog delimo v tri skupine (Waller, 1999, str. 294-296):

1.3.1 Stroški skladiščenja

Osnovni stroški, ki jih prinesejo s seboj zaloge, se imenujejo stroški skladiščenja. Sem spada tako cena za najem, nakup ali izgradnjo prostora za skladiščenje, plače zaposlenih v skladišču, tehnična oprema skladišča, energija potrebna za upravljanje zalog in zavarovanje zalog (za primer požara, naravnih nesreč). Vključimo lahko tudi strošek posojila, ki ga najamemo za nakup zalog, oportunitetni strošek investicije v zaloge, ter še nekatere druge podobne stroške.

1.3.2 Stroški naročanja

Že da pride do samega naročila materiala, je potrebno veliko sredstev. Med stroške naročanja spadajo predvsem stroški, ki jih prinesejo zaposleni v postopku naročanja. Tako oseba v nabavi, ki poišče dobavitelja in se dogovori za naročilo, kot finančnega oddelka, ki poskrbi za plačilo. Sem sodijo tudi stroški komunikacijskih kanalov uporabljenih za izvedbo naročila. Prav tako pa sem štejemo tudi stroške priprave proizvodnih nalogov, nastavitve strojev ter pripravo materiala za proizvodnjo.

1.3.3 Stroški nezaloženosti

Stroške nezaloženosti oziroma stroške izčrpanja zalog je težko neposredno prikazati. Gre za primere, ko se zaradi pomanjkanja zalog poslovni proces ustavi. Do tega lahko pride zaradi pomanjkanja materiala med proizvodnim procesom, ali pa zaradi pomanjkanja končnih izdelkov, ko bi morali kupcu izvesti naročilo. Pri prvem primeru so posledica stroški zastoja proizvodnje, kot so nižja produktivnost, stroški ponovnega zagona proizvodnje, neizkoriščenost strojev in zaposlenih. Pri drugem primeru pa se zmanjša promet podjetja, trpi njegovo dobro ime, potencialno pa lahko pride celo do izgube kupcev.

1.4 Upravljanje z zalogami

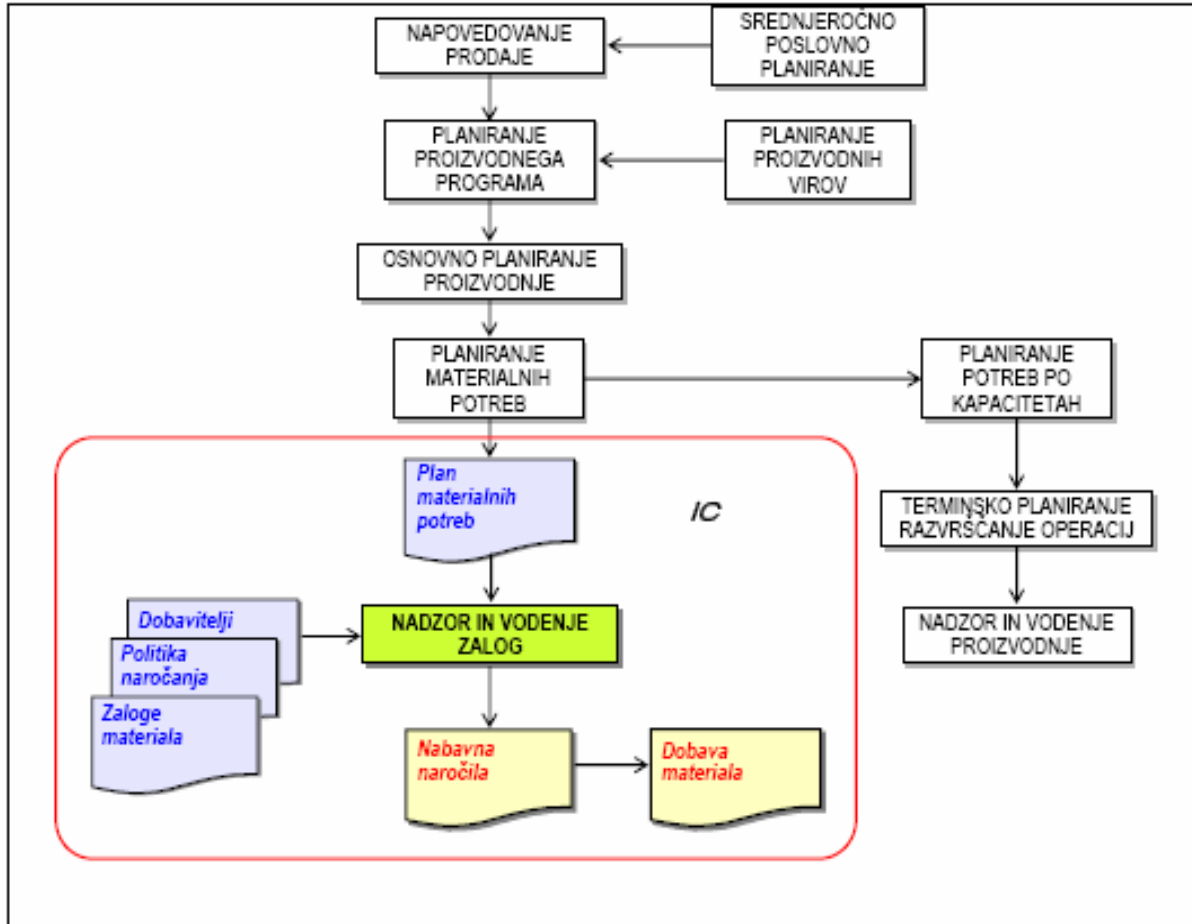
Cilj podjetja je, da zaloge upravlja z najnižjimi možnimi stroški, pod pogojem da seveda poslovni proces teče neprekinjeno in brez zapletov. Ko sprejemamo odločitve o zalogah, je potrebno najti kompromis med različnimi komponentami stroškov, kot so stroški skladiščenja, stroški naročanja in stroški nezaloženosti (Hugo, Badenhorst- Weiss in Van Rooyen, 2002, str. 169).

V sistem upravljanja zalog je vključenih veliko različnih subjektov. Najprej prodajna služba, ki preko naročil s strani kupcev določi koliko in kdaj se bo proizvajalo. Nabava išče dobavitelje, se z njimi dogovarja ter material tudi naroča. Skladišče je zadolženo, da fizično upravlja z zalogami. Nenazadnje pa je tu seveda tudi proizvodnja, ki zaloge uporablja in z njimi dnevno operira. Vsi omenjeni subjekti morajo med seboj sodelovati in se aktivno vključevati v sistem upravljanja in nadzora zalog. Le z usklajenim in odgovornim delovanjem vseh vpletenih lahko računamo na optimalno količino zalog, gladko poslovanje in nizke stroške.

Naročanje materiala in posledično zalog izhaja iz srednjeročnega plana, ki napoveduje prodajo. Tu ponovno nazorno vidimo, da je pravilen pristop in način, če za napovedovanje zalog uporabimo metode napovedovanja povpraševanja. Med obema pojmovoma obstaja močna povezava. Če namreč napovedujemo povpraševanje, pridemo do napovedi prodaje. Iz napovedi prodaje se prek srednjeročnega plana planira proizvodni proces. V povezavi s planiranjem obsega proizvodnje pridemo do potrebnih proizvodnih virov. Ti proizvodni viri so materialne potrebe za proizvodnjo. Tako pridemo do potrebnega obsega zalog.

Tu pa že kot pomembna funkcija nastopi nadzor in vodenje zalog, ki na osnovi plana proizvodnje izvede naročila za potrebne materiale in surovine v proizvodnji. Ves opisan proces je tudi grafično predstavljen na Sliki 2.

Slika 2: Nadzor in vodenje zalog



Vir: T. Ljubič, Planiranje in vodenje proizvodnje- modeli, metode, tehnike, 2007, str. 2.

2 OPTIMIZACIJA ZALOG

Jasno je, da je ključ do optimalnega poslovanja z zalogami izbira ravno prave količine zalog. Skladiščiti je potrebno dovolj, da poslovanje teče nemoteno, brez zastojev in neproduktivnosti, na drugi strani pa se moramo izogniti prekomernim zalogam, ki povzročajo nepotrebne visoke stroške.

Optimizacija pomeni uporabo najboljših in hkrati najučinkovitejših poslovnih orodij ter tehnologij za izvedbo in zaključevanje poslov. Transportni, distribucijski, skladiščni in podobni upravljavski procesi si pridobivajo veljavo in uporabnost. Optimizacijska orodja in tehnologija, ki zagotavlja možnost pravočasne informacije, postajajo ključ za ohranjanje konkurenčnosti (Veselko, 2003, str. 8 - 10).

Za doseg optimalne količine zalog je potrebno imeti dodelan sistem znotraj poslovnega procesa, ki pravilno predvidi potrebno količino inputov v proizvodni proces ob pravem času. Tu je vključen proces upravljanja in nadzora nad zalogami. Vse skupaj pa izvira iz planiranja podjetja. Srednjeročno planiranje je osnova za oblikovanje materialnih potreb, te pa so osnova za potrebno količino zalog. Čim boljše je planiranje in čim boljši je sistem upravljanja z zalogami, tem lažje bo dosegljiva optimalna količina zalog.

Samo planiranje pa se lahko dopolni in izboljša z vključitvijo napovedovanja. Napovedovanje zalog lahko zelo olajša samo upravljanje z zalogami in tako močno pripomore k optimizaciji količine zalog. Napoved je namreč v naprej ocenjena količina zalog, ki se bo v nekem trenutku potrebovala. Tako je manjša verjetnost, da bomo imeli v podjetju preveč zalog, ki bi nam povzročale nepotrebne stroške, ali pa da bi prišlo do njihovega pomanjkanja, kar bi povzročilo zastoje in izpade v proizvodnji ter posledično neizpolnitev naročil.

V naslednjem podpoglavju bomo podrobneje spoznali postopek napovedovanja povpraševanja in posredno tudi napovedovanja zalog, njegov pomen, uporabnost in različne metode, ki se za samo napovedovanje uporabljajo.

2.1 Napovedovanje povpraševanja

Kot smo že ugotovili, so zaloge zelo pomemben del vsakega podjetja. Predstavljajo osnovo za vsakršno poslovanje. Bistveno je, da so zaloge materiala in surovin pripravljene, ko jih je potrebno vključiti v proizvodni proces. Prav tako je važno, da so gotovi izdelki pripravljene na odpremo h kupcu, ko ta pričakuje izpolnitev naročila. Predstavljamo si lahko, da za vsem tem stoji zapleten sistem, ki omogoča gladko delovanje procesa. Pomanjkanje zalog povzroči izpad proizvodnje, zastoje, onemogoči izpolnjevanje naročil v določenem času in posledično lahko prinese velike stroške. Prav tako pa prevelike količine zalog povzročajo dodatne nepotrebne stroške (skladiščenje, velik obseg obratnih sredstev). Najbolje je torej doseči optimalno količino zalog, ki omogoča gladko poslovanje brez zastojev in na drugi strani minimalne možne stroške.

Samo planiranje pa ni dovolj, da bi dobili ustrezne podatke. Zato si pomagamo z napovedovanjem. Kot je že bilo omenjeno, pa si za napovedovanje zalog pomagamo z metodami napovedovanja povpraševanja. Obseg povpraševanja in obseg zalog sta tesno povezana. Zaloge so osnova za poslovni proces, obseg poslovnega procesa pa je odvisen od obsega povpraševanja.

Napovedovanje povpraševanja je postopek, pri katerem najprej obdelamo podatke za pretekla obdobja. Ugotovimo, kakšno je njihovo gibanje skozi časovna obdobja. Ali je konstantno ali s časom raste ali pada. Če gre za rast, definiramo za kakšno stopnjo rasti gre in s kakšno dinamiko se to dogaja. Velikokrat pa srečamo podatke, katerih gibanje ni možno opisati s preprosto krivuljo. Potrebno je vključiti še nekatere dodatne komponente, kot je na primer trend ali pa vpliv sezonske komponente. Veliko izdelkov ima namreč obdobja, ko je povpraševanje visoko in obdobja ko povpraševanje pade.

Ko ugotovimo, kako se obravnavani podatki obnašajo, torej kakšno je njihovo gibanje po časovnih obdobjih, jim priredimo ustrezno funkcijo oziroma metodo, ki najbolje opiše to gibanje. Različne metode, ki pomagajo pridobiti ustrezno funkcijo, so predstavljene v nadaljevanju. Glede na izbrano metodo podatke obravnavamo in izvedemo napovedi na podlagi podatkov, ki jih imamo za pretekla obdobja. Dejanske podatke iz preteklosti apliciramo na prihodnja obdobja s funkcijo, ki smo jo podatkom priredili.

Na koncu moramo izbrano metodo še preveriti, da ugotovimo, ali je pravilna in če res opisuje gibanje podatkov, ki jih želimo napovedovati. To storimo tako, da dejanske podatke, ki jih imamo primerjamo z napovedmi, ki smo jih dobili z izračunom po izbrani metodi za ta ista obdobja. Razlike obdelamo s statističnimi orodji, ki so namenjena merjenju napak in odstopanj. S temi orodji dobimo dobro sliko o tem, ali je uporabljena metoda primerna za napovedovanje podatkov, ki jih imamo.

Če so rezultati statističnih testov pozitivni in je metoda ustrezna, lahko na podlagi podatkov, ki jih imamo za pretekla obdobja, napovedujemo vrednosti za poljubna prihodnja obdobja. V mislih pa je treba imeti, da napoved ni nikoli točna. Vedno je potrebno upoštevati napako oziroma tveganje, ki ga prinese napovedovanje. Gre le za poskus ugotavljanja poteka prihodnjih podatkov na podlagi obnašanja teh istih podatkov v preteklosti.

Za izvedbo napovedovanja imamo na voljo veliko različnih metod in postopkov, ki se vsak po svoje skuša prilagoditi specifikam podatkov. Vsaka metoda je primerna za drugačne vrste podatkov. Nekatere so narejene za podatke, ki imajo preproste smeri gibanja po časovnih obdobjih, bolj ko pa je metoda zapletena, več različnih vplivov na podatke zajame in jih upošteva pri izračunu napovedi.

Metode lahko glede na njihove osnovne značilnosti razdelimo v tri skupine, ki so predstavljene v naslednjih podpoglavjih. Prve so metode, ki potek podatkov prilagajajo krivuljam. Druge so časovne vrste, ki podatke gladijo s pomočjo konstant glajenja. Tretja skupina pa poleg glajenja podatke napoveduje še s pomočjo dodatnih konstant, ki predstavljajo gibanje podatkov v času glede na vplive sezonskih komponent (<http://www.ezforecaster.com>).

2.2 Metode prilagajanja krivuljam

Najprej si pogledimo najpreprostejše metode napovedovanja. Te metode podatke prilagodijo krivuljam oziroma funkcijam. Predpostavljajo torej, da se podatki v času gibljejo po določenih krivuljah, ki jih poznamo iz matematike. Obstaja veliko različnih možnih krivulj, po katerih se podatki lahko prilagajajo. Nekatere izmed najpogosteje uporabljenih so našteje v nadaljevanju.

2.2.1 Linearna regresija

Linearna regresija je najpreprostejši način izračunavanja napovedi. Preprosto privzame, da se podatki po časovnih obdobjih spreminjajo po ravni črti (premici). Spremenljivka y ima torej v času t vrednost vsote konstante a in faktorja b , pomnoženega s tem časovnim obdobjem. Formula za izračun je enaka formuli za premico:

$$y_t = a + bt$$

2.2.2 Eksponentna funkcija

Ta metoda namesto ravne črte uporablja naraščajočo ali padajočo krivuljo (eksponentno funkcijo). Ta model se uporablja ko se rast ali upad s časom povečuje, torej ko rast (ali upad) ni enakomerna.

$$y_t = ab^t$$

2.2.3 Logaritemska funkcija

Logaritemska funkcija je zelo podobna eksponentni. Razlikuje se le v tem, da ima obratno smer gibanja rasti oziroma upada, le-ta namreč s časom manjša.

$$y_t = a + b * \log(t)$$

2.2.4 Kvadratična funkcija

Zadnja izmed metod napovedovanja v prvem sklopu je kvadratična funkcija. Ta dane podatke iz časovne vrste prilagodi obliki parabole.

$$y_t = a + bt + ct^2$$

2.3 Metode glajenja

Metode glajenja so nekoliko bolj zapletene oziroma naprednejše, kot enostavne metode, ki podatke prilagajajo krivuljam. Tu se za napovedovanje uporabljajo izračuni, ki upoštevajo več lastnosti podatkov in njihovega gibanja ne predpostavljajo kot enostavnega. Spodaj so našteje metode, ki se najpogosteje uporabljajo za glajenje podatkov in njihovo napovedovanje.

2.3.1 Premikajoče povprečje

Metoda premikajočega povprečja ali gibljive sredine, zajame pretekle podatke, in jih zglati tako, da izračuna njihovo povprečje, to povprečje pa potem projicira na prihodnje podatke. Število preteklih obdobj, ki se uporabljajo za izračun povprečja je različno glede na specifične podatke, da je izračun čim ustrežnejši.

2.3.2 Enojno (enostavno) eksponentno glajenje

To je ena izmed najpogosteje uporabljenih metod za napovedovanje. Prav tako kot pri premikajočem povprečju se uporablja izračun s pomočjo povprečne vrednosti podatkov. Enojno eksponentno glajenje ('*single exponential smoothing*' – SES) je izboljšava, nadgradnja metod s premikajočim povprečjem. Prednost, ki jo prinaša je, da podatke obravnava z utežmi, ki se spreminjajo glede na starost podatkov. Torej, novejši podatki imajo večjo vrednost v izračunu.

SES metoda je najboljša v primeru, ko trenda ni, torej, ko podatki skozi čas ne rastejo ali upadajo (ko trend ni pozitiven ali negativen). Tu je že v uporabi konstanta glajenja (α), ki

predstavlja težo različnih podatkov. Večja ko je omenjena konstanta α , večjo težo na izračun imajo novejši, bližji podatki, manjšo pa starejši, bolj oddaljeni podatki.

$$S_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)S_{t-1}$$

V enačbi S predstavlja napoved in α konstanto glajenja, katere vrednost je med 0 in 1.

2.3.3 Dvojno in trojno eksponentno glajenje

Dvojno eksponentno glajenje ('double exponential smoothing' - DES) in trojno eksponentno glajenje ('triple exponential smoothing' - TES) sta variaciji oziroma izboljšavi enojnega eksponentnega glajenja. Pri dvojnem glajenju gre za postopek, kjer enojno eksponentno glajenje aplicira dvakrat, pri trojnem pa trikrat.

$$\text{Če je SES: } S_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)S_{t-1}$$

$$\text{potem je DES: } S''_t = \alpha S_t + (1 - \alpha)S''_{t-1}$$

$$\text{in TES: } S'''_t = \alpha S''_t + (1 - \alpha)S'''_{t-1}$$

V vseh enačbah S predstavlja vrednost napovedi in α konstanto glajenja, katere vrednost je med 0 in 1.

2.4 Metode sezonskega glajenja

Tretji, zadnji sklop predstavljenih metod za napovedovanje podatkov je najbolj napreden. Uporablja se za podatke, pri katerih je prisoten vpliv sezonskih komponent. Metode sezonskega glajenja v svojih izračunih poleg trendnega gibanja (rast ali upad) upoštevajo tudi gibanje nivoja podatkov skozi različna obdobja, na katera vplivajo sezonske komponente in cikli. To je zelo uporabno, saj vemo, da je veliko izdelkov podvrženih sezonskim vplivom in cikličnim gibanjem. Predstavljam tri najpogostejše metode s sezonskim glajenjem.

2.4.1 Aditivna dekompozicija

Metoda, ki kot pove že v imenu, razdeli različne vplive na podatke in jih sešteje, se imenuje aditivna dekompozicija. Prepozna (izračuna) posamezne vplive trenda, sezonske komponente, ciklov na pretekle podatke ter napako, jih opredeli in njihov vpliv projicira naprej na podatke za napoved, ki jo računamo, in tako sestavi želeno napoved.

$$y_t = T_t + S_t + C_t + \varepsilon_t$$

V tem primeru je y_t vrednost napovedi v času t , T predstavlja trend, S sezonsko komponento, C dolgoročni cikel in ε napako.

Opomba: Če imamo podatke za krajše obdobje kot traja tipičen ekonomski cikel (5 – 10 let), je bolje, da ciklično komponento iz izračuna izpustimo.

2.4.2 Multiplikativna dekompozicija

Podobno kot aditivna metoda, tudi multiplikativna dekompozicija upošteva 4 različne vplive (trend, sezona, cikel in napaka) na podatke, le da so tu njihovi vplivi multiplikativni. Torej, da dobimo vrednost napovedi, posamezne vplive zmnožimo:

$$y_t = T_t * S_t * C_t + \varepsilon_t$$

Tudi tu je y_t vrednost napovedi v času t , T predstavlja trend, S sezonsko komponento, C dolgoročni cikel in ε napako.

Opomba: Če imamo podatke za krajše obdobje kot traja tipičen ekonomski cikel (5 – 10 let), je bolje, da ciklično komponento iz izračuna izpustimo.

2.4.3 Holt- Winter-jeva metoda

Ta napredna eksponentna metoda upošteva 3 statistično sorodne serije, ki se uporabljajo za izračun dejanske napovedi, in sicer podatke iz preteklosti, kot tudi trend in sezonsko komponento. Ta metoda zahteva podatke vsaj za dve leti nazaj. Napoved po Holt- Winterjevi metodi se izračuna s pomočjo treh enačb:

$$a_t = \alpha \left(\frac{y_t}{c_{t-s}} \right) + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \beta(a_t - a_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

$$c_t = \gamma \left(\frac{y_t}{a_t} \right) + (1 - \gamma)c_{t-1}$$

V zgornjih enačbah s predstavlja število obdobji na leto, α , β in γ pa so tri konstante glajenja z vrednostmi med 0 in 1. Vsaka konstanta se uporablja za glajenje druge serije. α za osnovne podatke, β za trend in γ za sezonsko komponento.

Končni izračun napovedi pa je:

$$y_{t+1} = (a_t + b_t)c_{t+1}$$

V končni enačbi napovedi je y_{t+1} napoved za naslednje obdobje, a_t osnovna vrednost, b_t izračun trenda in c_{t+1} sezonska komponenta za obdobje za katero napovedujemo vrednost.

Holt-Winter-jev model je postopek sezonskega napovedovanja z več komponentami glajenja. Medtem ko ima enojno eksponentno glajenje le eno konstanto, ki gladi tako trend kot sezonsko komponento hkrati, ima Holt-Winterjev model tri različne konstante glajenja. Vsak vpliv na podatke je tako samostojno zgleden neodvisno od ostalih, kar močno izboljša kakovost napovedi. Ta pristop je zelo uporaben, ko se sezonska komponenta in trend skozi čas spreminjata z različno stopnjo. Torej, ko je zaznati trendno rast podatkov, vseeno pa podatki nihajo po obdobjih zaradi sezonskih vplivov. Vse tri konstante glajenja imajo vrednost med 0 in 1. Če se komponente spreminjajo hitro, je potrebno upoštevati visoko konstanto glajenja, za stabilne serije podatkov pa postavimo to konstanto bližje vrednosti 0.

3 IZRAČUN

V tem poglavju bom predstavil dejanski primer izračuna napovedi potrebne količine zalog za poslovanje. Za utemeljitev razlage, katere metode so najprimernejše za katere podatke, je potrebno poleg teoretične analize narediti tudi preizkus na realnih podatkih. Ta najbolje pokaže, kako se neka metoda dejansko obnaša. S poznavanjem podatkov, njihovih lastnosti in posebnosti lahko ugotovimo katera metoda bi bila lahko najprimernejša zanje. Vendar le s

poizkušanjem in testiranjem ugotovimo, katera dejansko prinese najboljše rezultate napovedi. Vsako napoved se da statistično preveriti in tako ugotoviti, ali je primerna ali ne.

Izračun temelji na preteklih dejanskih podatkih, ki jih analiziramo in rezultate projiciramo naprej, na prihodnje podatke. Različni modeli izračunov upoštevajo različne predpostavke in različne komponente (kot predstavljeno v prejšnjem poglavju). Za izračun bom uporabil dve različni metodi, ki se tudi dejansko najpogosteje uporabljata, to sta metoda enostavnega eksponentnega glajenja in Holt- Winterjeva metoda.

Kot je zapisano v prvem poglavju, so zaloge odvisne od obsega proizvodnje, ta pa je odvisen od naročil in prodaje. Zaloge same po sebi so zelo raznolike in obsegajo veliko različnih komponent, zato jih je težko napovedovati. Jasno pa je, da rastejo z obsegom prodaje. Planiranje zalog sledi iz planiranja proizvodnje, planiranje proizvodnje pa izhaja iz plana prodaje. Tako lahko potegnemo vzporednico med obsegom prodaje in potrebnim obsegom zalog.

Za izračun napovedi sem uporabil mesečne podatke o prodaji za obdobje 5-ih let. Iz teh podatkov je razvidno, kolikšen obseg prodaje je podjetje realiziralo in posredno tudi koliko zalog je bilo potrebnih za nemoteno poslovanje. Podatki predstavljajo dejansko porabljene zaloge, podjetje pa ima ponavadi količine zalog, ki so večje od minimalno potrebnih. S pomočjo napovedi bi lahko to razliko med dejanskim obsegom zalog, ki jih podjetje ima in porabljenimi zalogami zmanjšali. Tako bi podjetje prihranilo sredstva, ki jih porabi za stroške skladiščenja nepotrebnih količin zalog.

Poglejmo, kako poteka postopek izračuna po vsaki izmed metod in kako se potem dobljene podatke ovrednoti in primerja. Izračuni sami so predstavljeni v prilogah.

3.1 Metoda enostavnega eksponentnega glajenja

Metoda enojnega eksponentnega glajenja se uporablja predvsem za podatke, ki ne vsebujejo trenda in sezonske komponente, saj uporablja le eno konstanto glajenja. Zaradi predpostavke, da nimamo opravka s trendom in sezonsko komponento, za osnovno vrednost iz katere začnemo izračun ($t=0$), vzamemo kar povprečje vseh podatkov. Ko dobimo dejanske podatke po obdobjih, lahko s pomočjo osnovne vrednosti (povprečja vseh podatkov) izračunamo napoved za prihodnja obdobja. To storimo s pomočjo konstante glajenja α , ki ima vrednost med 0 in 1. Bliže ko je vrednosti 1, večjo težo v izračunu imajo novejši podatki in manjši vpliv na napoved imajo starejši podatki.

$$S_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)S_{t-1}$$

S_t v enačbi predstavlja napoved za obdobje t , ki jo računamo. Konstanto glajenja α pomnožimo z dejansko vrednostjo za isto obdobje (y) in prištejemo še zmnožek napovedi iz prejšnjega obdobja in konstante $(1 - \alpha)$. Jasno je razvidno, da bližnje podatke množimo z konstanto α , starejše, bolj oddaljene pa z $(1 - \alpha)$. Večja ko je torej vrednost konstante glajenja, manjši pomen imajo na napoved starejši podatki. Tako dobimo tehtano povprečje dejanske prodaje in osnovne vrednosti.

Z preoblikovanjem zgornje enačbe pa dobimo enačbo, s katero lahko izračunamo napoved za katerokoli prihodnje obdobje.

$$S_{t+1} = \sum_{n=0}^{t+1} (\alpha(1 - \alpha)^n D_{t+1-n})$$

Izračunana osnovna vrednost je enaka tehtanemu povprečju preteklih podatkov, kjer pa imajo največjo težo zadnji podatki.

Izračuni so v Prilogi 1. Če imajo novejši podatki večjo težo kot starejši, dobimo boljše rezultate izračunov, zato sem za konstanto α uporabil vrednost 0,7. Pri tej vrednosti je napaka napovedi najmanjša.

3.2 Holt- Winterjeva metoda

Predhodno uporabljena metoda enojnega eksponentnega glajenja, ne upošteva trenda in sezonskih vplivov, zato je sedaj na vrsti njena nadgradnja, Holt- Winterjeva metoda (Winters, 1960, str. 324-342). Tu se za računanje napovedi k osnovni vrednosti prišteje še vrednost, ki jo doprinese vpliv trenda, vse skupaj pa se pomnoži z vplivom sezonske komponente.

$$\text{Napoved} = (\text{osnovna vrednost} + \text{trend}) * \text{sezonska komponenta}$$

Kot je že bilo izpostavljeno, se pri tem izračunu upošteva, da na podatke vpliva sezonska komponenta. Da bi bil izračun pravilen in merodajen, moramo tako podatkom najprej odstraniti omenjeni sezonski vpliv. Podatke moramo torej prevesti na vrednosti, ki bi jih imeli, če ne bi bilo tega vpliva. Lahko bi rekli, da so podatki desezonalizirani (postopek za

odstranitev sezonskih vplivov je dokaj zapleten, vendar pa orodja, s kakršnim sem si pri izračunu pomagal tudi sam, in so dostopna na internetu, to izračunajo samodejno). Vrednosti teh pridobljenih, 'očiščenih' podatkov nato ločimo na osnovno vrednost in na trend.

Sezonsko komponento, oziroma njen vpliv, pa določimo kot razmerje med dejanskimi podatki in podatki očiščenimi sezonske komponente. Tako dobljene sezonske vplive združimo glede na periode, ki jih imamo. Če imamo mesečne podatke in periodičnost 4, vključimo 3 različne sezonske komponente. V tem primeru pa imamo mesečne podatke brez period in tako 12 različnih sezonskih komponent.

Končni izračun napovedi za poljubno obdobje je torej:

$$F_{t+1} = (S_t + b_t)c_{t+1}$$

Kjer je F_{t+1} napoved za obdobje $t+1$, S predstavlja osnovno vrednost, b trend, c pa vpliv sezonske komponente.

S popravkom funkcije na:

$$F_{t+n} = (S_t + nb_t)c_{t+n}$$

pa omogočimo izračun za poljubno obdobje.

Ko dobimo dejanske podatke za obdobje t , popravimo vrednosti tako za osnovno vrednost, za trend in za sezonski faktor:

$$S_t = \alpha \left(\frac{y_t}{c_{t-s}} \right) + (1 - \alpha)(S_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

$$c_t = \gamma \left(\frac{y_t}{S_t} \right) + (1 - \gamma)c_{t-1}$$

Omeniti velja še, da imajo vse tri konstante glajenja, α , β in γ vrednosti med 0 in 1.

Tudi za ta izračun so podatki in njihova razdelava v prilogah. Vrednosti konstant v izračunu pa so: $\alpha = 0,766$, $\beta = 0,06$ in $\gamma = 0,05$. Te vrednosti sem izbral, ker se z njimi izračun najbolj prilega dejanskim podatkom (MSE napaka (vsota kvadratov napak) je najmanjša), po

izračunu s funkcijo solver v Microsoft Excelu. Iz tega lahko vidimo, da je vpliv trenda in sezonske komponente na napoved majhen ($\beta=0,06$). Podobno kot pri metodi enostavnega eksponentnega glajenja pa je konstanta glajenja za osnovne podatke visoka ($\alpha=0,766$), kar predstavlja večjo težo novejših podatkov.

Vsako obdobje v seriji podatkov (v tem primeru je to mesec) ima svoj sezonski indeks. S tem indeksom je pomnožena vrednost za določeno obdobje, da dobimo pravo vrednost napovedi. Vrednosti teh indeksov po mesecih za predstavljen primer so navedene v spodnji Tabeli 1.

Tabela 1: Vrednosti sezonskih indeksov v izračunu

<i>Obdobje</i>	<i>Sezonski indeks</i>
1	0,985
2	0,992
3	1,015
4	1,062
5	1,125
6	1,140
7	1,132
8	1,134
9	1,097
10	1,037
11	0,996
12	0,976

Vir: Lastni izračuni.

Vidno je, da je več povpraševanja v poletnih mesecih (od maja do avgusta), pozimi (od novembra do februarja) pa obseg povpraševanja in posledično tudi potreben obseg zalog pade.

3.3 Vrednotenje izračunov

Le izračunavanje in pregledovanje dobljenih podatkov samo po sebi nima pravega smisla, če ne vemo, kako zanesljivi in uporabni so pridobljeni podatki za izdelavo napovedi. Zato moramo prej, ko dobljene rezultate uporabimo, ugotoviti, ali so ustrezni in kakovostni. Da pa bomo lahko ocenili ali so dobri, moramo spoznati po kakšnih kriterijih jih bomo ocenjevali in primerjali. Napoved je čim boljša, tem manj odstopa od dejanskih vrednosti. Ta odstopanja merimo z različnimi statističnimi orodji oz. metodami, ki jih bomo predstavili v nadaljevanju.

3.3.1 Metode vrednotenja napovedi

Za ugotavljanje če je izračun ustrezen, se uporabljajo statistične metode za odkrivanje napak in odstopanj. Pokažejo, če je izbrana pravilna metoda za napovedovanje glede na lastnosti podatkov, ki jih preučujemo. Prav tako pa te metode uporabimo tudi za primerjavo več različnih izračunov ter določitev, kateri izmed njih je boljši. Spoznali in predstavili bomo 6 različnih sredstev, ki nam dajo kar ustrezno sliko kakovosti določene napovedi (Martin, 2000, str. 31).

➤ Napaka v napovedi

Napaka v napovedi je preprosto razlika med dejansko vrednostjo in napovedano vrednostjo.

$$E_t = y_t - F_t$$

➤ Absolutna napaka

Ker napoved kdaj preceni, kdaj pa podceni dejanski podatek, je absolutna vrednost napake koristen pokazatelj odmika od prave vrednosti. Njena vrednost, oziroma absolutna napaka je pozitivna vrednost napake.

$$A_t = |E_t|$$

➤ Povprečna absolutna napaka

Z uporabo povprečne absolutne napake lahko ugotovimo (v povezavi s standardnim odklonom), kakšna je verjetnost da bo neka napoved realizirana (če je porazdelitev rezultatov normalna). Postopek izračuna je tak, da seštejemo absolutne napake po časovnih obdobjih in vsoto delimo s številom obdobj, ki smo jih preučili.

$$MAD_n = \frac{\sum_{t=1}^n A_t}{n}$$

➤ Povprečna odstotna absolutna napaka

Če želimo povprečno absolutno napako prikazati kot odstotek dejanskega podatka, uporabimo povprečno odstotno absolutno napako. Podobno kot pri povprečni absolutni napaki, seštejemo odstotne vrednosti napake v dejanski vrednosti, in vsoto delimo s številom proučevanih obdobj.

$$MAPE_n = \frac{\sum_{t=1}^n \left(\frac{E_t}{y_t}\right) * 100}{n}$$

➤ Pristranskost

Z merilom pristranskosti ugotavljamo ali je napoved objektivna ali ne. V bistvu gre pri tem kriteriju za seštevanje napak v napovedi. Če je vrednost pristranskosti okrog 0, pomeni, da napake sicer lahko nihajo med pozitivnimi in negativnimi vrednostmi, vendar pa se v seštevku izničijo. To pomeni, da se napoved skozi časovna obdobja giblje okoli prave vrednosti. Če je vrednost močno negativna, kaže da so napovedi previsoke, če pa je pristranskost pozitivna, gre za primer, ko napoved podcenjuje dejanske vrednosti. Izračun pa je preprost, sešteje se napake v napovedi po časovnih obdobjih.

➤ Kazalec spremljanja pristranskosti

Zadnji izmed v tej nalogi opisanih metod za spremljanje kvalitete napovedi je razmerje med pristranskostjo in povprečno absolutno napako. Kazalec spremljanja pristranskosti se mora, da lahko govorimo o nepristranskih in objektivnih napovedih, gibati znotraj intervala od -6 do +6. Če bi na primer podatki rasli, napoved pa ne bi upoštevala trenda, bi se to morali pokazati kot pristranskost, z vrednostjo tega kazalca večjim od 6.

$$TS_t = \frac{\text{pristranskost}_t}{MAD_t}$$

3.3.2 *Pogoji za uspešnost napovedovanja*

Izbira vrednotenja, po katerem bomo izračune primerjali je zelo pomembna. Vseeno pa sama po sebi še ne zagotavlja uspešnosti napovedi. Če želimo, da je napovedovanje resnično čim natančnejše in tako čim bolj uporabno, je potrebno zagotoviti, da so izpolnjeni še nekateri osnovni pogoji, ki so temelj za natančno in uspešno napovedovanje. Ti pogoji so naslednji (Rusjan, 2002, str. 74):

➤ *Vključitev različnih profilov zaposlenih*

Z večjim številom sodelujočih ljudi v napovedovanju zagotovimo, da je napoved bolj sistematična. To še posebej drži, če so si sodelujoči zaposleni med seboj različni in prihajajo iz različnih oddelkov znotraj podjetja. Prav tako pa z več sodelujočimi dosežemo večjo verjetnost, da se bo zastavljeno delo uresničilo.

➤ *Upoštevanje napovedovanja kot del planiranja poslovanja*

Napovedovanje samo po sebi ne bi imelo smisla in učinka, če njegovih rezultatov ne bi vključili v planiranje. Napovedovanje mora biti, kot je že bilo omenjeno v preteklih poglavjih, podpora in eden izmed osnovnih temeljev za planiranje.

➤ *Priznavanje negotovosti povezane z napovedovanjem*

Vedno ko napovedujemo, moramo že vnaprej vedeti, da bodo naše napovedi napačne. Nemogoče je namreč točno napovedati prihodnje podatke, ker nimamo vpliva na vse okoliščine, niti jih ne moremo vključiti v izračun. Vedno, ko uporabljamo na ta način pridobljene podatke, moramo upoštevati določeno stopnjo tveganja, ki je povezana z negotovostjo prihodnosti.

➤ *Izpuščitev nepotrebnih stvari iz napovedovanja*

Napovedovanje podatkov, ki so odvisni od drugih podatkov in podatkov, ki niso povezani s ciljem napovedovanja oziroma nanje nimajo vpliva, je nesmiselno. Za napoved uporabimo le neodvisne podatke in tiste, ki so relevantni za rezultat napovedovanja.

➤ *Ustrezna izbira metode*

Glede na razmere v katerih izvajamo napovedovanje, je potrebno pravilno izbrati metodo, ki jo bomo uporabili. Pravilno moramo izbrati tudi konstante glajenja, ki se najboljše prilagajajo podatkom. Prav tako pa moramo pravilno predpostaviti dinamiko gibanja podatkov (linearnost, eksponentnost, paraboličnost, ...).

➤ *Spremljanje zanesljivosti napovedovanja*

Podatke pridobljene z napovedovanjem je potrebno stalno spremljati in jih ocenjevati. Tako dobimo sliko kako uspešni smo in kako bi naše napovedi lahko še izboljšali. Le s stalnim nadzorovanjem uspešnosti in vključevanjem novih dognanj v izračun lahko zagotovimo, da bo stopnja zanesljivosti napovedi rasla. Naše napovedi bodo tako vse bolj uporabne, kar pa je seveda tudi cilj vsake napovedi.

3.4 Primerjava izračunov

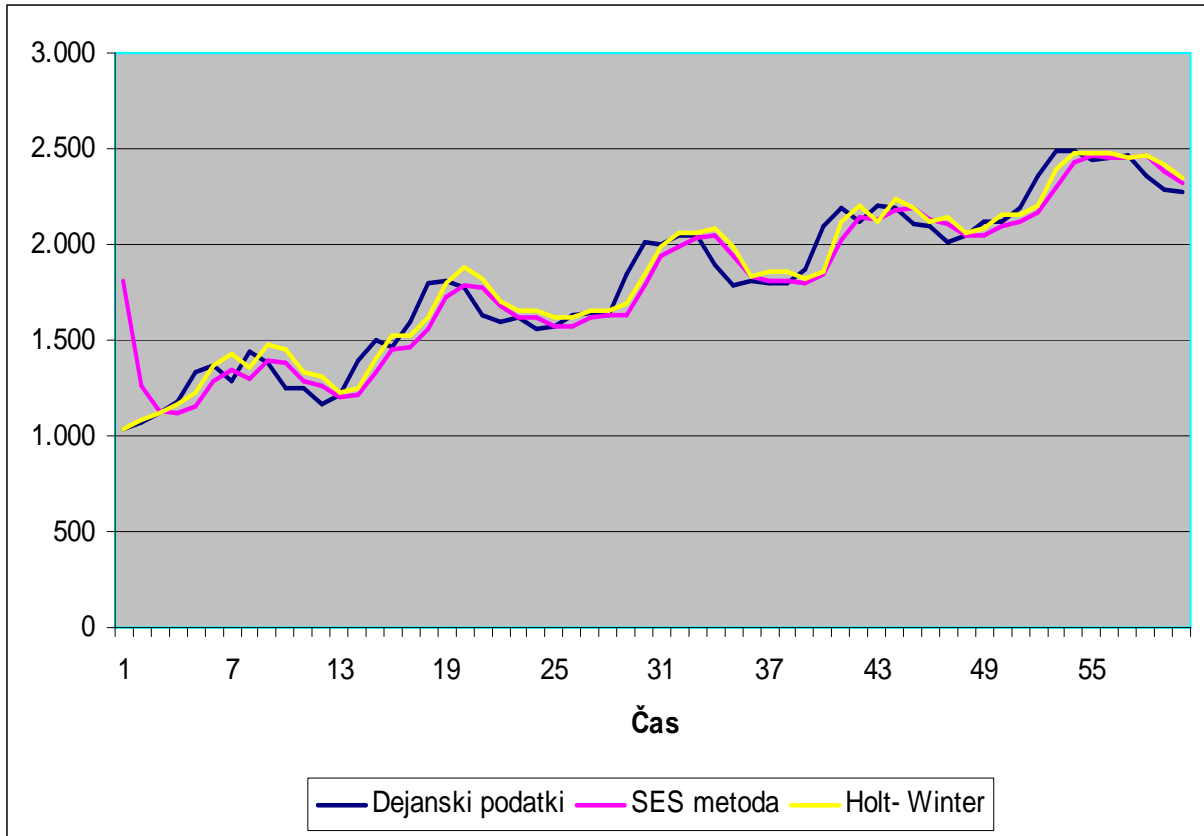
Velikokrat iz samih podatkov ne moremo takoj točno razbrati katera izmed množice metod je najprimernejša. Če želimo najboljše možne rezultate napovedovanja, je najboljši način, da izberemo nekaj metod za katere, glede na njihove opisane lastnosti, menimo da so najprimernejše in izvedemo napovedi. Ko imamo rezultate napovedi po različnih metodah jih med seboj primerjamo in tako določimo najboljšo metodo.

Izračune pridobljene z različnimi metodami med seboj primerjamo po kriterijih predstavljenih v točki 3.3.1. S to primerjavo dobimo okvirno sliko uspešnosti in zanesljivosti neke napovedi. Če je kateri izmed statističnih izračunov močno izven optimalnih mej in je odstopanje veliko, vidimo, da izračun ni primeren. Tudi v primeru, ki je predstavljen v tej nalogi, bi radi ugotovili, ali sta uporabljeni metodi primerni, in kateri izmed obeh izračunov je boljši.

Tabele z vsemi izračuni so v prilogah, kjer je tudi nazorno razvidno, kako z preračunavanjem podatkov pridemo do izračunov in rezultatov o njihovi natančnosti. Vsi izračuni so bili narejeni s pomočjo programskega orodja Microsoft Excel.

Razlike med dejanskimi podatki in obema izračunoma so grafično predstavljene tudi v grafu na Sliki 3. Krivulje predstavljajo izračunane napovedane vrednosti v primerjavi z dejanskimi podatki.

Slika 3: Graf s prikazom dejanskih podatkov in rezultati izračunov



Vir: Lastni izračuni.

Iz grafa je razvidno, da nobeden izmed izračunov ne odstopa veliko od dejanskih vrednosti. Obe krivulji, ki predstavljata napovedane vrednosti, sta zelo blizu dejanskih. Vidna je le delna zakasnitev, obe izračunani funkciji namreč nekoliko časovno zaostajata za dejanskimi podatki.

Vidno je tudi, da gre pri podatkih tako za vpliv trenda (skozi čas podatki rastejo), kot tudi za sezonsko komponento, saj so številke v poletnih mesecih višje.

Glede na to bi pričakovali, da bo podatkom bolj ustrezala Holt- Winterjeva metoda, ki v izračun vključuje tudi oba naštetata vpliva. Tudi s prvim pogledom na graf bi lahko ocenili, da je boljša napoved z Holt- Winterjevo metodo. Vendar pa je najbolje, da podrobno pogledamo, kaj pravijo rezultati vrednotenja na podlagi prej opisanih statističnih kriterijev.

Za začetek je predstavljena tabela rezultatov glavnih meril za vrednotenje. Sestavljena je iz podatkov pridobljenih z izračunom, ki je v prilogi.

Tabela 2: Primerjava rezultatov vrednotenij za obe metodi

	<i>Enostavno eksponentno glajenje</i>	<i>Holt- Winterjeva metoda</i>
MAD	94,1	54
MAPE	6	3,2
TS- max	9,9	0
TS- min	-6,2	-14,1

Vir: Lastni izračuni.

Prva dva kazalca (povprečna absolutna napaka- MAD in povprečna odstotna absolutna napaka- MAPE) nam prikazujeta povprečno velikost napake, ki je prisotna pri posamezni metodi napovedovanja. Tretji kazalec, ki spremlja pristranskost napovedi (TS) pa nam pove, ali napoved preceni ali podceni podatke.

➤ *Povprečna absolutna napaka*

Vrednost za povprečno absolutno napako dobimo na koncu serije podatkov. Izračunamo jo tako, da vsoto absolutnih napak delimo z njihovim številom. V tem primeru, ko imamo serijo 60 podatkov, smo sešteli vse absolutne napake in dobljeno vsoto delili s 60.

Jasno je, da nižja ko je vrednost absolutne povprečne napake, boljša in natančnejša je napoved. Iz tabele je razvidno, da je vrednost napake nižja pri Holt- Winterjev metodi (54) kot pri enostavnem eksponentnem glajenju (94,1). To potrди našo osnovno predpostavko, da je za izbrani primer boljša metoda, ki upošteva več komponent glajenja, torej Holt- Winterjeva metoda.

➤ *Povprečna odstotna absolutna napaka*

Nadalje si pogledjmo povprečno odstotno absolutno napako. To izračunamo tako, da absolutne napake delimo z dejanskimi vrednostmi in jih pomnožimo s sto, da dobimo odstotno absolutno napako. Le te zopet (podobno kot pri povprečni absolutni napaki) seštevamo in delimo s številom podatkov. Vrednost za primerjavo zopet vzamemo na koncu podatkovne serije, saj tako upošteevamo vse podatke in dobimo najbolj objektivno sliko vrednotenja.

Tudi po tem kriteriju se izkaže, da je Holt- Winterjev model za izbrane podatke primernejši. Vrednost povprečne odstotne absolutne napake je pri uporabi tega modela

enak 3,2, medtem ko ima enostavno eksponentno glajenje pri tej primerjavi slabši rezultat in sicer 6.

➤ *Pristranskost*

Poglejmo si še zadnji primerjalni faktor, da bomo lahko podali končno oceno primernosti modela. Kazalec spremljanja pristranskosti nam pove ali so napovedi prenizke glede na dejansko vrednost (v tem primeru so vrednosti TS večje od 6), ali pa napovedi precenjujejo podatke (tu imamo TS manjši od -6). Najbolje je, če ima kazalnik vrednost 0. Ta kazalnik izračunamo kot razmerje med pristranskostjo (kumulativno napak) in povprečno absolutno napako.

Pri enostavnem eksponentnem glajenju vidimo, da sta tako najvišja kot najnižja vrednost kazalca pristranskosti izven dovoljenega intervala, ki je enak [6, -6]. Iz podatkov pa lahko razberemo, da je v prvem delu podatkovne serije kazalec negativen, v drugem delu pa pozitiven. To pomeni da je napoved z metodo enojnega eksponentnega glajenja v prvem delu dajala previsoke vrednosti, v drugem delu pa prenizke. To se lahko razloži z dejstvom, da podatki trendno rastejo, SES metoda pa tega ne upošteva. In ker se osnovna vrednost iz katere se računa napoved izračuna kot povprečje vseh podatkov, je jasno, da so v prvem delu napovedi višje kot osnovna vrednost, v drugem delu pa nižje.

Pri Holt- Winterjevi metodi je najvišja vrednost kazalec pristranskosti znotraj dovoljenega intervala (0), najnižja vrednost pa je kar precej nižja od vrednosti -6. Iz podatkov je tudi razvidno, da je TS konstantno negativen, kar kaže, da napoved daje previsoke rezultate glede na dejanske podatke. Vzroke temu gre iskati v delni neprimernosti modela, za neustrezno vrednost ene izmed konstant glajenja. Glede na dejstvo, da so rezultati napovedi stalno previsoki gre najverjetneje za napako pri konstanti ki predstavlja gibanje trenda.

Ne glede na zadnjo ugotovitev, ki nam nekoliko pokvari sicer dobro sliko Holt-Winterjevega modela, je vseeno očitno, da je primernejši od enostavnega eksponentnega glajenja. Na to kažejo vsi ostali kazalniki. Že sama specifičnost podatkov nam namiguje, da moramo uporabiti model, ki v kalkulaciji upošteva vplive tako trenda kot tudi sezonske komponente. Podatki skozi čas rastejo, prav tako pa so opazna tudi sezonska nihanja. In za take podatke je najustreznejša metoda za napovedovanje Holt- Winterjev model. Za pridobitev še boljših rezultatov pa bi morali še nekoliko popraviti gladilno konstanto ki predstavlja vplive trenda

4 IZBOLJŠAVE NAPOVEDI

Napovedovanje postaja vse težje, zaradi vse večjega števila različnih izdelkov in vse krajše življenjske dobe posameznega izdelka. To vpliva na večjo nezanesljivost napovedi. Količina produktov je prevelika in njihove lastnosti so si med seboj preveč različne. Vse to popači skupno vrednost napovedi. Življenjske dobe pa so kratke, kar povzroči, da je premalo podatkov za kakovostno napoved.

Način, kako se ogniti tem težavam je združevanje posameznih produktov v družine artiklov s podobnimi lastnostmi sezonskih gibanj. Če temeljimo na ideji, da je nihanje sezonske komponente za posamezen izdelek večje kot za skupek izdelkov, je jasno da se z ocenjevanjem sezonske komponente za družino podobnih artiklov izognemo naključnim nihanjem in tako dobimo boljšo napoved. Simulacije so pokazale, da uporaba tega načina deluje zelo dobro in lahko privede do znižanja zalog celo do 50 %.

Drugi možni način izboljšanja napovedi pa je kombiniranje različnih metod napovedi. S tem izločimo negativne lastnosti posameznih napovedi in dobimo skupno, bolj natančno napoved.

Za izboljšavo napovedi bomo uporabili dve novi metodi, ki upoštevata nova dognanja in povečujeta natančnost napovedi. To sta metoda združevanja produktov in metoda kombiniranja napovedi (Dekker, an Donselaar, & Ouwehand, 2004, str.154).

➤ Združevanje produktov

Cilj te metode je znižanje relativne nezanesljivosti povpraševanja, saj je iz skupine produktov lažje razbrati dejansko sezonsko komponento. Napoved dobljena z združenimi podatki, se potem uporabi za posamezen produkt.

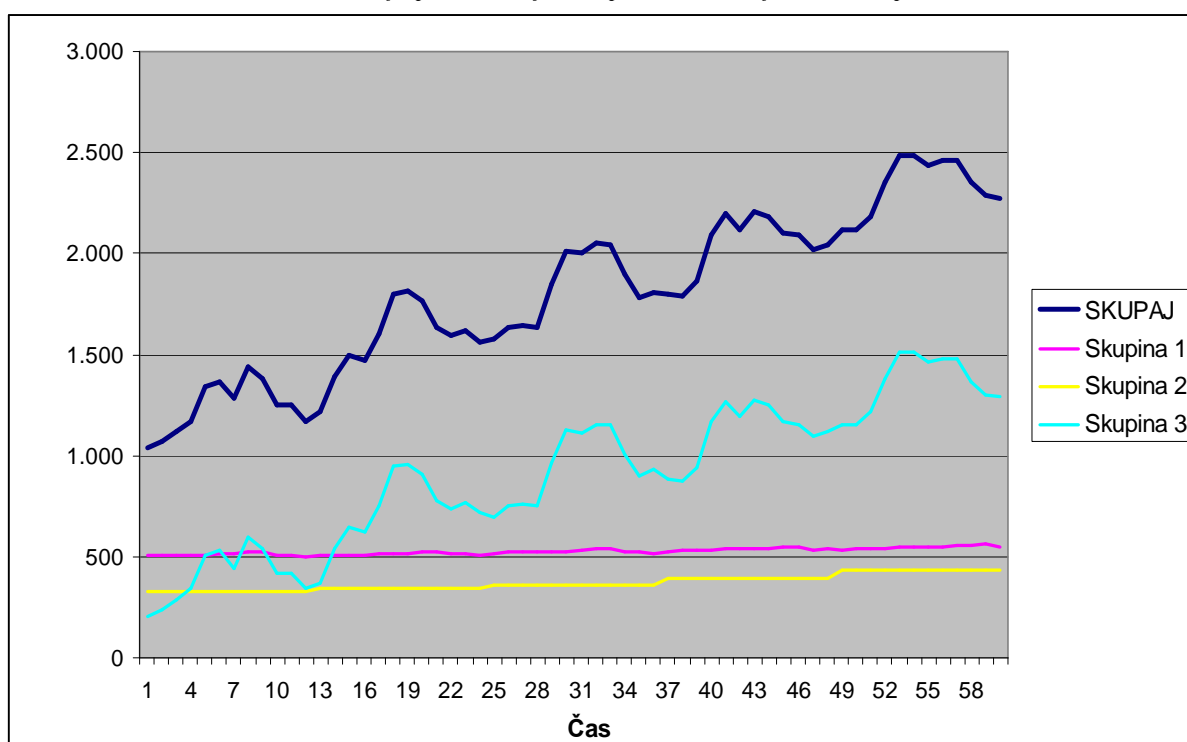
➤ Kombiniranje napovedi

Ta metoda izboljšuje dobljene napovedi s kombiniranjem različnih metod. Dokazano je bilo, da kombiniranje različnih metod prinese bolj natančne napovedi kot posamezna metoda. Najlažji način za kombiniranje je preprosta uporaba tehtanega povprečja dveh metod.

4.1 Združevanje produktov

Pri metodi združevanja produktov gre za postopek, kjer se vse produkte, ki so vključeni v napoved razdeli v družine s podobnimi lastnostmi (podobna sezonska komponenta). Nato se naredi napoved za vsako družino posebej, napovedi pa se potem ponovno združijo v skupno, agregirano napoved. Podatke, s katerimi sem v tej nalogi delal napovedi, sem razdelil v tri skupine (razdelitev v Prilogi 3). Razdelitev skupin pa je vidna tudi na spodnjem grafu.

Slika 4: Graf s prikazom dejanskih podatkov razdeljenih v tri skupine



Vir: Lastni izračuni.

Kot je že na prvi pogled razvidno iz grafa, gre za močen vpliv sezonske komponente le pri eni izmed treh skupin (skupina 3). V to skupino so vključeni artikli, ki so podvrženi sezonskim komponentam in tekom leta skozi obdobja nihajo. Prav tako pa je pri artiklih iz tretje skupine najbolj opazna trendna rast skozi leta. Ostali dve skupini vsebujeta artikle, ki so skozi vsa obdobja dokaj konstantni. Skupina 1 odraža počasno trendno rast skozi obdobja, ni pa vpliva sezonske komponente. Prav tako sezonska komponenta ne vpliva na artikle iz skupine 2, tu pa ne gre niti za trendno rast ampak le za letna povišanja količine artiklov.

Glede na te ugotovitve, ki sledijo iz razdelitve artiklov v skupine, lahko sklepamo, da je smiselno izvesti izračun napovedi s pomočjo metode združevanja produktov. Napovedi za

posamezne skupine artiklov bodo, po vsej verjetnosti, prinesle mnogo bolj natančno skupno napoved za celotno količino.

Naslednji korak, ki sledi razdelitvi artiklov v skupine, je izdelava napovedi za vsako skupino posebej s Holt- Winterjevo metodo. Dobljene rezultate napovedi po skupinah se nato sešteje skupaj, in tako dobimo skupno napoved za celotni obseg zalog. Rezultati izračuna po posameznih napovedih se nahajajo v Prilogi 4, nadaljnji izračun skupne napovedi za primerjavo te metode pa v Prilogi 5.

4.2 Kombiniranje napovedi

Naslednja metoda predstavljena v članku *How to use aggregation and combined forecasting to improve seasonal demand forecasts*, je metoda kombiniranja napovedi. Pri tej metodi gre preprosto za postopek, kjer se rezultate napovedovanja z različnimi metodami združi in iz njihovih rezultatov izračuna povprečje. Na ta način se izničijo slabosti posameznih napovedi, in dobi srednjo vrednost med različnimi metodami napovedovanja. V tej nalogi sem do sedaj napravil izračune s tremi različnimi metodami, tako da lahko četrto in zadnjo metodo izračunam s kombiniranjem teh treh prej predstavljenih načinov.

Napravil sem vse možne kombinacije parov treh metod (enostavno glajenje, Holt- Winterjeva metoda in metoda združevanja), ter še skupno kombinacijo vseh treh metod. Skupaj so tako to štiri kombinacije. Izračuni za vse 4 kombinacije se nahajajo v Prilogah 6, 7, 8 in 9. Vrednost napovedi za posamezni kombinacijo je izračunana kot povprečje napovedi po metodah vključenih v kombinacijo.

V Tabeli 3 so predstavljeni rezultati vrednotenja vseh štirih kombinacij po metodi kombiniranja napovedi:

Tabela 3: Primerjava izračunov po metodi kombiniranja napovedi

	MAD	MAPE	TS- max	TS- min
<i>Enostavno glajenje in Holt-Winerjeva metoda</i>	66,3	4,1	1,9	-7,6
<i>Enostavno glajenje in metoda združevanja</i>	70,8	4,4	6,7	-5,1
<i>Holt- Winterjeva metoda in metoda zruževanja</i>	53	3,1	1,7	-8,2
<i>Kombinacija vseh treh metod</i>	61,6	3,8	2	-6,4

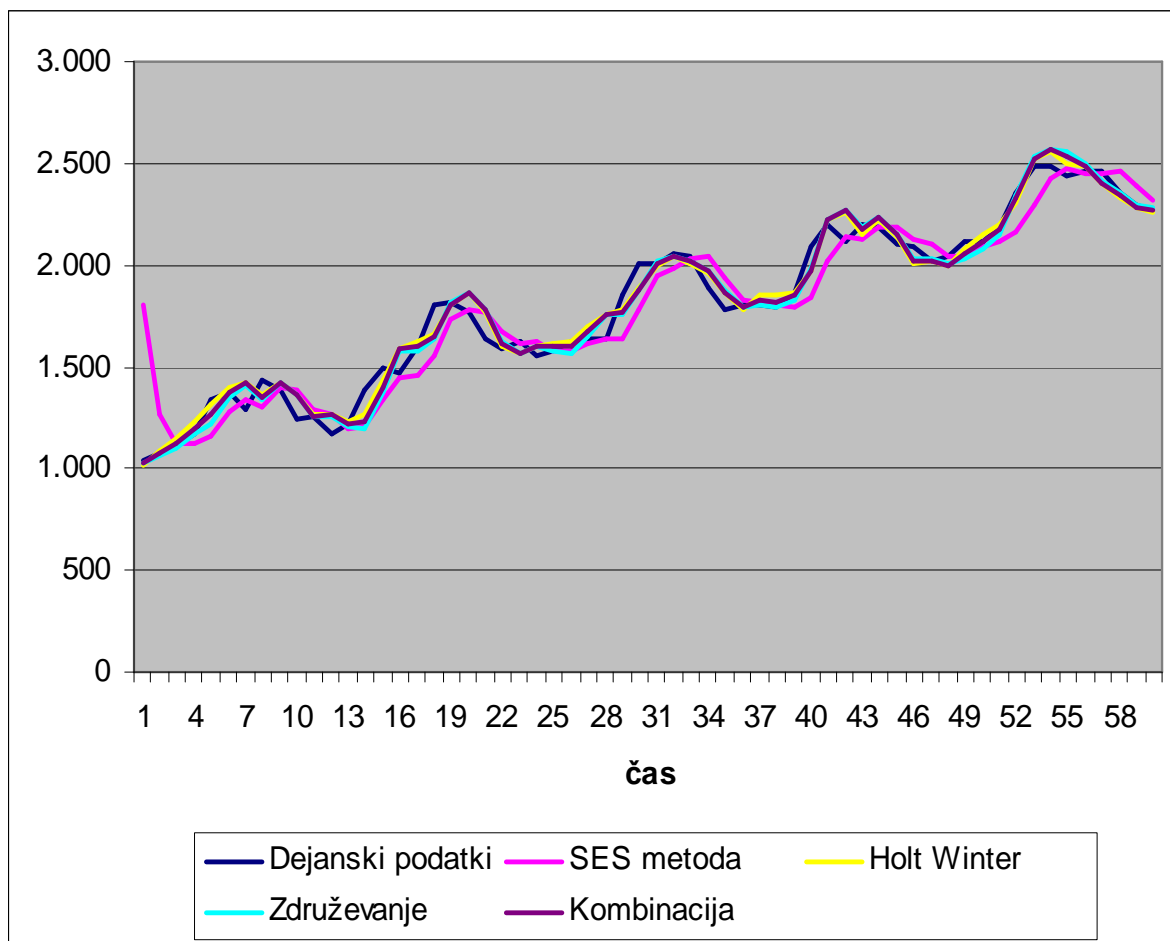
Vir: Lastni izračuni.

Iz tabele lahko razberemo, da je najboljša kombinacija napovedi tista, ki združuje Holt-Winterjevo metodo in metodo združevanja. Ta rezultat je logičen, saj vemo, da sta tudi posamezno ti dve metodi dali najboljši rezultat.

4.3 Primerjava med metodami

Najbolj nas zanima, kako dobri oziroma natančni sta naknadno predstavljeni, alternativni metodi napovedovanja. Najprej si rezultate pogledjmo v grafičnem prikazu. Omeniti velja, da sem kot metodo kombinacije v nadaljnjih primerjavah uporabil le najboljšo kombinacijo, torej združitev Holt Winterjeve metode in metode združevanja.

Slika 5: Graf s prikazom dejanskih podatkov in rezultati vseh izračunov



Vir: Lastni izračuni.

Iz grafa vidimo, da so si napovedi med seboj zelo blizu in težko je zgolj na podlagi tega oceniti kvaliteto posamezne metode. Za boljšo predstavbo si pogledjmo statistično primerjavo med različnimi metodami.

Tabela 4: Primerjava izračunov po metodi kombiniranja napovedi

	<i>Enostavno eksponentno glajenje</i>	<i>Holt- Winterjeva metoda</i>	<i>Združevanje po skupinah</i>	<i>Kombinacija napovedi (Holt- Winter in združevanje)</i>
MAD	94,1	54	57,3	53
MAPE	6	3,2	3,4	3,1
TS- max	9,9	0	6	1,9
TS- min	-6,2	-14,1	-2	-7,6

Vir: Lastni izračuni.

Ob pogledu na podatke o napakah pri posameznih metodah vidimo, da sta novi metodi zelo dobri in pri nekaterih kazalnikih tudi boljši od osnovnih metod napovedovanja. Pogledjmo si rezultate podrobneje.

➤ *Povprečna absolutna napaka*

Vrednost povprečne absolutne napake je najnižja pri metodi, ki uporablja kombinacijo napovedi. Vendar pa rezultat ni bistveno slabši tudi pri Holt- Winterjevi metodi, ki je še vedno boljša od nove metode združevanja v skupine. Te tri metode so si po tem kriteriju med seboj zelo podobne, za njimi zaostaja le metoda enostavnega glajenja. Zgolj po tem kazalniku ne moremo sklepati katera napoved je najboljša.

➤ *Povprečna odstotna absolutna napaka*

Tudi če primerjamo kazalnike za povprečno odstotno absolutno napako ugotovimo, da so si tri napovedi (Holt- Winterjeva, združevanje po skupinah, kombinacija) ponovno zelo podobne. Odstopanja so zelo majhna, vseeno pa je najboljša metoda kombinacije dveh napovedi. Tudi tu je Holt- Winterjeva metoda boljša od ene izmed novih, v tem primeru od metode združevanja po skupinah. Ponovno pa metoda enojnega eksponentnega glajenja ni primerljiva, saj je njen rezultat najslabši.

➤ Pristranskost

Pri kazalcu pristranskosti so rezultati zanimivi. Pri najvišji vrednosti tega kazalnika je najboljša Holt- Winterjeva metoda, z vrednostjo 0, sledita ji novi metodi kombiniranja in združevanja. Na strani najnižjih vrednosti kazalnika, pa je edina znotraj optimalnega razpona metoda združevanja artiklov v skupine. Vse ostale ta mejnik presežejo, kar pomeni, da precenjujejo dejanske podatke.

Iz te preproste primerjave vidimo, da metode izboljšav osnovnih metod delujejo dokaj dobro. Rezultati so boljši in napovedi točnejše. Obe na novo uporabljeni metodi sta nekoliko boljši od Holt- Winterjeve metode, ki je v prvem delu dajala najboljše rezultate.

Nove raziskave na tem področju prinašajo pozitivne rezultate in ne dvomim, da bodo z nadaljevanjem dela na tem področju, v prihodnje izboljšave prinesle še bolj natančne metode. Tako bo napovedovanje zalog postalo izredno natančno, posledično pa bo še pridobilo na pomembnosti v poslovnem procesu.

SKLEP

S to diplomsko nalogo sem poskušal najti pomanjkljivosti v sistemu vodenja zalog, ki bi jih lahko odpravili, in na ta način izboljšali poslovni proces. Z izboljšavo poslovnega procesa pa se posledično zmanjšajo stroški, poveča učinkovitost in donosnost podjetja.

Tekom izdelovanja naloge sem spoznal, da so zaloge zelo pomemben del vsakega podjetja, vseeno pa so večkrat neupravičeno zanemarjene in nekako potisnjene v ozadje. Nepravilno ravnanje z zalogami lahko privede podjetje v težave, vse od manjših zastojev proizvodnje, ki pomenijo nižjo produktivnost, pa do večjih zastojev, ki posledično lahko vodijo tudi do izgube kupcev in izpada dohodka. Nekoliko manj drastična in tudi mnogo bolj pogosta posledica nepravilnega upravljanja z zalogami so nepotrebni stroški, ki nastanejo kot posledica prevelike količine zalog, ki jih podjetje ima. Težko je najti ravno pravi nivo zalog, ki bi podjetju prinašal maksimalne rezultate. Dobra pomoč pri iskanju tega pravega nivoja je uporaba metod napovedovanja povpraševanja.

Za pravilno upravljanje zalog se največ naredi pri pravilnem in natančnem planiranju. Kot sestavni del planiranja pa bi se moralo bolj aktivno vključevati tudi napovedovanje. V vsakem podjetju so na razpolago podatki iz preteklosti, in z izbiro pravilne metode, se jih lahko uporabi za kvalitetno izvajanje napovedovanja za prihodnja obdobja. Menim, da se s

tem postopkom lahko veliko pridobi na zanesljivosti proizvodnega procesa, na učinkovitejši porabi resursov in tudi zniža stroške.

Glede na to, da so metode napovedovanja povpraševanja, kot je predstavljeno tudi v tej nalogi, zelo dodelane in da jih je veliko, lahko z malo truda najdemo pravo za vsako različno vrsto podatkov. Z izbiro prave metode in njenim stalnim preizkušanjem ter izpopolnjevanjem, lahko vsako podjetje veliko pridobi.

Vključitev sodobnih tehnologij in računalniškega programiranja v prakso napovedovanja pa ves proces še dodatno olajša in približa uporabniku. Na voljo so uporabniku prijazna programska orodja, ki podatke obdelajo in ocenijo. Tovrsten način del ni zelo zahteven, ko pa je sistem enkrat vzpostavljen in utečen, ni potrebno veliko dela, da pridobivamo točne napovedi.

Če rezultate napovedi stalno preverjamo in ocenjujemo, ter ugotovitve teh testov tudi vključujemo v proces in ga izboljšujemo, se zanesljivost napovedi s časom še izboljšuje. S stalnim izboljševanjem pa pridobivamo na zanesljivosti in tako tudi na uporabnosti napovedovanja.

Uporabo metod za napovedovanje povpraševanja kot pomoč napovedovanju zalog, bi vsekakor priporočil vsem podjetjem, ki tega še ne uporabljajo. Vzpostavitev sistema za napovedovanje ni zahtevna, potrebno je le zbrati podatke, ki so na razpolago in izbrati ustrezno metodo. Koristi, ki jih napovedovanje prinese, pa so lahko zelo velike.

LITERATURA IN VIRI

1. Ballou, R. H. (2004). *Planning, organising and controlling the supply chain*. Prentice Hall: Paersons.
2. Chase, R. B., Jacobs, F.R. & Aquilano, N. J. (2004). *Operations management for competitive advantage*. New York: McGraw Hill.
3. Dekker, M., Van Donselaar, K. & Ouwehand, P. (2004). How to use aggregation and combined forecasting to improve seasonal demand forecasts. *International journal of production economics*, 90 (2), 151-167.
4. *EzForecaster*. Najdeno 15.6.2008 na spletnem naslovu <http://www.ezforecaster.com>.
5. *Forecasting by smoothing techniques*. Najdeno 15.6.2008 na spletnem naslovu <http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/Business-stat/otherapplets/ForecaSmo.htm>.
6. Henry, C. (2007). Exponential smoothing forecasting models. *Technology and Operations Management*, California Polytechnic and State University. Najdeno 7. 5. 2008 na spletnem naslovu www.csupomona.edu/~hco/ManagementScience/00-Forecasting.ppt.
7. Hugo, W. M. J., Badenhorst – Weiss, J. A. & Van Rooyen, D. C. (2002). *Purchasing and supply management*. (4th edition) Pretoria: J. L. Van Schaik Publishers.
8. Ljubič, T. (2007). *Planiranje in vodenje proizvodnje – modeli, metode, tehnike*. Kranj: Moderna organizacija.
9. *Management science*. Najdeno 22. 4. 2008 na spletnem naslovu <http://www.csupomona.edu/~hco/GBA628.html>.

10. Martin, J. Roth, R: *Forecasting and demand management strategy and development*. New York: ECRU Technologies. Najdeno 27.5.2008 na spletnem naslovu <http://supllychain.ittoolbox.com>.
11. Pučko, D. (1999). *Analiza in načrtovanje poslovanja*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
12. Rusjan, B. (2002). *Management proizvodnje*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
13. Slack, N. (1995). *Operations management*. London: Pitman Publishing.
14. Tanko, M. (2005). *Optimizacija zalog v celotni oskrbovalni verigi proizvodnega podjetja*. Diplomsko delo univerzitetnega študija. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
15. Veselko, G. (2003). Kako doseči uglašenost oskrbovalne verige. *Gospodarski vestnik, priloga logistika in transport*. 2003, 3, 8-10.
16. Vlahinič, G. (2005). *Napovedovanje povpraševanja v okviru upravljanja z oskrbovalno verigo: primer poslovne enote Danfoss District Heating*. Diplomsko delo univerzitetnega študija. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
17. Waller, D. L. (1999). *Operations management: a supply chain approach*. London: International Thomson Publishing.
18. Winters, P. R. (1960). Forecasting sales by exponentially weighted moving averages. *Management science*, 6, 324-342.

PRILOGE

- **Priloga 1:** Model enostavnega eksponentnega glajenja
- **Priloga 2:** Holt-Winterjev model
- **Priloga 3:** Razdelitev v skupine
- **Priloga 4:** Rezultati napovedi po posameznih skupinah
- **Priloga 5:** Metoda združevanja v skupine
- **Priloga 6:** Kombinacija enostavnega eksponentnega glajenja in Holt-Winterjeve metode
- **Priloga 7:** Kombinacija enostavnega eksponentnega glajenja in metode združevanja
- **Priloga 8:** Kombinacija Holt- Winterjeve metode in metode združevanja
- **Priloga 9:** Kombinacija vseh treh metod

Priloga 1:

Model enostavnega eksponentnega glajenja

Tabela 1: Izračun z metodo enostavnega eksponentnega glajenja

		Dejanski podatki	Osnovna vrednost	Napoved	Napaka	Absolutna napaka	MAD	MAPE	Pristranskost	TS	
t			1.805								
LETO 1	jan	1	1.037	1.267	1.805	-768	768	768,2	74,1	-768	-1,0
	feb	2	1.070	1.129	1.267	-197	197	482,8	46,3	-966	-2,0
	mar	3	1.116	1.120	1.129	-13	13	326,3	31,2	-979	-3,0
	apr	4	1.173	1.157	1.120	53	53	258,0	24,6	-926	-3,6
	maj	5	1.337	1.283	1.157	180	180	242,4	22,3	-746	-3,1
	jun	6	1.369	1.343	1.283	86	86	216,3	19,7	-660	-3,1
	jul	7	1.285	1.302	1.343	-58	58	193,7	17,5	-718	-3,7
	avg	8	1.438	1.397	1.302	136	136	186,4	16,5	-583	-3,1
	sep	9	1.382	1.387	1.397	-15	15	167,4	14,8	-598	-3,6
	okt	10	1.248	1.290	1.387	-139	139	164,5	14,4	-737	-4,5
	nov	11	1.254	1.265	1.290	-36	36	152,8	13,4	-772	-5,1
	dec	12	1.170	1.198	1.265	-95	95	148,0	12,9	-867	-5,9
LETO 2	jan	13	1.216	1.211	1.198	18	18	137,9	12,0	-849	-6,2
	feb	14	1.390	1.336	1.211	179	179	140,9	12,1	-670	-4,8
	mar	15	1.498	1.449	1.336	162	162	142,3	12,0	-508	-3,6
	apr	16	1.469	1.463	1.449	20	20	134,6	11,3	-489	-3,6
	maj	17	1.600	1.559	1.463	137	137	134,8	11,2	-352	-2,6
	jun	18	1.800	1.728	1.559	241	241	140,7	11,3	-111	-0,8
	jul	19	1.812	1.787	1.728	84	84	137,7	11,0	-26	-0,2
	avg	20	1.769	1.774	1.787	-18	18	131,7	10,5	-44	-0,3
	sep	21	1.636	1.677	1.774	-138	138	132,0	10,4	-182	-1,4
	okt	22	1.591	1.617	1.677	-86	86	129,9	10,1	-269	-2,1
	nov	23	1.621	1.620	1.617	4	4	124,5	9,7	-265	-2,1
	dec	24	1.559	1.577	1.620	-61	61	121,8	9,5	-326	-2,7
LETO 3	jan	25	1.576	1.576	1.577	-1	1	117,0	9,1	-327	-2,8
	feb	26	1.631	1.615	1.576	55	55	114,6	8,9	-272	-2,4
	mar	27	1.640	1.632	1.615	25	25	111,3	8,6	-247	-2,2
	apr	28	1.633	1.633	1.632	1	1	107,3	8,3	-246	-2,3
	maj	29	1.847	1.783	1.633	214	214	111,0	8,4	-32	-0,3
	jun	30	2.013	1.944	1.783	230	230	115,0	8,5	198	1,7
	jul	31	2.005	1.987	1.944	61	61	113,3	8,3	259	2,3
	avg	32	2.050	2.031	1.987	63	63	111,7	8,2	323	2,9
	sep	33	2.047	2.042	2.031	16	16	108,8	7,9	339	3,1
	okt	34	1.893	1.938	2.042	-149	149	110,0	7,9	189	1,7
	nov	35	1.784	1.830	1.938	-154	154	111,2	8,0	36	0,3
	dec	36	1.809	1.815	1.830	-21	21	108,7	7,8	15	0,1
LETO 4	jan	37	1.802	1.806	1.815	-13	13	106,2	7,6	1	0,0
	feb	38	1.793	1.797	1.806	-13	13	103,7	7,4	-12	-0,1
	mar	39	1.865	1.845	1.797	68	68	102,8	7,3	56	0,5
	apr	40	2.094	2.019	1.845	249	249	106,5	7,4	306	2,9
	maj	41	2.195	2.142	2.019	176	176	108,1	7,4	482	4,5
	jun	42	2.119	2.126	2.142	-23	23	106,1	7,3	458	4,3
	jul	43	2.205	2.181	2.126	79	79	105,5	7,2	537	5,1
	avg	44	2.186	2.185	2.181	5	5	103,2	7,0	542	5,3
	sep	45	2.102	2.127	2.185	-83	83	102,7	7,0	459	4,5
	okt	46	2.091	2.102	2.127	-36	36	101,3	6,9	424	4,2
	nov	47	2.017	2.042	2.102	-85	85	100,9	6,8	339	3,4
	dec	48	2.046	2.045	2.042	4	4	98,9	6,7	342	3,5
LETO 5	jan	49	2.116	2.095	2.045	71	71	98,3	6,6	414	4,2
	feb	50	2.121	2.113	2.095	26	26	96,9	6,5	440	4,5
	mar	51	2.186	2.164	2.113	73	73	96,4	6,4	513	5,3
	apr	52	2.357	2.299	2.164	193	193	98,3	6,5	706	7,2
	maj	53	2.488	2.431	2.299	189	189	100,0	6,5	895	8,9
	jun	54	2.484	2.468	2.431	53	53	99,1	6,4	947	9,6
	jul	55	2.439	2.448	2.468	-29	29	97,8	6,3	918	9,4
	avg	56	2.458	2.455	2.448	10	10	96,3	6,2	928	9,6
	sep	57	2.463	2.461	2.455	8	8	94,7	6,1	936	9,9
	okt	58	2.352	2.385	2.461	-109	109	95,0	6,1	828	8,7
	nov	59	2.291	2.319	2.385	-94	94	94,9	6,0	734	7,7
	dec	60	2.273	2.287	2.319	-46	46	94,1	6,0	688	7,3

Vir: Lastni izračuni.

Priloga 2:

Holt-Winterjev model

Tabela 2: Izračun s Holt- Winterjevo metodo

		Dejanski podatki	Osnovna vrednost	Trend	Sezonski indeks	Napoved	Napaka	Absolutna napaka	MAD	MAPE	Pristranskost	TS	
	t		985	52									
LETO 1	jan	1	1.037	1.050	53	0,985	1.021	16	16	16,1	1,5	16	0
	feb	2	1.070	1.084	52	0,992	1.093	-23	23	19,6	1,9	-7	-0,4
	mar	3	1.116	1.108	50	1,015	1.153	-37	37	25,5	2,3	-44	-1,7
	apr	4	1.173	1.117	47	1,062	1.230	-57	57	33,2	3,0	-101	-3,0
	maj	5	1.337	1.183	49	1,126	1.310	27	27	32,0	2,8	-74	-2,3
	jun	6	1.369	1.208	47	1,140	1.403	-34	34	32,4	2,7	-108	-3,3
	jul	7	1.285	1.164	42	1,130	1.420	-135	135	47,1	3,8	-243	-5,2
	avg	8	1.438	1.254	45	1,134	1.366	72	72	50,2	4,0	-172	-3,4
	sep	9	1.382	1.269	43	1,097	1.424	-42	42	49,3	3,9	-214	-4,3
	okt	10	1.248	1.229	38	1,036	1.359	-111	111	55,5	4,4	-325	-5,9
	nov	11	1.254	1.261	37	0,996	1.262	-8	8	51,2	4,0	-333	-6,5
	dec	12	1.170	1.222	33	0,975	1.267	-97	97	55,0	4,4	-430	-7,8
LETO 2	jan	13	1.216	1.240	32	0,984	1.236	-20	20	52,3	4,2	-450	-8,6
	feb	14	1.390	1.371	38	0,993	1.261	129	129	57,8	4,6	-321	-5,6
	mar	15	1.498	1.460	41	1,015	1.430	68	68	58,4	4,5	-253	-4,3
	apr	16	1.469	1.411	36	1,061	1.594	-125	125	62,6	4,8	-378	-6,0
	maj	17	1.600	1.427	34	1,125	1.628	-28	28	60,6	4,6	-407	-6,7
	jun	18	1.800	1.552	40	1,141	1.666	134	134	64,6	4,8	-273	-4,2
	jul	19	1.812	1.601	40	1,130	1.799	13	13	61,9	4,6	-260	-4,2
	avg	20	1.769	1.579	37	1,134	1.861	-92	92	63,4	4,6	-352	-5,6
	sep	21	1.636	1.521	31	1,096	1.771	-135	135	66,9	4,8	-488	-7,3
	okt	22	1.591	1.540	30	1,035	1.607	-16	16	64,5	4,6	-503	-7,8
	nov	23	1.621	1.614	33	0,997	1.564	57	57	64,2	4,6	-446	-7,0
	dec	24	1.559	1.611	31	0,974	1.605	-46	46	63,5	4,5	-493	-7,8
LETO 3	jan	25	1.576	1.610	29	0,984	1.616	-40	40	62,5	4,4	-533	-8,5
	feb	26	1.631	1.642	29	0,993	1.627	4	4	60,3	4,2	-529	-8,8
	mar	27	1.640	1.628	26	1,015	1.697	-57	57	60,1	4,2	-586	-9,7
	apr	28	1.633	1.567	21	1,060	1.755	-122	122	62,3	4,3	-708	-11,3
	maj	29	1.847	1.629	24	1,126	1.787	60	60	62,3	4,3	-647	-10,4
	jun	30	2.013	1.739	29	1,141	1.885	128	128	64,5	4,4	-519	-8,1
	jul	31	2.005	1.772	29	1,130	1.998	7	7	62,6	4,2	-512	-8,2
	avg	32	2.050	1.807	29	1,134	2.042	8	8	60,9	4,1	-504	-8,3
	sep	33	2.047	1.861	31	1,096	2.012	35	35	60,1	4,0	-469	-7,8
	okt	34	1.893	1.843	28	1,035	1.959	-66	66	60,3	4,0	-534	-8,9
	nov	35	1.784	1.809	24	0,996	1.865	-81	81	60,9	4,0	-615	-10,1
	dec	36	1.809	1.851	25	0,975	1.786	23	23	59,8	4,0	-592	-9,9
LETO 4	jan	37	1.802	1.842	23	0,984	1.847	-45	45	59,4	3,9	-637	-10,7
	feb	38	1.793	1.820	21	0,992	1.851	-58	58	59,4	3,9	-696	-11,7
	mar	39	1.865	1.838	20	1,015	1.868	-3	3	57,9	3,8	-699	-12,1
	apr	40	2.094	1.949	26	1,060	1.969	125	125	59,6	3,9	-574	-9,6
	maj	41	2.195	1.956	25	1,126	2.223	-28	28	58,8	3,8	-602	-10,2
	jun	42	2.119	1.885	19	1,141	2.260	-141	141	60,8	3,9	-743	-12,2
	jul	43	2.205	1.940	21	1,131	2.153	52	52	60,6	3,8	-691	-11,4
	avg	44	2.186	1.936	20	1,133	2.223	-37	37	60,1	3,8	-728	-12,1
	sep	45	2.102	1.927	18	1,096	2.143	-41	41	59,6	3,7	-769	-12,9
	okt	46	2.091	2.003	21	1,035	2.013	78	78	60,0	3,7	-691	-11,5
	nov	47	2.017	2.025	21	0,996	2.016	1	1	58,8	3,7	-689	-11,7
	dec	48	2.046	2.087	24	0,975	1.994	52	52	58,6	3,6	-638	-10,9
LETO 5	jan	49	2.116	2.141	26	0,984	2.077	39	39	58,2	3,6	-599	-10,3
	feb	50	2.121	2.144	24	0,992	2.151	-30	30	57,7	3,6	-628	-10,9
	mar	51	2.186	2.157	24	1,015	2.201	-15	15	56,8	3,5	-643	-11,3
	apr	52	2.357	2.213	26	1,061	2.313	44	44	56,6	3,5	-599	-10,6
	maj	53	2.488	2.217	24	1,125	2.519	-31	31	56,1	3,4	-630	-11,2
	jun	54	2.484	2.193	21	1,140	2.556	-72	72	56,4	3,4	-703	-12,5
	jul	55	2.439	2.170	19	1,130	2.503	-64	64	56,6	3,4	-767	-13,6
	avg	56	2.458	2.173	18	1,133	2.481	-23	23	56,0	3,4	-790	-14,1
	sep	57	2.463	2.235	20	1,096	2.401	62	62	56,1	3,3	-728	-13,0
	okt	58	2.352	2.268	21	1,036	2.335	17	17	55,4	3,3	-711	-12,8
	nov	59	2.291	2.297	22	0,996	2.280	11	11	54,7	3,3	-700	-12,8
	dec	60	2.273	2.329	22	0,975	2.261	12	12	54,0	3,2	-688	-12,7

Vir: Lastni izračuni.

Priloga 3:

Razdelitev v skupine

Tabela 3: Razdelitev skupnih podatkov v tri skupine

		SKUPAJ	Skupina 1	Skupina 2	Skupina 3
LETO 1	jan	1.037	504	325	208
	feb	1.070	505	325	240
	mar	1.116	507	325	284
	apr	1.173	507	325	341
	maj	1.337	509	325	503
	jun	1.369	511	325	533
	jul	1.285	515	325	445
	avg	1.438	520	325	593
	sep	1.382	520	325	537
	okt	1.248	510	325	413
	nov	1.254	510	325	419
	dec	1.170	502	325	343
LETO 2	jan	1.216	506	340	370
	feb	1.390	507	340	543
	mar	1.498	509	340	649
	apr	1.469	509	340	620
	maj	1.600	512	340	748
	jun	1.800	515	340	945
	jul	1.812	517	340	955
	avg	1.769	522	340	907
	sep	1.636	523	340	773
	okt	1.591	512	340	739
	nov	1.621	513	340	768
	dec	1.559	503	340	716
LETO 3	jan	1.576	519	360	697
	feb	1.631	521	360	750
	mar	1.640	523	360	757
	apr	1.633	523	360	750
	maj	1.847	526	360	961
	jun	2.013	525	360	1128
	jul	2.005	531	360	1114
	avg	2.050	537	360	1153
	sep	2.047	537	360	1150
	okt	1.893	525	360	1008
	nov	1.784	526	360	898
	dec	1.809	519	360	930
LETO 4	jan	1.802	527	390	885
	feb	1.793	530	390	873
	mar	1.865	532	390	943
	apr	2.094	534	390	1170
	maj	2.195	536	390	1269
	jun	2.119	537	390	1192
	jul	2.205	540	390	1275
	avg	2.186	543	390	1253
	sep	2.102	546	390	1166
	okt	2.091	547	390	1154
	nov	2.017	535	390	1092
	dec	2.046	540	390	1116
LETO 5	jan	2.116	535	430	1151
	feb	2.121	537	430	1154
	mar	2.186	541	430	1215
	apr	2.357	543	430	1384
	maj	2.488	544	430	1514
	jun	2.484	544	430	1510
	jul	2.439	547	430	1462
	avg	2.458	551	430	1477
	sep	2.463	553	430	1480
	okt	2.352	556	430	1366
	nov	2.291	560	430	1301
	dec	2.273	548	430	1295

Vir: Lastni izračuni.

Priloga 4: Rezultati napovedi po posameznih skupinah

Tabela 4: Rezultati napovedi po posameznih skupinah

		SKUPAJ	Skupina 1	Skupina 2	Skupina 3
LETO 1	jan	1.029	506	341	182
	feb	1.058	526	334	199
	mar	1.098	519	329	251
	apr	1.170	510	327	333
	maj	1.214	509	326	380
	jun	1.346	510	325	511
	jul	1.415	516	325	574
	avg	1.336	521	325	489
	sep	1.419	523	325	571
	okt	1.367	515	325	527
	nov	1.255	506	325	424
	dec	1.258	501	325	431
LETO 2	jan	1.212	506	357	349
	feb	1.190	502	335	353
	mar	1.371	506	334	531
	apr	1.582	510	336	736
	maj	1.580	512	338	729
	jun	1.639	515	339	785
	jul	1.818	521	340	957
	avg	1.862	523	340	998
	sep	1.779	524	340	915
	okt	1.621	518	340	763
	nov	1.567	508	340	719
	dec	1.604	504	340	760
LETO 3	jan	1.583	507	371	705
	feb	1.566	519	359	687
	mar	1.653	526	355	772
	apr	1.757	526	356	875
	maj	1.762	527	358	878
	jun	1.879	528	359	991
	jul	2.023	529	360	1134
	avg	2.049	537	360	1152
	sep	2.022	541	360	1121
	okt	1.975	532	360	1083
	nov	1.874	521	360	993
	dec	1.790	516	360	913
LETO 4	jan	1.811	524	392	895
	feb	1.792	525	394	873
	mar	1.826	532	388	905
	apr	1.979	534	387	1058
	maj	2.228	539	388	1301
	jun	2.275	539	389	1347
	jul	2.189	542	390	1257
	avg	2.236	546	390	1300
	sep	2.157	544	390	1222
	okt	2.033	540	390	1102
	nov	2.033	549	390	1094
	dec	2.002	526	390	1086
LETO 5	jan	2.037	547	424	1066
	feb	2.077	531	436	1110
	mar	2.154	534	431	1188
	apr	2.344	542	428	1374
	maj	2.536	548	428	1559
	jun	2.572	547	429	1595
	jul	2.554	549	430	1575
	avg	2.498	552	431	1516
	sep	2.414	552	431	1431
	okt	2.355	547	431	1377
	nov	2.295	558	430	1306
	dec	2.283	559	430	1294

Vir: Lastni izračuni.

Priloga 5:

Metoda združevanja v skupine

Tabela 5: Izračun s metodo združevanja v skupine

		Dejanski podatki	Napoved	Napaka	Absolutn a napaka	MAD	MAPE	Pristrans kost	TS	
t										
LETO 1	jan	1	1.037	1.029	8	8	8,2	0,8	8	0
	feb	2	1.070	1.058	12	12	9,9	0,9	20	2,0
	mar	3	1.116	1.098	18	18	12,6	1,2	38	3,0
	apr	4	1.173	1.170	3	3	10,2	0,9	41	4,0
	maj	5	1.337	1.214	123	123	32,7	2,6	164	5,0
	jun	6	1.369	1.346	23	23	31,1	2,4	187	6,0
	jul	7	1.285	1.415	-130	130	45,3	3,5	56	1,2
	avg	8	1.438	1.336	102	102	52,4	4,0	158	3,0
	sep	9	1.382	1.419	-37	37	50,7	3,8	121	2,4
	okt	10	1.248	1.367	-119	119	57,5	4,4	2	0,0
	nov	11	1.254	1.255	-1	1	52,3	4,0	2	0,0
	dec	12	1.170	1.258	-88	88	55,3	4,3	-86	-1,6
LETO 2	jan	13	1.216	1.212	4	4	51,3	4,0	-82	-1,6
	feb	14	1.390	1.190	200	200	61,9	4,7	117	1,9
	mar	15	1.498	1.371	127	127	66,2	5,0	244	3,7
	apr	16	1.469	1.582	-113	113	69,2	5,2	131	1,9
	maj	17	1.600	1.580	20	20	66,3	4,9	151	2,3
	jun	18	1.800	1.639	161	161	71,6	5,1	313	4,4
	jul	19	1.812	1.818	-6	6	68,1	4,9	307	4,5
	avg	20	1.769	1.862	-93	93	69,4	4,9	214	3,1
	sep	21	1.636	1.779	-143	143	72,9	5,1	71	1,0
	okt	22	1.591	1.621	-30	30	70,9	5,0	41	0,6
	nov	23	1.621	1.567	54	54	70,2	4,9	94	1,3
	dec	24	1.559	1.604	-45	45	69,1	4,8	49	0,7
LETO 3	jan	25	1.576	1.583	-7	7	66,7	4,6	42	0,6
	feb	26	1.631	1.566	65	65	66,6	4,6	107	1,6
	mar	27	1.640	1.653	-13	13	64,6	4,5	95	1,5
	apr	28	1.633	1.757	-124	124	66,7	4,6	-29	-0,4
	maj	29	1.847	1.762	85	85	67,4	4,6	56	0,8
	jun	30	2.013	1.879	134	134	69,6	4,6	190	2,7
	jul	31	2.005	2.023	-18	18	67,9	4,5	172	2,5
	avg	32	2.050	2.049	1	1	65,8	4,4	172	2,6
	sep	33	2.047	2.022	25	25	64,6	4,3	198	3,1
	okt	34	1.893	1.975	-82	82	65,1	4,3	115	1,8
	nov	35	1.784	1.874	-90	90	65,8	4,3	26	0,4
	dec	36	1.809	1.790	19	19	64,5	4,2	45	0,7
LETO 4	jan	37	1.802	1.811	-9	9	63,0	4,1	37	0,6
	feb	38	1.793	1.792	1	1	61,4	4,0	38	0,6
	mar	39	1.865	1.826	39	39	60,8	4,0	77	1,3
	apr	40	2.094	1.979	115	115	62,2	4,0	192	3,1
	maj	41	2.195	2.228	-33	33	61,5	3,9	159	2,6
	jun	42	2.119	2.275	-156	156	63,7	4,0	2	0,0
	jul	43	2.205	2.189	16	16	62,6	3,9	19	0,3
	avg	44	2.186	2.236	-50	50	62,3	3,9	-31	-0,5
	sep	45	2.102	2.157	-55	55	62,2	3,9	-86	-1,4
	okt	46	2.091	2.033	58	58	62,1	3,9	-28	-0,4
	nov	47	2.017	2.033	-16	16	61,1	3,8	-44	-0,7
	dec	48	2.046	2.002	44	44	60,7	3,8	0	0,0
LETO 5	jan	49	2.116	2.037	79	79	61,1	3,8	78	1,3
	feb	50	2.121	2.077	44	44	60,8	3,7	122	2,0
	mar	51	2.186	2.154	32	32	60,2	3,7	154	2,6
	apr	52	2.357	2.344	13	13	59,3	3,6	167	2,8
	maj	53	2.488	2.536	-48	48	59,1	3,6	120	2,0
	jun	54	2.484	2.572	-88	88	59,6	3,6	32	0,5
	jul	55	2.439	2.554	-115	115	60,6	3,6	-82	-1,4
	avg	56	2.458	2.498	-40	40	60,2	3,6	-123	-2,0
	sep	57	2.463	2.414	49	49	60,0	3,5	-74	-1,2
	okt	58	2.352	2.355	-3	3	59,0	3,5	-77	-1,3
	nov	59	2.291	2.295	-4	4	58,1	3,4	-80	-1,4
	dec	60	2.273	2.283	-10	10	57,3	3,4	-90	-1,6

Vir: Lastni izračuni.

Priloga 6:

Kombinacija enostavnega eksponentnega glajenja in Holt- Winterjeve metode

Tabela 6: Izračun s kombinacijo enostavnega eksponentnega glajenja in Holt- Winterjeve metode

			Dejanski podatki	Napoved	Napaka	Absolutna napaka	MAD	MAPE	Pristranskost	TS
		t								
LETO 1	jan	1	1.037	1.413	-376	376	376,1	36,3	-376	0
	feb	2	1.070	1.180	-110	110	243,2	23,3	-486	-2,0
	mar	3	1.116	1.141	-25	25	170,5	16,3	-512	-3,0
	apr	4	1.173	1.175	-2	2	128,3	12,2	-513	-4,0
	maj	5	1.337	1.234	103	103	123,4	11,3	-410	-3,3
	jun	6	1.369	1.343	26	26	107,1	9,8	-384	-3,6
	jul	7	1.285	1.382	-97	97	105,6	9,4	-481	-4,6
	avg	8	1.438	1.334	104	104	105,4	9,2	-377	-3,6
	sep	9	1.382	1.411	-29	29	96,9	8,4	-406	-4,2
	okt	10	1.248	1.373	-125	125	99,7	8,5	-531	-5,3
	nov	11	1.254	1.276	-22	22	92,6	7,9	-553	-6,0
	dec	12	1.170	1.266	-96	96	92,9	7,9	-648	-7,0
LETO 2	jan	13	1.216	1.217	-1	1	85,8	7,3	-650	-7,6
	feb	14	1.390	1.236	154	154	90,7	7,6	-495	-5,5
	mar	15	1.498	1.383	115	115	92,3	7,6	-381	-4,1
	apr	16	1.469	1.522	-53	53	89,8	7,4	-433	-4,8
	maj	17	1.600	1.546	54	54	87,7	7,1	-379	-4,3
	jun	18	1.800	1.612	188	188	93,3	7,3	-192	-2,1
	jul	19	1.812	1.763	49	49	90,9	7,1	-143	-1,6
	avg	20	1.769	1.824	-55	55	89,1	6,9	-198	-2,2
	sep	21	1.636	1.773	-137	137	91,4	6,9	-335	-3,7
	okt	22	1.591	1.642	-51	51	89,6	6,8	-386	-4,3
	nov	23	1.621	1.591	30	30	87,0	6,6	-356	-4,1
	dec	24	1.559	1.612	-53	53	85,6	6,4	-409	-4,8
LETO 3	jan	25	1.576	1.597	-21	21	83,0	6,2	-430	-5,2
	feb	26	1.631	1.602	29	29	80,9	6,1	-400	-4,9
	mar	27	1.640	1.656	-16	16	78,5	5,9	-416	-5,3
	apr	28	1.633	1.694	-61	61	77,9	5,8	-477	-6,1
	maj	29	1.847	1.710	137	137	79,9	5,8	-340	-4,2
	jun	30	2.013	1.834	179	179	83,2	5,9	-160	-1,9
	jul	31	2.005	1.971	34	34	81,6	5,8	-126	-1,5
	avg	32	2.050	2.014	36	36	80,2	5,7	-91	-1,1
	sep	33	2.047	2.021	26	26	78,6	5,5	-65	-0,8
	okt	34	1.893	2.000	-107	107	79,4	5,6	-172	-2,2
	nov	35	1.784	1.901	-117	117	80,5	5,6	-290	-3,6
	dec	36	1.809	1.808	1	1	78,3	5,4	-289	-3,7
LETO 4	jan	37	1.802	1.831	-29	29	76,9	5,3	-318	-4,1
	feb	38	1.793	1.829	-36	36	75,8	5,2	-354	-4,7
	mar	39	1.865	1.832	33	33	74,7	5,1	-321	-4,3
	apr	40	2.094	1.907	187	187	77,5	5,2	-134	-1,7
	maj	41	2.195	2.121	74	74	77,5	5,2	-60	-0,8
	jun	42	2.119	2.201	-82	82	77,6	5,2	-142	-1,8
	jul	43	2.205	2.139	66	66	77,3	5,1	-77	-1,0
	avg	44	2.186	2.202	-16	16	75,9	5,0	-93	-1,2
	sep	45	2.102	2.164	-62	62	75,6	5,0	-155	-2,0
	okt	46	2.091	2.070	21	21	74,4	4,9	-133	-1,8
	nov	47	2.017	2.059	-42	42	73,7	4,8	-175	-2,4
	dec	48	2.046	2.018	28	28	72,8	4,8	-148	-2,0
LETO 5	jan	49	2.116	2.061	55	55	72,4	4,7	-92	-1,3
	feb	50	2.121	2.123	-2	2	71,0	4,6	-94	-1,3
	mar	51	2.186	2.157	29	29	70,2	4,5	-65	-0,9
	apr	52	2.357	2.238	119	119	71,1	4,6	53	0,8
	maj	53	2.488	2.409	79	79	71,2	4,5	132	1,9
	jun	54	2.484	2.494	-10	10	70,1	4,5	122	1,7
	jul	55	2.439	2.486	-47	47	69,7	4,4	76	1,1
	avg	56	2.458	2.465	-7	7	68,6	4,3	69	1,0
	sep	57	2.463	2.428	35	35	68,0	4,3	104	1,5
	okt	58	2.352	2.398	-46	46	67,6	4,2	58	0,9
	nov	59	2.291	2.332	-41	41	67,1	4,2	17	0,3
	dec	60	2.273	2.290	-17	17	66,3	4,1	0	0,0

Vir: Lastni izračuni.

Priloga 7:

Kombinacija enostavnega eksponentnega glajenja in metode združevanja

Tabela 7: Izračun s kombinacijo enostavnega eksponentnega glajenja in metode združevanja

		t	Dejanski podatki	Napoved	Napaka	Absolutna napaka	MAD	MAPE	Pristranska kost	TS
LETO 1	jan	1	1.037	1.417	-380	380	380,0	36,6	-380	0
	feb	2	1.070	1.163	-93	93	236,5	22,7	-473	-2,0
	mar	3	1.116	1.114	2	2	158,4	15,2	-471	-3,0
	apr	4	1.173	1.145	28	28	125,8	12,0	-443	-3,5
	maj	5	1.337	1.186	151	151	130,9	11,8	-291	-2,2
	jun	6	1.369	1.315	54	54	118,2	10,5	-237	-2,0
	jul	7	1.285	1.379	-94	94	114,8	10,1	-331	-2,9
	avg	8	1.438	1.319	119	119	115,3	9,9	-212	-1,8
	sep	9	1.382	1.408	-26	26	105,4	9,0	-239	-2,3
	okt	10	1.248	1.377	-129	129	107,7	9,1	-367	-3,4
	nov	11	1.254	1.272	-18	18	99,6	8,4	-385	-3,9
	dec	12	1.170	1.261	-91	91	98,9	8,4	-476	-4,8
LETO 2	jan	13	1.216	1.205	11	11	92,1	7,8	-466	-5,1
	feb	14	1.390	1.200	190	190	99,0	8,2	-276	-2,8
	mar	15	1.498	1.354	144	144	102,1	8,3	-132	-1,3
	apr	16	1.469	1.516	-47	47	98,6	8,0	-179	-1,8
	maj	17	1.600	1.521	79	79	97,4	7,8	-100	-1,0
	jun	18	1.800	1.599	201	201	103,2	8,0	101	1,0
	jul	19	1.812	1.773	39	39	99,8	7,7	140	1,4
	avg	20	1.769	1.824	-55	55	97,6	7,4	85	0,9
	sep	21	1.636	1.777	-141	141	99,7	7,5	-56	-0,6
	okt	22	1.591	1.649	-58	58	97,8	7,3	-114	-1,2
	nov	23	1.621	1.592	29	29	94,8	7,1	-85	-0,9
	dec	24	1.559	1.612	-53	53	93,0	6,9	-138	-1,5
LETO 3	jan	25	1.576	1.580	-4	4	89,5	6,7	-142	-1,6
	feb	26	1.631	1.571	60	60	88,3	6,6	-82	-0,9
	mar	27	1.640	1.634	6	6	85,3	6,3	-76	-0,9
	apr	28	1.633	1.695	-62	62	84,5	6,2	-138	-1,6
	maj	29	1.847	1.697	150	150	86,7	6,3	12	0,1
	jun	30	2.013	1.831	182	182	89,9	6,4	194	2,2
	jul	31	2.005	1.984	21	21	87,7	6,2	215	2,5
	avg	32	2.050	2.018	32	32	85,9	6,1	248	2,9
	sep	33	2.047	2.026	21	21	84,0	5,9	268	3,2
	okt	34	1.893	2.009	-116	116	84,9	5,9	152	1,8
	nov	35	1.784	1.906	-122	122	86,0	6,0	31	0,4
	dec	36	1.809	1.810	-1	1	83,6	5,8	30	0,4
LETO 4	jan	37	1.802	1.813	-11	11	81,6	5,6	19	0,2
	feb	38	1.793	1.799	-6	6	79,6	5,5	13	0,2
	mar	39	1.865	1.811	54	54	79,0	5,4	67	0,8
	apr	40	2.094	1.912	182	182	81,5	5,5	249	3,1
	maj	41	2.195	2.124	71	71	81,3	5,5	320	3,9
	jun	42	2.119	2.209	-90	90	81,5	5,4	230	2,8
	jul	43	2.205	2.157	48	48	80,7	5,4	278	3,4
	avg	44	2.186	2.209	-23	23	79,4	5,3	255	3,2
	sep	45	2.102	2.171	-69	69	79,2	5,2	187	2,4
	okt	46	2.091	2.080	11	11	77,7	5,1	198	2,5
	nov	47	2.017	2.068	-51	51	77,1	5,1	147	1,9
	dec	48	2.046	2.022	24	24	76,0	5,0	171	2,3
LETO 5	jan	49	2.116	2.041	75	75	76,0	4,9	246	3,2
	feb	50	2.121	2.086	35	35	75,1	4,9	281	3,7
	mar	51	2.186	2.133	53	53	74,7	4,8	333	4,5
	apr	52	2.357	2.254	103	103	75,2	4,8	436	5,8
	maj	53	2.488	2.417	71	71	75,2	4,8	507	6,7
	jun	54	2.484	2.501	-17	17	74,1	4,7	490	6,6
	jul	55	2.439	2.511	-72	72	74,0	4,7	418	5,6
	avg	56	2.458	2.473	-15	15	73,0	4,6	403	5,5
	sep	57	2.463	2.435	28	28	72,2	4,5	431	6,0
	okt	58	2.352	2.408	-56	56	71,9	4,5	376	5,2
	nov	59	2.291	2.340	-49	49	71,5	4,5	327	4,6
	dec	60	2.273	2.301	-28	28	70,8	4,4	299	4,2

Vir: Lastni izračuni.

Priloga 8:

Kombinacija Holt- Winterjeve metode in metode združevanja

Tabela 8: Izračun s kombinacijo Holt- Winterjeve metode in metode združevanja

		t	Dejanski podatki	Napoved	Napaka	Absolutna napaka	MAD	MAPE	Pristranskost	TS
LETO 1	jan	1	1.037	1.025	12	12	12,1	1,2	12	0
	feb	2	1.070	1.076	-6	6	8,9	0,9	6	0,7
	mar	3	1.116	1.126	-10	10	9,2	0,9	-3	-0,4
	apr	4	1.173	1.200	-27	27	13,6	1,2	-30	-2,2
	maj	5	1.337	1.262	75	75	25,9	2,1	45	1,7
	jun	6	1.369	1.375	-6	6	22,5	1,8	39	1,7
	jul	7	1.285	1.418	-133	133	38,3	3,0	-94	-2,4
	avg	8	1.438	1.351	87	87	44,3	3,4	-7	-0,2
	sep	9	1.382	1.422	-40	40	43,8	3,3	-46	-1,1
	okt	10	1.248	1.363	-115	115	51,0	3,9	-161	-3,2
	nov	11	1.254	1.258	-4	4	46,7	3,6	-166	-3,6
	dec	12	1.170	1.262	-92	92	50,5	4,0	-258	-5,1
LETO 2	jan	13	1.216	1.224	-8	8	47,3	3,7	-266	-5,6
	feb	14	1.390	1.226	164	164	55,6	4,3	-102	-1,8
	mar	15	1.498	1.401	97	97	58,4	4,4	-5	-0,1
	apr	16	1.469	1.588	-119	119	62,2	4,7	-124	-2,0
	maj	17	1.600	1.604	-4	4	58,8	4,4	-128	-2,2
	jun	18	1.800	1.652	148	148	63,7	4,6	20	0,3
	jul	19	1.812	1.809	3	3	60,5	4,4	23	0,4
	avg	20	1.769	1.862	-93	93	62,1	4,4	-69	-1,1
	sep	21	1.636	1.775	-139	139	65,8	4,6	-209	-3,2
	okt	22	1.591	1.614	-23	23	63,9	4,5	-231	-3,6
	nov	23	1.621	1.566	55	55	63,5	4,4	-176	-2,8
	dec	24	1.559	1.605	-46	46	62,7	4,4	-222	-3,5
LETO 3	jan	25	1.576	1.599	-23	23	61,2	4,3	-245	-4,0
	feb	26	1.631	1.596	35	35	60,1	4,2	-211	-3,5
	mar	27	1.640	1.675	-35	35	59,2	4,1	-245	-4,1
	apr	28	1.633	1.756	-123	123	61,5	4,2	-368	-6,0
	maj	29	1.847	1.774	73	73	61,9	4,2	-296	-4,8
	jun	30	2.013	1.882	131	131	64,2	4,3	-165	-2,6
	jul	31	2.005	2.010	-5	5	62,3	4,2	-170	-2,7
	avg	32	2.050	2.046	4	4	60,5	4,0	-166	-2,7
	sep	33	2.047	2.017	30	30	59,5	4,0	-135	-2,3
	okt	34	1.893	1.967	-74	74	60,0	4,0	-209	-3,5
	nov	35	1.784	1.869	-85	85	60,7	4,0	-294	-4,9
	dec	36	1.809	1.788	21	21	59,6	3,9	-274	-4,6
LETO 4	jan	37	1.802	1.829	-27	27	58,7	3,8	-300	-5,1
	feb	38	1.793	1.821	-28	28	57,9	3,8	-329	-5,7
	mar	39	1.865	1.847	18	18	56,9	3,7	-311	-5,5
	apr	40	2.094	1.974	120	120	58,5	3,8	-191	-3,3
	maj	41	2.195	2.225	-30	30	57,8	3,7	-221	-3,8
	jun	42	2.119	2.268	-149	149	59,9	3,8	-370	-6,2
	jul	43	2.205	2.171	34	34	59,3	3,7	-336	-5,7
	avg	44	2.186	2.230	-44	44	59,0	3,7	-380	-6,4
	sep	45	2.102	2.150	-48	48	58,7	3,7	-427	-7,3
	okt	46	2.091	2.023	68	68	58,9	3,6	-359	-6,1
	nov	47	2.017	2.025	-8	8	57,9	3,6	-367	-6,3
	dec	48	2.046	1.998	48	48	57,6	3,5	-319	-5,5
LETO 5	jan	49	2.116	2.057	59	59	57,7	3,5	-260	-4,5
	feb	50	2.121	2.114	7	7	56,7	3,5	-253	-4,5
	mar	51	2.186	2.178	8	8	55,7	3,4	-245	-4,4
	apr	52	2.357	2.328	29	29	55,2	3,4	-216	-3,9
	maj	53	2.488	2.528	-40	40	54,9	3,3	-255	-4,6
	jun	54	2.484	2.564	-80	80	55,4	3,3	-335	-6,1
	jul	55	2.439	2.528	-89	89	56,0	3,3	-425	-7,6
	avg	56	2.458	2.490	-32	32	55,6	3,3	-456	-8,2
	sep	57	2.463	2.408	55	55	55,5	3,3	-401	-7,2
	okt	58	2.352	2.345	7	7	54,7	3,2	-394	-7,2
	nov	59	2.291	2.287	4	4	53,9	3,2	-390	-7,2
	dec	60	2.273	2.272	1	1	53,0	3,1	-389	-7,3

Vir: Lastni izračuni.

Priloga 9:

Kombinacija vseh treh metod

Tabela 9: Izračun s kombinacijo vseh treh metod

			Dejanski podatki	Napoved	Napaka	Absolutna napaka	MAD	MAPE	Pristranskost	TS
t										
LETO 1	jan	1	1.037	1.285	-248	248	248,0	23,9	-248	0
	feb	2	1.070	1.140	-70	70	158,8	15,2	-318	-2,0
	mar	3	1.116	1.127	-11	11	109,5	10,5	-328	-3,0
	apr	4	1.173	1.173	0	0	82,2	7,9	-329	-4,0
	maj	5	1.337	1.227	110	110	87,7	7,9	-219	-2,5
	jun	6	1.369	1.344	25	25	77,3	6,9	-194	-2,5
	jul	7	1.285	1.393	-108	108	81,6	7,1	-302	-3,7
	avg	8	1.438	1.335	103	103	84,3	7,1	-199	-2,4
	sep	9	1.382	1.414	-32	32	78,5	6,6	-230	-2,9
	okt	10	1.248	1.371	-123	123	82,9	6,9	-353	-4,3
	nov	11	1.254	1.269	-15	15	76,7	6,4	-368	-4,8
	dec	12	1.170	1.263	-93	93	78,1	6,5	-461	-5,9
LETO 2	jan	13	1.216	1.216	0	0	72,1	6,0	-461	-6,4
	feb	14	1.390	1.221	169	169	79,0	6,5	-291	-3,7
	mar	15	1.498	1.379	119	119	81,7	6,6	-172	-2,1
	apr	16	1.469	1.542	-73	73	81,1	6,5	-245	-3,0
	maj	17	1.600	1.557	43	43	78,9	6,2	-202	-2,6
	jun	18	1.800	1.621	179	179	84,4	6,4	-24	-0,3
	jul	19	1.812	1.782	30	30	81,6	6,2	7	0,1
	avg	20	1.769	1.837	-68	68	80,9	6,1	-61	-0,8
	sep	21	1.636	1.775	-139	139	83,7	6,2	-200	-2,4
	okt	22	1.591	1.635	-44	44	81,9	6,0	-244	-3,0
	nov	23	1.621	1.583	38	38	80,0	5,9	-206	-2,6
	dec	24	1.559	1.610	-51	51	78,7	5,8	-256	-3,3
LETO 3	jan	25	1.576	1.592	-16	16	76,2	5,6	-272	-3,6
	feb	26	1.631	1.590	41	41	74,9	5,5	-231	-3,1
	mar	27	1.640	1.655	-15	15	72,7	5,3	-246	-3,4
	apr	28	1.633	1.715	-82	82	73,0	5,3	-328	-4,5
	maj	29	1.847	1.727	120	120	74,6	5,3	-208	-2,8
	jun	30	2.013	1.849	164	164	77,6	5,4	-44	-0,6
	jul	31	2.005	1.988	17	17	75,6	5,3	-27	-0,4
	avg	32	2.050	2.026	24	24	74,0	5,1	-3	0,0
	sep	33	2.047	2.021	26	26	72,5	5,0	23	0,3
	okt	34	1.893	1.992	-99	99	73,3	5,0	-76	-1,0
	nov	35	1.784	1.892	-108	108	74,3	5,1	-184	-2,5
	dec	36	1.809	1.802	7	7	72,4	4,9	-178	-2,5
LETO 4	jan	37	1.802	1.824	-22	22	71,1	4,8	-200	-2,8
	feb	38	1.793	1.816	-23	23	69,8	4,7	-223	-3,2
	mar	39	1.865	1.830	35	35	68,9	4,7	-188	-2,7
	apr	40	2.094	1.931	163	163	71,3	4,7	-25	-0,4
	maj	41	2.195	2.157	38	38	70,5	4,7	13	0,2
	jun	42	2.119	2.226	-107	107	71,3	4,7	-94	-1,3
	jul	43	2.205	2.156	49	49	70,8	4,6	-45	-0,6
	avg	44	2.186	2.213	-27	27	69,8	4,5	-72	-1,0
	sep	45	2.102	2.161	-59	59	69,6	4,5	-132	-1,9
	okt	46	2.091	2.057	34	34	68,8	4,4	-98	-1,4
	nov	47	2.017	2.050	-33	33	68,1	4,4	-132	-1,9
	dec	48	2.046	2.013	33	33	67,3	4,3	-99	-1,5
LETO 5	jan	49	2.116	2.053	63	63	67,3	4,3	-36	-0,5
	feb	50	2.121	2.108	13	13	66,2	4,2	-22	-0,3
	mar	51	2.186	2.156	30	30	65,5	4,2	8	0,1
	apr	52	2.357	2.273	84	84	65,8	4,2	91	1,4
	maj	53	2.488	2.451	37	37	65,3	4,1	128	2,0
	jun	54	2.484	2.520	-36	36	64,7	4,1	92	1,4
	jul	55	2.439	2.508	-69	69	64,8	4,0	23	0,4
	avg	56	2.458	2.476	-18	18	64,0	4,0	5	0,1
	sep	57	2.463	2.423	40	40	63,5	3,9	45	0,7
	okt	58	2.352	2.383	-31	31	63,0	3,9	13	0,2
	nov	59	2.291	2.320	-29	29	62,4	3,8	-15	-0,2
	dec	60	2.273	2.288	-15	15	61,6	3,8	-30	-0,5

Vir: Lastni izračuni.

