

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO

**IZBOLJŠANJE HOLT-WINTERSOVE METODE NAPOVEDOVANJA
POVPRAŠEVANJA**

Ljubljana, september 2012

ANA VEHOVEC

IZJAVA O AVTORSTVU

Spodaj podpisana Ana Vehovec, študentka Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, izjavljam, da sem avtorica magistrskega dela z naslovom Izboljšanje Holt-Wintersove metode napovedovanja povpraševanja, pripravljenega v sodelovanju s svetovalko prof. dr. Liljano Ferbar Tratar.

Izrecno izjavljam, da v skladu z določili Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah (Ur. l. RS, št. 21/1995 s spremembami) dovolim objavo magistrskega dela na fakultetnih spletnih straneh.

S svojim podpisom zagotavljam, da

- je predloženo besedilo rezultat izključno mojega lastnega raziskovalnega dela;
- je predloženo besedilo jezikovno korektno in tehnično pripravljeno v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, kar pomeni, da sem
 - poskrbela, da so dela in mnenja drugih avtorjev oziroma avtoric, ki jih uporabljam v magistrskem delu, citirana oziroma navedena v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, in
 - pridobila vsa dovoljenja za uporabo avtorskih del, ki so v celoti (v pisni ali grafični obliki) uporabljena v tekstu, in sem to v besedilu tudi jasno zapisal(-a);
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del (v pisni ali grafični obliki) kot mojih lastnih – kaznivo po Zakonu o avtorskih in sorodnih pravicah (Ur. l. RS, št. 21/1995 s spremembami);
- se zavedam posledic, ki bi jih na osnovi predloženega magistrskega dela dokazano plagiatorstvo lahko predstavljalo za moj status na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani v skladu z relevantnim pravilnikom.

V Ljubljani, dne 11. 09. 2012

Podpis avtorice: Ana Vehovec

KAZALO

UVOD

1	NAPOVEDOVANJE POVPRASEVANJA.....	2
1.1	Pregled tehnik napovedovanja.....	4
1.1.1	Kvantitativno napovedovanje.....	4
1.1.2	Kvalitativno napovedovanje.....	5
1.2	Osnovni koraki pri napovedovanju.....	6
1.3	Merjenje točnosti napovedi.....	8
1.3.1	Standardne statistične mere.....	8
1.3.2	Meritve točnosti izven vzorca in inicializacija.....	10
1.3.3	Theilova U-statistika ali Theilov koeficient neenakosti.....	10
2	PREGLED NEKATERIH OSNOVNIH METOD GLAJENJA PRI NAPOVEDOVANJU.....	10
2.1	Metoda naivnega napovedovanja.....	12
2.2	Metode dekompozicije.....	12
2.3	Metode povprečenja.....	12
2.3.1	Enostavno povprečje.....	13
2.3.2	Metoda drsečih sredin.....	13
2.3.3	Metoda tehtanih drsečih sredin.....	13
2.4	Metode eksponentnega glajenja.....	14
2.4.1	Metoda enostavnega eksponentnega glajenja.....	15
2.4.2	Holtova linearna metoda.....	16
2.4.3	Holt-Wintersova metoda trenda in sezonskosti.....	18
2.5	Napovedovanje povpraševanja za časovne vrste z ničlami.....	21
3	IZBOLJŠANA HOLT-WINTERSOVA ADITIVNA METODA.....	22
3.1	Opis metode.....	22
3.2	Matematični zapis.....	23
4	IZRAČUN NAPOVEDI ZA KONKRETNE PODATKE PO VSEH TREH METODAH.....	28
4.1	Predstavitev podatkov.....	28
4.2	Primerjava aditivne in izboljšane aditivne metode.....	36
4.2.1	Primer izračuna za neničelno časovno vrsto.....	36
4.2.2	Primer izračuna za časovno vrsto z ničlami.....	46
4.3	Primerjava izboljšane aditivne in multiplikativne metode.....	55
4.4	Pregled rezultatov izračuna napovedi za izbrane časovne vrste.....	61
4.4.1	Primerjava rezultatov napovedovanja za aditivno, izboljšano aditivno in multiplikativno metodo za neničelne časovne vrste.....	61
4.4.2	Primerjava rezultatov napovedovanja za aditivno in izboljšano aditivno metodo za časovne vrste z ničlami.....	66
	SKLEP.....	69

LITERATURA IN VIRI..... 71
PRILOGE

KAZALO TABEL

Tabela 1: Število nočitev domačih gostov (Komen).....	29
Tabela 2: Koeficienti avtokorelacije (Komen).....	30
Tabela 3: Število nočitev domačih gostov (Maribor).....	30
Tabela 4: Koeficienti avtokorelacije (Maribor).....	31
Tabela 5: Število nočitev tujih gostov (Medvode).....	32
Tabela 6: Koeficienti avtokorelacije (Medvode).....	32
Tabela 7: Število nočitev tujih gostov (Komenda).....	33
Tabela 8: Koeficienti avtokorelacije (Komenda – tuji).....	34
Tabela 9: Število nočitev tujih gostov (Logatec).....	34
Tabela 10: Koeficienti avtokorelacije (Logatec).....	35
Tabela 11: Število nočitev tujih gostov (Lovrenc na Pohorju).....	35
Tabela 12: Koeficienti avtokorelacije (Lovrenc na Pohorju).....	36
Tabela 13: Napoved nočitev domačih gostov po aditivni metodi (Komen).....	36
Tabela 14: Napoved nočitev domačih gostov po izboljšani aditivni metodi (Komen).....	38
Tabela 15: Napoved nočitev domačih gostov po aditivni metodi (Maribor).....	40
Tabela 16: Napoved nočitev domačih gostov po izboljšani aditivni metodi (Maribor).....	42
Tabela 17: Napoved nočitev tujih gostov po aditivni metodi (Medvode).....	43
Tabela 18: Napoved nočitev tujih gostov po izboljšani aditivni metodi (Medvode).....	44
Tabela 19: Napoved nočitev tujih gostov po aditivni metodi (Komenda).....	46
Tabela 20: Napoved nočitev tujih gostov po izboljšani aditivni metodi (Komenda).....	48
Tabela 21: Nočitev tujih gostov po aditivni metodi (Logatec).....	49
Tabela 22: Napoved nočitev tujih gostov po izboljšani aditivni metodi (Logatec).....	51
Tabela 23: Napoved nočitev tujih gostov po aditivni metodi (Lovrenc na Pohorju).....	53
Tabela 24: Napoved nočitev tujih gostov po izboljšani aditivni metodi (Lovrenc na Pohorju).....	54
Tabela 25: Napoved nočitev domačih gostov po multiplikativni metodi (Komen).....	56
Tabela 26: Napoved nočitev domačih gostov po multiplikativni metodi (Maribor).....	57
Tabela 27: Napoved nočitev domačih gostov po multiplikativni metodi (Medvode).....	59
Tabela 28: Občina Ajdovščina.....	62
Tabela 29: Občina Brda.....	62
Tabela 30: Občina Dobrna.....	62
Tabela 31: Občina Hrpelje-Kozina.....	63
Tabela 32: Občina Jezersko – tuji gostje.....	63
Tabela 33: Občina Komen.....	63
Tabela 34: Občina Kranj.....	64
Tabela 35: Občina Litija – tuji gostje.....	64

Tabela 36: Občina Ljutomer – tuji gostje.....	64
Tabela 37: Občina Lukovica – tuji gostje.....	65
Tabela 38: Občina Maribor.....	65
Tabela 39: Občina Medvode – tuji gostje.....	65
Tabela 40: Pregled rezultatov za neničelne časovne vrste	66
Tabela 41: Občina Komenda – domači gostje.....	67
Tabela 42: Občina Komenda – tuji gostje	67
Tabela 43: Občina Logatec – tuji gostje.....	67
Tabela 44: Občina Lovrenc na Pohorju.....	68
Tabela 45: Občina Miren-Kostanjevica.....	68
Tabela 46: Občina Miren-Kostanjevica – tuji gostje.....	68
Tabela 47: Pregled rezultatov za časovne vrste z ničlami	69

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz nočitev domačih gostov (Komen).....	29
Slika 2: Koeficienti avtokorelacije za nočitve v občini Komen	30
Slika 3: Nočitve domačih gostov (Maribor).....	31
Slika 4: Koeficienti avtokorelacije za nočitve v občini Maribor.....	31
Slika 5: Nočitve tujih gostov (Medvode)	32
Slika 6: Koeficienti avtokorelacije za nočitve v občini Medvode.....	33
Slika 7: Prikaz nočitev tujih gostov (Komenda – tuji)	33
Slika 8: Prikaz nočitev tujih gostov (Logatec)	34
Slika 9: Prikaz nočitev tujih gostov (Lovrenc na Pohorju)	35
Slika 10: Prikaz opazovanih in napovedanih vrednosti po aditivni in izboljšani aditivni metodi (Komen)	39
Slika 11: Prikaz opazovanih in napovedanih vrednosti po aditivni in izboljšani aditivni metodi (Maribor).....	43
Slika 12: Prikaz opazovanih in napovedanih vrednosti po aditivni in izboljšani aditivni metodi (Medvode).....	46
Slika 13: Prikaz opazovanih in napovedanih vrednosti po aditivni in izboljšani aditivni metodi (Komenda).....	49
Slika 14: Prikaz opazovanih in napovedanih vrednosti po aditivni in izboljšani aditivni metodi (Logatec)	52
Slika 15: Prikaz opazovanih in napovedanih vrednosti po aditivni in izboljšani aditivni metodi (Lovrenc na Pohorju)	55
Slika 16: Prikaz opazovanih in napovedanih vrednosti po izboljšani aditivni in multiplikativni metodi (Komen).....	57
Slika 17: Prikaz opazovanih in napovedanih vrednosti po izboljšani aditivni in multiplikativni metodi (Maribor)	59

Slika 18: Prikaz opazovanih in napovedanih vrednosti po izboljšani aditivni in
multiplikativni metodi (Medvode) 61

UVOD

»Napovedovati je zelo težko, še posebej prihodnost.«

Niels Bohr

Z dvigom potrošništva v zadnjih 20-ih letih se je napovedovanje v podjetjih močno povečalo. Planiranje je postalo kompleksnejše, saj na trgu najdemo nešteto prodajnih izdelkov, veliko držav, v katerih se ti prodajajo, ter različne kanale, preko katerih jih lahko kupimo, pri čemer nam je v veliko pomoč tehnologija. Podjetja se tako danes poslužujejo analitičnega napovedovanja, da bi odkrila vzorce obnašanja potrošnikov, merila učinkovitost marketinških investicijskih strategij ter optimizirala finančne kazalnike. Z uporabo naprednih analitičnih metod lahko podjetja zaznavajo povpraševanje z razkrivanjem vzorcev obnašanja potrošnikov.

Napovedovanje je torej pomembno, ker je prihodnost negotova in ker današnje odločitve vplivajo na jutri (Holden, Peel & Thompson, 1991, str. 3). Kot posledica tega točne napovedi izboljšajo učinkovitost pri procesu odločanja. Primer najpogosteje uporabljene napovedi so napovedi vremena. Te so zanimive splošni javnosti, kmetom in popotnikom. Naj navedem še nekaj primerov: podjetje gradi novo tovarno zaradi pričakovanega bodočega povpraševanja po svojih produktih; zaposleni se odločijo, da bodo del dohodka prihranili, da si bodo lahko plačali počitnice ali varčevali za pokojnine; bankir kupi tujo valuto na deviznem trgu, da zmanjša tveganje zaradi gibanja deviznega tečaja. Vse te aktivnosti zahtevajo načrt ali napovedovanje bodočega obnašanja ključnih okoljskih spremenljivk, tako da je mogoče predvideti, kaj se bo zgodilo, če se danes ne zgodi nič, in kaj se bo verjetno zgodilo, če danes sprejmemo določene odločitve.

Menedžerji v podjetjih uporabljajo napovedi pri vsakodnevnem planiranju in kontroli dejavnosti podjetja. Uspeh posla je odvisen od zmožnosti menedžmenta, da predvidi prihodnost in se nanjo pripravi. Zanesljive napovedi omogočajo pametne odločitve, predvsem finančno planiranje podjetja, investicije v nepremičnine in opremo, časovno usklajen nakup materialov, zahteve po človeških virih, določanje ciljev prodaje in odločanje o stroških oglaševanja. Na vsa podjetja vplivajo tri področja aktivnosti: makroekonomija, industrija in podjetje samo. Običajno je le zadnje področje tisto, na katero ima podjetje vpliv.

Napovedovanje spada med operacijske raziskave, kamor prištevamo tudi teorijo iger, matematično optimizacijo,...

Uvodu v magistrskem delu sledi opis tehnik napovedovanja v prvem poglavju. Najobičajnejša razdelitev metod je na kvantitativne in kvalitativne metode. Katero tehniko bomo uporabili, je odvisno predvsem od razpoložljivosti podatkov ter zahtevanih napovedi. V podpoglavjih, ki sledijo, sem najprej opisala korake napovedovanja. Prvo

poglavje sem sklenila s pregledom mer točnosti napovedovanja: standardnih statističnih mer, meritev izven vzorca in Theilove U-statistike.

V drugem poglavju sem opisala nekatere osnovne metode napovedovanja: kot prvo metodo naivnega napovedovanja in metodo dekompozicije, sledijo metode povprečenja (enostavno povprečje, metodo drsečih sredin in metodo tehtanih drsečih sredin). V ločenem podpoglavju sem predstavila metode enostavnega eksponentnega glajenja. Metode eksponentnega glajenja se vedno bolj uporabljajo, saj lahko z njimi napovedujemo veliko število proizvodov ali polproizvodov, obenem pa so razmeroma enostavne. Poleg tega so hitre in poceni ter ne zahtevajo posebnih programskih paketov. Metode, ki sem jih natančneje opisala, so: metoda enostavnega eksponentnega glajenja, Holtova linearna metoda in Holt-Wintersova aditivna in multiplikativna metoda trenda in sezonskosti. V zadnjem podpoglavju sem na kratko omenila tudi prednosti in slabosti metod glajenja.

V tretjem delu sem predstavila izboljšano Holt-Wintersovo aditivno metodo napovedovanja ter jo tudi matematično izpeljala.

V zadnjem, četrtem poglavju sem izvedla izračune na neničelnih časovnih vrstah in časovnih vrstah z ničlami po aditivni, izboljšani aditivni in multiplikativni Holt-Wintersovi metodi trenda in sezonskosti. Ker morajo časovne vrste izkazovati trend in sezonskost, sem za omenjene izračune izbrala podatke nočitev domačih in tujih gostov v nekaterih slovenskih občinah.

Cilj mojega magistrskega dela je poiskati izboljšavo aditivne metode, torej, če je le mogoče, poiskati metodo, ki bo dala vsaj tako dobre napovedi kot multiplikativna metoda, hkrati pa bo uporabna tudi na časovnih vrstah z ničlami. Na konkretnih primerih sem nato pokazala, da nova, izboljšana aditivna metoda ne »dosega« zgozlj rezultatov multiplikativne metode, temveč v smislu merjenja napak napovedovanja daje celo boljše rezultate.

1 NAPOVEDOVANJE POVPRASEVANJA

Napovedovanje povpraševanja v zadnjih desetletjih dobiva vedno večji pomen. K temu so pripomogli pomemben napredek na področju novih teoretičnih dognanj, razvoj informacijske tehnologije in bogate izkušnje, pridobljene skozi dejansko uporabo teh metod. Tako se napovedovanje uporablja na mnogo področjih. Naj jih navedem le nekaj: vreme, tehnologija, proizvodnja, telekomunikacije, še posebej pa je napovedovanje postalo pomembno na področju ekonomije, kjer se ga uporablja pri izračunih BDP-ja (bruto domači proizvod), inflacije, nezaposlenosti, povpraševanja ipd.

Napovedovanje je predvidevanje, projiciranje ali ocena prihodnjih dogodkov ali pogojev, ki niso pod neposrednim nadzorom podjetja, so pa osnova za menedžersko odločanje (Golden, Milewicz & Herbig, 1994, str. 33). V najširšem smislu ga lahko definiramo kot projekcijo sedanjih izkušenj v prihodnost. Vendar je pri napovedovanju potrebno

upoštevati dve stvari. Četudi gre za dobro napoved, ta ne more biti vedno uporabna (na primer napoved potovanja na Luno v 19. stoletju), poleg tega pa je potrebno razlikovati med zunanjimi dogodki, nad katerimi nimamo nadzora (kot so narodno gospodarstvo, vlada, potrošniki, konkurenca), ter notranjimi dogodki v podjetju, ki jih lahko nadziramo (na primer marketing, proizvodnja) (Makridakis, Wheelwright & Hyndman, 1998, str. 3).

Pomembno je ločevati med planiranjem in napovedovanjem: napovedovanje se v splošnem uporablja za predvidevanje ali opis bodočih dogodkov pri znanih okoliščinah ali predpostavkah (na primer povpraševanje, raven zaposlenosti); planiranje pa vključuje napovedi, ki naj bi pripomogle pri sprejemanju pravih odločitev v podjetju (Waddell & Sohal, 1994, str. 41). Napoved torej opisuje, kaj se bo zgodilo, pri planiranju pa zdajšnje odločitve vplivajo na končni rezultat. Če na primer napoved pokaže padec povpraševanja v naslednjem letu, bi moral menedžment poskusiti preprečiti ali kompenzirati napovedan padec povpraševanja. Pri napovedovanju ločimo tehnike naivnega napovedovanja (za nespremenljive časovne vrste je napoved za katerokoli periodo enaka predhodni vrednosti periode), kvantitativnega napovedovanja (ocena bodočega povpraševanja kot funkcija preteklih podatkov; običajno se uporablja za kratko- in srednjeročne odločitve) in kvalitativnega napovedovanja (sloni na presoji in oceni potrošnikov in strokovnjakov, torej na subjektivnih mnenjih posameznikov; metoda je primerna, ko nimamo na voljo numeričnih podatkov, ter se uporablja za srednje- in dolgoročne odločitve) (Rusjan, 2006, str. 58–60).

Prav tako je pomembna razlika med predvidljivim in nepredvidljivim povpraševanjem. Predvidljivo (deterministično) povpraševanje je znano vnaprej in zahteva planiranje, napovedovanja pa ne. Nasprotno nepredvidljivo (stohastično ali verjetnostno) povpraševanje ni znano in zahteva napovedovanje bodočega povpraševanja (Mc Guire, 2011, str. 568).

Napovedovanje je vedno pomembnejši del menedžerskega odločanja. Pri tem morajo menedžerji postaviti cilje, poskusiti predvideti okoljske faktorje ter izbrati postopke za doseganje ciljev. Potreba po napovedovanju postaja vedno bolj nujna. Področja v podjetjih, kjer ima napovedovanje veliko vlogo, so (Makridakis et al., 1998, str. 5):

1. Razporejanje časa: učinkovita uporaba virov zahteva načrtovanje proizvodnje, transporta, denarnih sredstev, osebja. Napovedovanje stopnje povpraševanja po proizvodih, materialu, delu, financiranju ali storitvah so ključni *input* za tako razporejanje.
2. Pridobitev virov: rok za dobavo surovin, najem osebja ali nakup strojev in opreme lahko variira od nekaj dni do nekaj let. Napovedovanje se v tem primeru uporablja za določanje bodočih zahtev po virih.

3. Določanje zahtev po virih: vsa podjetja se morajo odločiti, katere vire želijo dolgoročno uporabljati. Take odločitve so odvisne od tržnih možnosti, okoljskih faktorjev ter notranjega razvoja finančnih, človeških, proizvodnih ter tehnoloških virov. Te odločitve zahtevajo dobre napovedi in menedžerje, ki bodo interpretirali napovedi in tako sprejeli primerne odločitve.

1.1 Pregled tehnik napovedovanja

Enotne klasifikacije metod napovedovanja ni. Najpogostejša je razdelitev na kvantitativne (ali statistične) in kvalitativne metode.

1.1.1 Kvantitativno napovedovanje

Kvantitativne metode slonijo na napovedovanju povpraševanja z ekstrapolacijo podatkov iz preteklosti. Osnovane so torej na predpostavki, da se bodo vzorci iz preteklosti ali odnosi med opazovanji iz preteklosti nadaljevali v prihodnje ali vsaj v prvem prihodnjem napovedovanem obdobju.

Kvantitativno napovedovanje lahko uporabimo, ko so izpolnjeni trije pogoji (Makridakis et al., 1998, str. 9):

1. Na voljo so informacije iz preteklosti.
2. Te informacije se lahko kvantificira v obliki numeričnih podatkov.
3. Lahko se predpostavi, da se bodo nekateri pretekli pojavi nadaljevali v bodoče (predpostavka o kontinuiteti).

Glede na število spremenljivk lahko kvantitativne metode napovedovanja razdelimo v dve skupini (Chatfield, 2000, Moosa, 2000):

1. Univariatne metode: napovedi so odvisne le od sedanjih in preteklih vrednosti ene napovedovane vrste, ki najverjetneje narašča s funkcijo časa, kot je na primer linearni trend. Napovedovanje sloni na vzorcu opazovanj časovne vrste, pri čemer učinkov drugih spremenljivk ne upoštevamo. Metode univariatnih časovnih vrst so:
 - Metode dekompozicije (aditivna metoda, multiplikativna metoda).
 - Metode glajenja (naivna metoda napovedovanja, metode povprečenja in metode eksponentnega glajenja).

Natančnejši opis nekaterih zgoraj omenjenih metod sledi v Poglavju 2.

2. Z multivariatnimi metodami določamo in modeliramo linearne ali nelinearne odnose med eno ali več odvisnimi spremenljivkami (tudi pojasnjevalna, eksogena

spremenljivka ali prediktor) in odvisno spremenljivko (napovedovano spremenljivko ali predikandom). Odvisno spremenljivko lahko zapišemo kot matematično funkcijo neodvisne spremenljivke ali spremenljivk. Multivariatne metode so:

- Metoda enostavne linearne regresije: vključuje eno neodvisno spremenljivko (prediktor) in eno odvisno spremenljivko (predikand). Cilj regresijske analize je predvidevati oziroma napovedati vrednosti odvisne spremenljivke pri danih vrednostih neodvisne spremenljivke ob predpostavki, da sta spremenljivki med seboj linearno odvisni.
 - Metoda multiple linearne regresije: vključuje dve ali več neodvisnih spremenljivk in eno odvisno spremenljivko. Pri multipli regresiji lahko ugotovimo, kako so neodvisne spremenljivke med sabo povezane, kako močan je odnos med posamezno neodvisno in odvisno spremenljivko, določimo pa lahko tudi relativno jakost posamezne neodvisne spremenljivke in ali neodvisne spremenljivke vplivajo ena na drugo.
3. Ocene verjetnosti: podatke iz preteklosti razvrstimo v skupine z enakimi intervali za izračun relativne pogostnosti razdelitev, ki se nato uporabi kot verjetnostna porazdelitev za napoved (pod določenimi pogoji) (Mc Guire, 2011, str. 602–603). Če imamo na voljo samo en niz podatkov, ta predstavlja populacijo. Upoštevamo predpostavko o kontinuiteti: porazdelitev preteklih podatkov povpraševanja je podobna bodoči verjetnostni porazdelitvi.

V literaturi pa zasledimo tudi naslednjo razdelitev kvantitativnih metod (Ghiani, Laporte & Musmanno, 2006, str. 29):

1. Običajne metode slonijo na predpostavki, da je bodoče povpraševanje odvisno od preteklih ali sedanjih vrednosti nekaterih spremenljivk. Sem prištevamo: regresijo, ekonometrične modele, *input-output* modele, analize življenjskega cikla, simulacijske modele in nevronske mreže. Večina metod je težko izvedljivih, zato se v praksi najpogosteje uporablja le regresija.
2. Metode ekstrapolacije časovnih vrst: pri ekstrapolaciji predpostavimo, da bodo nekatere lastnosti povpraševanja iz preteklosti ostale enake. Vzorec povpraševanja nato projiciramo v prihodnost. Sem prištevamo: metode povprečenja, metode eksponentnega glajenja, metode dekompozicije in Box-Jenkinsonovo metodo.

1.1.2 Kvalitativno napovedovanje

Druga skupina metod so kvalitativne metode. Uporabljamo jih, če na voljo nimamo dovolj podatkov iz preteklosti ali numeričnih podatkov. Običajno so primerne za napovedovanje dolgoročnih sprememb v tehnologiji in okolju na splošno. Pri teh metodah se prav tako

analizira historične podatke in upošteva trend, historične vzorce in odnose, vendar z uporabo znanja in intuicije, ne pa matematične analize. Kvalitativne metode so:

1. Ekspertna mnenja (osebni vpogled, panelni konsenz): spadajo med ene najstarejših metod napovedovanja, ki se verjetno tudi najbolj uporabljajo v podjetjih (Havalдар & Cavale, 2006, str. 3.13). Potekajo tako, da se pridobi mnenje vodstvenih kadrov glede prodaje: vzame se povprečje vseh posameznih mnenj ali pa se ustvari mnenje preko diskusije vodstvenih kadrov. Prednosti metode so: napoved se izvede hitro, enostavno in poceni. Slabosti pa so: pristop ni znanstven, je pristranski, dobljenih napovedi pa se ne da uporabiti v posameznih podenotah podjetja.
2. Raziskovalne metode:
 - Metoda Delphi: metoda je precej podobna ekspertnemu mnenju, le da se pri tej metodi poleg internih mnenj pridobi mnenja tudi izven podjetja. Vsa mnenja so anonimna. Koordinator jih nato predstavi v obliki poročila in ga posreduje vsem, ki so mnenja že podali. Postopek se nadaljuje, dokler ni dosežena enotna napoved. Prednosti metode so objektivne napovedi, njihova uporabnost, predvsem v primeru novega proizvoda ali industrijske prodaje, ter možnost uporabe metode za kratko- in dolgoročno napovedovanje. Vendar ima tudi ta metoda svoje slabosti: težko je pridobiti strokovnjake za podajanje mnenj, potrebno je veliko časa, da se doseže konsenz, razčlemba napovedi za posamezne proizvode pa ni mogoča.
 - Analiza scenarija: gre za analiziranje verjetnih dogodkov v prihodnosti z upoštevanjem alternativnih verjetnih izidov: začnemo z osnovnim scenarijem, za katerega uporabimo najbolj verjetne vrednosti, nato od pristojnih pridobimo mnenja za najslabši (najnižja prodaja, najvišji stroški ..) in najboljši scenarij (vrednosti spremenljivk razumemo kot najboljše še sprejemljive napovedi) (Brigham & Houston, 2008, str. 378). Seveda lahko uporabimo tudi več scenarijev, vendar so navedni trije najbolj pogosti za ocenjevanje tveganosti določenega projekta.
3. Analogija življenjskega cikla: potrebne parametre lahko ocenimo iz življenjskega cikla podatkov o povpraševanju za proizvode s podobnimi lastnostmi.

Mogoča je tudi delitev na avtomatične in neavtomatične metode napovedovanja. Neavtomatične metode napovedovanja zahtevajo posredovanje uporabnika, avtomatične metode pa ne. Holt-Wintersova metoda se v splošnem šteje k avtomatičnim metodam, čeprav lahko ob njenem izvajanju uporabnik po potrebi posreduje (Office for national statistics, 2008).

1.2 Osnovni koraki pri napovedovanju

Osnovni koraki napovedovanja so (Winston in Albright, 2001, str. 8–14):

1. **Definicija problema:** definicija problema zahteva razumevanje, kako se bo napoved uporabila, kdo zahteva napoved ter kako metoda napovedovanja ustreza posameznemu podjetju. Če problem ni definiran pravilno ali pa je definiran preozko, se lahko zgodi, da prave rešitve ne najdemo.
2. **Zbiranje podatkov,** s katerimi ocenimo vrednost parametrov, ki vplivajo na izbrani problem. Te ocene se uporabi pri razvoju matematičnega modela (3. korak) in predvidi rešitve (4. korak). Običajno je ta korak najobsežnejši, saj so podatki lahko razpršeni po podjetju in niso v primerni obliki.
3. **Zasnova modela:** po natančnem definiranju problema in zbranih primernih podatkih izberemo primeren analitični model. Vsak model je umetni konstrukt, ki sloni na nizu predpostavk ter vključuje enega ali več parametrov, ki se morajo prilagajati znanim podatkom. Če primernega analitičnega modela ne moremo sestaviti, uporabimo simulacijski model, ki aproksimira obnašanje dejanskega sistema. Za dober model mora natančno predstavljati dejanski problem podjetja. Poleg tega je zaželeno, da je model kar najbolj enostaven. To pomeni, da predstavlja približek realnega sveta in ne posnemanja do najmanjšega detajla.
4. **Preskušanje modela,** s katerim se poskuša ugotoviti, ali je model točen prikaz realnosti. To lahko preverimo na več načinov:
 - Rezultate napovedovanja tekočih podatkov primerjamo z dejanskimi vrednostmi.
 - Podatke vstavimo v model ter ocenimo dobljene rezultate. Običajno pri tem upoštevamo skrajne vrednosti podatkov, da vidimo, kako se model obnaša.Če ugotovimo, da rezultati odstopajo od pričakovanih, sta razloga za to dva: slabo zastavljen model (v tem primeru modificiramo model) ali slabe predpostavke.
5. **Optimizacija in sprejemanje odločitev.**
6. **Predstavitev modela menedžmentu.** Predstavitev modela mora biti uporabniku prijazna. Včasih se zgodi, da je modelov več. V tem primeru se podjetje odloči, kateri model je najprimernejši.
7. **Uporaba modela.** V tej fazi se lahko ugotovi, da določeni ključni vidiki v modelu niso zajeti, zato se spremeni definicija problema ali pa se sestavi nov model.

Naloga napovedovanja se ne sklene s samim izračunom modela, ampak šele, ko imamo na voljo podatke za napovedovano periodo, ki jih primerjamo z napovedovanim modelom.

1.3 Merjenje točnosti napovedi

S točnostjo napovedi mislim predvsem primernost ujemanja (angl. *goodness of fit*), kako dobro se torej model napovedovanja ujema z dejanskimi podatki.

Na točnost posameznih metod napovedovanja vpliva več faktorjev (Makridakis et al., 1998, str. 538–539):

1. **Merjenje napačnih stvari.** Pri napovedovanju pogosto želimo oceniti povpraševanje, vendar so tovrstni podatki redko, če sploh kdaj, na voljo. Namesto merjenja povpraševanja merimo na primer naročila, proizvodnjo, pošiljke, plačila. S temi »nadomestnimi« meritevami pa vključimo tudi sistematično napako pri realnem povpraševanju ter tako zmanjšamo točnost napovedovanja.
2. **Merjenje napak.** Ne glede na to, kaj želimo meriti, vedno pride do napak pri meritvah (pisarniških in procesnih napak). Njihova velikost je lahko precejšnja in sistematična. To še posebej velja za neagregirane predmete. Čeprav se napaka merjenja giblje v območju 10–15 % (kar je minimum pri visoko agregiranih makroekonomskih spremenljivkah), je nesmiselno iskati boljši model, saj bi se v tem primeru točnost izboljšala za 5–10 %.
3. **Nestabilni ali spreminjajoči se vzorci ali odnosi.** Pri statističnih modelih predpostavljamo, da so vzorci in odnosi med spremenljivkami konstantni, dejansko pa je le redko tako: posebni dogodki, vzorci, cikli prinašajo spremembe, s čimer se v napovedovanje vključi tudi naključna napaka.
4. **Modeli, ki minimalizirajo pretekle napake.** Pri metodah napovedovanja, ki jih imamo na razpolago, izberemo model tako, da se minimalizirajo napake v modelu napovedovanja za en korak vnaprej. Ker pa velikokrat potrebujemo napovedi za več kot eno periodo vnaprej, taki modeli niso najbolj primerni.

1.3.1 Standardne statistične mere

Če je Y_t opazovana vrednost v času t in F_t napoved za enako obdobje, potem je napaka definirana kot:

$$E_t = Y_t - F_t \quad (1)$$

Običajno F_t izračunamo z uporabo podatkov Y_t, \dots, Y_{t-1} . Gre za napovedovanje ene periode vnaprej z uporabljenim zadnjim opazovanjem v izračunu. Če imamo opazovanja in napovedi za n period, dobimo n členov napak. Standardne statistične mere so v tem primeru tako:

1. Povprečna napaka (angl. *mean error* – *ME*)

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n E_t \quad (2)$$

2. Povprečna absolutna napaka (angl. *mean absolute error* – *MAE*)

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |E_t| \quad (3)$$

3. Povprečna kvadratna napaka (angl. *mean square error* – *MSE*)

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n E_t^2 \quad (4)$$

Z enačbo (1) izračunamo napako za posamezno periodo.

Če uporabimo enačbo (2), dobimo povprečno napako. Ta bo verjetno majhna, saj se negativne in pozitivne napake izničijo, zato enačba (2) ni primerna za izračunavanje napak.

Z uporabo enačbe (3) dobimo absolutne vrednosti napak, ki jih prav tako povprečimo.

Najprimernejša in najpogosteje uporabljena je enačba (4) oziroma povprečna kvadratna napaka, saj v tem primeru napake kvadriramo in nato povprečimo.

Prav tako je pomembno, v kakšni obliki imamo podatke. Če primerjamo mesečne, četrtletne in letne podatke, moramo za neposredno primerjavo uporabiti odstotno ali relativno napako (angl. *percentage error* – *PE*), ki je definirana kot:

$$PE_t = \frac{Y_t - F_t}{Y_t} \times 100 \quad (5)$$

Pogosto se uporabljata naslednji dve meri:

1. Povprečna odstotna napaka (angl. *mean percentage error* – *MPE*):

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n PE_t \quad (6)$$

2. Povprečna absolutna odstotna napaka (angl. *mean absolute percentage error* – *MAPE*):

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |PE_t| \quad (7)$$

Enačba (5) se lahko uporabi za izračun napake za katerokoli napoved. Podobno kot pri povprečni napaki so rezultati izračuna vprašljivi, saj se negativne in pozitivne napake izničijo, vendar pa je verjetno *MAPE* precej bolj uporabna mera kot *MSE*. Rezultat, ko je *MAPE* na primer 7 %, nam verjetno pove veliko več kot na primer podatek, da je *MSE* 362.

1.3.2 Meritve točnosti izven vzorca in inicializacija

Ena od značilnosti metod eksponentnega glajenja je izbor inicializacijskih vrednosti, ki posodobijo povprečno vrednost, trend in sezonske indekse. Če časovna vrsta obsega veliko preteklih period, se opazovanja prvega cikla uporabi za inicializacijske ocene parametrov. Detajlni opisi inicializacije so navedeni pri posameznih metodah eksponentnega glajenja.

Podatke v vrsti torej razdelimo na »inicializacijski« in »testni« niz.

Inicializacijski niz se uporabi za oceno parametrov in za inicializacijo metode. Napovedi se izvede v testnem nizu. Točnost meritev se izračuna le za napake v testnem nizu.

V svoji nalogi sem uporabila tovrstno razdelitev: prvo leto oziroma prva štiri četrtletja sem uporabila za inicializacijo metode, ostalih devet let (četrtletja od 5–40) pa sem uporabila kot testne podatke.

1.3.3 Theilova U-statistika ali Theilov koeficient neenakosti

Theilova U-statistika je definirana kot (Pindyck & Rubinfeld, 1998, str. 210–212):

$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (F_t - Y_t)^2}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n F_t^2 + \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n Y_t^2}} \quad (8)$$

Če je $U = 1$, je model slab in ga je potrebno popraviti. Kot napoved lahko v tem primeru vzamemo kar zadnjo opazovano vrednost.

Če je $U = 0$, se model popolnoma prilega danim podatkom.

Manjša ko je vrednost U-statistike, bolj je torej model primeren.

2 PREGLED NEKATERIH OSNOVNIH METOD GLAJENJA PRI NAPOVEDOVANJU

Najprej je treba pojasniti razliko med modelom in metodo napovedovanja (Hyndman, Koehler, Ord & Snyder, 2008, str. 4):

Metoda je algoritem, ki omogoča izračun ene vrednosti, in sicer napovedi za naslednjo periodo.

Model omogoča stohastično obdelavo podatkov, s katerimi lahko dobimo celotno verjetnostno porazdelitev za naslednjo periodo. Prav tako lahko z modelom izračunamo napovedovani interval z določeno stopnjo zaupanja.

Glajenje spada med statistične tehnike, s katerimi iz časovne vrste odpravimo kratkoročne nepravilnosti, da bi dobili boljšo napoved.

Metode glajenja so (Black, 2009, str. 294):

1. metoda naivnega napovedovanja,
2. metode povprečenja (enostavno povprečje, metoda drsečih sredin, metoda tehtanih drsečih sredin) in
3. metode eksponentnega glajenja (metoda enostavnega eksponentnega glajenja, Holtova linearna metoda, Holt-Wintersova metoda trenda in sezonskosti).

Izbira metode je odvisna od več faktorjev (Makridakis et al., 1998, str. 515–521):

1. Ali hočejo uporabniki enostavno napoved ali poleg tega želijo tudi razumeti smer prihodnjih dogodkov in vplivati nanjo.
2. Značilnosti same časovne vrste: ali izkazujejo trend ali sezonskost, ali trend in sezonskost...
3. Časovnega razpona napovedovanja: nekatere metode so natančnejše pri kratkoročnih, druge pri dolgoročnih napovedih. Za kratkoročne napovedi (Mentzer & Cox, 1984, str. 31) so se izkazale boljše metode eksponentnega glajenja, drsečih sredin in analiza trenda. Regresija se je izkazala kot dobra metoda za kratko-, srednje- in dolgoročne napovedi. V splošnem ločimo kratkoročne napovedi (za obdobje, krajše od pol leta), srednjeročne napovedi (od pol leta do dveh let) in dolgoročne napovedi (za obdobja, daljša od dveh let).
4. Tipa podatkov (mesečni, četrtni, letni).
5. Števila zahtevanih napovedi.

V podpoglavjih od 2.1 do 2.3 so formule povzete po Makridakis et al. (1998).

2.1 Metoda naivnega napovedovanja

Naivno napovedovanje sloni izključno na historičnem opazovanju podatkov. Tako je prodaja v tekoči periodi enaka napovedovani prodaji v prihodnjem obdobju.

$$F_{t+1} = Y_t, \quad (9)$$

kjer je:

F_{t+1} – napoved za naslednjo periodo

Y_t – opazovana vrednost v obdobju t

Metoda naivnega napovedovanja se uporablja v primeru stabilnih vrst (nihanja okoli povprečja), pri sezonskih nihanjih ali pri trendu. Čeprav se zdi ta pristop preveč enostaven, so njegove prednosti: nizki stroški, je hiter in enostaven za napovedovanje (analize podatkov ni) ter enostaven za razumevanje. Res pa je, da so napovedi po tej metodi vprašljive, saj ne zagotavlja točnih napovedi (Stevenson, 2012, str. 82–83).

2.2 Metode dekompozicije

Z metodo dekompozicije poskušamo prepoznati, izločiti in kvantificirati ločene komponente (imenovane tudi podvrste) v časovni vrsti. Individualne komponente, kot so trendi, periode, cikli in slučajnost se lahko uporabi za ekstrapolacijo in napovedovanje bodočega povpraševanja. Dekompozicija časovne vrste nam lahko pomaga pri razumevanju časovne vrste in njenih vzorcev (Cleverly, 1989, str. 580–581).

Posamezno izolirano komponento se v napovedi projicira ločeno. Napovedi za posamezne komponente se prišteje napovedanim vrednostim celotne časovne vrste.

Prednost metode je, da je zanesljiva, slabosti pa sta, da vključuje zahtevne in kompleksne statistične metode, s katerimi se podatke o povpraševanju razčleni na posamezne komponente, ter da metoda zahteva veliko historičnih podatkov.

2.3 Metode povprečenja

Glajenje časovnih vrst lahko izvedemo z različnimi metodami povprečenja, ki jih v splošnem razdelimo na dve skupini (Yaffe & McGee, 2000, str. 18–23):

- metode drsečih sredin (enostavno povprečje, metoda drsečih sredin) in
- metode tehtanih drsečih sredin (metoda tehtanih drsečih sredin, eksponentno glajenje).

V historičnih podatkih so običajno prisotna slučajna nihanja ali beli šum, ki običajno prikrije sistematično gibanje podatkov. Metode povprečenja gladijo nihanja časovnih vrst. Najbolj zaželeno je, da se ta slučajna nihanja, ki so odvisna od mnogo faktorjev, popolnoma eliminira ter se ohrani le »prava« nihanja. Vendar je v praksi to nemogoče.

Z metodami povprečenja dobimo napovedi, ki odražajo novejši vrednosti časovne vrste, tj. povprečne vrednosti v nekaj zadnjih periodah. Metode so se izkazale kot najprimernejše, ko časovne vrste variirajo okoli povprečja.

2.3.1 Enostavno povprečje

Pri tej metodi vzamemo povprečje vseh opazovanih podatkov, ki jih imamo na voljo, ter jih delimo s številom vseh opazovanih period:

$$F_{t+1} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t Y_i \quad (10)$$

Enostavno povprečje lahko hitro izračunamo, vendar metodo lahko uporabimo le pri časovnih vrstah, ki ne kažejo trenda in sezonskosti; torej za stacionarne časovne vrste.

2.3.2 Metoda drsečih sredin

Odzivnost napovedi se lahko poveča tako, da se starejše vrednosti časovnih vrst izključi ter se računa le povprečje določenega in nespremenljivega števila najnovejših časovnih vrst. Vsaka nova napoved vključuje najnovejšo vrednost opazovane časovne vrste, najstarejšo vrednost pa se iz računa izključi. Napoved drseče sredine reda k je dana z naslednjo enačbo:

$$F_{t+1} = \frac{1}{k} \sum_{i=t-k+1}^t Y_i \quad (11)$$

Tudi metode drsečih sredin ne moremo uporabljati pri časovnih vrstah, ki izkazujejo trend, periodičnost ali cikličnost, saj se na spremembe ne odziva dovolj hitro. Prednost te metode je enostaven izračun in enostavno razumevanje (Wisner, Tan & Leong, 2009, str. 145).

2.3.3 Metoda tehtanih drsečih sredin

Pri metodi tehtanih drsečih sredin pripišemo različne uteži vrednostim posamezne serije. Tako imajo novejši časovne vrste višjo utež kot starejše. Pri tej metodi predpostavljamo, da vrednosti novejših časovnih vrst dajo boljše napovedi kot starejše časovne periode.

$$F_{t+1} = a_1 Y_1 + a_2 Y_2 + a_3 Y_3 + \dots + a_k Y_{t-k+1}, \quad (12)$$

kjer je a_k – utež ali ponder.

Opazovanim vrednostim se pripišejo deleži uteži, ki imajo vrednosti med 0 in 1, vsota uteži pa mora biti enaka 1. Na kakšen način se pripisujejo deleži, enotno oziroma empirično ni mogoče zapisati.

Prednost te metode je, da se vrednosti starejših period ne zanemari, ampak se jih pri napovedi manj upošteva zaradi nižjih vrednosti uteži. Slabost metode tehtanih drsečih sredin je izbira uteži, saj moramo v večini primerov uporabiti metodo poskusa in napake, da najdemo primerno porazdelitev uteži.

2.4 Metode eksponentnega glajenja

Eksponentno glajenje je prvi razvil Robert G. Brown v začetku 50-ih let prejšnjega stoletja. Kasneje ga je razširil ter ga razvil v metodo, kjer sta se upoštevala trend in sezonskost. Istočasno je Charles C. Holt neodvisno od Browna razvil podobno metodo za eksponentno glajenje trenda (Holtova linearna metoda). Winters je leta 1960 razširil Holtovo metodo še s tretjim parametrom glajenja, to je s parametrom za glajenje sezonskosti (v strokovni literaturi se mnenja glede avtorstva slednje metode razlikujejo: nekateri viri navajajo kot avtorja Holta – Winters naj bi metodo le dokazal z empiričnimi podatki; drugi viri pa navajajo, da je avtor metode Winters). Kasneje je ta metoda postala znana kot Holt-Wintersova metoda eksponentnega glajenja (Gardner, 2006). Vsem trem metodam je skupno, da (Billah, King, Snyder & Koehler, 2006, str. 243):

1. je časovna vrsta sestavljena iz neopazovanih komponent, kot so povprečna vrednost spremenljivke, rast in sezonski učinki, in
2. se morajo navedene komponente sčasoma prilagoditi, ko te vrste izkazujejo učinke strukturnih sprememb.

Eksponentno glajenje se v svetu vedno bolj uporablja, saj gre za enostavno, hitro in poceni metodo za kratkoročno napovedovanje, ki je še posebej primerna za proizvodno planiranje in nadzor zalog, kjer napovedi zahtevajo veliko število spremenljivk (točnost napovedovanja zalog je še posebej pomembna, saj presežne napovedi vodijo do prevelikih zalog, prenizke pa do pomanjkanja zalog) (Holt, 2004, str. 11). V svoji najenostavnejši obliki eksponentni sistem napove pričakovano povpraševanje v naslednjem obdobju s pomočjo tehtanega povprečja povpraševanja sedanjega obdobja, napovedi povpraševanja sedanjega obdobja pa napove s pomočjo predhodnega obdobja (Winters, 1960, str. 325).

Izbira metode eksponentnega glajenja je odvisna od vrste in lastnosti podatkov. Z metodo enostavnega eksponentnega glajenja dobimo dobre napovedi, ko so podatki mesečni in ko je iz njih izločen vpliv sezonskosti. Ko analiziramo letne podatke, sta bolj primerni Holtova linearna metoda ali Holt-Wintersova metoda trenda in sezonskosti. Slednja je najbolj primerna, ko podatki izkazujejo trend in sezonskost (Yaffe & Mc Gee, 2000, str. 44).

Problem, ki zadeva vse metode eksponentnega glajenja, je izbira parametrov glajenja in inicializacijskih vrednosti, s katero bi se napovedi bolj prilegale podatkom časovne vrste (Ferbar, 2010, str. 179). Običajno optimiziramo podatke tako, da minimaliziramo povprečno kvadratno napako (angl. *Mean square error – MSE*). Optimizacija je bila v preteklosti izvedena preko poskusa in napake. Z izbranim parametrom glajenja smo izračunali *MSE* za testni niz podatkov ter ga nato ponovno optimizirali z drugim parametrom glajenja. Danes za optimizacijo uporabljamo različna orodja, sama sem uporabila Reševalca (dodatek Microsoft Excela).

Seveda lahko pri optimizaciji uporabimo tudi druge mere, na primer povprečno absolutno odstotno napako (angl. *Mean Absolute Percentage Error – MAPE*).

2.4.1 Metoda enostavnega eksponentnega glajenja

Pri metodi enostavnega eksponentnega glajenja se upoštevajo vse vrednosti časovne vrste, ki jih imamo na voljo. Metoda sloni na predpostavki, da so novejšje vrednosti v časovni vrsti pomembnejše za napoved, zato jim pripišemo večjo utež. Pri napovedovanju uporabimo le en parameter glajenja, α , ki zavzame vrednost med 0 in 1. Napoved pretekle periode se prilagodi z uporabo napake napovedovanja. Napoved za naslednjo periodo je tako enaka:

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(Y_t - F_t), \quad (13)$$

kjer je:

F_t – napoved za tekočo periodo

F_{t+1} – napoved za naslednjo periodo

Y_t – opazovana vrednost

α – parameter glajenja, ki lahko zavzame vrednost z intervala [0,1]

Enačba (13) kaže, da je nova napoved enaka vsoti zadnje napovedi in tehtani napaki med točno vrednostjo in napovedjo v prejšnji periodi. Tako dobljene napovedi bodo kazale trend, če je ta prisoten, saj ta metoda napovedovanja prilagodi naslednjo napoved le za nekaj odstotkov najnovejše napake.

Enačbo (13) lahko preuredimo v izraz:

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) F_t \quad (14)$$

Napoved F_{t+1} je enaka tehtanemu povprečju zadnjega opazovanja Y_t in tehtani zadnji napovedi F_t , pri čemer je utež enaka $(1 - \alpha)$.

Enačba (14) je splošna oblika enačbe, ki se uporablja pri eksponentnem glajenju.

Posledica eksponentnega glajenja je jasnejša, če enačbo (14) razširimo tako, da zamenjamo F_t z njegovimi členi:

$$\begin{aligned} F_{t+1} &= \alpha Y_t + (1 - \alpha)[\alpha Y_{t-1} + (1 - \alpha)F_{t-1}] \\ &= \alpha Y_t + \alpha(1 - \alpha)Y_{t-1} + (1 - \alpha)^2 F_{t-1} \end{aligned} \quad (15)$$

Če nadaljujemo z zamenjavo členov F_i , $i = t - 1, t - 2, \dots, 1$, dobimo splošen zapis:

$$\begin{aligned} F_{t+1} &= \alpha Y_t + \alpha(1 - \alpha)Y_{t-1} + \alpha(1 - \alpha)^2 Y_{t-2} \\ &\quad + \alpha(1 - \alpha)^3 Y_{t-3} + \alpha(1 - \alpha)^4 Y_{t-4} + \dots \\ &\quad + \alpha(1 - \alpha)^{t-1} Y_1 + (1 - \alpha)^t F_1 \end{aligned} \quad (16)$$

Zaporedje členov $(1 - \alpha), (1 - \alpha)^2, (1 - \alpha)^3, \dots$ predstavlja geometrijsko zaporedje s količnikom $(1 - \alpha)$, ki zavzame vrednost z intervala $[0, 1]$.

Kot že rečeno, je vrednost parametrov glajenja med 0 in 1. Če je parameter glajenja α visok oziroma blizu 1, je glajenje napovedi zelo majhno (in obratno). To pomeni, da se napovedi hitro odzivajo na spremembe v časovni seriji. Druga interpretacija visokega parametra glajenja pa je, da ima napaka napovedovanja višjo utež, zato so potrebne velike prilagoditve. Kadar je $\alpha = 1$, je eksponentno glajenje enako, kot bi bilo, če bi za napoved vzeli kar zadnjo opazovano vrednost; gre torej za metodo naivnega napovedovanja (Makridakis et al, 1998, str. 152). Če pa je $\alpha = 0$, so vse napovedovane vrednosti enake začetni ali prvi napovedi (prvi opazovani vrednosti), zato vrednosti kasnejših period nimajo nobenega vpliva na katerokoli napoved.

Inicializacijo izvedemo tako, da za prvo napovedano vrednost F_1 vzamemo prvo opazovano vrednost Y_1 : $F_1 = Y_1$ ter nadaljujemo z izračunom po enačbi (16).

Prednosti enostavnega eksponentnega glajenja so: enostaven izračun, prilagajanje gibanjem podatkov, večja teža novejših podatkov.

Glavna slabost enostavnega eksponentnega glajenja je, da je osnovni vzorec v podatkih horizontalen – trenda ali sezonskosti torej ni. Na spremembe pri podatkih sicer reagira, vendar do tega pride z zamikom. Problematična je tudi izbira parametra glajenja α (Cleverly, 1989, str. 698–700).

2.4.2 Holtova linearna metoda

Holt je razširil metodo enostavnega eksponentnega glajenja, tako da je vpeljal še dodaten parameter glajenja za trend; tako govorimo o dvojnem ali linearnem eksponentnem glajenju. Linearno eksponentno glajenje je primerno za kratkoročne napovedi, kadar je

zelo verjetno prisoten trend. Metodo bi lahko opisali tudi takole: gre za oceno premice, ki se začne na koncu historičnih podatkov in te projicira v prihodnost. Enačbe, po katerih izračunavamo napovedi po tej metodi, so naslednje:

Enačba za povprečno vrednost spremenljivke:

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (17)$$

Enačba za trend oziroma ocena spremembe v časovni vrsti med dvema zaporednima periodama:

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (18)$$

Napoved pa je tako enaka:

$$F_{t+m} = L_t + b_t m \quad (19)$$

kjer je:

L_t – ocena vrednosti spremenljivke v času t

Y_t – opazovana vrednost

b_t – ocena trenda časovne vrste v času t

α, β – parametra glajenja $[0, 1]$

m – število napovedovanih period

L_t se v enačbi (17) neposredno prilagodi trendu pretekle periode b_{t-1} tako da se mu prišteje zadnjo glajeno vrednost L_{t-1} . Tako se odstrani zamik in L_t privede na približno stopnjo ali nivo vrednosti tekočih podatkov. Enačba (18) posodobi trend, ki je izražen kot razlika med zadnjima glajenima vrednostima. Če je v časovni vrsti prisoten trend, je to še posebej primerno, saj so nove vrednosti višje ali nižje od predhodnih. Ker je med podatki lahko prisotna tudi slučajnost, se trend zglati s parametrom glajenja β v zadnji periodi $L_t - L_{t-1}$ in prišteje predhodni oceni trenda ter pomnoži z $(1 - \beta)$. Zadnja enačba (19) pa se uporabi za napoved (Winston & Albright, 2001).

Če je parameter glajenja (α) za oceno vrednosti spremenljivke blizu vrednosti 0, so prilagoditve majhne. Parameter glajenja za trend (β) pa nadzoruje, kako hitro metoda reagira na spremembe trenda. Če je β majhna, metoda reagira počasi (in obratno, pri visokih vrednostih β so spremembe hitre).

Inicializacija zahteva dve oceni: potrebujemo vrednost za L_1 ter vrednost za b_1 . Vrednost L_1 lahko kar izenačimo z opazovano vrednostjo:

$$L_1 = Y_1 \quad (20)$$

Tako je ocena trenda za prvo periodo enaka:

$$b_1 = Y_2 - Y_1 \quad (21)$$

Druga možnost pa je, da uporabimo regresijo najmanjših kvadratov za prvih nekaj vrednosti vrste, da poiščemo L_1 in b_1 .

Uteži oziroma parametre glajenja najpogosteje izberemo tako, da ti minimalizirajo MSE .

2.4.3 Holt-Wintersova metoda trenda in sezonskosti

Holt-Wintersova metoda eksponentnega glajenja vključuje trend in sezonskost ter sloni na treh enačbah glajenja: na enačbi za povprečno vrednost spremenljivke, enačbi za trend ter enačbi za sezonskost. Poznamo Holt-Wintersovo aditivno in multiplikativno metodo. Odločitev, katero metodo bomo uporabili, je odvisna od lastnosti časovne vrste: aditivno uporabimo, ko je sezonska komponenta konstanta, multiplikativno pa takrat, ko je velikost sezonske komponente proporcionalna stopnji trenda (Chatfield, 1978, str. 264). Ali povedano drugače: če časovno vrsto predstavimo na grafu, v primeru aditivne sezonskosti vrsta ne glede na celotno povprečno vrednost spremenljivke L_t kaže konstantno sezonsko nihanje, v primeru multiplikativne sezonskosti pa se velikost sezonskih nihanj spreminja v odvisnosti od celotne povprečne vrednosti spremenljivke L_t .

Multiplikativna metoda. Osnovne enačbe za Holt-Wintersovo multiplikativno metodo so:

Enačba za povprečno vrednost spremenljivke:

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (22)$$

Enačba za trend:

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (23)$$

Enačba za sezonskost (sezonski indeks):

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (24)$$

Napoved za m period je enaka:

$$F_{t+m} = (L_t + b_t m)S_{t-s+m} \quad (25)$$

kjer je:

L_t – ocena vrednosti spremenljivke v času t

Y_t – opazovana vrednost

b_t – ocena trenda časovne vrste v času t

S_t – ocena sezonskosti v času t

α, β, γ – parametri glajenja $[0, 1]$

m – število napovedovanih period

s – trajanje sezonskosti (na primer število mesecev ali četrletij v letu)

L_t je glajena (povprečna) vrednost vrste, ki ne vključuje sezonskosti, pri opazovanih vrednostih (Y_t) pa sta prisotni tako sezonskost kot tudi slučajnost. Slučajnost se zato gladi s parametrom glajenja γ . S členom S_{t-s} izključimo vpliv sezonske komponente.

Za inicializacijo multiplikativne metode potrebujemo začetne vrednosti za spremenljivko L_t , oceno trenda b_t in oceno sezonskosti S_t . Za določitev inicializacijskih ocen potrebujemo vsaj eno celotno sezono podatkov (tj. s podatkov).

Inicializacijo vrednosti spremenljivke L_s izračunamo po obrazcu:

$$L_s = \frac{1}{s}(Y_1 + Y_2 + \dots + Y_s) \quad (26)$$

Za inicializacijo trenda je primernejše, če upoštevamo dve celotni sezoni (tj. dve sezoni s podatkov):

$$b_s = \frac{1}{s} \left(\frac{Y_{s+1} - Y_1}{s} + \frac{Y_{s+2} - Y_2}{s} + \dots + \frac{Y_{s+s} - Y_s}{s} \right) \quad (27)$$

Sezonske indekse dobimo tako, da delimo opazovane vrednosti s povprečjem tiste sezone:

$$S_1 = \frac{Y_1}{L_s}, S_2 = \frac{Y_2}{L_s}, \dots, S_s = \frac{Y_s}{L_s} \quad (28)$$

Običajno parametre α, β, γ izberemo tako, da minimaliziramo *MSE*.

Aditivna metoda. Osnovne enačbe za Holt-Wintersovo aditivno metodo so:

Enačba za povprečno vrednost spremenljivke:

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (29)$$

Ocena trenda časovne vrste b_t se jemlje kot tehtano povprečje dveh ocen, in sicer (Bovas & Ledolter, 2005, str. 168):

1. najnovejše ocene za naklon $L_t - L_{t-1}$ in
2. predhodne ocene za naklon b_{t-1} .

Enačba za trend:

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (30)$$

Enačba za sezonskost (sezonski indeks):

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (31)$$

Napoved za m period pa je tako enaka:

$$F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m} \quad (32)$$

Razlika med obema metodama je v tem, da so sezonski indeksi prišteti ali odšteti za aditivno oziroma pomnoženi ali deljeni za multiplikativno metodo.

Inicializacijo za L_s in b_s izvedemo po enakem postopku kot pri multiplikativni metodi, torej po enačbah (27) in (28), sezonske indekse pa dobimo kot razlike med opazovano vrednostjo in oceno spremenljivke L_s :

$$S_1 = Y_1 - L_s, S_2 = Y_2 - L_s, \dots, S_s = Y_s - L_s \quad (33)$$

Največje prednosti te metode so nizki stroški, hiter izračun ter enostavnost. Ker se napovedovanje zelo veliko uporablja za načrtovanje zalog, kjer je potrebno napovedati na stotine različnih predmetov, so pogosto le metode glajenja dovolj hitre za primerno izvedbo.

Poleg tega se je metoda izkazala kot (stroškovno in glede zahtevnosti samega izračuna) primerljiva s kompleksnejšimi metodami (na primer Box-Jenkinsonova metoda); v nekaterih primerih so bili rezultati Holt-Wintersove metode celo boljši kot pri zahtevnejših oziroma kompleksnejših metodah. Razloga za to avtorja raziskave nista navedla (Makridakis & Hibon, 1979, str. 137).

Poleg že omenjenih slabosti eksponentnega glajenja, ki veljajo tudi za Holt-Wintersovo metodo, v literaturi najdemo še naslednje (Goodwin, 2010, str. 30–33):

1. V primeru neobičajnih vrednosti (angl. *outliers*), na primer zaradi vremenskih pogojev, stavk, promocij prodaje, lahko postane uporaba Holt-Wintersove metode vprašljiva: neobičajno visoka prodaja danes se bo odražala pri previsoki napovedani prodaji za naslednje obdobje. To pomeni, da bo napoved prepočasi ali prehitro reagirala na dejanske spremembe vzorcev povpraševanja.
2. Veliko časovnih vrst izkazuje več sezonskih ciklov: dnevne, tedenske, mesečne. Holt-Wintersova metoda upošteva le en cikel.
3. Izkazalo se je, da intervali napovedovanja podcenjujejo negotovost glede prihodnosti: ne moremo biti prepričani, da smo izbrali pravi model napovedovanja glede na podatke, ki jih imamo na voljo. Pri Holt-Wintersovi metodi moramo tudi določiti inicializacijski niz za povprečno vrednost spremenljivke, trend in sezonsko komponento. Ponovno ne vemo, ali so ocene glede tega pravilne.

2.5 Napovedovanje povpraševanja za časovne vrste z ničlami

Povpraševanje z ničlami v časovni vrsti (angl. *intermittent demand*) je posebej značilno za letalsko in železniško industrijo, uporabno pa je tudi pri nadzoru zalog. Za nadzorovanje zalog velikega števila različnih proizvodov so historični podatki pokazali, da je bilo pri nekaterih časovnih vrstah povpraševanje, ki je bilo nespremenljivo skozi daljše obdobje, stanje zalog precej višje kot največje zabeleženo povpraševanje. Nadalje so ugotovili, da je do takih napak prišlo predvsem pri proizvodih, kjer je bilo povpraševanje prekinjeno, običajno pri več proizvodih hkrati.

Vzorci povpraševanja lahko glede na obliko povpraševanja v primeru časovnih vrst z ničlami razdelimo v štiri skupine (Pham, 2006, str. 906):

- Prekinjeno (angl. *intermittent*) povpraševanje se kaže, kot da bi šlo za slučajno povpraševanje, pri čemer v mnogo periodah povpraševanja sploh ni.
- Neredno (angl. *erratic*) povpraševanje, za katerega so značilna visoka nihanja. Ta vrsta povpraševanja se nanaša bolj na velikost povpraševanja kot na povpraševanje po enoti v periodi.
- Počasno ali gladko (angl. *smooth*) povpraševanje, do katerega običajno pride slučajno in z mnogo prekinitvami oziroma s povpraševanjem, enakim nič.
- Priložnostno (angl. *lumpy*) povpraševanje, ki se zdi slučajno, zaznamuje mnogo period, pri katerih je povpraševanje enako nič. Kadar povpraševanje je prisotno, je visoko variabilno, zato je ta vrsta povpraševanja zelo nepravilna, z velikimi razlikami v povpraševanju med samimi periodami.

Ko se napovedovanje uporablja za povečanje ali dopolnjevanje zalog, o povečanju odloča povpraševanje v najnovejšem obdobju. (Croston, 1972, str. 289, str. 294). Crostonov članek iz leta 1972 je eden prvih, ki je bil objavljen na temo prekinjenega povpraševanja. Nadalje je Croston razvil alternativni pristop, ki temelji na (Snyder, Ord & Beaumont, 2012, str. 491):

- shemi eksponentnega glajenja, ki posodobi pričakovano velikost naročila;
- shemi eksponentnega glajenja, ki posodobi časovni zamik do naslednjega naročila;
- predpostavki, sta čas in velikost naročila neodvisni spremenljivki.

Crostonova metoda. Glavna značilnost te metode je, da se napovedi izvede ločeno: eno za neničelno povpraševanje in drugo za časovni razkorak med periodami z neničelnim povpraševanjem. Napovedovanje je podobno metodi enostavnega eksponentnega glajenja, vendar v primeru povpraševanja z ničlami ne posodobi napovedi, ampak je ta enaka predhodni vrednosti. Metoda sicer zmanjša napako, vendar je v celoti ne odpravi.

Primerjalna študija med Crostonovo metodo in eksponentnim glajenjem je pokazala, da so bile napovedi, dobljene s Crostonovo metodo, bistveno bolj natančne kot tiste, ki so bile pridobljene z metodo eksponentnega glajenja (Armstrong, 2001, str. 223).

3 IZBOLJŠANA HOLT-WINTERSOVA ADITIVNA METODA

3.1 Opis metode

Edina razlika med aditivno in izboljšano aditivno metodo je v enačbi za računanje povprečne vrednosti, ostale enačbe – za sezonskost, trend in inicializacijo metode – so enake.

Izboljšana Holt-Wintersova aditivna metoda za povprečno vrednost spremenljivke je dana z enačbo:

$$L_t = \alpha Y_t - S_{t-s} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (34)$$

Pri izboljšani aditivni metodi torej v nasprotju z aditivno metodo parameter glajenja pripišemo le opazovani vrednosti Y_t , ne pa tudi sezonskosti S_{t-s} .

Enačba za trend je enaka kot pri običajni Holt-Wintersovi metodi:

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (35)$$

Prav tako je enaka tudi enačba za sezonskost:

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (36)$$

Enačba za napoved za m period:

$$F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m} \quad (37)$$

Inicializacijo izvedemo po enačbah (27) in (28), sezonske indekse pa po enačbi (33).

3.2 Matematični zapis

Za prvo sezono matematičnega zapisa ne bom zapisovala, saj gre za inicializacijski niz, ki je pri obeh metodah enak, zato sta tudi napovedi F_5 (pri obeh metodah) enaki.

Enačbe za povprečno vrednost spremenljivke, trend, sezonskost in napoved po **aditivni in izboljšani aditivni metodi** za peto, šesto, sedmo in osmo četrletje so (v drugi oziroma prvi napovedovani sezoni) pri čemer je $m = 1$:

5. četrletje

Aditivna metoda	Izboljšana aditivna metoda
$L_5 = \alpha(Y_5 - S_1) + (1 - \alpha)(L_4 + b_4)$	$L'_5 = \alpha Y_5 - S_1 + (1 - \alpha)(L_4 + b_4)$
$b_5 = \beta(L_5 - L_4) + (1 - \beta)b_4$	$b'_5 = \beta(L'_5 - L_4) + (1 - \beta)b_4$
$S_5 = \gamma(Y_5 - L_5) + (1 - \gamma)S_1$	$S'_5 = \gamma(Y_5 - L'_5) + (1 - \gamma)S_1$
$F_6 = L_5 + b_5 m + S_2$	$F'_6 = L'_5 + b'_5 m + S_2$

Razlika med aditivno in izboljšano aditivno metodo je le pri izračunu povprečne vrednosti spremenljivke. Členi, ki imajo pripisan opuščaj, se nanašajo na izboljšano metodo.

6. četrletje

Aditivna metoda	Izboljšana aditivna metoda
$L_6 = \alpha(Y_6 - S_2) + (1 - \alpha)(L_5 + b_5)$	$L'_6 = \alpha Y_6 - S_2 + (1 - \alpha)(L_5 + b_5)$
$b_6 = \beta(L_6 - L_5) + (1 - \beta)b_5$	$b'_6 = \beta(L'_6 - L'_5) + (1 - \beta)b'_5$
$S_6 = \gamma(Y_6 - L_6) + (1 - \gamma)S_2$	$S'_6 = \gamma(Y_6 - L'_6) + (1 - \gamma)S_2$
$F_7 = L_6 + b_6 m + S_3$	$F'_7 = L'_6 + b'_6 m + S_3$

7. četrletje

Aditivna metoda

$$L_7 = \alpha(Y_7 - S_3) + (1 - \alpha)(L_6 + b_6)$$

$$b_7 = \beta(L_7 - L_6) + (1 - \beta)b_6$$

$$S_7 = \gamma(Y_7 - L_7) + (1 - \gamma)S_3$$

$$F_8 = L_7 + b_7m + S_4$$

Izboljšana aditivna metoda

$$L'_7 = \alpha Y_7 - S_3 + (1 - \alpha)(L_6 + b_6)$$

$$b'_7 = \beta(L'_7 - L'_6) + (1 - \beta)b'_6$$

$$S'_7 = \gamma(Y_7 - L'_7) + (1 - \gamma)S_3$$

$$F'_8 = L'_7 + b'_7m + S_4$$

8. četrletje

Aditivna metoda

$$L_8 = \alpha(Y_8 - S_4) + (1 - \alpha)(L_7 + b_7)$$

$$b_8 = \beta(L_8 - L_7) + (1 - \beta)b_7$$

$$S_8 = \gamma(Y_8 - L_8) + (1 - \gamma)S_4$$

$$F_9 = L_8 + b_8m + S_5$$

Izboljšana aditivna metoda

$$L'_8 = \alpha Y_8 - S_4 + (1 - \alpha)(L_7 + b_7)$$

$$b'_8 = \beta(L'_8 - L'_7) + (1 - \beta)b'_7$$

$$S'_8 = \gamma(Y_8 - L'_8) + (1 - \gamma)S_4$$

$$F'_9 = L'_8 + b'_8m + S'_5$$

Razlike v napovedih med aditivno in izboljšano aditivno metodo so:

5. četrletje

Razlika v napovedi za šesto četrletje je tako enaka:

$$F_6 - F'_6 = (L_5 - L'_5) + (b_5 - b'_5) + (S_2 - S'_2) \quad (38)$$

$$F_6 - F'_6 = (1 - \alpha)S_1 + (1 - \alpha)\beta S_1 = (1 - \alpha)(S_1 + \beta S_1)$$

Napoved po izboljšani aditivni metodi je enaka razliki med napovedjo po aditivni metodi ter ponderirani vrednosti členov sezonskosti za prvo četrletje (S_1); torej je napoved po izboljšani aditivni metodi zmanjšana za $(1 - \alpha)(S_1 + \beta S_1)$.

Členi sezonskosti so za prva štiri četrletja v časovni vrsti za aditivno in izboljšano aditivno metodo enaki pri obeh metodah (inicializacijski niz).

Razlika med enačbama za povprečno vrednost spremenljivke je enaka tehtani vrednosti člena sezonskosti iz prvega četrletja v časovni vrsti:

$$L_5 - L'_5 = S_1(1 - \alpha) \quad (39)$$

Razlika med enačbama za trend je:

$$b_5 - b'_5 = \beta(L_5 - L'_5) = (1 - \alpha)\beta S_1 \quad (40)$$

Pri izračunu razlike med trendoma po aditivni in izboljšani aditivni metodi poleg konstante glajenja α (ki jo uporabljamo pri tehtanju povprečne vrednosti spremenljivke) nastopa tudi konstanta glajenja β , ki jo uporabljamo za glajenje trenda. Tako je trend po aditivni metodi zmanjšan za $(1 - \alpha)\beta S_1$.

Razlika med enačbama za sezonskost je:

$$S_5 - S'_5 = -\gamma(L_5 - L'_5) = -\gamma(1 - \alpha)S_1 \quad (41)$$

Sezonskost po aditivni metodi je enaka vsoti sezonskosti po aditivni metodi ter tehtani sezonskosti iz prvega četrletja (S_1).

Pri napovedi za šesto četrletje je razlika med aditivno in izboljšano aditivno metodo v tem, da se kot vsota (ali razlika) pojavlja tehtan člen S_1 .

Pri izračunu razlik med aditivno in izboljšano aditivno metodo se v naslednjih četrletjih konstante glajenja in členi sezonskosti (eksponentno) večajo.

6. četrletje

Razlika v napovedi za sedmo četrletje je tako enaka:

$$\begin{aligned} F_7 - F'_7 &= (L_6 - L'_6) + (b_6 - b'_6) = \\ &= (1 - \alpha)S_2 + (1 - \alpha)^2(S_1 + \beta S_1) + (1 - \alpha)\beta(S_2 - \beta S_1) \\ &+ (1 - \alpha)^2\beta(S_1 + \beta S_1) \end{aligned} \quad (42)$$

$$F_7 - F'_7 = (1 - \alpha)(-\beta^2 S_1 + S_2 + \beta S_2) + (1 - \alpha)^2(1 + \beta)^2 S_1$$

V razliki med napovedma za sedmo četrletje se konstante glajenja kvadratno povečujejo. Čeprav so razlike med aditivno in izboljšano aditivno metodo majhne, pa konstante glajenja in dodani tehtani členi sezonskosti zmanjšujejo ali povečujejo (oziroma sledijo trendu natančneje kot pri aditivni in multiplikativni metodi) vrednost napovedi po izboljšani aditivni metodi. Tako lahko v zvezi z napovedmi za naslednja četrletja po izboljšani aditivni metodi sklepamo, da:

- bodo nastopale konstante glajenja α s potencami, višjimi za en red;
- se bodo pojavljali členi za izračun sezonskosti z enakim indeksom kot napoved (s tem mislim, da se bo v enačbah pojavljalo vedno več členov sezonskosti);
- se bodo pri konstantah glajenja β prav tako povečevale potence.

Pri tem obstajajo razlike:

Razlika med enačbama za povprečno vrednost spremenljivke je:

$$\begin{aligned} L_6 - L'_6 &= (1 - \alpha)S_2 + (1 - \alpha)^2S_1 + (1 - \alpha)^2\beta S_1 \\ &= (1 - \alpha)S_2 + (1 - \alpha)^2(S_1 + \beta S_1) \end{aligned} \quad (43)$$

Razlika med enačbama za trend je:

$$\begin{aligned} b_6 - b'_6 &= \beta(L_6 - L'_6) - \beta(L_5 - L'_5) + (1 - \beta)(b_5 - b'_5) = \\ &= (1 - \alpha)\beta S_2 + \beta(1 - \alpha)^2S_1(1 + \beta) \\ &\quad - \beta S_1(1 - \alpha) + (1 - \beta)(1 - \alpha)\beta S_1 \\ b_6 - b'_6 &= (1 - \alpha)(-\beta^2S_1 + \beta S_2) + (1 - \alpha)^2(\beta S_1 + \beta^2S_1) \end{aligned} \quad (44)$$

Razlika med enačbama za sezonskost je:

$$\begin{aligned} S_6 - S'_6 &= -\gamma(L_6 - L'_6) = \\ &= -\gamma(1 - \alpha)S_2 - \gamma(1 - \alpha)^2(S_1 + \beta S_1) \end{aligned} \quad (45)$$

7. četrletje

Razlika v napovedih za osmo četrletje je tako enaka:

$$\begin{aligned} F_8 - F'_8 &= (L_7 - L'_7) + (b_7 - b'_7) \\ F_8 - F'_8 &= (1 - \alpha)(-\beta^2S_1 + \beta^3S_1 - \beta^2S_2 + S_3 + \beta S_3) \\ &\quad + (1 - \alpha)^2(-2\beta^2S_1 - 2\beta^3S_1 + S_2 + 2\beta S_2 + 2\beta^2S_2) \\ &\quad + (1 - \alpha)^3(1 + \beta)^3S_1 \end{aligned} \quad (46)$$

Pri tem obstajajo naslednje razlike:

Razlika med enačbama za povprečno vrednost spremenljivke je:

$$\begin{aligned} L_7 - L'_7 &= (1 - \alpha)S_3 + (1 - \alpha)^2(-\beta^2S_1 + S_2 + \beta S_2) \\ &\quad + (1 - \alpha)^3(1 + \beta)^2S_1 \end{aligned} \quad (47)$$

Razlika med enačbama za trend je:

$$\begin{aligned} b_7 - b'_7 &= (1 - \alpha)(-\beta^2S_1 + \beta^3S_1 - \beta^2S_2 + \beta S_3) \\ &\quad + (1 - \alpha)^2(-\beta^2S_1 - 2\beta^3S_1 + \beta S_2 + \beta^2S_2) \\ &\quad + (1 - \alpha)^3(1 + \beta)^2\beta S_1 \end{aligned} \quad (48)$$

Razlika med enačbama za sezonskost je:

$$\begin{aligned}
S_7 - S'_7 &= -\gamma(L_7 - L'_7) = -\gamma(1 - \alpha)S_3 \\
&- \gamma(1 - \alpha)^2(-\beta^2S_1 + S_2 + \beta S_2) - \gamma(1 - \alpha)^3(1 + \beta)^2S_1
\end{aligned} \tag{49}$$

8. četrletje

Razlika v napovedih za deveto periodo je:

$$F_9 - F'_9 = (L_8 - L'_8) + (b_8 - b'_8) + (S_5 - S'_5) \tag{50}$$

$$\begin{aligned}
F_9 - F'_9 &= \\
&= (1 - \alpha)(-\beta^2S_1 + 2\beta^3S_1 - \beta^4S_1 - \beta^2S_2 + \beta^3S_2 - \beta^2S_3 + S_4 + \beta S_4) \\
&+ (1 - \alpha)^2(-2\beta^2S_1 - 3\beta^4S_1 - 2\beta^3S_2 + S_3 + 2\beta S_3 + \beta^2S_3) \\
&+ (1 - \alpha)^3(-3\beta^2S_1 - 6\beta^3S_1 - 3\beta^4S_1 + S_2 + 3\beta S_2 + 3\beta^2S_2 + \beta^3S_2) \\
&+ (1 - \alpha)^4(S_1 + 4\beta S_1 + 6\beta^2S_1 + 4\beta^3S_1 + \beta^4S_1) \\
&- \gamma(1 - \alpha)S_1
\end{aligned}$$

Pri tem obstajajo naslednje razlike:

Razlika med enačbama za povprečno vrednosti spremenljivke je:

$$\begin{aligned}
L_8 - L'_8 &= \\
&= (1 - \alpha)S_4 \\
&+ (1 - \alpha)^2(-\beta^2S_1 + \beta^3S_1 - \beta^2S_2 + S_3 + \beta S_3) \\
&+ (1 - \alpha)^3(-2\beta^2S_1 - 2\beta^3S_1 + S_2 + 2\beta S_2 + \beta^2S_2) \\
&+ (1 - \alpha)^4(1 + \beta)^3S_1
\end{aligned} \tag{51}$$

Razlika med enačbama za trend je:

$$\begin{aligned}
b_8 - b'_8 &= \\
&= (1 - \alpha)(-\beta^2S_1 + 2\beta^3S_1 - \beta^4S_1 - \beta^2S_2 + 2\beta^3S_2 - \beta^2S_3 + \beta S_4) \\
&+ (1 - \alpha)^2(-\beta^2S_1 - \beta^3S_1 + 3\beta^4S_1 + \beta^2S_2 - 2\beta^3S_2 + \beta S_3 + \beta^2S_3) \\
&+ (1 - \alpha)^3(-\beta^2S_1 - 4\beta^3S_1 - 3\beta^4S_1 + \beta S_2 + 2\beta^2S_2 + \beta^3S_2) \\
&+ (1 - \alpha)^4(1 + \beta)^3S_1
\end{aligned} \tag{52}$$

Razlika med enačbama za sezonskost je:

$$\begin{aligned}
S_8 - S'_8 &= -\gamma(L_7 - L'_7) \\
S_8 - S'_8 &= -\gamma(1 - \alpha)(-\beta^2S_1 + \beta^3S_1 - \beta^2S_2 + S_3 + \beta S_3) \\
&- \gamma(1 - \alpha)^2(-2\beta^2S_1 - 2\beta^3S_1 + S_2 + 2\beta S_2 + 2\beta^2S_2) \\
&- \gamma(1 - \alpha)^3(1 + \beta)^3S_1
\end{aligned} \tag{53}$$

Razlike med napovedmi po aditivni in izboljšani aditivni metodi sem prikazala za prva štiri četrtletja testnega niza. Splošnega (rekurzivnega) izraza za razliko med členi pri aditivni in izboljšani aditivni metodi ne morem zapisati, saj se pri vsaki naslednji periodi v enačbah pojavijo novi členi, med drugim tudi opazovane vrednosti.

Tudi izboljšana aditivna metoda spada med tehnike eksponentnega glajenja. Novejšim vrednostim v časovni vrsti pripisujemo večjo utež, saj predpostavljamo, da so pomembnejše za napoved. Tudi pri tej metodi parametri glajenja zavzamejo vrednost z intervala $[0, 1]$. Višja kot je vrednost parametra glajenja, manjše je glajenje. Starejšim členom je, kot je razvidno iz enačb, pripisana potenca, zato je njihova teža ali upoštevanje pri napovedi eksponentno manjša.

4 IZRAČUN NAPOVEDI ZA KONKRETNE PODATKE PO VSEH TREH METODAH

Na izbranih časovnih vrstah sem preskusila vse tri metode:

- aditivno metodo,
- izboljšano aditivno metodo,
- multiplikativno metodo.

Izračune sem izvedla v Microsoft Office Excel-u, za optimizacijo pa sem uporabila Excelov dodatek, Reševalca. Optimizirala oziroma natančneje minimalizirala sem povprečno kvadratno napako glede na parametre glajenja α, β, γ .

4.1 Predstavitev podatkov

Izračune sem izvedla na podlagi pridobljenih četrtletnih podatkov o nočitvah vseh domačih in tujih gostov v Republiki Sloveniji med letoma 2000 in 2009 po stari metodologiji (po letu 2010 je Statistični urad Republike Slovenije spremenil metodologijo raziskovanja nastanitvene statistike). Gre za nočitve vsej tujih gostov v vseh turističnih objektih po izbranih slovenskih občinah.

Izbrane časovne vrste izkazujejo trend in sezonska nihanja. Časovne vrste sem razdelila v dve skupini, in sicer na časovne vrste z neničelnim povpraševanjem in na časovne vrste z ničlami.

Pri časovnih vrstah z neničelnim povpraševanjem sem izvedla izračune napovedi po aditivni, izboljšani aditivni in multiplikativni metodi.

Pri časovnih vrstah z ničlami sem izvedla izračune napovedi le po aditivni in izboljšani aditivni metodi, saj izračun po multiplikativni metodi v tem primeru ni mogoč:

Če je namreč $Y_i = 0$, $i \in \{1, 2, \dots, s\}$, bo pripadajoči $S_i = \frac{Y_i}{L_s} = 0$, zato bo izraz za povprečno vrednost spremenljivke (22) nedefiniran (deljenje z 0).

Časovne vrste z neničelnim povpraševanjem. Natančneje bom predstavila podatke za tri časovne vrste z neničelnim povpraševanjem, in sicer za občine Komen, Maribor in Medvode.

1. **Občina Komen.** Tabela 1 prikazuje število nočitev domačih gostov v občini Komen med letoma 2000 in 2009. Sezonskost je iz podatkov mogoče opaziti, saj je število nočitev najvišje v drugem četrtletju, torej v mesecih april, maj in junij.

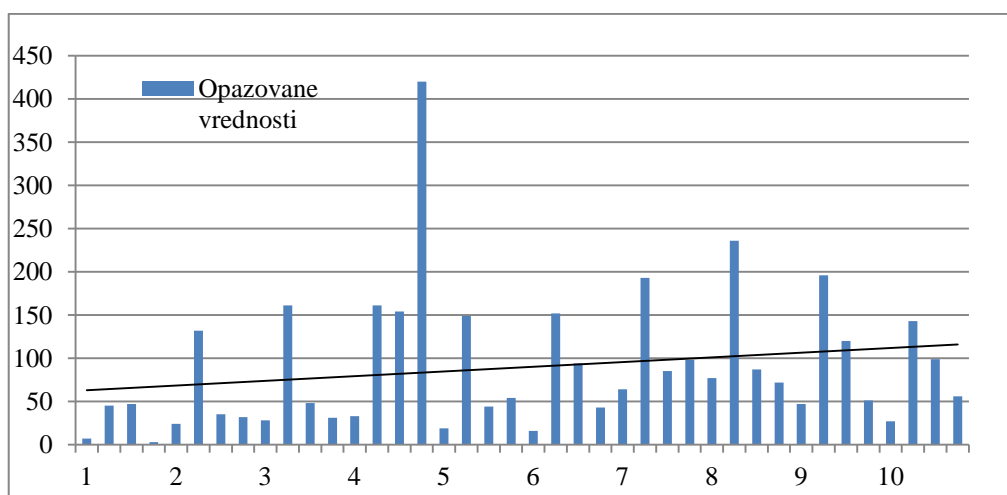
Tabela 1: Število nočitev domačih gostov (Komen)

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Y _t	7	45	47	3	24	132	35	32	28	161	48	31	33	161	154
t	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y _t	420	19	149	44	54	16	152	94	43	64	193	85	98	77	236
t	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40					
Y _t	87	72	47	196	120	51	27	143	99	56					

Vir: Statistične informacije, april 2000–marec 2004; SI-STAT – podatkovna baza podatkov Statističnega urada Republike Slovenije, 2012.

Slika 1 prikazuje izris števila nočitev domačih gostov v občini Komen. Izrisana trendna linija je naraščajoča.

Slika 1: Prikaz nočitev domačih gostov (Komen)

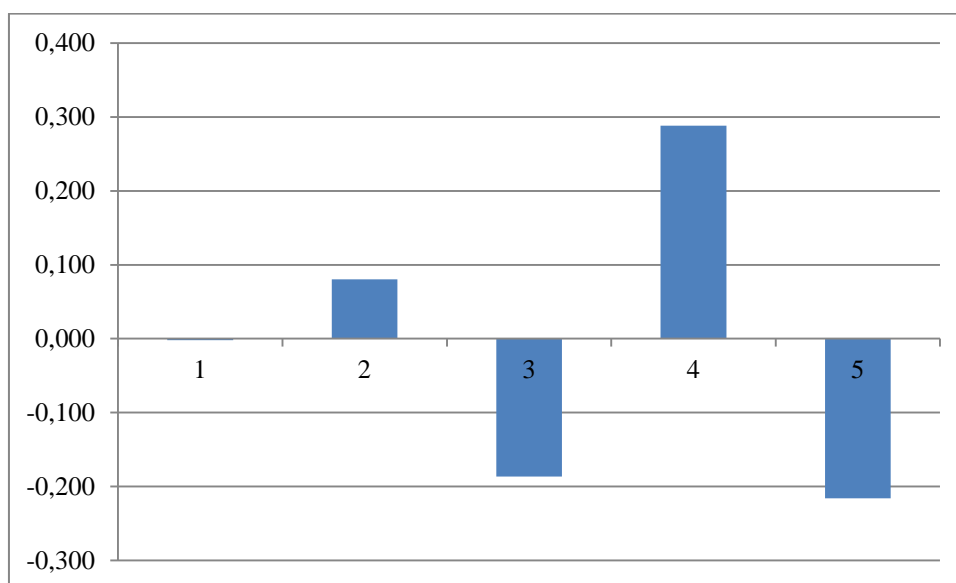


Izračunala sem tudi prvih pet koeficientov avtokorelacije (prvih pet zakasnitev). Koeficient avtokorelacije je najmočnejši pri zakasnitvi $t = 4$ in znaša 0,288, kar potrjuje sezonski vzorec v podatkih (vrhovi so štiri četrtletja oziroma eno leto narazen).

Tabela 2: Koeficienti avtokorelacije (Komen)

Zakasnitev [r]	Koeficient avtokorelacije
1	-0,002
2	0,080
3	-0,187
4	0,288
5	-0,216

Slika 2: Koeficienti avtokorelacije za nočitve v občini Komen



2. **Občina Maribor.** Tabela 3 prikazuje število domačih gostov v občini Maribor. Tudi v tem primeru lahko opazimo sezonska nihanja, saj je število nočitev najvišje v zadnji četrtini posameznega leta.

Tabela 3: Število nočitev domačih gostov (Maribor)

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Y _t	7.342	5.896	5.082	7.119	6.484	6.903	4.823	8.825	9.385	7.869	5.450	10.355	12.497	10.310	9.324
t	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y _t	13.050	12.531	10.443	9.000	11.386	10.259	9.682	7.721	13.287	11.631	9.520	8.914	13.484	12.804	11.851
t	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40					
Y _t	9.041	14.081	13.201	11.900	9.179	12.497	11.114	9.789	10.204	12.616					

Vir: Statistične informacije, april 2000–marec 2004; SI-STAT – podatkovna baza podatkov Statističnega urada Republike Slovenije, 2012.

Slika 3 prikazuje nočitve domačih gostov v občini Maribor. Vpliv sezonskosti je razviden iz grafa, saj so vrednosti najvišje v četrtem četrtletju oziroma v prvem četrtletju naslednjega leta. Tudi trendna linija je precej izrazita.

Slika 3: Nočitve domačih gostov (Maribor)

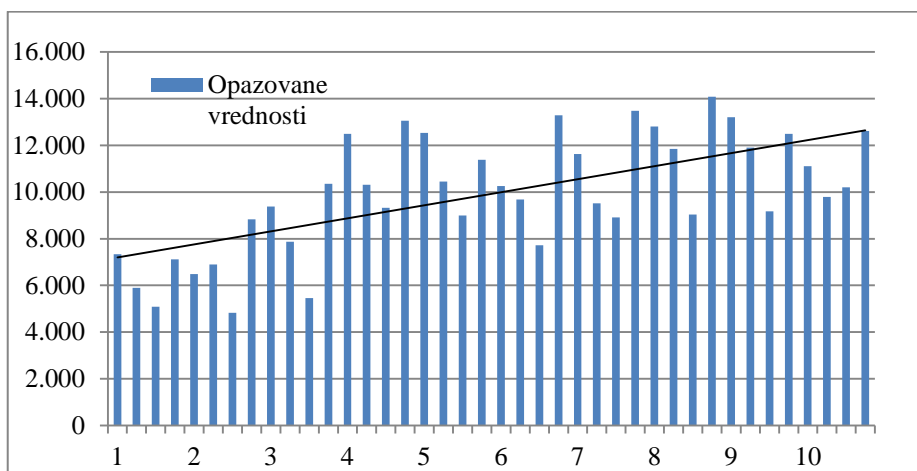
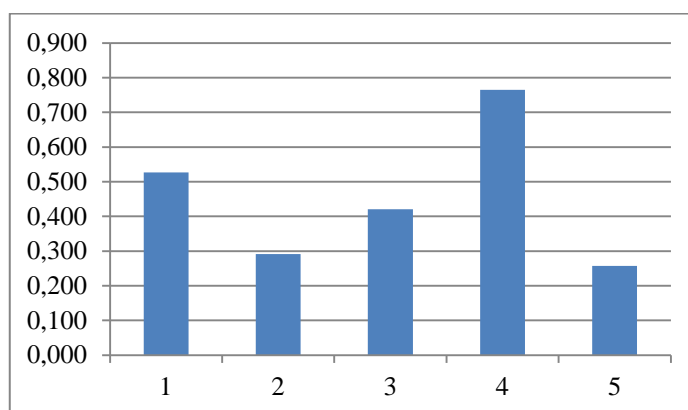


Tabela 4 prikazuje koeficiente avtokorelacije za nočitve v občini Maribor. Kot je razvidno iz tabele, je vpliv sezonskosti močan, saj je koeficient avtokorelacije pozitiven in najvišji pri zakasnitvi $t = 4$, ko znaša 0,764.

Tabela 4: Koeficienti avtokorelacije (Maribor)

Zakasnitev [r]	Koeficient avtokorelacije
1	0,527
2	0,292
3	0,421
4	0,764
5	0,257

Slika 4: Koeficienti avtokorelacije za nočitve v občini Maribor



3. **Občina Medvode.** Tabela 5 prikazuje število nočitev tujih gostov v občini Medvode.

Tabela 5: Število nočitev tujih gostov (Medvode)

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Y _t	656	1.569	3.628	1.177	908	1.795	4.367	1.020	714	2.209	5.633	1.407	1.259	4.730	7.015
t	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y _t	1.023	1.081	4.023	9.416	1.708	1.499	2.533	7.508	581	657	2.141	7.076	669	514	2.483
t	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40					
Y _t	8.444	832	608	1.889	7.978	447	616	2.297	7.093	1.248					

Vir: Statistične informacije, april 2000–marec 2004; SI-STAT – podatkovna baza podatkov Statističnega urada Republike Slovenije, 2012.

Slika 5 prikazuje nočitve tujih gostov v občini Medvode. Vpliv sezonske komponente je razviden iz grafa, saj so vrednosti najvišje v tretjem četrtletju oziroma v mesecih julij, avgust in september.

Slika 5: Nočitve tujih gostov (Medvode)

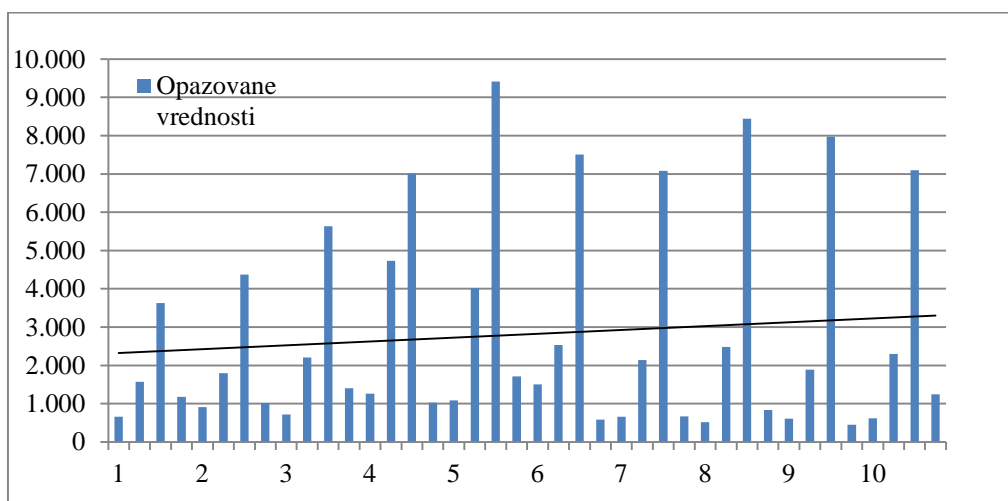
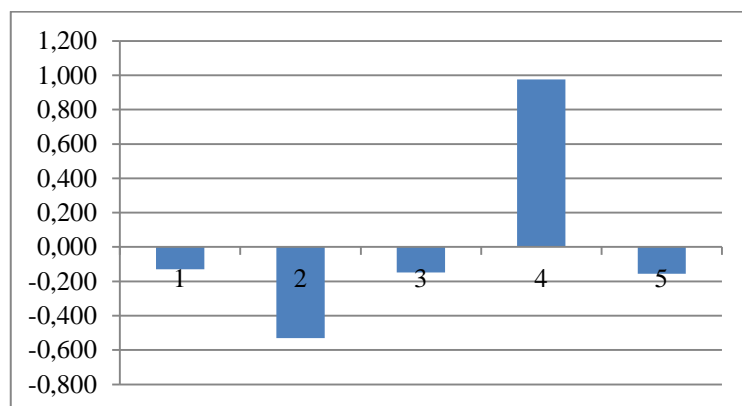


Tabela 6 prikazuje koeficiente avtokorelacije za nočitve v občini Medvode. Kot je razvidno iz tabele, je vpliv sezonskosti močen, saj je koeficient avtokorelacije pozitiven in najvišji pri zakasnitvi $t = 4$ in znaša 0,976.

Tabela 6: Koeficienti avtokorelacije (Medvode)

Zakasnitev [r]	Koeficient avtokorelacije
1	-0,129
2	-0,531
3	-0,148
4	0,976
5	-0,156

Slika 6: Koeficienti avtokorelacije za nočitve v občini Medvode



Časovne vrste z ničlami. Tudi v tej skupini podatkov bom predstavila podatke za tri časovne vrste z ničlami, in sicer za občine Komenda, Logatec in Lovrenc na Pohorju.

1. Občina Komenda. Tabela 7 prikazuje število nočitev tujih gostov v občini Komenda med letoma 2000 in 2009. Kot je razvidno iz same tabele, so v časovni vrsti prisotne tudi ničle (v občini ni bilo nočitev tujih gostov).

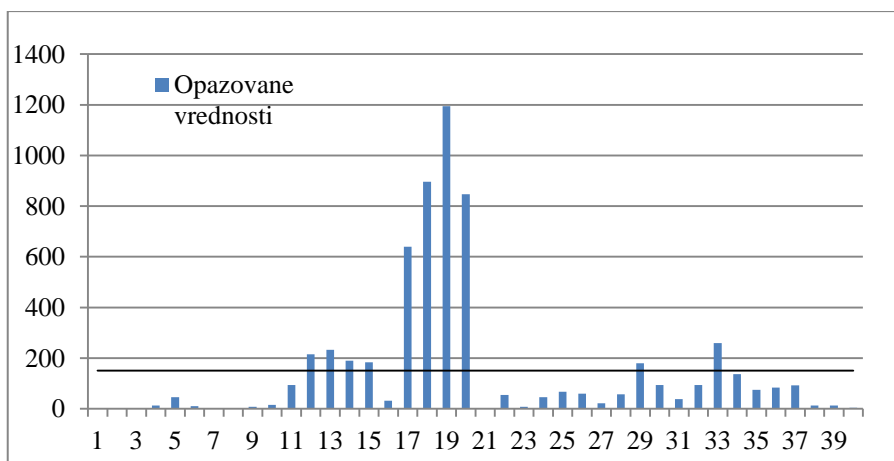
Tabela 7: Število nočitev tujih gostov (Komenda)

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Y_t	0	0	1	13	45	10	0	2	8	15	94	215	233	190	183
t	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y_t	32	640	896	1195	847	0	54	8	45	67	59	22	57	180	93
t	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40					
Y_t	38	94	259	136	74	84	92	13	12	4					

Vir: Statistične informacije, april 2000–marec 2004; SI-STAT – podatkovna baza podatkov Statističnega urada Republike Slovenije, 2012.

Slika 7 izrisuje število nočitev tujih gostov v občini Komenda.

Slika 7: Prikaz nočitev tujih gostov (Komenda – tuji)



Izračunala sem tudi avtokorelacijo. Tako iz Slike 7 kot tudi iz Tabele 8 je razvidno, da so prisotna velika (slučajna) nihanja v podatkih in da se sezonskost pojavlja šele v zadnjih petih letih.

Tabela 8: Koefficienti avtokorelacije (Komenda – tuji)

Zakasnitev [r]	Koefficient avtokorelacije
1	0,744
2	0,368
3	0,059
4	-0,061
5	-0,001

2. **Občina Logatec.** Tabela 9 prikazuje število nočitev tujih gostov v občini Logatec med letoma 2000 in 2009.

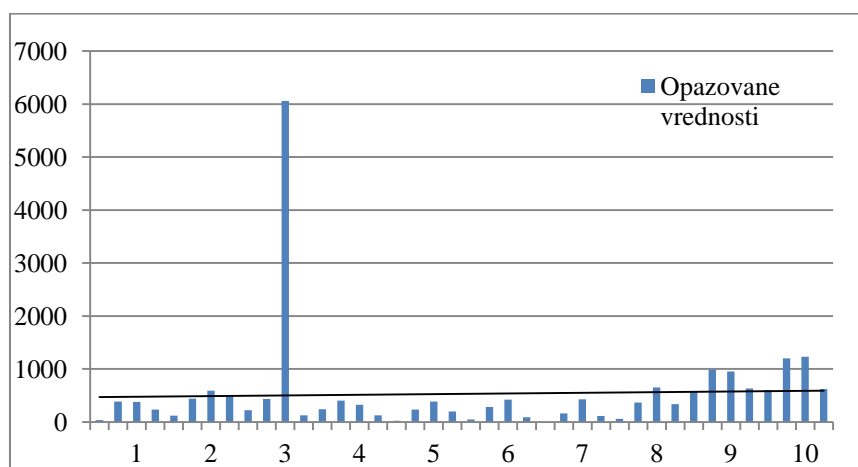
Tabela 9: Število nočitev tujih gostov (Logatec)

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Y _t	35	384	380	238	123	438	593	483	226	437	6.057	124	243	405	328
t	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y _t	126	23	234	384	196	46	283	422	91	0	160	428	114	63	370
t	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40					
Y _t	653	335	578	991	956	631	606	1.200	1.233	623					

Vir: Statistične informacije, april 2000–marec 2004; SI-STAT – podatkovna baza podatkov Statističnega urada Republike Slovenije, 2012.

Slika 8 prikazuje izris števila nočitev tujih gostov v občini Logatec.

Slika 8: Prikaz nočitev tujih gostov (Logatec)



Izračunala sem tudi avtokorelacijo (Tabela 10). Ta je najmočnejša pri zakasnitvi $t = 4$ in znaša 0,069.

Tabela 10: Koeficienti avtokorelacije (Logatec)

Zakasnitev [r]	Koeficient avtokorelacije
1	0,006
2	-0,045
3	0,045
4	0,069
5	-0,031

3. Občina Lovrenc na Pohorju. Tabela 11 prikazuje število nočitev tujih gostov v občini Lovrenc na Pohorju med letoma 2000 in 2009.

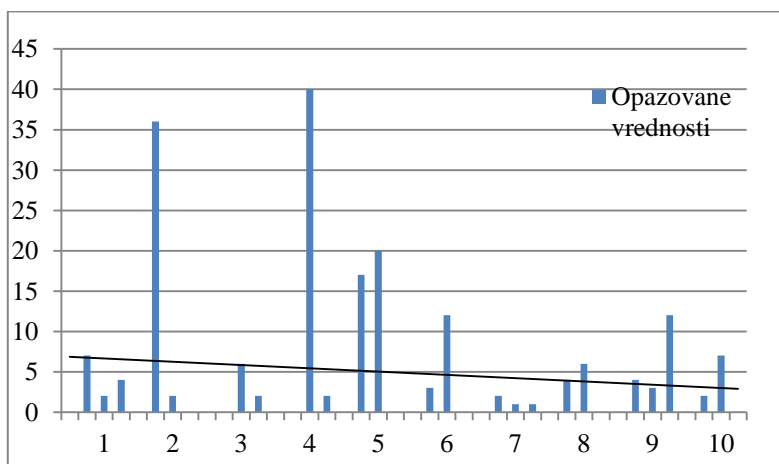
Tabela 11: Število nočitev tujih gostov (Lovrenc na Pohorju)

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Y _t	0	7	2	4	0	36	2	0	0	0	6	2	0	0	40
t	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y _t	2	0	17	20	0	0	3	12	0	0	2	1	1	0	4
t	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40					
Y _t	6	0	0	4	3	12	0	2	7	0					

Vir: Statistične informacije, april 2000–marec 2004; SI-STAT – podatkovna baza podatkov Statističnega urada Republike Slovenije, 2012.

Slika 9 prikazuje izris števila nočitev tujih gostov v občini Lovrenc na Pohorju.

Slika 9: Prikaz nočitev tujih gostov (Lovrenc na Pohorju)



Izračunala sem tudi avtokorelacijo (Tabela 12). Tudi v tem primeru ta potrjuje vpliv sezonskosti. Najmočnejša je pri zakasnitvi $t = 4$.

Tabela 12: Koeficienti avtokorelacije (Lovrenc na Pohorju)

Zakasnitev [r]	Koeficient avtokorelacije
1	-0,104
2	-0,214
3	0,052
4	0,265
5	-0,113

4.2 Primerjava aditivne in izboljšane aditivne metode

V nadaljevanju bom prikazala izračun napovedi za izbrane časovne vrste po aditivni in izboljšani aditivni metodi. Izbrala sem tri časovne vrste za neničelno povpraševanje (občine Komen, Maribor in Medvode) ter tri časovne vrste z ničlami (občine Komenda, Logatec in Lovrenc na Pohorju).

4.2.1 Primer izračuna za neničelno časovno vrsto

Sledi prikaz izračuna napovedi za izbrane časovne vrste. Napoved sem izračunala po aditivni in izboljšani aditivni Holt-Wintersovi metodi ter tako računsko kot tudi grafično primerjala rezultate. Optimizacijo (minimaliziranje) sem izvedla za povprečno kvadratno napako.

1. Občina Komen. Tabela 13 prikazuje izračun napovedi nočitev domačih gostov v občini Komen. Napoved sem izračunala po aditivni Holt-Wintersovi metodi.

Prvo leto (prva štiri četrletja) je inicializacijski niz, s pomočjo katerega sem izračunala ocene za L_t , b_t in S_t . Naslednjih devet let (periode od 5 do 40) pa predstavlja testni niz, s pomočjo katerega sem računala napovedi glede na minimiliziran MSE .

Tabela 13: Napoved nočitev domačih gostov po aditivni metodi (Komen)

Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
1	1	7			-18,50		
	2	45			19,50		
	3	47			21,50		
	4	3	25,50	7,56	-22,50		
2	5	24	33,06	7,56	-18,50	15	89,07
	6	132	40,63	7,56	19,50	60	5.166,02
	7	35	48,19	7,56	21,50	70	1.203,22
	8	32	55,75	7,56	-22,50	33	1,56

se nadaljuje

nadaljevanje

Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
3	9	28	63,31	7,56	-18,50	45	282,66
	10	161	70,88	7,56	19,50	90	4.987,89
	11	48	78,44	7,56	21,50	100	2.697,50
	12	31	86,00	7,56	-22,50	64	1.056,25
4	13	33	93,56	7,56	-18,50	75	1.769,25
	14	161	101,13	7,56	19,50	121	1.630,14
	15	154	108,69	7,56	21,50	130	567,04
	16	420	116,25	7,56	-22,50	94	106.439,06
5	17	19	123,81	7,56	-18,50	105	7.449,85
	18	149	131,38	7,56	19,50	151	3,52
	19	44	138,94	7,56	21,50	160	13.557,69
	20	54	146,50	7,56	-22,50	124	4.900,00
6	21	16	154,06	7,56	-18,50	136	14.295,19
	22	152	161,63	7,56	19,50	181	848,27
	23	94	169,19	7,56	21,50	191	9.348,47
	24	43	176,75	7,56	-22,50	154	12.376,56
7	25	64	184,31	7,56	-18,50	166	10.365,79
	26	193	191,88	7,56	19,50	211	337,64
	27	85	199,44	7,56	21,50	221	18.479,00
	28	98	207,00	7,56	-22,50	185	7.482,25
8	29	77	214,56	7,56	-18,50	196	14.175,88
	30	236	222,13	7,56	19,50	242	31,64
	31	87	229,69	7,56	21,50	251	26.957,54
	32	72	237,25	7,56	-22,50	215	20.377,56
9	33	47	244,81	7,56	-18,50	226	32.152,97
	34	196	252,38	7,56	19,50	272	5.757,02
	35	120	259,94	7,56	21,50	281	26.062,07
	36	51	267,50	7,56	-22,50	245	37.636,00
10	37	27	275,06	7,56	-18,50	257	52.698,94
	38	143	282,63	7,56	19,50	302	25.320,77
	39	99	290,19	7,56	21,50	312	45.235,97
	40	56	297,75	7,56	-22,50	275	48.070,56
alpha =							0,000
beta =							0,000
gama =							0,000
MSE (5-40)=							9.433,46
U-stat =							0,40320

Kjer so:

Y_t – opazovana vrednost

L_t – ocena vrednosti spremenljivke v času t

b_t – ocena trenda časovne vrste v času t

S_t – ocena sezonskosti v času t

F_t – napoved za naslednje obdobje

α, β, γ – parametri glajenja [0, 1]

E^2 – povprečna kvadratna napaka

$$E^2 = (F_t - Y_t)^2$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n E^2$$

Tabela 14 prikazuje napoved nočitev domačih gostov v občini Komen. Račun sem izvedla po izboljšani aditivni metodi.

Tabela 14: Napoved nočitev domačih gostov po izboljšani aditivni metodi (Komen)

Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
1	1	7			-18,50		
	2	45			19,50		
	3	47			21,50		
	4	3	25,50	7,56	-22,50		
2	5	24	51,56	8,09	-19,45	15	89,07
	6	132	40,15	7,53	27,11	79	2.792,69
	7	35	26,19	6,92	20,17	69	1.168,82
	8	32	55,61	7,56	-22,62	11	457,66
3	9	28	82,62	8,12	-23,15	44	247,01
	10	161	63,63	7,34	34,50	118	1.861,93
	11	48	50,81	6,77	17,75	91	1.861,25
	12	31	80,19	7,41	-25,41	35	15,69
4	13	33	110,76	8,08	-28,89	64	989,48
	14	161	84,34	7,09	38,93	153	58,79
	15	154	73,68	6,58	24,33	109	2.009,16
	16	420	105,67	7,31	10,32	55	133.336,13
5	17	19	141,87	8,13	-38,78	84	4.235,98
	18	149	111,08	7,02	38,83	189	1.595,24
	19	44	93,77	6,33	16,54	142	9.688,07
	20	54	89,78	6,03	5,47	110	3.182,29
6	21	16	134,58	7,14	-47,17	57	1.683,23
	22	152	102,90	6,03	39,91	181	815,04
	23	94	92,39	5,56	14,97	125	989,95
	24	43	92,47	5,40	-0,31	103	3.650,06

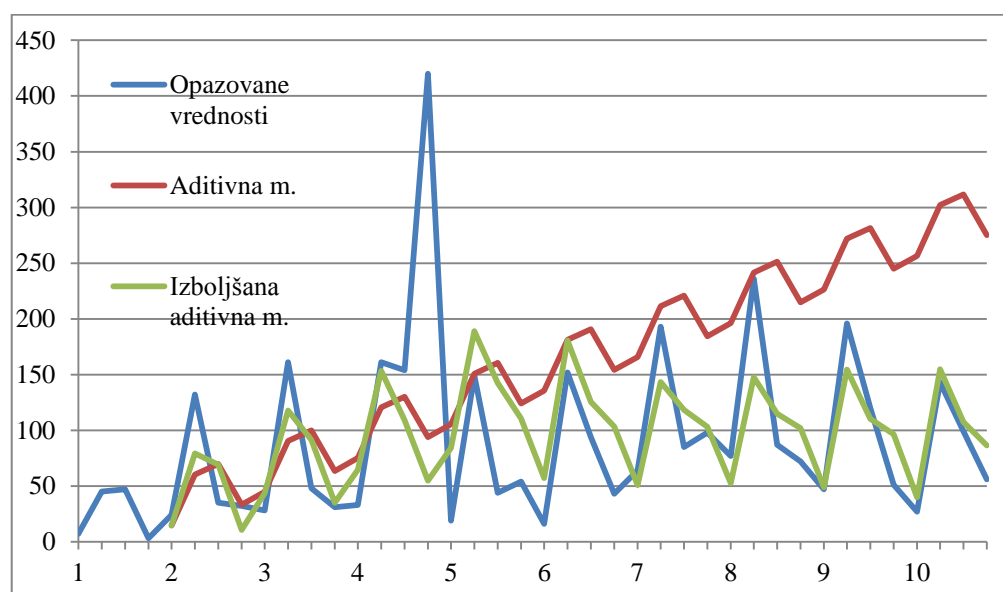
se nadaljuje

nadaljevanje

Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
7	25	64	145,05	6,75	-50,73	51	176,82
	26	193	111,89	5,61	44,24	143	2.482,07
	27	85	102,53	5,18	11,55	118	1.104,93
	28	98	108,01	5,19	-1,33	103	24,66
8	29	77	163,94	6,64	-54,54	53	598,32
	30	236	126,33	5,37	51,12	148	7.829,91
	31	87	120,16	5,04	6,85	115	774,13
	32	72	126,53	5,08	-6,92	102	896,68
9	33	47	186,15	6,64	-63,44	49	3,00
	34	196	141,67	5,18	51,46	154	1.731,07
	35	120	140,00	4,98	4,02	110	97,59
	36	51	151,91	5,18	-16,81	96	2.056,58
10	37	27	220,53	7,00	-77,12	40	164,71
	38	143	176,07	5,52	42,57	155	137,62
	39	99	177,57	5,41	-4,66	107	68,85
	40	56	199,79	5,89	-30,16	86	928,13
alpha =							0,000
beta =							0,029
gama =							0,105
MSE (5-40)=							5.272,29
U-stat =							0,31420

Kot je razvidno iz rezultatov, daje izboljšana aditivna metoda bistveno boljše rezultate kot aditivna metoda: povprečna kvadratna napaka za izboljšano aditivno metodo je 5.272,29, za aditivno metodo pa 9.433,46. Z izboljšano metodo dobimo pri konkretnem primeru za 44,11 % boljši rezultat.

Slika 10: Prikaz opazovanih in napovedanih vrednosti po aditivni in izboljšani aditivni metodi (Komen)



Poleg referenčnega kriterija izračuna *MSE* sem izračunala tudi U-statistiko. U-statistika je po aditivni metodi enaka 0,40320, po izboljšani aditivni metodi pa 0,31420. Torej tudi ta kriterij potrjuje, da je za konkretni primer izračuna primernejša izboljšana aditivna metoda.

Slika 10 prikazuje opazovane vrednosti ter napovedi za obdobje 2000–2009 po aditivni in izboljšani aditivni metodi. Kot je razvidno iz same slike, dobimo z izboljšano aditivno metodo bistveno bolj prilegajoč se izris napovedi kot z aditivno metodo. Napovedi se v tem primeru precej bolj »prilegajo« opazovanim vrednostim (naraščajoč trend v primeru napovedi po aditivni metodi, ki je v nasprotju z dejanskimi podatki).

2. Občina Maribor. Tabela 15 prikazuje izračun napovedi nočitev domačih gostov v občini Maribor. Napoved sem izračunala po aditivni Holt-Wintersovi metodi.

Tabela 15: Napoved nočitev domačih gostov po aditivni metodi (Maribor)

Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
1	1	7.342			982,25		
	2	5.896			-463,75		
	3	5.082			-1.277,75		
	4	7.119	6.359,75	99,75	759,25		
2	5	6.484	6.459,50	99,75	24,50	7.442	917.285,06
	6	6.903	6.559,25	99,75	343,75	6.096	652.056,25
	7	4.823	6.659,00	99,75	-1.836,00	5.381	311.643,06
	8	8.825	6.758,75	99,75	2.066,25	7.518	1.708.249,00
3	9	9.385	6.858,50	99,75	2.526,50	6.883	6.260.004,00
	10	7.869	6.958,25	99,75	910,75	7.302	321.489,00
	11	5.450	7.058,00	99,75	-1.608,00	5.222	51.984,00
	12	10.355	7.157,75	99,75	3.197,25	9.224	1.279.161,00
4	13	12.497	7.257,50	99,75	5.239,50	9.784	7.360.369,00
	14	10.310	7.357,25	99,75	2.952,75	8.268	4.169.764,00
	15	9.324	7.457,00	99,75	1.867,00	5.849	12.075.625,00
	16	13.050	7.556,75	99,75	5.493,25	10.754	5.271.616,00
5	17	12.531	7.656,50	99,75	4.874,50	12.896	133.225,00
	18	10.443	7.756,25	99,75	2.686,75	10.709	70.756,00
	19	9.000	7.856,00	99,75	1.144,00	9.723	522.729,00
	20	11.386	7.955,75	99,75	3.430,25	13.449	4.255.969,00
6	21	10.259	8.055,50	99,75	2.203,50	12.930	7.134.241,00
	22	9.682	8.155,25	99,75	1.526,75	10.842	1.345.600,00
	23	7.721	8.255,00	99,75	-534,00	9.399	2.815.684,00
	24	13.287	8.354,75	99,75	4.932,25	11.785	2.256.004,00
7	25	11.631	8.454,50	99,75	3.176,50	10.658	946.729,00
	26	9.520	8.554,25	99,75	965,75	10.081	314.721,00
	27	8.914	8.654,00	99,75	260,00	8.120	630.436,00
	28	13.484	8.753,75	99,75	4.730,25	13.686	40.804,00

se nadaljuje

nadaljevanje

Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
8	29	12.804	8.853,50	99,75	3.950,50	12.030	599.076,00
	30	11.851	8.953,25	99,75	2.897,75	9.919	3.732.624,00
	31	9.041	9.053,00	99,75	-12,00	9.313	73.984,00
	32	14.081	9.152,75	99,75	4.928,25	13.883	39.204,00
9	33	13.201	9.252,50	99,75	3.948,50	13.203	4,00
	34	11.900	9.352,25	99,75	2.547,75	12.250	122.500,00
	35	9.179	9.452,00	99,75	-273,00	9.440	68.121,00
	36	12.497	9.551,75	99,75	2.945,25	14.480	3.932.289,00
10	37	11.114	9.651,50	99,75	1.462,50	13.600	6.180.196,00
	38	9.789	9.751,25	99,75	37,75	12.299	6.300.100,00
	39	10.204	9.851,00	99,75	353,00	9.578	391.876,00
	40	12.616	9.950,75	99,75	2.665,25	12.896	78.400,00
						alpha =	0,000
						beta =	1,000
						gama =	1,000
						MSE (5-40)=	2.945.672,67
						U-stat =	0,07174

Tabela 16 prikazuje napoved nočitev domačih gostov v občini Maribor. Račun sem izvedla po izboljšani aditivni metodi.

Pri tem želim opozoriti na zelo velike vrednosti povprečne kvadratne napake. To pa zato, ker so opazovane vrednosti zelo visoke.

Kot je razvidno iz analize rezultatov, dobimo z izboljšano aditivno metodo boljše rezultate kot z aditivno metodo. Povprečna kvadratna napaka za izboljšano aditivno metodo je 1.166.998,83, za aditivno metodo pa 2.945.672,67, kar pomeni, da je rezultat, pridobljen s pomočjo izboljšane aditivne metode kar za 60,38 % boljši.

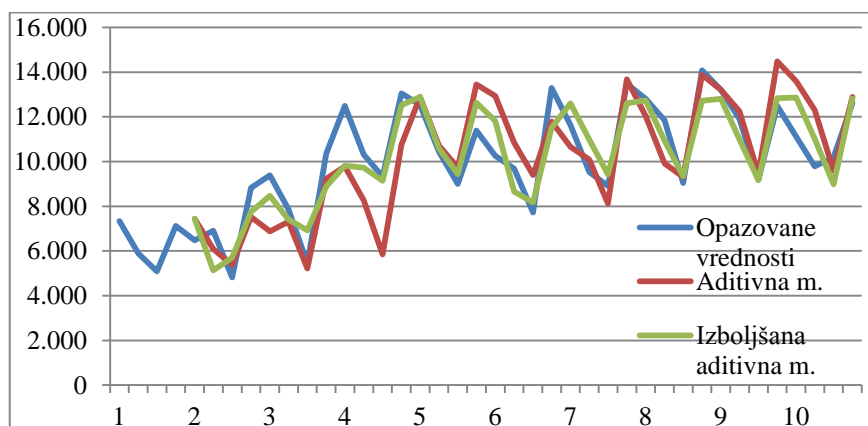
Prav tako sem za napoved nočitev v občini Maribor izračunala vrednost U-statistike, ki znaša po aditivni metodi 0,07174, v primeru izračuna po izboljšani aditivni metodi pa 0,05143. Tudi v tem primeru nižja vrednost U-statistike za izračun po izboljšani aditivni metodi potrjuje, da je ta metoda primernejša.

Slika 11 prikazuje opazovane vrednosti ter napovedi za obdobje 2000–2009 po aditivni in izboljšani aditivni Holt-Wintersovi metodi. Iz slike je razvidno, da je glajenje bistveno bolj izrazito pri izboljšani Holt-Wintersovi metodi.

Tabela 16: Napoved nočitev domačih gostov po izboljšani aditivni metodi (Maribor)

Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
1	1	7.342	6.359,75	99,75	982,25	7.442	917.285,06
	2	5.896			-463,75		
	3	5.082			-1.277,75		
	4	7.119			759,25		
2	5	6.484	5.492,68	99,75	983,70	5.129	3.148.194,27
	6	6.903	6.881,83	99,75	-385,98	5.704	775.865,95
	7	4.823	6.899,44	99,75	-1.405,85	7.758	1.137.551,72
	8	8.825	7.390,19	99,75	867,60	8.474	830.572,86
3	9	9.385	7.700,11	99,75	1.096,16	7.414	207.130,53
	10	7.869	8.229,40	99,75	-381,87	6.923	2.170.608,99
	11	5.450	7.921,15	99,75	-1.576,70	8.888	2.150.628,45
	12	10.355	8.623,77	99,75	1.006,11	9.820	7.168.036,24
4	13	12.497	10.004,63	99,75	1.320,09	9.723	345.154,98
	14	10.310	10.615,79	99,75	-369,67	9.139	34.284,93
	15	9.324	11.415,58	99,75	-1.659,28	12.521	279.370,78
	16	13.050	11.476,05	99,75	1.097,18	12.896	133.147,64
5	17	12.531	10.857,48	99,75	1.376,78	10.588	20.896,62
	18	10.443	11.002,94	99,75	-400,19	9.443	196.610,44
	19	9.000	11.437,29	99,75	-1.784,06	12.634	1.558.062,67
	20	11.386	10.344,70	99,75	1.088,22	11.821	2.440.559,86
6	21	10.259	8.950,84	99,75	1.365,77	8.650	1.064.189,10
	22	9.682	9.848,56	99,75	-362,72	8.164	196.471,49
	23	7.721	10.329,18	99,75	-1.916,24	11.517	3.132.362,57
	24	13.287	11.141,28	99,75	1.257,83	12.607	952.180,89
7	25	11.631	10.120,94	99,75	1.388,91	10.978	2.125.934,23
	26	9.520	10.141,98	99,75	-404,30	9.425	260.650,39
	27	8.914	11.321,50	99,75	-1.995,03	12.599	783.928,21
	28	13.484	11.462,94	99,75	1.380,24	12.730	5.522,01
8	29	12.804	10.955,80	99,75	1.462,58	10.936	836.351,27
	30	11.851	11.960,98	99,75	-357,09	9.346	92.871,39
	31	9.041	12.153,35	99,75	-2.174,23	12.721	1.849.566,69
	32	14.081	12.024,43	99,75	1.488,71	12.803	158.123,54
9	33	13.201	11.339,99	99,75	1.526,48	10.984	839.638,34
	34	11.900	12.086,80	99,75	-329,78	9.167	155,04
	35	9.179	12.466,04	99,75	-2.352,70	12.829	110.546,60
	36	12.497	11.033,74	99,75	1.484,63	12.867	3.073.900,65
10	37	11.114	9.594,73	99,75	1.525,32	11.011	1.493.272,26
	38	9.789	10.083,81	99,75	-324,17	8.988	1.478.481,29
	39	10.204	12.549,14	99,75	-2.351,49	12.825	43.849,75
	40	12.616	11.143,54	99,75	1.482,67		
						alpha =	0,630
						beta =	0,000
						gama =	0,160
						MSE (5-40)=	1.166.998,83
						U-stat =	0,05143

Slika 11: Prikaz opazovanih in napovedanih vrednosti po aditivni in izboljšani aditivni metodi (Maribor)



Tu (Slika 11) se napovedane vrednosti po aditivni metodi precej bolj prilegajo opazovanim vrednostim kot v prejšnjem primeru, vendar pa z izboljšano aditivno metodo dobimo precej boljši rezultat, ker je napoved po tej metodi zmanjšana za določeno tehtano vrednost (glej poglavje 3.2).

3. Občina Medvode. Error! Reference source not found. prikazuje izračun napovedi nočitev tujih gostov v občini Medvode. Napoved sem izračunala po aditivni Holt-Wintersovi metodi.

Tabela 17: Napoved nočitev tujih gostov po aditivni metodi (Medvode)

Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
1	1	656			-1.101,50		
	2	1.569			-188,50		
	3	3.628			1.870,50		
	4	1.177	1.757,50	66,25	-580,50		
2	5	908	1.829,13	66,25	-953,76	722	34.503,06
	6	1.795	1.897,93	66,25	-118,41	1.707	7.765,55
	7	4.367	1.979,59	66,25	2.293,90	3.835	283.365,76
	8	1.020	2.032,95	66,25	-934,72	1.465	198.327,85
3	9	714	2.086,71	66,25	-1.296,92	1.145	186.140,12
	10	2.209	2.158,01	66,25	20,35	2.035	30.433,67
	11	5.633	2.256,53	66,25	3.180,63	4.518	1.242.875,98
	12	1.407	2.323,33	66,25	-919,66	1.388	358,47
4	13	1.259	2.394,40	66,25	-1.164,62	1.093	27.667,80
	14	4.730	2.525,76	66,25	1.809,17	2.481	5.058.026,19
	15	7.015	2.627,98	66,25	4.168,78	5.773	1.543.469,55
	16	1.023	2.672,47	66,25	-1.517,44	1.775	564.855,27
5	17	1.081	2.724,44	66,25	-1.556,82	1.574	243.148,21
	18	4.023	2.773,99	66,25	1.350,34	4.600	332.768,58
	19	9.416	2.909,92	66,25	6.083,25	7.009	5.793.531,48
	20	1.708	2.983,39	66,25	-1.319,18	1.459	62.134,29

se nadaljuje

nadaljevanje

Leto	T	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
6	21	1.499	3.049,82	66,25	-1.551,91	1.493	38,18
	22	2.533	3.060,10	66,25	-187,46	4.466	3.738.091,27
	23	7.508	3.077,08	66,25	4.729,83	9.210	2.895.438,82
	24	581	3.107,34	66,25	-2.307,96	1.824	1.545.431,26
7	25	657	3.145,66	66,25	-2.319,20	1.622	930.619,98
	26	2.141	3.186,34	66,25	-890,14	3.024	780.486,51
	27	7.076	3.226,34	66,25	4.008,88	7.982	821.589,54
	28	669	3.283,46	66,25	-2.559,01	985	99.623,41
8	29	514	3.334,75	66,25	-2.730,02	1.031	266.777,97
	30	2.483	3.400,20	66,25	-912,30	2.511	776,12
	31	8.444	3.494,49	66,25	4.779,35	7.475	938.325,40
	32	832	3.555,83	66,25	-2.694,01	1.002	28.808,17
9	33	608	3.613,85	66,25	-2.955,95	892	80.687,69
	34	1.889	3.654,66	66,25	-1.611,29	2.768	772.290,04
	35	7.978	3.705,79	66,25	4.363,95	8.500	272.753,58
	36	447	3.753,77	66,25	-3.195,92	1.078	398.198,59
10	37	616	3.812,84	66,25	-3.153,26	864	61.537,56
	38	2.297	3.879,94	66,25	-1.588,06	2.268	852,41
	39	7.093	3.910,95	66,25	3.395,86	8.310	1.481.422,73
	40	1.248	3.990,71	66,25	-3.195,92	781	217.831,22
						alpha =	0,029
						beta =	0,000
						gama =	0,819
						MSE (5-40)=	1.189.418,57
						U-stat=	0,11617

Tabela 18 prikazuje izračun napovedi nočitev tujih gostov v občini Medvode. Račun sem izvedla po izboljšani aditivni metodi.

Tabela 18: Napoved nočitev tujih gostov po izboljšani aditivni metodi (Medvode)

Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	656			-1.101,50		
	2	1.569			-188,50		
	3	3.628			1.870,50		
	4	1.177	1.757,50	66,25	-580,50		
2	5	908	2.663,22	66,25	-1.227,35	722	34.503,06
	6	1.795	2.650,59	66,25	-316,92	2541	556.477,80
	7	4.367	1.318,50	66,25	2.097,27	4587	48.550,22
	8	1.020	1.860,89	66,25	-630,63	804	46.545,99
3	9	714	2.807,36	66,25	-1.394,06	700	201,88
	10	2.209	3.000,37	66,25	-408,25	2557	120.892,51
	11	5.633	1.703,67	66,25	2.449,95	5164	220.068,99
	12	1.407	2.296,70	66,25	-680,50	1139	71.665,98

se nadaljuje

nadaljevanje

Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
4	13	1.259	3.441,13	66,25	-1.545,77	969	84.160,91
	14	4.730	4.265,47	66,25	-240,24	3099	2.659.727,30
	15	7.015	2.649,54	66,25	2.818,70	6782	54.444,66
	16	1.023	2.911,93	66,25	-913,13	2035	1.024.731,80
5	17	1.081	3.981,10	66,25	-1.806,48	1432	123.489,49
	18	4.023	4.280,62	66,25	-243,58	3807	46.606,62
	19	9.416	2.978,62	66,25	3.515,31	7166	5.064.460,26
	20	1.708	3.575,47	66,25	-1.096,84	2132	179.553,80
6	21	1.499	4.835,10	66,25	-2.100,94	1835	113.057,58
	22	2.533	4.467,27	66,25	-569,05	4658	4.514.651,55
	23	7.508	1.869,31	66,25	3.924,07	8049	292.501,66
	24	581	2.644,82	66,25	-1.282,99	839	66.415,79
7	25	657	4.224,27	66,25	-2.383,22	610	2.197,18
	26	2.141	4.244,53	66,25	-864,44	2208	4.525,15
	27	7.076	1.177,92	66,25	4.304,08	6701	140.332,42
	28	669	2.362,59	66,25	-1.362,03	1494	681.164,48
8	29	514	4.264,16	66,25	-2.646,36	394	14.376,09
	30	2.483	4.666,25	66,25	-1.118,32	1913	325.042,53
	31	8.444	1.490,40	66,25	4.814,12	7081	1.856.689,94
	32	832	2.711,34	66,25	-1.461,62	1415	340.221,25
9	33	608	4.803,16	66,25	-2.944,51	131	227.570,29
	34	1.889	5.134,94	66,25	-1.527,90	1659	52.900,77
	35	7.978	1.181,60	66,25	5.195,72	7591	149.427,39
	36	447	2.480,32	66,25	-1.571,67	1316	754.641,57
10	37	616	4.938,68	66,25	-3.209,82	-167	613.393,95
	38	2.297	5.758,00	66,25	-1.900,03	1249	1.097.421,23
	39	7.093	991,56	66,25	5.370,08	7973	774.469,50
	40	1.248	2.683,90	66,25	-1.545,54	1206	1.793,88
alpha =							0,286
beta =							0,000
gama =							0,193
MSE (5-40)=							621.079,87
U-stat=							0,10104

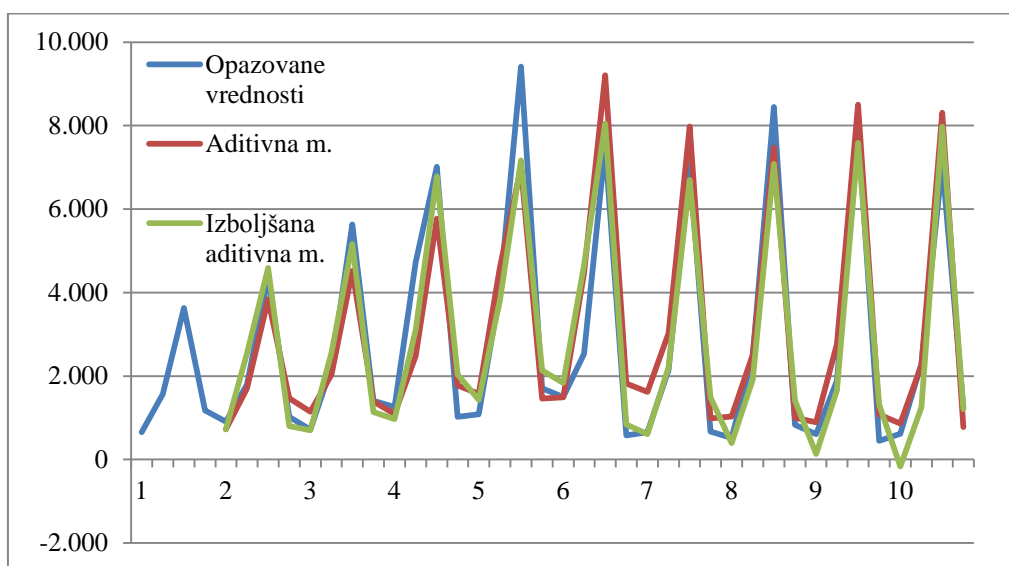
Posebej bi opozorila na napovedane vrednosti v Tabela 18: v zadnji, deseti periodi se med napovedmi pojavi tudi negativna vrednost. Ker sem želela poudariti razlike pri napovedih med obema metodama (predvsem pri časovnih vrstah z ničlami), sem pri vseh izračunih negativne napovedi ohranila. V praksi se namesto negativne napovedi upošteva napoved 0.

Rezultati pri izboljšani aditivni metodi so tudi tu zopet boljši kot pri aditivni metodi. Povprečna kvadratna napaka za izboljšano aditivno metodo je 621.079,87, za aditivno metodo pa 1.189.418,57. Z izboljšano aditivno metodo dobimo tako za 47,78 % boljši rezultat.

Da je izboljšana aditivna metoda primernejša, dokazuje tudi izračun U-statistike: po aditivni metodi je U-statistika enaka 0,11617, po izboljšani aditivni metodi pa 0,10104.

Slika 12 prikazuje opazovane vrednosti ter napovedi za obdobje 2000–2009 po aditivni in izboljšani aditivni Holt-Wintersovi metodi za občino Medvode. Tudi iz tega primera je jasno razvidno, da se napovedi pri izboljšani aditivni metodi precej bolj ujemajo z opazovanimi vrednostmi – glajenje je precej boljše kot pri aditivni metodi.

Slika 12: Prikaz opazovanih in napovedanih vrednosti po aditivni in izboljšani aditivni metodi (Medvode)



4.2.2 Primer izračuna za časovno vrsto z ničlami

1. Občina Komenda. Tabela 19 in Tabela 20 prikazujeta izračun napovedi nočitev tujih gostov v občini Komenda med letoma 2000 in 2009. Napoved je izračunana po aditivni Holt-Wintersovi metodi oziroma po izboljšani Holt-Wintersovi metodi. V obeh primerih je trend konstanten in enak za obe metodi. Tudi vrednosti napovedi so do vključno šestega analiziranega leta za obe metodi enake. Potem nastopijo precejšnje razlike, kar je še bolj razvidno iz Slika 13. Posledično se tudi vrednosti MSE obeh metod zelo razlikujeta.

Tabela 19: Napoved nočitev tujih gostov po aditivni metodi (Komenda)

Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
1	1	0	3,50	2,69	-3,50	9,50	
	2	0			-3,50		
	3	1			-2,50		
	4	13			9,50		

se nadaljuje

nadaljevanje

Leto	T	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
2	5	45	48,50	2,69	-3,50	3	1.790,35
	6	10	13,50	2,69	-3,50	48	1.420,35
	7	0	2,50	2,69	-2,50	14	187,35
	8	2	-7,50	2,69	9,50	15	160,97
3	9	8	11,50	2,69	-3,50	-8	266,10
	10	15	18,50	2,69	-3,50	11	18,60
	11	94	96,50	2,69	-2,50	19	5.671,97
	12	215	205,50	2,69	9,50	109	11.302,35
4	13	233	236,50	2,69	-3,50	205	801,60
	14	190	193,50	2,69	-3,50	236	2.087,35
	15	183	185,50	2,69	-2,50	194	114,22
	16	32	22,50	2,69	9,50	198	27.452,35
5	17	640	643,50	2,69	-3,50	22	382.310,35
	18	896	899,50	2,69	-3,50	643	64.167,22
	19	1.195	1.197,50	2,69	-2,50	900	87.209,47
	20	847	837,50	2,69	9,50	1210	131.542,22
6	21	0	3,50	2,69	-3,50	837	700.045,97
	22	54	57,50	2,69	-3,50	3	2.632,97
	23	8	10,50	2,69	-2,50	58	2.468,85
	24	45	35,50	2,69	9,50	23	497,85
7	25	67	70,50	2,69	-3,50	35	1.044,10
	26	59	62,50	2,69	-3,50	70	114,22
	27	22	24,50	2,69	-2,50	63	1.655,47
	28	57	47,50	2,69	9,50	37	412,60
8	29	180	183,50	2,69	-3,50	47	17.772,22
	30	93	96,50	2,69	-3,50	183	8.043,85
	31	38	40,50	2,69	-2,50	97	3.444,22
	32	94	84,50	2,69	9,50	53	1.706,72
9	33	259	262,50	2,69	-3,50	84	30.734,47
	34	136	139,50	2,69	-3,50	262	15.797,35
	35	74	76,50	2,69	-2,50	140	4.314,85
	36	84	74,50	2,69	9,50	89	21,97
10	37	92	95,50	2,69	-3,50	74	335,35
	38	13	16,50	2,69	-3,50	95	6.672,85
	39	12	14,50	2,69	-2,50	17	21,97
	40	4	-5,50	2,69	9,50	27	514,72
alpha =							1,000
beta =							0,000
gama =							0,076
MSE (5-40)=							71.107,42

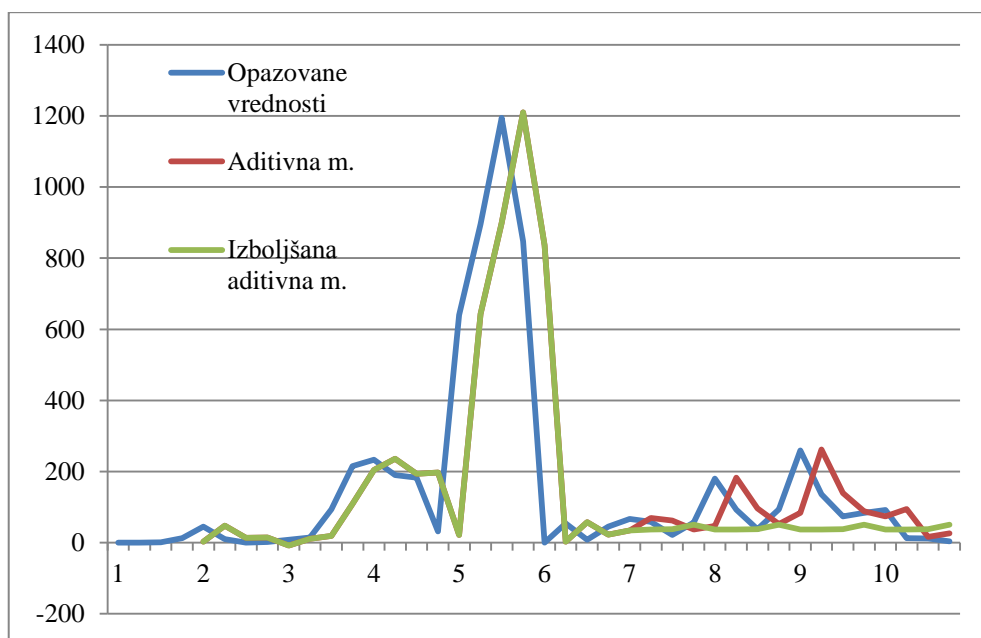
Tabela 20: Napoved nočitev tujih gostov po izboljšani aditivni metodi (Komenda)

Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
1	1	0	3,50	2,69	-3,50	9,50	
	2	0			-3,50		
	3	1			-2,50		
	4	13			9,50		
2	5	45	48,50	2,69	-3,50	3	1.790,35
	6	10	13,50	2,69	-3,50	48	1.420,35
	7	0	2,50	2,69	-2,50	14	187,35
	8	2	-7,50	2,69	9,50	15	160,97
3	9	8	11,50	2,69	-3,50	-8	266,10
	10	15	18,50	2,69	-3,50	11	18,60
	11	94	96,50	2,69	-2,50	19	5.671,97
	12	215	205,50	2,69	9,50	109	11.302,35
4	13	233	236,50	2,69	-3,50	205	801,60
	14	190	193,50	2,69	-3,50	236	2.087,35
	15	183	185,50	2,69	-2,50	194	114,22
	16	32	22,50	2,69	9,50	198	27.452,35
5	17	640	643,50	2,69	-3,50	22	382.310,35
	18	896	899,50	2,69	-3,50	643	64.167,22
	19	1.195	1.197,50	2,69	-2,50	900	87.209,47
	20	847	837,50	2,69	9,50	1210	131.542,22
6	21	0	3,50	2,69	-3,50	837	700.045,97
	22	54	57,50	2,69	-3,50	3	2.632,97
	23	8	10,50	2,69	-2,50	58	2.468,85
	24	45	35,50	2,69	9,50	23	497,85
7	25	67	70,50	2,69	-3,50	35	1.044,10
	26	59	62,50	2,69	-3,50	37	467,64
	27	22	24,50	2,69	-2,50	38	268,14
	28	57	47,50	2,69	9,50	50	43,89
8	29	180	183,50	2,69	-3,50	37	20.341,89
	30	93	96,50	2,69	-3,50	37	3.094,14
	31	38	40,50	2,69	-2,50	38	0,14
	32	94	84,50	2,69	9,50	50	1.903,14
9	33	259	262,50	2,69	-3,50	37	49.117,64
	34	136	139,50	2,69	-3,50	37	9.726,89
	35	74	76,50	2,69	-2,50	38	1.269,14
	36	84	74,50	2,69	9,50	50	1.130,64
10	37	92	95,50	2,69	-3,50	37	2.983,89
	38	13	16,50	2,69	-3,50	37	594,14
	39	12	14,50	2,69	-2,50	38	695,64
	40	4	-5,50	2,69	9,50	50	2.150,64
						alpha =	1,000
						beta =	0,000
						gama =	0,638
						MSE (5-40)=	42.138,34

Pri izboljšani aditivni metodi dobimo bistveno boljše rezultate kot pri aditivni metodi: povprečna kvadratna napaka za izboljšano aditivno metodo je 42.138,34, za aditivno metodo pa 71.107,42. To pomeni, da je v tem primeru rezultat boljši za 40,74 %.

Slika 13 prikazuje opazovane in glajene vrednosti po aditivni in izboljšani aditivni metodi. Iz tabele je razvidno, da se med napovedmi pojavljajo tudi negativne napovedovane vrednosti. Kot že rečeno, bi negativne vrednosti sicer lahko popravila, vendar jih nisem, saj so tako razlike med aditivno in izboljšano aditivno metodo še bolj očitne (še bolj nazorna je napoved nočitev za občino Lovrenc na Pohorju). Do šestega leta se napovedi po obeh metodah ujemajo (na sliki se izris napovedi prekriva), pozneje pa zopet pride do precejšnjih odstopanj, kar je razvidno tudi iz grafa.

Slika 13: Prikaz opazovanih in napovedanih vrednosti po aditivni in izboljšani aditivni metodi (Komenda)



2. Občina Logatec. Tabela 21 prikazuje izračun napovedi nočitev tujih gostov v občini Logatec. Napoved je izračunana po aditivni Holt-Wintersovi metodi.

Tabela 21: Nočitev tujih gostov po aditivni metodi (Logatec)

Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
1	1	35,00			-224,25		
	2	384,00			124,75		
	3	380,00			120,75		
	4	238,00	259,25	37,50	-21,25		

se nadaljuje

nadaljevanje

Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
2	5	123,00	296,75	37,50	-224,25	73	2.550,25
	6	438,00	334,25	37,50	124,75	459	441,00
	7	593,00	371,75	37,50	120,75	493	10.100,25
3	8	483,00	409,25	37,50	-21,25	388	9.025,00
	9	226,00	446,75	37,50	-224,25	223	12,25
	10	437,00	484,25	37,50	124,75	609	29.584,00
4	11	6.057,00	521,75	37,50	120,75	643	29.316.810,25
	12	124,00	559,25	37,50	-21,25	538	171.396,00
	13	243,00	596,75	37,50	-224,25	373	16.770,25
5	14	405,00	634,25	37,50	124,75	759	125.316,00
	15	328,00	671,75	37,50	120,75	793	215.760,25
	16	126,00	709,25	37,50	-21,25	688	315.844,00
6	17	23,00	746,75	37,50	-224,25	523	249.500,25
	18	234,00	784,25	37,50	124,75	909	455.625,00
	19	384,00	821,75	37,50	120,75	943	311.922,25
7	20	196,00	859,25	37,50	-21,25	838	412.164,00
	21	46,00	896,75	37,50	-224,25	673	392.502,25
	22	283,00	934,25	37,50	124,75	1.059	602.176,00
8	23	422,00	971,75	37,50	120,75	1.093	449.570,25
	24	91,00	1.009,25	37,50	-21,25	988	804.609,00
	25	0,00	1.046,75	37,50	-224,25	823	676.506,25
9	26	160,00	1.084,25	37,50	124,75	1.209	1.100.401,00
	27	428,00	1.121,75	37,50	120,75	1.243	663.410,25
	28	114,00	1.159,25	37,50	-21,25	1.138	1.048.576,00
10	29	63,00	1.196,75	37,50	-224,25	973	827.190,25
	30	370,00	1.234,25	37,50	124,75	1.359	978.121,00
	31	653,00	1.271,75	37,50	120,75	1.393	546.860,25
11	32	335,00	1.309,25	37,50	-21,25	1.288	908.209,00
	33	578,00	1.346,75	37,50	-224,25	1.123	296.480,25
	34	991,00	1.384,25	37,50	124,75	1.509	268.324,00
12	35	956,00	1.421,75	37,50	120,75	1.543	343.982,25
	36	631,00	1.459,25	37,50	-21,25	1.438	651.249,00
	37	606,00	1.496,75	37,50	-224,25	1.273	444.222,25
13	38	1.200,00	1.534,25	37,50	124,75	1.659	210.681,00
	39	1.233,00	1.571,75	37,50	120,75	1.693	211.140,25
	40	623,00	1.609,25	37,50	-21,25	1.588	931.225,00
						alpha =	0,000
						beta =	0,000
						gama =	0,000
						MSE (5-40)=	1.694.583,93

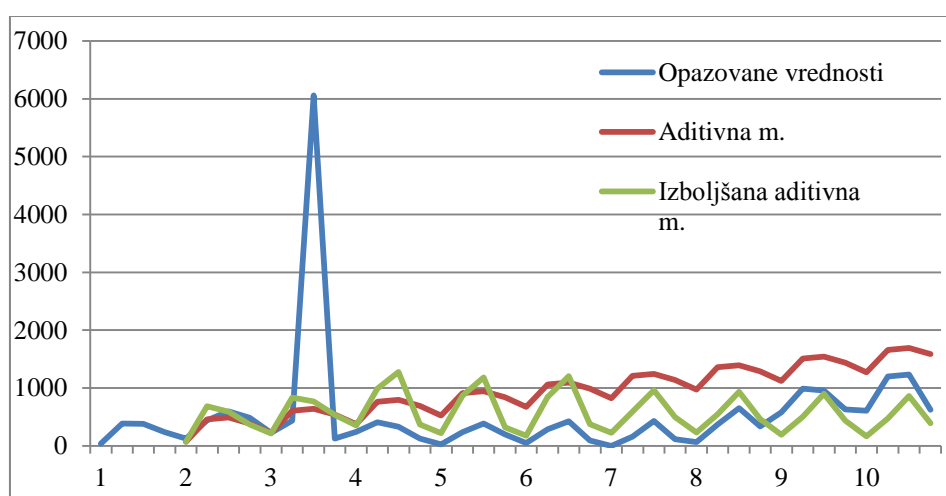
Tabela 22: Napoved nočitev tujih gostov po izboljšani aditivni metodi (Logatec)

Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	35,00			-224,25		
	2	384,00			124,75		
	3	380,00			120,75		
	4	238,00	259,25	37,50	-21,25		
2	5	123,00	521,00	37,50	-234,66	73	2.550,25
	6	438,00	433,75	37,50	117,53	683	60.147,56
	7	593,00	350,50	37,50	128,05	592	1,00
	8	483,00	409,25	37,50	-15,56	367	13.514,06
3	9	226,00	681,41	37,50	-247,89	212	193,51
	10	437,00	601,38	37,50	100,64	836	159.552,84
	11	6.057,00	510,84	37,50	452,69	767	27.984.881,96
	12	124,00	563,89	37,50	-40,98	533	167.099,61
4	13	243,00	849,28	37,50	-269,36	354	12.211,54
	14	405,00	786,14	37,50	71,77	987	339.212,68
	15	328,00	370,95	37,50	422,99	1276	899.337,29
	16	126,00	449,44	37,50	-57,91	367	58.307,51
5	17	23,00	756,30	37,50	-297,16	218	37.858,99
	18	234,00	722,03	37,50	38,23	866	398.879,26
	19	384,00	336,54	37,50	400,49	1183	637.634,52
	20	196,00	431,94	37,50	-68,58	316	14.430,74
6	21	46,00	766,60	37,50	-322,53	172	15.947,22
	22	283,00	765,88	37,50	7,00	842	312.852,03
	23	422,00	402,88	37,50	377,64	1204	611.315,34
	24	91,00	508,96	37,50	-89,51	372	78.853,62
7	25	0,00	868,99	37,50	-355,28	224	50.143,01
	26	160,00	899,49	37,50	-37,72	591	185.729,57
	27	428,00	559,35	37,50	347,14	962	284.727,79
	28	114,00	686,36	37,50	-118,44	494	144.741,73
8	29	63,00	1.079,13	37,50	-394,87	229	27.450,97
	30	370,00	1.154,36	37,50	-82,46	546	31.058,73
	31	653,00	844,71	37,50	314,85	931	77.340,26
	32	335,00	1.000,66	37,50	-151,23	466	17.034,92
9	33	578,00	1.433,03	37,50	-422,45	189	151.254,25
	34	991,00	1.552,99	37,50	-111,19	501	239.612,41
	35	956,00	1.275,64	37,50	276,84	899	3.270,28
	36	631,00	1.464,36	37,50	-192,10	433	39.311,14
10	37	606,00	1.924,31	37,50	-476,12	162	197.567,82
	38	1.200,00	2.073,00	37,50	-156,84	473	528.870,53
	39	1.233,00	1.833,67	37,50	224,26	861	138.535,82
	40	623,00	2.063,27	37,50	-266,89	392	53.427,03
						alpha =	0,000
						beta =	0,000
						gama =	0,060
						MSE (5-40)=	943.746,05

Pri izboljšani aditivni metodi dobimo boljše rezultate kot pri aditivni metodi: povprečna kvadratna napaka za izboljšano aditivno metodo je 943.746,05, za aditivno metodo pa 1.694.583,93. Z izboljšano aditivno metodo dobimo za ta primer 44,31 % boljši rezultat.

Slika 14 prikazuje opazovane in napovedovane vrednosti po aditivni in izboljšani aditivni Holt-Wintersovi metodi. Razlika med napovedima je v tem primeru še bolj očitna. Po aditivni metodi imajo napovedi očitno naraščajoč trend, tudi ko je iz opazovanih vrednosti razvidno, da je prišlo do upada nočitev. Napovedi se v tem primeru slabo prilagajajo opazovanim vrednostim. Izboljšana aditivna metoda pa napovedi precej bolj gladi, trend je po tej metodi torej precej bolj skladen z dejanskim stanjem.

Slika 14: Prikaz opazovanih in napovedanih vrednosti po aditivni in izboljšani aditivni metodi (Logatec)



3. Občina Lovrenc na Pohorju. Tabela 23 prikazuje izračun napovedi nočitev tujih gostov v občini Lovrenc na Pohorju. Napoved je izračunana po aditivni Holt-Wintersovi metodi.

Tudi v tem primeru so pri izboljšani aditivni metodi rezultati boljši kot pri aditivni metodi: povprečna kvadratna napaka za izboljšano aditivno metodo je 109,93, za aditivno metodo pa 166,38. Z izboljšano aditivno metodo dobimo v tem primeru za 33,93 % boljši rezultat.

Slika 15 prikazuje opazovane in napovedovane vrednosti po aditivni in izboljšani aditivni Holt-Wintersovi metodi. Opazovane vrednosti za občino Lovrenc na Pohorju precej nihajo. Do petega leta se napovedi po aditivni in izboljšani aditivni metodi precej ujemajo, od šestega leta naprej pa so razlike precej očitne. V osmem, devetem in desetem letu so napovedi po aditivni metodi negativne, kar je verjetno posledica neobičajno velikih, verjetno slučajnih nihanj. Napoved po izboljšani aditivni metodi pa negativnih vrednosti ne zavzema.

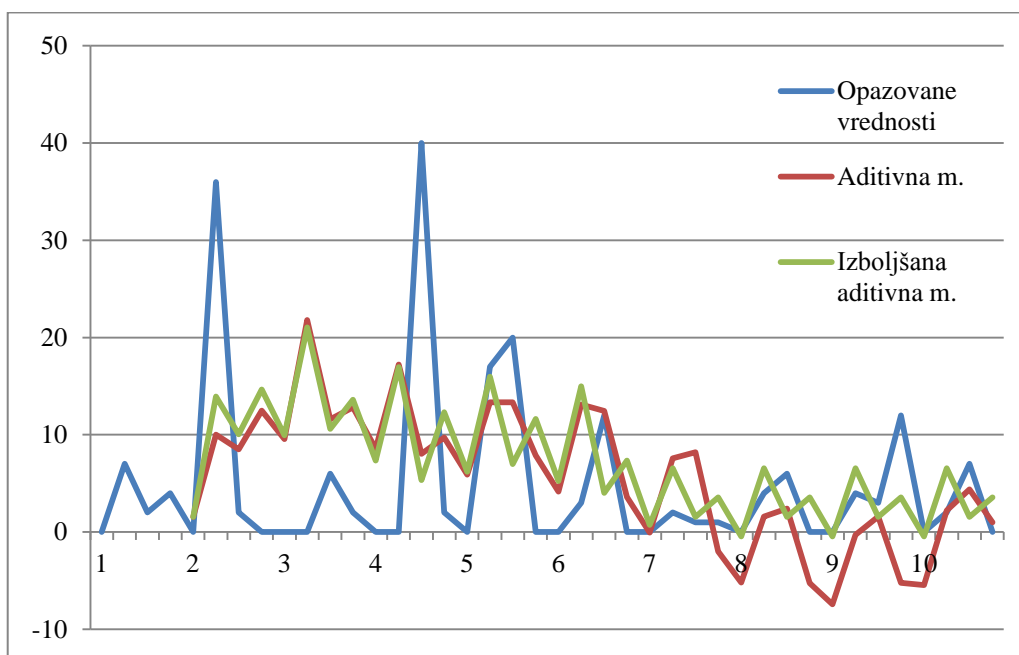
Tabela 23: Napoved nočitev tujih gostov po aditivni metodi (Lovrenc na Pohorju)

Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	0			-3,25		
	2	7			3,75		
	3	2			-1,25		
	4	4	3,25	1,56	0,75		
2	5	0	4,75	1,50	-3,49	2	2,44
	6	36	7,24	2,49	7,74	10	675,68
	7	2	9,49	2,24	-2,24	8	42,07
	8	0	11,26	1,77	-1,16	12	155,85
3	9	0	12,67	1,41	-4,95	10	91,01
	10	0	13,25	0,58	4,39	22	475,69
	11	6	13,61	0,37	-3,10	12	31,12
	12	2	13,57	-0,04	-2,82	13	116,92
4	13	0	13,20	-0,37	-6,27	9	73,42
	14	0	12,17	-1,03	1,75	17	296,40
	15	40	12,36	0,19	1,80	8	1.021,13
	16	2	12,26	-0,10	-4,01	10	59,71
5	17	0	11,93	-0,33	-7,17	6	34,63
	18	17	11,74	-0,19	2,31	13	13,31
	19	20	11,80	0,06	2,82	13	44,23
	20	0	11,57	-0,24	-5,21	8	61,76
6	21	0	11,17	-0,39	-7,81	4	17,33
	22	3	10,40	-0,78	0,76	13	101,84
	23	12	9,60	-0,79	2,75	12	0,19
	24	0	8,67	-0,93	-5,76	4	12,94
7	25	0	7,74	-0,93	-7,80	0	0,00
	26	2	6,60	-1,14	-0,09	8	31,14
	27	1	5,19	-1,41	1,65	8	52,08
	28	1	3,89	-1,30	-5,31	-2	8,93
8	29	0	2,79	-1,10	-7,00	-5	27,14
	30	4	1,77	-1,01	0,28	2	5,80
	31	6	0,90	-0,87	2,20	2	12,89
	32	0	0,23	-0,67	-4,50	-5	27,88
9	33	0	-0,16	-0,39	-5,86	-7	55,45
	34	4	-0,39	-0,23	0,93	0	18,31
	35	3	-0,57	-0,17	2,42	2	2,03
	36	12	-0,09	0,48	-1,85	-5	297,12
10	37	0	0,60	0,69	-5,02	-5	29,82
	38	2	1,28	0,68	0,90	2	0,05
	39	7	2,06	0,78	2,82	4	6,87
	40	0	2,81	0,74	-1,85	1	0,98
						alpha =	0,0380
						beta =	1,0000
						gama =	0,1594
						MSE (5-40)=	166,38

Tabela 24: Napoved nočitev tujih gostov po izboljšani aditivni metodi (Lovrenc na Pohorju)

Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
1	1	0	3,25	1,56	-3,25		
	2	7			3,75		
	3	2			-1,25		
	4	4			0,75		
2	5	0	7,57	2,62	-3,25	2	2,44
	6	36	9,09	2,20	3,75	14	486,81
	7	2	11,58	2,31	-1,25	10	64,52
	8	0	11,71	1,48	0,75	15	214,33
3	9	0	15,09	2,20	-3,25	10	98,83
	10	0	11,77	0,09	3,75	21	442,70
	11	6	12,50	0,34	-1,25	11	21,19
	12	2	10,98	-0,38	0,75	14	134,30
4	13	0	12,76	0,45	-3,25	7	54,01
	14	0	8,11	-1,50	3,75	17	287,71
	15	40	11,28	0,29	-1,25	5	1.200,52
	16	2	9,83	-0,38	0,75	12	106,44
5	17	0	11,74	0,50	-3,25	6	38,55
	18	17	8,97	-0,75	3,75	16	1,03
	19	20	10,68	0,19	-1,25	7	169,74
	20	0	9,00	-0,52	0,75	12	135,02
6	21	0	10,86	0,39	-3,25	5	27,35
	22	3	6,65	-1,37	3,75	15	143,88
	23	12	7,22	-0,63	-1,25	4	63,60
	24	0	5,16	-1,18	0,75	7	53,80
7	25	0	6,82	-0,09	-3,25	1	0,54
	26	2	2,50	-1,71	3,75	7	20,75
	27	1	2,06	-1,22	-1,25	2	0,31
	28	1	0,10	-1,50	0,75	4	6,53
8	29	0	1,99	-0,20	-3,25	0	0,20
	30	4	-1,74	-1,55	3,75	7	6,53
	31	6	-1,09	-0,71	-1,25	2	19,75
	32	0	-2,36	-0,93	0,75	4	12,64
9	33	0	0,30	0,45	-3,25	0	0,20
	34	4	-2,67	-0,86	3,75	7	6,53
	35	3	-1,61	-0,13	-1,25	2	2,09
	36	12	-1,08	0,13	0,75	4	71,31
10	37	0	2,40	1,41	-3,25	0	0,20
	38	2	-0,13	-0,10	3,75	7	20,75
	39	7	1,77	0,66	-1,25	2	29,64
	40	0	1,43	0,28	0,75	4	12,64
						alpha =	0,103
						beta =	0,383
						gama =	0,000
						MSE (5-40)=	109,93

Slika 15: Prikaz opazovanih in napovedanih vrednosti po aditivni in izboljšani aditivni metodi (Lovrenc na Pohorju)



4.3 Primerjava izboljšane aditivne in multiplikativne metode

1. **Občina Komen.** V nadaljevanju bom prikazala izračun napovedi za nočitve vseh domačih gostov v občini Komen.

Tabela 25 prikazuje izračun napovedi po Holt-Wintersovi multiplikativni metodi za nočitve domačih gostov v občini Komen.

Izboljšana aditivna metoda daje bistveno boljše rezultate kot multiplikativna metoda: povprečna kvadratna napaka za izboljšano aditivno metodo (glej Tabela 14 na strani 38) je 5.272,29, za multiplikativno metodo pa 12.867,76. Z izboljšano aditivno metodo dobimo v danem primeru za 59,03 % boljši rezultat.

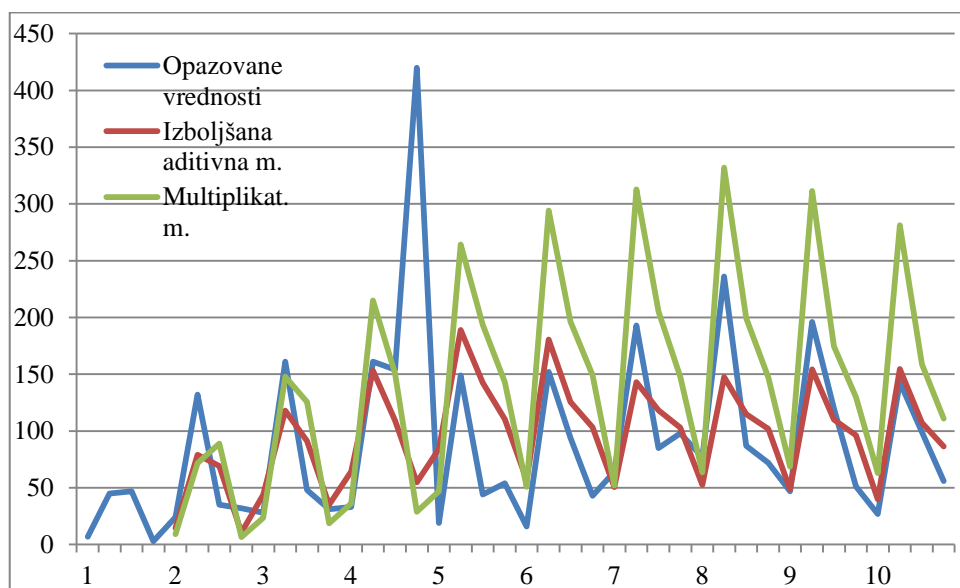
U-statistika v primeru izračuna napovedi nočitev za občino Komen po izboljšani aditivni metodi znaša 0,31420, za izračun po multiplikativni metodi pa 0,34461. Tudi v tem primeru je torej poleg izpolnjenega kriterija nižjega *MSE* izpolnjen tudi kriterij nižje U-statistike za izboljšano aditivno metodo.

Slika 16 prikazuje opazovane in napovedane vrednosti po izboljšani aditivni in multiplikativni metodi. Napovedi po multiplikativni metodi so precej manj skladne s trendom za opazovane podatke kot napovedi po izboljšani aditivni metodi.

Tabela 25: Napoved nočitev domačih gostov po multiplikativni metodi (Komen)

Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	7	25,50	7,56	0,27		
	2	45			1,76		
	3	47			1,84		
	4	3			0,12		
2	5	24	33,06	7,56	0,37	9	222,73
	6	132	40,63	7,56	2,09	72	3.637,15
	7	35	48,19	7,56	1,60	89	2.896,18
	8	32	55,75	7,56	0,22	7	647,25
3	9	28	63,31	7,56	0,39	24	19,60
	10	161	70,88	7,56	2,13	148	172,34
	11	48	78,44	7,56	1,39	126	6.020,13
	12	31	86,00	7,56	0,25	19	153,22
4	13	33	93,56	7,56	0,38	36	10,58
	14	161	101,13	7,56	2,01	215	2.920,75
	15	154	108,69	7,56	1,39	151	10,71
	16	420	116,25	7,56	0,98	29	153.039,55
5	17	19	123,81	7,56	0,33	47	786,31
	18	149	131,38	7,56	1,82	264	13.261,25
	19	44	138,94	7,56	1,16	194	22.375,59
	20	54	146,50	7,56	0,85	143	7.941,77
6	21	16	154,06	7,56	0,28	51	1.223,16
	22	152	161,63	7,56	1,63	294	20.244,46
	23	94	169,19	7,56	1,03	196	10.457,69
	24	43	176,75	7,56	0,71	149	11.314,67
7	25	64	184,31	7,56	0,30	52	146,02
	26	193	191,88	7,56	1,49	313	14.342,59
	27	85	199,44	7,56	0,90	205	14.455,98
	28	98	207,00	7,56	0,66	148	2.494,09
8	29	77	214,56	7,56	0,31	63	182,66
	30	236	222,13	7,56	1,40	332	9.221,22
	31	87	229,69	7,56	0,79	200	12.670,52
	32	72	237,25	7,56	0,58	147	5.645,78
9	33	47	244,81	7,56	0,28	69	473,24
	34	196	252,38	7,56	1,27	311	13.275,53
	35	120	259,94	7,56	0,72	175	2.975,90
	36	51	267,50	7,56	0,50	130	6.219,28
10	37	27	275,06	7,56	0,24	63	1.302,96
	38	143	282,63	7,56	1,10	281	19.088,89
	39	99	290,19	7,56	0,63	159	3.593,86
	40	56	297,75	7,56	0,43	111	3.013,96
alpha =							0,000
beta =							0,000
gama =							0,217
MSE (5-40)=							12.867,76
U-stat=							0,34461

Slika 16: Prikaz opazovanih in napovedanih vrednosti po izboljšani aditivni in multiplikativni metodi (Komen)



2. **Občina Maribor.** Tabela 26 prikazuje izračun napovedi po Holt-Wintersovi multiplikativni metodi za nočitve domačih gostov v občini Maribor.

Tabela 26: Napoved nočitev domačih gostov po multiplikativni metodi (Maribor)

Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
1	1	7.342			1,15		
	2	5.896			0,93		
	3	5.082			0,80		
	4	7.119	6.359,75	99,75	1,12		
2	5	6.484	5.833,13	99,75	1,15	7.457	947.032,95
	6	6.903	7.057,18	99,75	0,94	5.500	1.967.674,63
	7	4.823	6.323,74	99,75	0,79	5.719	802.839,86
	8	8.825	7.508,58	99,75	1,13	7.190	2.672.064,72
3	9	9.385	8.031,96	99,75	1,15	8.731	428.021,50
	10	7.869	8.340,81	99,75	0,94	7.606	69.274,07
	11	5.450	7.274,15	99,75	0,79	6.695	1.550.366,11
	12	10.355	8.713,40	99,75	1,14	8.321	4.137.884,32
4	13	12.497	10.332,88	99,75	1,16	10.143	5.540.824,33
	14	10.310	10.859,78	99,75	0,94	9.772	289.916,46
	15	9.324	11.629,32	99,75	0,79	8.615	502.121,56
	16	13.050	11.533,96	99,75	1,14	13.349	89.307,77
5	17	12.531	11.013,68	99,75	1,16	13.499	937.507,01
	18	10.443	11.122,07	99,75	0,94	10.432	119,21
	19	9.000	11.363,20	99,75	0,79	8.850	22.515,60
	20	11.386	10.386,20	99,75	1,13	13.034	2.714.744,20

se nadaljuje

nadaljevanje

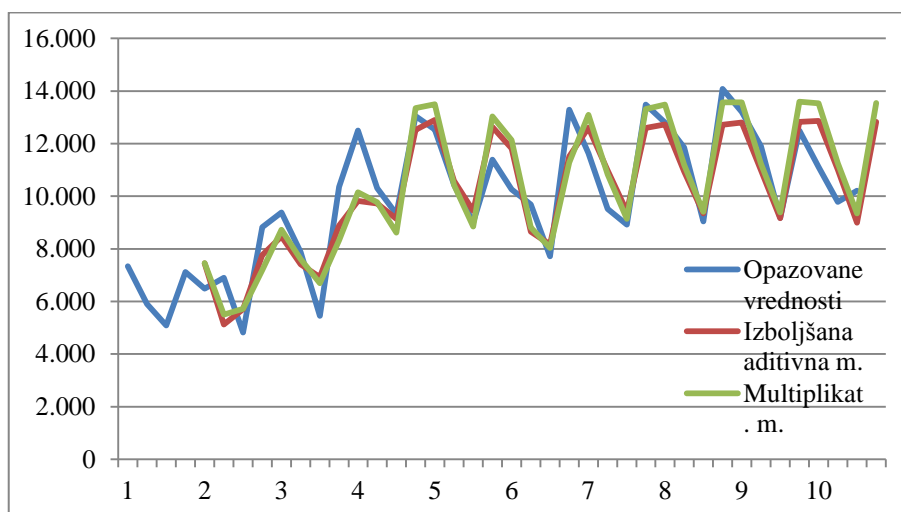
Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
6	21	10.259	9.284,57	99,75	1,15	12.129	3.497.640,40
	22	9.682	10.075,05	99,75	0,94	8.809	761.500,87
	23	7.721	9.884,05	99,75	0,79	8.030	95.359,48
	24	13.287	11.299,00	99,75	1,14	11.286	4.003.520,83
7	25	11.631	10.454,82	99,75	1,14	13.090	2.128.081,97
	26	9.520	10.218,79	99,75	0,94	10.835	1.730.084,39
	27	8.914	11.058,05	99,75	0,79	9.138	50.236,77
	28	13.484	11.672,92	99,75	1,14	13.310	30.325,75
8	29	12.804	11.351,87	99,75	1,14	13.480	456.571,29
	30	11.851	12.304,52	99,75	0,94	11.191	435.933,13
	31	9.041	11.682,03	99,75	0,79	9.409	135.356,68
	32	14.081	12.200,54	99,75	1,14	13.570	260.920,95
9	33	13.201	11.763,43	99,75	1,14	13.566	132.889,64
	34	11.900	12.412,74	99,75	0,95	11.234	443.486,49
	35	9.179	11.869,37	99,75	0,79	9.376	38.980,16
	36	12.497	11.201,19	99,75	1,14	13.596	1.208.236,06
10	37	11.114	10.165,08	99,75	1,13	13.531	5.841.782,04
	38	9.789	10.321,84	99,75	0,95	11.262	2.169.195,87
	39	10.204	12.327,72	99,75	0,79	9.348	732.613,52
	40	12.616	11.427,85	99,75	1,13	13.544	861.480,82
						alpha =	0,743
						beta =	0,000
						gama =	0,161
						MSE (5-40)=	1.551.511,79
						U-stat=	0,05413

Tudi v tem primeru dobimo z izboljšano aditivno metodo bistveno boljše rezultate kot z multiplikativno metodo. Povprečna kvadratna napaka za izboljšano aditivno metodo (glej Tabela 16 na str. 42) je 1.166.998,83, za multiplikativno metodo pa 1.551.511,79. Z izboljšano metodo dobimo v primeru napovedi nočitev za občino Maribor za 24,78 % boljši rezultat.

Izračun U-statistike za primer napovedi nočitev po multiplikativni metodi znaša 0,05413, po izboljšani aditivni metodi pa 0,05143. U-statistika nam pove, da sta obe metodi izračuna primerni, vendar pa je ob uporabi izboljšane aditivne metode napoved še boljša kot pri multiplikativni; in to tako v primeru izračuna *MSE* kot tudi U-statistike.

Slika 17 prikazuje opazovane in napovedane vrednosti po izboljšani aditivni in multiplikativni metodi.

Slika 17: Prikaz opazovanih in napovedanih vrednosti po izboljšani aditivni in multiplikativni metodi (Maribor)



3. **Občina Medvode.** Tabela 27 prikazuje izračun napovedi po Holt-Wintersovi multiplikativni metodi za nočitve domačih gostov v občini Medvode.

Tabela 27: Napoved nočitev domačih gostov po multiplikativni metodi (Medvode)

Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
1	1	656			0,37		
	2	1.569			0,89		
	3	3.628			2,06		
	4	1.177	1.757,50	66,25	0,67		
2	5	908	1.895,65	138,15	0,39	681	51.652,42
	6	1.795	2.031,07	135,42	0,89	1.816	427,31
	7	4.367	2.160,47	129,40	2,06	4.472	11.083,60
	8	1.020	2.199,31	38,85	0,63	1.534	263.708,43
3	9	714	2.188,80	-10,51	0,38	878	26.878,00
	10	2.209	2.213,79	24,98	0,91	1.941	71.744,69
	11	5.633	2.297,85	84,06	2,13	4.604	1.058.431,30
	12	1.407	2.363,24	65,39	0,63	1.507	10.001,34
4	13	1.259	2.532,69	169,45	0,40	924	112.341,53
	14	4.730	2.996,64	463,95	1,03	2.460	5.153.882,80
	15	7.015	3.441,30	444,66	2,11	7.363	120.787,13
	16	1.023	3.620,05	178,75	0,56	2.433	1.986.782,86
5	17	1.081	3.668,25	48,20	0,38	1.525	196.881,60
	18	4.023	3.738,64	70,39	1,04	3.829	37.464,44
	19	9.416	3.885,82	147,18	2,17	8.043	1.885.419,29
	20	1.708	3.914,20	28,38	0,54	2.276	322.239,02

se nadaljuje

nadaljevanje

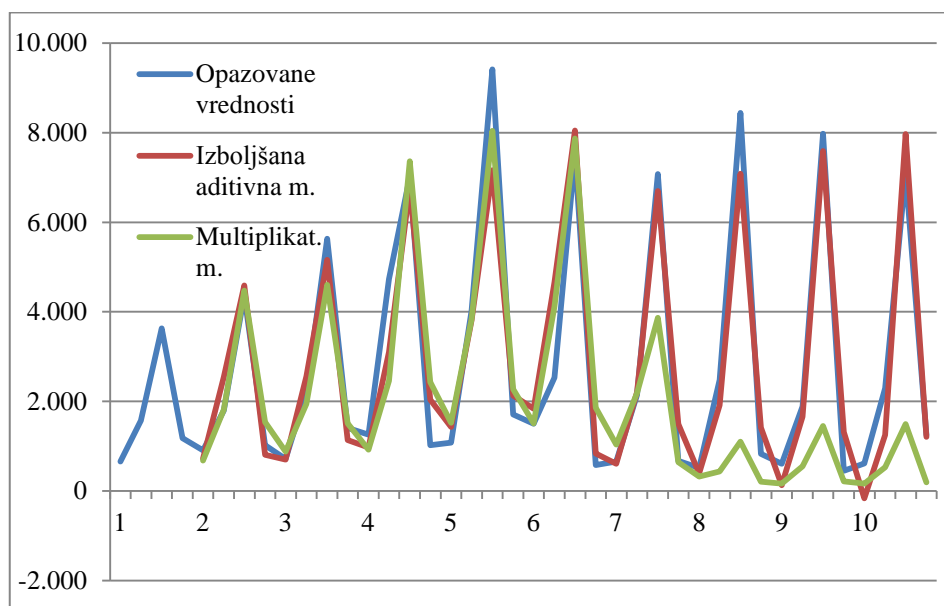
Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
6	21	1.499	3.940,16	25,96	0,38	1.507	61,23
	22	2.533	3.785,77	-154,40	0,97	4.119	2.516.170,69
	23	7.508	3.611,59	-174,18	2,15	7.871	131.891,27
	24	581	3.158,24	-453,35	0,48	1.861	1.637.292,17
7	25	657	2.588,64	-569,60	0,36	1.033	141.330,47
	26	2.141	2.040,68	-547,96	0,99	2.189	2.297,46
	27	7.076	1.704,80	-335,88	2,51	3.869	10.284.660,08
	28	669	1.372,87	-331,93	0,48	642	752,83
8	29	514	1.087,17	-285,71	0,38	320	37.664,71
	30	2.483	1.004,19	-82,98	1,25	432	4.206.418,62
	31	8.444	1.209,55	205,36	3,31	1.100	53.931.355,45
	32	832	1.452,99	243,44	0,50	210	387.089,83
9	33	608	1.685,37	232,38	0,38	166	195.176,01
	34	1.889	1.869,28	183,91	1,21	549	1.795.261,16
	35	7.978	2.094,98	225,70	3,40	1.452	42.585.244,45
	36	447	2.153,12	58,13	0,44	217	52.800,70
10	37	616	2.143,59	-9,52	0,36	165	203.627,32
	38	2.297	2.106,31	-37,29	1,19	530	3.122.241,30
	39	7.093	2.070,82	-35,49	3,41	1.491	31.380.733,24
	40	1.248	2.126,94	56,13	0,47	195	1.109.812,32
						alpha =	0,118
						beta =	1,000
						gama =	0,180
						MSE (5-40)=	779.757,06
						U-stat=	0,30734

Zopet so rezultati, dobljeni z izboljšano aditivno metodo, boljši kot pri multiplikativni metodi. Povprečna kvadratna napaka za izboljšano aditivno metodo (glej Tabela 18 na str. 44) je 621.079,87, za multiplikativno metodo pa 779.757,06, torej gre za 20,35 % boljši rezultat.

U-statistika v primeru izračuna napovedi po multiplikativni metodi je enaka 0,30734, v primeru izračuna po izboljšani aditivni metodi pa 0,10104. Tako poleg nižje kvadratne napake v primeru izračuna napovedi po izboljšani aditivni metodi potrjuje slednjo tudi nižja U-statistika.

Slika 18 prikazuje opazovane in napovedane vrednosti po izboljšani aditivni in multiplikativni metodi. Iz slike je razvidno, da izboljšana aditivna metoda veliko bolj sledi nihanjem kot multiplikativna, saj napoved v osmem, devetem in desetem letu kaže drastičen upad nočitev v primeru multiplikativne metode.

Slika 18: Prikaz opazovanih in napovedanih vrednosti po izboljšani aditivni in multiplikativni metodi (Medvode)



4.4 Pregled rezultatov izračuna napovedi za izbrane časovne vrste

4.4.1 Primerjava rezultatov napovedovanja za aditivno, izboljšano aditivno in multiplikativno metodo za neničelne časovne vrste

V nadaljevanju podajam pregled vseh neničelnih časovnih vrst oziroma relevantnih rezultatov napovedi za aditivno, multiplikativno in izboljšano aditivno metodo. Celoten izračun je podan v prilogi.

Pri tem so:

Y_t – opazovana vrednost (nočitve)

$F_t - A.$ – napoved, izračunana po aditivni metodi

$F_t - M.$ – napoved, izračunana po multiplikativni metodi

$F_t - I.A.$ – napoved, izračunana po izboljšani aditivni metodi

Tabela 28: Občina Ajdovščina

t	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Y_t	459	1.390	1.278	682	361	1.073	563	469	246	255	526	287	418
$F_t-A.$	480	795	1.429	1.263	892	802	1.085	513	461	586	304	258	227
$F_t-M.$	450	862	1.467	1.039	812	940	1.032	462	369	488	217	233	185
$F_t-I.A.$	480	850	1.381	1.218	953	877	1.069	484	453	566	314	156	200
t	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y_t	621	448	375	300	622	417	338	272	620	639	284	328	473
$F_t-A.$	652	645	287	309	567	610	260	265	533	588	445	273	581
$F_t-M.$	601	682	349	305	504	591	330	273	460	423	297	241	420
$F_t-I.A.$	615	632	238	305	571	617	211	269	482	520	312	264	482
t	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
Y_t	631	134	175	250	559	315	359	414	318	230	MSE	U-stat	
$F_t-A.$	479	396	144	412	259	259	269	597	470	116	84.107,74	0,20771	
$F_t-M.$	392	263	236	411	407	229	234	407	451	238	60.216,95	0,18155	
$F_t-I.A.$	520	312	264	482	520	312	264	482	520	312	50.040,89	0,19671	

Tabela 29: Občina Brda

t	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Y_t	260	194	241	246	72	253	403	296	328	945	295	165	79
$F_t-A.$	119	183	267	340	349	196	276	397	372	357	708	573	405
$F_t-M.$	130	87	329	523	509	127	278	464	189	517	879	508	262
$F_t-I.A.$	119	193	278	335	312	142	294	439	377	343	792	557	350
t	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y_t	142	182	115	51	100	21	43	197	116	107	44	0	98
$F_t-A.$	301	148	157	127	135	49	13	4	142	70	82	71	66
$F_t-M.$	359	132	143	99	195	156	68	37	101	38	88	110	98
$F_t-I.A.$	214	186	266	219	161	143	146	131	178	147	170	177	172
t	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
Y_t	34	318	7	124	79	225	185	534	528	368	MSE	U-stat	
$F_t-A.$	23	12	163	143	84	104	123	221	336	495	48.197,13	0,34908	
$F_t-M.$	66	42	12	116	47	74	3	70	44	91	56.942,79	0,41175	
$F_t-I.A.$	141	160	168	171	134	167	151	167	127	167	42.355,00	0,37725	

Tabela 30: Občina Dobrna

t	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Y_t	12.102	12.643	12.716	12.862	15.154	15.188	11.196	17.087	18.306	17.919	18.938	16.683	17.326
$F_t-A.$	14.537	13.576	12.425	8.073	11.698	14.649	15.133	9.323	15.051	18.237	18.390	16.983	18.223
$F_t-M.$	14.537	13.088	11.946	7.817	13.296	16.017	15.140	7.489	16.721	19.485	18.122	15.839	17.540
$F_t-I.A.$	14.549	13.304	12.162	9.072	11.974	14.689	15.059	9.948	15.509	18.634	18.429	16.448	18.143
t	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y_t	18.068	19.813	16.824	17.014	17.594	20.852	16.617	16.511	19.095	23.043	14.443	17.191	20.419
$F_t-A.$	18.772	18.690	17.449	18.370	18.565	18.362	17.654	18.216	18.161	19.357	19.114	17.523	18.419
$F_t-M.$	18.690	18.359	16.363	17.798	18.612	18.196	16.777	17.721	19.251	20.433	16.794	17.568	19.429
$F_t-I.A.$	18.914	18.671	16.927	18.314	18.720	18.371	17.209	18.167	19.399	20.150	17.270	18.488	19.975
t	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
Y_t	23.779	17.684	15.605	18.509	19.786	17.458	18.627	18.801	20.871	16.919	MSE	U-stat	
$F_t-A.$	20.498	19.282	20.013	18.882	19.558	15.754	17.765	20.031	20.430	17.021	7.096.263,10	0,07148	
$F_t-M.$	20.956	16.295	17.601	19.691	21.452	16.078	17.164	19.829	21.763	16.257	5.907.808,6	0,06091	
$F_t-I.A.$	20.836	17.116	18.599	20.145	21.095	17.039	18.209	20.111	21.127	17.184	5.587.653,21	0,06795	

Tabela 31: Občina Hrpelje-Kozina

t	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Y_t	921	1.329	1.138	765	1.053	3.185	4.553	3.623	3.634	2.735	2.708	2.788	3.161
F_t -A.	1.067	633	1.875	1.077	393	767	3.529	4.406	3.344	3.485	3.193	2.542	2.512
F_t -M.	1.072	705	2.036	1.205	592	813	3.662	4.313	3.368	3.346	3.408	2.580	2.579
F_t -I.A.	1.067	672	1.867	1.113	359	761	3.255	4.232	3.389	3.695	3.239	2.323	2.481
t	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y_t	2.466	2.694	594	388	400	557	206	475	469	804	642	641	1.284
F_t -A.	2.922	2.922	2.559	485	126	824	313	98	206	859	557	552	384
F_t -M.	2.681	2.970	2.658	927	376	424	287	248	228	231	94	101	58
F_t -I.A.	2.943	3.061	2.400	693	108	992	-32	233	-29	617	108	234	-6
t	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
Y_t	922	869	531	565	481	304	174	75	201	98	MSE	U-stat	
F_t -A.	1.613	724	776	347	836	315	196	5	318	42	736.898,82	0,18875	
F_t -M.	77	41	54	65	69	45	46	62	66	45	726.720,81	0,20521	
F_t -I.A.	659	180	249	138	600	261	217	166	597	320	527.836,82	0,20510	

Tabela 32: Občina Jezersko – tuji gostje

t	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Y_t	318	835	2.909	538	156	433	2.985	367	218	1.497	3.942	354	148
F_t -A.	278	628	2.721	621	678	1.016	2.998	758	615	865	3.027	810	704
F_t -M.	219	613	3.791	392	420	894	3.680	422	277	636	4.253	527	331
F_t -I.A.	278	962	3.171	136	655	973	2.853	-8	438	897	3.547	951	842
t	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y_t	368	3.004	486	281	541	3.035	288	142	321	2.910	368	171	624
F_t -A.	1.189	3.267	570	362	746	2.938	284	70	436	2.699	43	-108	274
F_t -M.	985	3.134	326	209	720	3.147	385	205	543	2.603	294	160	415
F_t -I.A.	996	2.772	-105	435	913	2.880	-27	343	606	2.628	384	329	603
t	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
Y_t	2.502	230	181	203	2.442	195	263	402	1.600	174	MSE	U-stat	
F_t -A.	2.702	90	-47	377	2.660	116	-12	330	2.631	63	178.622,06	0,12786	
F_t -M.	2.538	304	160	474	2.485	280	168	390	2.604	267	150.747,04	0,11046	
F_t -I.A.	2.633	384	327	602	2.637	384	325	599	2.641	384	142.346,39	0,12491	

Tabela 33: Občina Komen

t	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Y_t	24	132	35	32	28	161	48	31	33	161	154	420	19
F_t -A.	15	60	70	33	45	90	100	64	75	121	130	94	105
F_t -M.	9	72	89	7	24	148	126	19	36	215	151	29	47
F_t -I.A.	15	79	69	11	44	118	91	35	64	153	109	55	84
t	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y_t	149	44	54	16	152	94	43	64	193	85	98	77	236
F_t -A.	151	160	124	136	181	191	154	166	211	221	185	196	242
F_t -M.	264	194	143	51	294	196	149	52	313	205	148	63	332
F_t -I.A.	189	142	110	57	181	125	103	51	143	118	103	53	148
t	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
Y_t	87	72	47	196	120	51	27	143	99	56	MSE	U-stat	
F_t -A.	251	215	226	272	281	245	257	302	312	275	9.433,46	0,40320	
F_t -M.	200	147	69	311	175	130	63	281	159	111	12.867,76	0,34461	
F_t -I.A.	115	102	49	154	110	96	40	155	107	86	5.272,29	0,31420	

Tabela 34: Občina Kranj

<i>t</i>	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Y_t	2.453	2.263	1.568	1.920	925	1.701	2.160	2.514	1.281	1.753	2.617	1.762	2.845
F_t -A.	2.170	2.573	1.884	2.000	1.893	1.817	1.166	1.642	1.407	1.820	1.587	2.026	1.187
F_t -M.	2.173	2.534	1.917	2.027	2.007	1.805	1.279	1.653	1.069	1.715	1.858	2.156	1.076
F_t -I.A.	2.170	2.671	1.692	2.018	1.800	1.938	950	1.670	1.602	2.127	1.242	1.938	1.381
<i>t</i>	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y_t	1.569	2.538	1.685	2.409	1.728	1.721	1.474	1.778	1.377	1.463	1.830	1.430	1.151
F_t -A.	1.994	2.089	1.931	1.803	1.625	2.151	1.555	1.774	1.285	1.614	1.204	1.601	1.109
F_t -M.	1.810	2.420	1.825	2.099	1.360	2.172	1.437	1.936	1.311	1.429	1.148	1.403	1.033
F_t -I.A.	2.488	1.666	1.988	1.575	2.187	1.719	1.604	1.350	1.522	1.419	1.398	1.347	1.513
<i>t</i>	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
Y_t	2.570	1.990	732	1.092	1.351	1.598	1.081	1.291	1.584	1.607	MSE	U-stat	
F_t -A.	1.337	1.501	1.577	1.023	1.694	1.257	812	825	1.428	1.346	394.549,45	0,99636	
F_t -M.	1.172	1.377	1.247	1.059	2.039	1.711	844	1.171	1.737	2.040	371.107,25	0,15941	
F_t -I.A.	1.455	1.490	1.384	1.517	1.663	1.598	1.337	1.540	1.744	1.742	363.852,42	0,17078	

Tabela 35: Občina Litija – tuji gostje

<i>t</i>	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Y_t	93	184	227	192	93	193	243	181	220	260	276	86	212
F_t -A.	137	181	128	183	159	227	221	227	161	248	273	245	226
F_t -M.	137	182	121	195	156	241	213	227	142	271	284	249	204
F_t -I.A.	137	192	101	186	164	248	170	213	160	278	224	234	194
<i>t</i>	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y_t	290	522	176	72	155	353	124	167	109	356	124	176	128
F_t -A.	283	299	198	260	324	437	193	157	226	376	136	137	140
F_t -M.	290	306	193	257	328	429	180	154	248	426	168	182	200
F_t -I.A.	301	249	199	220	341	343	142	128	195	278	144	111	157
<i>t</i>	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
Y_t	278	135	156	242	52	6	98	37	69	19	MSE	U-stat	
F_t -A.	342	103	130	107	291	93	109	134	113	-11	8.766,57	0,21309	
F_t -M.	440	160	192	169	370	153	179	207	202	75	8.766,79	0,24228	
F_t -I.A.	291	131	100	114	265	97	54	55	133	-40	8.247,62	0,22546	

Tabela 36: Občina Ljutomer – tuji gostje

<i>t</i>	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Y_t	1.899	2.516	821	483	86	537	481	328	149	395	499	286	150
F_t -A.	853	2.398	2.629	669	627	515	578	306	455	568	420	313	400
F_t -M.	829	2.960	2.532	696	613	284	654	448	447	370	513	456	398
F_t -I.A.	853	2.449	2.683	629	581	446	515	244	398	501	350	252	343
<i>t</i>	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y_t	461	691	429	420	366	470	451	125	117	608	573	448	1.047
F_t -A.	558	477	500	537	826	370	264	551	514	105	398	669	838
F_t -M.	365	570	590	543	756	474	427	562	960	1.030	825	949	1.523
F_t -I.A.	493	412	451	488	775	300	204	506	861	795	516	538	861
<i>t</i>	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
Y_t	710	400	355	680	1.261	490	278	797	548	400	MSE	U-stat	
F_t -A.	1.054	495	483	735	670	1.055	568	649	783	314	262.006,61	0,27876	
F_t -M.	1.425	1.013	1.045	1.523	1.425	1.013	1.045	1.523	1.425	1.013	254.941,62	0,30650	
F_t -I.A.	795	516	538	861	795	516	538	861	795	516	182.037,82	0,27011	

Tabela 37: Občina Lukovica – tuji gostje

<i>t</i>	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Y_t	350	679	1.153	992	713	1.272	2.091	794	948	1.468	1.799	650	679
F_t -A.	427	717	1.612	116	534	938	1.983	782	795	1.193	2.205	773	732
F_t -M.	430	739	1.604	363	440	834	1.822	613	559	1.049	2.106	711	676
F_t -I.A.	427	674	1.591	-141	1.026	1.037	2.184	797	828	1.272	2.380	505	684
<i>t</i>	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y_t	1.038	1.336	270	428	913	2.059	566	568	919	1.797	550	542	1.102
F_t -A.	1.043	1.908	413	365	729	1.659	607	611	932	1.782	545	569	899
F_t -M.	1.130	1.934	652	603	962	1.561	516	551	956	1.687	518	540	922
F_t -I.A.	1.003	1.950	42	304	752	1.825	765	600	924	1.842	554	594	924
<i>t</i>	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
Y_t	1.688	501	398	900	1.654	622	421	877	1.070	445	MSE	U-stat	
F_t -A.	1.845	532	539	826	1.703	442	539	843	1.698	189	98.546,19	0,12335	
F_t -M.	1.677	517	536	959	1.672	512	504	952	1.683	542	110.160,77	0,12732	
F_t -I.A.	1.842	554	594	924	1.842	554	594	924	1.842	554	94.544,19	0,13775	

Tabela 38: Občina Maribor

<i>t</i>	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Y_t	6.484	6.903	4.823	8.825	9.385	7.869	5.450	10.355	12.497	10.310	9.324	13.050	12.531
F_t -A.	7.442	6.096	5.381	7.518	6.883	7.302	5.222	9.224	9.784	8.268	5.849	10.754	12.896
F_t -M.	7.457	5.500	5.719	7.190	8.731	7.606	6.695	8.321	10.143	9.772	8.615	13.349	13.499
F_t -I.A.	7.442	5.129	5.704	7.758	8.474	7.414	6.923	8.888	9.820	9.723	9.139	12.521	12.896
<i>t</i>	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y_t	10.443	9.000	11.386	10.259	9.682	7.721	13.287	11.631	9.520	8.914	13.484	12.804	11.851
F_t -A.	10.709	9.723	13.449	12.930	10.842	9.399	11.785	10.658	10.081	8.120	13.686	12.030	9.919
F_t -M.	10.432	8.850	13.034	12.129	8.809	8.030	11.286	13.090	10.835	9.138	13.310	13.480	11.191
F_t -I.A.	10.588	9.443	12.634	11.821	8.650	8.164	11.517	12.607	10.978	9.425	12.599	12.730	10.936
<i>t</i>	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
Y_t	9.041	14.081	13.201	11.900	9.179	12.497	11.114	9.789	10.204	12.616	MSE	U-stat	
F_t -A.	9.313	13.883	13.203	12.250	9.440	14.480	13.600	12.299	9.578	12.896	2.945.672,67	0,07174	
F_t -M.	9.409	13.570	13.566	11.234	9.376	13.596	13.531	11.262	9.348	13.544	1.551.511,79	0,05413	
F_t -I.A.	9.346	12.721	12.803	10.984	9.167	12.829	12.867	11.011	8.988	12.825	1.166.998,83	0,05143	

Tabela 39: Občina Medvode – tuji gostje

<i>t</i>	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Y_t	908	1.795	4.367	1.020	714	2.209	5.633	1.407	1.259	4.730	7.015	1.023	1.081
F_t -A.	722	1.707	3.835	1.465	1.145	2.035	4.518	1.388	1.093	2.481	5.773	1.775	1.574
F_t -M.	681	1.816	4.472	1.534	878	1.941	4.604	1.507	924	2.460	7.363	2.433	1.525
F_t -I.A.	722	2.541	4.587	804	700	2.557	5.164	1.139	969	3.099	6.782	2.035	1.432
<i>t</i>	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y_t	4.023	9.416	1.708	1.499	2.533	7.508	581	657	2.141	7.076	669	514	2.483
F_t -A.	4.600	7.009	1.459	1.493	4.466	9.210	1.824	1.622	3.024	7.982	985	1.031	2.511
F_t -M.	3.829	8.043	2.276	1.507	4.119	7.871	1.861	1.033	2.189	3.869	642	320	432
F_t -I.A.	3.807	7.166	2.132	1.835	4.658	8.049	839	610	2.208	6.701	1.494	394	1.913
<i>t</i>	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
Y_t	8.444	832	608	1.889	7.978	447	616	2.297	7.093	1.248	MSE	U-stat	
F_t -A.	7.475	1.002	892	2.768	8.500	1.078	864	2.268	8.310	781	1.189.418,57	0,11617	
F_t -M.	1.100	210	166	549	1.452	217	165	530	1.491	195	779.757,06	0,30734	
F_t -I.A.	7.081	1.415	131	1.659	7.591	1.316	-167	1.249	7.973	1.206	621.079,87	0,10104	

Tabela 40 prikazuje rezultate izračunov napovedi za neničelne časovne vrste. Merilo primerjave je MSE , ki sem ga optimizirala za parametre glajenja α, β, γ . Izračuni za vse časovne vrste so podani v prilogi. Iz Tabela 40 je razvidno, da izboljšana aditivna metoda v nekaterih primerih daje tudi do 60 % boljši rezultat v primerjavi z aditivno metodo. V povprečju pa je na izbranih dvanajstih časovnih vrstah izboljšana aditivna metoda boljša za 26,93 % glede na aditivno metodo in 19,64 % glede na multiplikativno metodo.

Tabela 40: Pregled rezultatov za neničelne časovne vrste

Občina	Izboljšanje (v %)	
	Aditivna- izboljšana aditivna m.	Multiplik.- izboljšana aditivna m.
Ajdovščina	40,50	16,90
Brda	12,12	25,62
Dobrna	21,26	5,42
Hrpelje-Kozina	28,37	27,37
Jezersko – TUJ	20,31	5,57
Komen	44,11	59,03
Kranj	7,78	1,95
Litija – TUJ	5,92	5,92
Ljutomer – TUJ	30,52	28,60
Lukovica – TUJ	4,06	14,18
Maribor	60,38	24,78
Medvode – TUJ	47,78	20,35

4.4.2 Primerjava rezultatov napovedovanja za aditivno in izboljšano aditivno metodo za časovne vrste z ničlami

V nadaljevanju podajam pregled vseh časovnih vrst z ničlami oziroma rezultatov napovedi za aditivno in izboljšano aditivno metodo. Celoten izračun je podan v prilogi.

Pri tem so:

Y_t – opazovana vrednost (nočitve)

$F_t - A.$ – napoved, izračunana po aditivni metodi

$F_t - I.A.$ – napoved, izračunana po izboljšani aditivni metodi

Tabela 41: Občina Komenda – domači gostje

t	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Y_t	32	14	5	2	14	36	0	9	5	99	79	216	149
$F_t-A.$	130	-27	-50	28	-33	-41	-27	15	-6	-28	16	84	184
$F_t-I.A.$	130	-37	-50	40	-15	-78	-39	47	7	-70	9	128	200
t	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y_t	4	18	53	0	25	162	36	10	17	116	21	223	89
$F_t-A.$	171	-19	47	3	-27	2	160	22	3	34	58	15	177
$F_t-I.A.$	114	-16	79	50	-52	-40	186	73	32	4	52	65	35
t	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
Y_t	88	42	22	0	2	2	25	6	5	2	MSE		
$F_t-A.$	158	39	92	-39	36	-40	22	-24	27	-18	6.770,81		
$F_t-I.A.$	12	46	79	32	11	41	78	34	12	41	6.255,00		

Tabela 42: Občina Komenda – tuji gostje

t	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Y_t	45	10	0	2	8	15	94	215	233	190	183	32	640
$F_t-A.$	3	48	14	15	-8	11	19	109	205	236	194	198	22
$F_t-I.A.$	3	48	14	15	-8	11	19	109	205	236	194	198	22
t	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y_t	896	1195	847	0	54	8	45	67	59	22	57	180	93
$F_t-A.$	643	900	1.210	837	3	58	23	35	70	63	37	47	183
$F_t-I.A.$	643	900	1.210	837	3	58	23	35	37	38	50	37	37
t	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
Y_t	38	94	259	136	74	84	92	13	12	4	MSE		
$F_t-A.$	97	53	84	262	140	89	74	95	17	27	71.107,42		
$F_t-I.A.$	38	50	37	37	38	50	37	37	38	50	42.138,34		

Tabela 43: Občina Logatec – tuji gostje

t	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Y_t	123	438	593	483	226	437	6.057	124	243	405	328	126	23
$F_t-A.$	73	459	493	388	223	609	643	538	373	759	793	688	523
$F_t-I.A.$	73	683	592	367	212	836	767	533	354	987	1.276	367	218
t	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y_t	234	384	196	46	283	422	91	0	160	428	114	63	370
$F_t-A.$	909	943	838	673	1.059	1.093	988	823	1.209	1.243	1.138	973	1.359
$F_t-I.A.$	866	1.183	316	172	842	1.204	372	224	591	962	494	229	546
t	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
Y_t	653	335	578	991	956	631	606	1.200	1.233	623	MSE		
$F_t-A.$	1.393	1.288	1.123	1.509	1.543	1.438	1.273	1.659	1.693	1.588	1.694.583,93		
$F_t-I.A.$	931	466	189	501	899	433	162	473	861	392	943.746,05		

Tabela 44: Občina Lovrenc na Pohorju

t	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Y_t	0	36	2	0	0	0	6	2	0	0	40	2	0
$F_t-A.$	2	10	8	12	10	22	12	13	9	17	8	10	6
$F_t-I.A.$	2	14	10	15	10	21	11	14	7	17	5	12	6
t	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y_t	17	20	0	0	3	12	0	0	2	1	1	0	4
$F_t-A.$	13	13	8	4	13	12	4	0	8	8	-2	-5	2
$F_t-I.A.$	16	7	12	5	15	4	7	1	7	2	4	0	7
t	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
Y_t	6	0	0	4	3	12	0	2	7	0	MSE		
$F_t-A.$	2	-5	-7	0	2	-5	-5	2	4	1			166,38
$F_t-I.A.$	2	4	0	7	2	4	0	7	2	4			109,93

Tabela 45: Občina Miren-Kostanjevica

t	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Y_t	36	51	31	118	138	171	146	139	86	85	136	161	432
$F_t-A.$	27	45	33	67	70	88	76	110	114	132	120	154	157
$F_t-I.A.$	27	55	40	64	130	165	169	186	142	93	61	170	164
t	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y_t	479	260	190	0	30	218	122	10	50	339	82	59	57
$F_t-A.$	175	163	197	201	219	207	241	244	262	250	284	288	306
$F_t-I.A.$	493	508	294	177	-29	-19	254	106	105	82	105	98	105
t	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
Y_t	29	42	26	18	39	24	48	15	19	9	MSE		
$F_t-A.$	294	328	331	349	337	371	375	393	381	415			166,38
$F_t-I.A.$	82	105	98	105	82	105	98	105	82	105			109,93

Tabela 46: Občina Miren-Kostanjevica – tuji gostje

t	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Y_t	15	38	55	41	565	122	87	54	43	64	47	96	76
$F_t-A.$	4	24	13	83	21	41	30	99	48	59	48	116	65
$F_t-I.A.$	4	44	39	130	23	63	58	149	56	71	64	152	62
t	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Y_t	105	185	69	0	34	89	69	23	12	48	360	48	105
$F_t-A.$	76	65	132	82	94	84	148	97	110	102	164	113	125
$F_t-I.A.$	77	69	159	69	84	78	161	72	80	66	125	74	77
t	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
Y_t	137	141	283	58	81	53	20	60	22	40	MSE		
$F_t-A.$	118	184	129	142	135	200	149	157	151	215			17.370,21
$F_t-I.A.$	65	131	73	77	65	131	78	76	64	129			13.645,80

Tabela 47 prikazuje odstotek izboljšanja MSE , izračunanega z izboljšano aditivno metodo v primerjavi z aditivno metodo. Razvidno je, da je odstotek izboljšanja do 44 %, v povprečju pa znaša 28,54 %.

Tabela 47: Pregled rezultatov za časovne vrste z ničlami

Občina	Izboljšanje (v%)
Komenda	7,62
Komenda – TUJ	40,74
Logatec – TUJ	44,31
Lovrenc na Pohorju	33,93
Miren-Kostanjevica	23,17
Miren-Kostanjevica – TUJ	21,44

SKLEP

Napovedovanje povpraševanja se v svetu vedno bolj uporablja zaradi smotrnega ravnanja z različnimi viri in vedno večje potrebe po načrtovanju. Katero metodo bomo pri tem uporabili, je odvisno od več faktorjev: od zahtevanega obsega napovedi (s tem mislim tako časovnega razpona – ena, dve ali več period, kot tudi števila napovedovanih predmetov), uporabe napovedi, razpoložljivih podatkov ter ne nazadnje tudi od cene.

Tehnike napovedovanja razdelimo na kvalitativne in kvantitativne. Za napovedi se pri kvalitativnih tehnikah uporabljajo presoja, izkušnje, znanje. Pri kvantitativnih tehnikah pa za napovedovanje uporabljamo historične podatke ali povezave med spremenljivkami. Pri tem večina tehnik napovedovanja sloni na predpostavki, da se bodo vzorci starejših podatkov ponovili v bodoče.

Ena od pogosto uporabljenih tehnik napovedovanja je tudi eksponentno glajenje. To je relativno poceni in hitra ter enostavna metoda napovedovanja predvsem za kratkoročne napovedi, ki obenem ne zahteva posebne programske opreme. Kot posebej uporabno se je eksponentno glajenje izkazalo pri nadzoru zalog, ko imamo opravka z zelo številnim inventarjem, ki običajno zahteva veliko število napovedi (ki se tudi zelo hitro spreminjajo) v zelo kratkem obdobju.

Holt-Wintersovi metodi (gre za metodo, ki drugače kot ostale metode povprečenja upošteva trend in sezonskost) napovedovanja je v strokovni literaturi v zadnjih letih namenjene precej pozornosti. Raziskovalci odkrivajo nove načine izboljšanja metode, predvsem na področju obravnavanja več sezonskih ciklov ter intervalov napovedovanja.

Tako kot velja za vse metode napovedovanja časovnih vrst, tudi pri izboljšani aditivni Holt-Wintersovi metodi predpostavljamo, da se bodo vzorci, ki so prisotni v preteklih podatkih, ponavljali v bodoče.

Cilj magistrskega dela je bil poiskati izboljšavo aditivne metode. S predstavljeno novo, izboljšano aditivno metodo eksponentnega glajenja lahko v določenih primerih dobimo

bistveno boljše rezultate napovedovanja kot ob uporabi aditivne in multiplikativne metode. Verjetno bi metodo lahko še izboljšali, če optimizacije ne bi izvedli le na parametrih glajenja, ampak tudi na inicializacijskih vrednostih, s čimer bi se glajene vrednosti bolje prilegale časovni vrsti.

Poleg tega bi bilo potrebno primerjati tudi izboljšano aditivno Holt-Wintersovo metodo s Crostonovo metodo za primer izračuna časovnih vrst z ničlami, saj so dosedanje raziskave različnih avtorjev slonele le na primerjavi aditivne in Crostonove metode.

Ker tovrstne raziskave presegajo obseg magistrskega dela, sta tako primerjava s Crostonovo metodo kot tudi prej omenjena »skupna« optimizacija dva od možnih (in verjetno potrebnih) korakov nadaljnjih raziskav.

LITERATURA IN VIRI

1. Armstrong, J. S. (2001). *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners*. New York: Springer.
2. Black, K. (2009). *Business Statistics: Contemporary Decision Making* (6th ed.). Jefferson City: John Wiley and Sons.
3. Billah, B., King, M. L., Snyder, R. D., & Koehler, A. B. (2006). Exponential smoothing model selection for forecasting. *International Journal of Forecasting*, 22(2), 239–247.
4. Bovas, A., & Ledolter, J. (2005). *Statistical methods for forecasting*. Hoboken: Wiley–Interscience.
5. Brigham, E. F., & Houston, J. F. (2008). *Fundamentals of Financial Management* (6th ed.). Mason: Cengage Learning.
6. Chatfield, C. (1978). The Holt-Winters Forecasting Procedure. *Journal of the Royal Statistical Society*, 27(3), 264–279.
7. Chatfield, C. (2000). *Time series forecasting*. Boca Raton: Chapman & Hall.
8. Cleverly, W. O. (1989). *Handbook of Health Care Accounting and Finance* (2nd ed.). Columbus: Jones & Bartlett Learning.
9. Croston, J. D. (1972). Forecasting and stock control for intermittent demands. *Operational research quarterly* 23(3), 289–303.
10. Ferbar Tratar, L. (2010). Joint optimisation of demand forecasting and stock control parameters. *European Journal of Operational Research*, 127(1), 173–179.
11. Gardner, E. S. (1985). Exponential smoothing: The state of the art. *Journal of Forecasting*, 4(1), 1–28.
12. Gardner, E. S. (2006). Exponential smoothing: The state of the art – Part II. *International Journal of Forecasting*, 22(4), 637–666.
13. Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R. (2004). *Introduction to Logistics Systems Planning and Control*. Chicester: John Wiley & Sons.
14. Golden, J., Milewitz, J., & Herbig, P. (1994). Forecasting: Trials and tribulations. *Management Decision*, 32(1), 33–36.
15. Goodwin, P. (2010). The Holt-Winters Approach to Exponential smoothing: 50 Years old and Going strong. *The International Journal of Applied Forecasting*, (19), 30–33.
16. Havaladar, K. K., & Cavale, V. M. (2006). *Sales and distribution management: Text and Cases*. New Delhi: Tata McGraw-Hill.
17. Holden, K., Peel, D. A., & Thompson, J. L. (1991). *Economic forecasting: an introduction*. Cambridge (UK); New York [etc.]: Cambridge University Press.
18. Holt, C. C. (2004). Author's retrospective on 'Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted moving averages'. *Foresight: International Journal of Forecasting*, 20(1), 11–13.

19. Hyndman, R. Koehler, A. B., Ord, J., K., & Snyder, R. D. (2008). *Forecasting with Exponential Smoothing: The State Space Approach*. Berlin: Springer.
20. Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (1998). *Forecasting: Methods and Applications* (3rd ed.). New York: Wiley & Sons.
21. Makridakis, S., & Hibon, M. (1979). Accuracy of forecasting: An empirical investigation. *Journal of the Royal Statistical Society*, 142(2), 97–145.
22. Mc Guire, G. (2011). *Handbook of Humanitarian Health Care Logistics*. Najdeno 4. julija 2012 na spletnem naslovu http://www.humanitarianhealthcarelogistics.com/index_htm_files/Handbook%20of%20Humanitarian%20Health%20Care%20Logistics%20MAY%202011.pdf
23. Mentzer, J. T., & Cox, J. E., 1984. Familiarity, Application and Performance of sales forecasting. *Journal of Forecasting*, 3, 27–36.
24. Moosa, I. A. (2000). *Exchange rate Forecasting: Techniques and applications* (2nd ed.). New York: Palgrave Macmillian.
25. Office for National Statistics. (2008). *From Holt-Winters to ARIMA Modelling: Measuring the Impact on Forecasting Errors for Components of Quarterly Estimates of Public Service Output*. Najdeno 19. junija 2012 na spletnem naslovu <http://www.ons.gov.uk/ons/guide-method/ukcemga/publications-home/publications/archive/from-holt-winters-to-arma-modelling--measuring-the-impact-on-forecasting-errors-for-components-of-quarterly-estimates-of-public-service-output.pdf>
26. Pham, H. (2006). *Springer Handbook of Engineering Statistics*. London: Springer.
27. Rusjan, B. (2006). *Management proizvodnje* (4. izd.). Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
28. Snyder, R. D., Ord, J. K., & Beaumont, A. (2012). Forecasting the intermittent demand for slow-moving inventories: A modelling approach. *International Journal of Forecasting* 28(2), 485–496.
29. Statistični urad Republike Slovenije. (b.l.a). *Prihodi in prenočitve turistov po občinah, državah in vrstah nastanitvenih objektov, Slovenija, mesečni podatki za leti 2004 in 2005 (Stara metodologija)*. Najdeno 26. maja 2012 na spletnem naslovu http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=2118112S_2004-2005&ti=&path=../Database/Ekonomsko/21_gostinstvo_turizem/90_nastanitev_arhiv/01_21181_nastanitev_obcine_stara/&lang=2
30. Statistični urad Republike Slovenije. (b.l.b). *Prihodi in prenočitve turistov po občinah, državah in vrstah nastanitvenih objektov, Slovenija, mesečni podatki za leti 2006 in 2007 (Stara metodologija)*. Najdeno 26. maja 2012 na spletnem naslovu http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=2118112S_2006-2007&ti=&path=../Database/Ekonomsko/21_gostinstvo_turizem/90_nastanitev_arhiv/01_21181_nastanitev_obcine_stara/&lang=2
31. Statistični urad Republike Slovenije. (b.l.c). *Prihodi in prenočitve turistov po občinah, državah in vrstah nastanitvenih objektov, Slovenija, mesečni podatki za leti*

2008 in 2009 (Stara metodologija). Najdeno 26. maja 2012 na spletnem naslovu http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=2118112S_2008-2009&ti=&path=../Database/Ekonomsko/21_gostinstvo_turizem/90_nastanitev_arhiv/01_21181_nastanitev_obcine_stara/&lang=2

32. Statistični urad Republike Slovenije. (2000a). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, januar 2000. *Statistične informacije*. (Št. 70/2000, 5. april 2000). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
33. Statistični urad Republike Slovenije. (2000b). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, februar 2000. *Statistične informacije*. (Št. 89/2000, 21. april 2000). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
34. Statistični urad Republike Slovenije. (2000c). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, marec 2000. *Statistične informacije*. (Št. 112/2000, 26. maj 2000). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
35. Statistični urad Republike Slovenije. (2000d). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, april 2000. *Statistične informacije*. (Št. 132/2000, 14. junij 2000). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
36. Statistični urad Republike Slovenije. (2000e). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, maj 2000. *Statistične informacije*. (Št. 172/2000, 28. julij 2000). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
37. Statistični urad Republike Slovenije. (2000f). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, junij 2000. *Statistične informacije*. (Št. 213/2000, 8. september 2000). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
38. Statistični urad Republike Slovenije. (2000g). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, julij 2000. *Statistične informacije*. (Št. 225/2000, 18. september 2000). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
39. Statistični urad Republike Slovenije. (2000h). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, avgust 2000. *Statistične informacije*. (Št. 267/2000, 30. oktober 2000). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
40. Statistični urad Republike Slovenije. (2000i). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, september 2000. *Statistične informacije*. (Št. 299/2000, 27. november 2000). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
41. Statistični urad Republike Slovenije. (2001a). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, oktober 2000. *Statistične informacije*. (Št. 4/2001, 11. januar 2001). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
42. Statistični urad Republike Slovenije. (2001b). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, november 2000. *Statistične informacije*. (Št. 34/2001, 6. februar 2001). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
43. Statistični urad Republike Slovenije. (2001c). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, december 2000. *Statistične informacije*. (Št. 54/2001, 22. februar 2001). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.

44. Statistični urad Republike Slovenije. (2001d). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, januar 2001. *Statistične informacije*. (Št. 122/2001, 22. februar 2001). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
45. Statistični urad Republike Slovenije. (2001e). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, februar 2001. *Statistične informacije*. (Št. 159/2001, 21. maj 2001). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
46. Statistični urad Republike Slovenije. (2001f). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, marec 2001. *Statistične informacije*. (Št. 173/2001, 8. junij 2001). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
47. Statistični urad Republike Slovenije. (2001g). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, april 2001. *Statistične informacije*. (Št. 207/2001, 22. junij 2001). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
48. Statistični urad Republike Slovenije. (2001h). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, maj 2001. *Statistične informacije*. (Št. 220/2001, 26. julij 2001). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
49. Statistični urad Republike Slovenije. (2001i). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, junij 2001. *Statistične informacije*. (Št. 257/2001, 9. avgust 2001). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
50. Statistični urad Republike Slovenije. (2001j). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, julij 2001. *Statistične informacije*. (Št. 283/2001, 14. september 2001). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
51. Statistični urad Republike Slovenije. (2001k). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, avgust 2001. *Statistične informacije*. (Št. 316/2001, 5. oktober 2001). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
52. Statistični urad Republike Slovenije. (2001l). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, september 2001. *Statistične informacije*. (Št. 364/2001, 31. december 2001). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
53. Statistični urad Republike Slovenije. (2002a). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, oktober 2001. *Statistične informacije*. (Št. 364/2002, 31. december 2001). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
54. Statistični urad Republike Slovenije. (2002b). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, november 2001. *Statistične informacije*. (Št. 32/2002, 11. februar 2002). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
55. Statistični urad Republike Slovenije. (2002c). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, december 2001. *Statistične informacije*. (Št. 53/2002, 27. februar 2002). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
56. Statistični urad Republike Slovenije. (2002d). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, januar 2002. *Statistične informacije*. (Št. 134/2002, 22. maj 2002). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.

57. Statistični urad Republike Slovenije. (2002e). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, februar 2002. *Statistične informacije*. (Št. 136/2002, 24. maj 2002). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
58. Statistični urad Republike Slovenije. (2002f). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, marec 2002. *Statistične informacije*. (Št. 152/2002, 12. junij 2002). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
59. Statistični urad Republike Slovenije. (2002g). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, april 2002. *Statistične informacije*. (Št. 192/2002, 12. julij 2002). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
60. Statistični urad Republike Slovenije. (2002h). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, maj 2002. *Statistične informacije*. (Št. 213/2002, 8. avgust 2002). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
61. Statistični urad Republike Slovenije. (2002i). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, junij 2002. *Statistične informacije*. (Št. 236/2002, 6. september 2002). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
62. Statistični urad Republike Slovenije. (2002j). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, julij 2002. *Statistične informacije*. (Št. 272/2002, 11. oktober 2002). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
63. Statistični urad Republike Slovenije. (2002k). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, avgust 2002. *Statistične informacije*. (Št. 327/2002, 10. december 2002). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
64. Statistični urad Republike Slovenije. (2002l). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, september 2002. *Statistične informacije*. (Št. 334/2002, 12. december 2002). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
65. Statistični urad Republike Slovenije. (2003a). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, oktober 2002. *Statistične informacije*. (Št. 14/2003, 23. januar 2003). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
66. Statistični urad Republike Slovenije. (2003b). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, november 2002. *Statistične informacije*. (Št. 38/2003, 20. februar 2003). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
67. Statistični urad Republike Slovenije. (2003c). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, december 2002. *Statistične informacije*. (Št. 52/2003, 5. marec 2003). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
68. Statistični urad Republike Slovenije. (2003d). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, januar 2003. *Statistične informacije*. (Št. 111/2003, 9. maj 2003). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
69. Statistični urad Republike Slovenije. (2003e). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, februar 2003. *Statistične informacije*. (Št. 140/2003, 10. junij 2003). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.

70. Statistični urad Republike Slovenije. (2003f). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, marec 2003. *Statistične informacije*. (Št. 174/2003, 9. julij 2003). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
71. Statistični urad Republike Slovenije. (2003g). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, april 2003. *Statistične informacije*. (Št. 206/2003, 6. avgust 2003). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
72. Statistični urad Republike Slovenije. (2003h). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, maj 2003. *Statistične informacije*. (Št. 221/2003, 1. september 2003). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
73. Statistični urad Republike Slovenije. (2003i). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, junij 2003. *Statistične informacije*. (Št. 253/2003, 3. oktober 2003). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
74. Statistični urad Republike Slovenije. (2003j). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, julij 2003. *Statistične informacije*. (Št. 297/2003, 15. september 2003). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
75. Statistični urad Republike Slovenije. (2003k). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, avgust 2003. *Statistične informacije*. (Št. 300/2003, 27. november 2003). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
76. Statistični urad Republike Slovenije. (2003l). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, september 2003. *Statistične informacije*. (Št. 325/2003, 12. december 2003). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
77. Statistični urad Republike Slovenije. (2004a). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, oktober 2003. *Statistične informacije*. (Št. 20/2004, 27. januar 2004). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
78. Statistični urad Republike Slovenije. (2004b). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, november 2003. *Statistične informacije*. (Št. 35/2004, 16. februar 2004). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
79. Statistični urad Republike Slovenije. (2004c). Nastanitvene zmogljivosti, prihodi in prenočitve turistov, Slovenija, december 2003. *Statistične informacije*. (Št. 71/2004, 9. marec 2004). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
80. Statistični urad Republike Slovenije. (2000–2004). *Statistične informacije* (februar 2000–januar 2004). Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
81. Stevenson, W. J. (2012). *Operations management* (11th ed.). New York: McGraw-Hill/Irwin.
82. Vercellis, C. (2009). *Business Intelligence: Data Mining and Optimization for Decision Making*. Chichester: Wiley & Sons.
83. Waddell, D., & Sohal, A. S. (1994). Forecasting: The key to managerial decision making. *Management Decision*, 32(3), 41–49.
84. Willemain, T. R., Smart, C. N., & Schwarz, H. F. (2004). A new approach to forecasting intermittent demand for service parts inventories. *International Journal of Forecasting*, 20, 375–387.

85. Winston, W. L., & Albright, S. C. (2001). *Practical Management Science* (2nd ed.). Pacific Grove (CA): Brooks/Cole; Duxbury.
86. Winters, P. (1960). Forecasting sales by exponentially weighted moving averages. *Management Science*, 6(3), 324–342.
87. Wisner, J. D, Tan, K – C. L., & Leong, G. K. (2009). *Principles of supply chain management : a balanced approach* (2nd ed.). South-Western: Cengage Learning.
88. Yaffee, R. A., & McGee, M. (2000). *Introduction to time series analysis and forecasting: with applications in SAS and SPSS*. San Diego: Academic Press.

PRILOGE

1. Izračun napovedi za neničelne časovne vrste po aditivni, multiplikativni in izboljšani aditivni metodi.

1.1 Občina Ajdovščina

Aditivna metoda							
Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
1	1	366	496,50	113,94	-130,50	480	
	2	584			87,50		
	3	622			125,50		
	4	414			-82,50		
2	5	459	595,24	112,09	-131,31	480	438,38
	6	1.390	1.139,44	164,50	110,47	795	354.226,94
	7	1.278	1.193,99	151,16	119,66	1.429	22.933,00
	8	682	923,59	100,04	-104,91	1.263	337.160,09
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	175	317,30	-13,37	-149,54	144	943,96
	34	250	186,18	-27,65	102,00	412	26.307,47
	35	559	376,05	-1,27	112,43	259	89.762,04
	36	315	415,16	3,63	-113,25	259	3.093,49
10	37	359	483,95	11,53	-146,07	269	8.055,30
	38	414	362,27	-4,63	94,92	597	33.663,87
	39	318	247,23	-18,02	106,56	470	23.126,58
	40	230	312,01	-7,97	-113,25	116	13.003,22
						alpha =	0,726
						beta =	0,121
						gama =	0,141
						MSE (5–40)=	84.107,74

Multiplikativna metoda							
Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
1	1	366	496,50	113,94	0,74	450	
	2	584			1,18		
	3	622			1,25		
	4	414			0,83		
2	5	459	617,38	115,78	0,74	450	81,18
	6	1.390	987,78	183,30	1,24	862	278.405,51
	7	1.278	1.085,40	160,58	1,23	1.467	35.756,03
	8	682	1.003,00	96,14	0,79	1.039	127.411,31
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	175	261,37	-41,08	0,69	236	3.753,47
	34	250	212,47	-43,15	1,20	411	25.791,77
	35	559	337,86	1,54	1,33	407	23.205,68
	36	315	411,45	20,65	0,70	229	7.377,52
10	37	359	482,65	34,06	0,70	234	15.713,95
	38	414	419,10	8,17	1,14	407	44,79
	39	318	320,54	-20,13	1,23	451	17.646,57
	40	230	316,07	-15,98	0,71	238	61,54
						alpha =	0,568
						beta =	0,265
						gama =	0,286
						MSE (5–40)=	60.216,95

Izboljšana aditivna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	366	496,50	113,94	0,74	450	81,18
	2	584			1,18		
	3	622			1,25		
	4	414			0,83		
2	5	459	617,38	115,78	0,74	450	81,18
	6	1.390	987,78	183,30	1,24	862	278.405,51
	7	1.278	1.085,40	160,58	1,23	1.467	35.756,03
	8	682	1.003,00	96,14	0,79	1.039	127.411,31
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	175	348,03	-11,75	-130,50	264	7.835,76
	34	250	193,05	-36,69	87,50	482	53.601,43
	35	559	290,94	-13,26	125,50	520	1.558,68
	36	315	384,29	5,30	-82,50	312	12,11
10	37	359	500,33	24,58	-130,50	264	9.116,46
	38	414	365,77	-3,13	87,50	482	4.558,93
	39	318	208,31	-29,99	125,50	520	40.610,24
	40	230	294,20	-9,82	-82,50	312	6.645,48
						alpha =	0,646
						beta =	0,174
						gama =	0,000
						MSE (5-40)=	50.040,89

1.2 Občina Brda

Aditivna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	75	60,00	43,81	15,00	119	19.933,91
	2	26			-34,00		
	3	53			-7,00		
	4	86			26,00		
2	5	260	164,98	52,05	29,72	119	19.933,91
	6	194	221,79	52,69	-32,86	183	120,15
	7	241	263,01	51,15	-9,76	267	701,31
	8	246	273,36	45,65	16,19	340	8.865,53
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	7	128,29	-0,28	-48,64	164	24.678,81
	34	124	119,99	-1,36	12,58	143	342,94
	35	79	116,30	-1,68	-34,81	84	28,90
	36	225	166,93	5,37	2,23	104	14.575,40
10	37	185	198,88	8,95	-42,24	124	3.761,92
	38	534	343,70	27,26	45,26	220	98.341,75
	39	528	454,08	38,46	-14,81	336	36.808,01
	40	368	437,61	31,06	2,23	495	16.071,62
						alpha =	0,433
						beta =	0,135
						gama =	0,184
						MSE (5-40)=	48.197,13

Multiplikativna metoda							
Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
1	1	75	60,00	43,81	1,25		
	2	26			0,43		
	3	53			0,88		
	4	86			1,43		
2	5	260	157,72	43,81	1,65	130	16.960,99
	6	194	328,91	43,81	0,59	87	11.377,88
	7	241	321,03	43,81	0,75	329	7.786,23
	8	246	264,86	43,81	0,93	523	76.699,01
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	7	1.046,25	43,81	0,01	12	25,44
	34	124	765,42	43,81	0,16	116	67,44
	35	79	767,05	43,81	0,10	47	1.030,33
	36	225	1.070,48	43,81	0,21	74	22.783,00
10	37	185	14.845,75	43,81	0,01	3	33.163,84
	38	534	8.890,53	43,81	0,06	70	215.303,93
	39	528	6.964,03	43,81	0,08	44	233.775,83
	40	368	4.287,57	43,81	0,09	91	76.835,00
						alpha =	0,517
						beta =	0,000
						gama =	1,000
						MSE (5-40)=	56.942,79

Izboljšana aditivna metoda							
Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
1	1	75	60,00	43,81	15,00		
	2	26			-34,00		
	3	53			-7,00		
	4	86			26,00		
2	5	260	183,44	43,81	23,22	119	19.933,91
	6	194	241,11	43,81	-35,75	193	0,56
	7	241	265,31	43,81	-9,31	278	1.363,01
	8	246	244,88	43,81	22,68	335	7.942,81
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	7	155,15	43,81	-36,49	168	26.012,65
	34	124	170,50	43,81	-20,90	171	2.171,82
	35	79	185,54	43,81	-60,33	134	3.063,69
	36	225	246,95	43,81	-20,46	167	3.326,45
10	37	185	263,18	43,81	-42,06	151	1.151,48
	38	534	465,43	43,81	-8,95	167	134.941,99
	39	528	580,94	43,81	-59,34	127	160.620,10
	40	368	489,66	43,81	-33,98	167	40.362,64
						alpha =	0,606
						beta =	0,000
						gama =	0,134
						MSE (5-40)=	42.355,00

1.3 Občina Dobrna

Aditivna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	15.275	15.533,25	-738,13	-258,25	14.537	5.928.616,27
	2	16.554			1.020,75		
	3	16.913			1.379,75		
	4	13.391			-2.142,25		
2	5	12.102	13.489,32	-934,50	-485,06	14.537	5.928.616,27
	6	12.643	12.054,69	-1.009,72	933,88	13.576	869.683,70
	7	12.716	11.201,18	-986,22	1.406,88	12.425	84.841,71
	8	12.862	12.783,42	-599,96	-1.696,12	8.073	22.937.299,46
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	15.605	17.908,61	-98,52	-670,12	20.013	19.432.467,17
	34	18.509	17.610,09	-128,60	1.037,11	18.882	139.080,18
	35	19.786	17.603,67	-110,22	2.097,90	19.558	51.907,63
	36	17.458	18.407,41	27,22	-1.580,91	15.754	2.904.345,90
10	37	18.627	18.897,18	96,78	-589,78	17.765	743.889,64
	38	18.801	18.334,29	-2,42	922,52	20.031	1.513.064,10
	39	20.871	18.568,49	33,16	2.139,00	20.430	194.687,02
	40	16.919	18.547,09	24,96	-1.580,91	17.021	10.352,50
						alpha =	0,536
						beta =	0,150
						gama =	0,201
						MSE (5-40)=	7.096.263,10

Multiplikativna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	15.275	15.533,25	-738,13	0,98	14.549	5.988.527,41
	2	16.554			1,07		
	3	16.913			1,09		
	4	13.391			0,86		
2	5	12.102	13.406,10	-922,00	0,97	14.549	5.988.527,41
	6	12.643	12.137,65	-967,86	1,06	13.304	437.561,06
	7	12.716	11.453,82	-930,26	1,09	12.162	306.966,22
	8	12.862	12.977,32	-605,44	0,89	9.072	14.362.499,91
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	15.605	17.832,00	-76,92	0,96	18.599	8.965.611,87
	34	18.509	17.557,61	-103,06	1,06	20.145	2.677.627,03
	35	19.786	17.627,42	-80,18	1,12	21.095	1.714.084,07
	36	17.458	18.584,44	57,12	0,91	17.039	175.554,32
10	37	18.627	19.050,52	111,26	0,96	18.209	174.528,05
	38	18.801	18.349,31	3,71	1,05	20.111	1.715.574,90
	39	20.871	18.552,51	30,12	1,12	21.127	65.419,76
	40	16.919	18.618,92	34,92	0,91	17.184	70.223,17
						alpha =	0,558
						beta =	0,132
						gama =	0,193
						MSE (5-40)=	5.907.808,67

Izboljšana aditivna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	15.275			-258,25		
	2	16.554			1.020,75		
	3	16.913			1.379,75		
	4	13.391	15.533,25	-738,13	-2.142,25		
2	5	12.102	12.950,83	-884,01	-514,84	14.537	5.928.616,27
	6	12.643	11.495,90	-929,17	1.075,65	13.088	197.647,30
	7	12.716	10.864,93	-905,58	1.584,52	11.946	592.162,96
	8	12.862	14.367,72	-556,88	-1.865,70	7.817	25.451.049,36
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	15.605	17.156,56	-93,49	-983,70	17.601	3.982.090,38
	34	18.509	16.648,83	-126,25	1.680,85	19.691	1.397.253,69
	35	19.786	15.766,15	-186,09	3.615,12	21.452	2.776.109,59
	36	17.458	19.116,51	93,65	-1.891,41	16.078	1.905.406,25
10	37	18.627	19.738,59	135,45	-1.039,26	17.164	2.139.594,08
	38	18.801	17.355,46	-63,77	1.578,62	19.829	1.056.407,99
	39	20.871	16.470,96	-128,69	3.956,15	21.763	795.828,03
	40	16.919	18.683,94	56,53	-1.836,46	16.257	438.830,26
						alpha =	0,781
						beta =	0,079
						gama =	0,434
						MSE (5-40)=	5.587.653,21

1.4 Občina Hrpelje-Kozina

Aditivna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	1.116			-119,25		
	2	868			-367,25		
	3	1.508			272,75		
	4	1.449	1.235,25	-49,25	213,75		
2	5	921	1.049,58	-49,25	-128,58	1.067	21.243,06
	6	1.329	1.651,71	-49,25	-322,71	633	484.307,90
	7	1.138	912,43	-49,25	225,57	1.875	543.482,41
	8	765	571,21	-49,25	193,79	1.077	97.300,25
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	531	549,25	-49,25	-18,25	776	59.854,37
	34	565	704,22	-49,25	-139,22	347	47.603,45
	35	481	323,03	-49,25	157,97	836	125.763,89
	36	304	263,21	-49,25	40,79	315	127,42
10	37	174	193,64	-49,25	-19,64	196	471,62
	38	75	209,75	-49,25	-134,75	5	4.876,11
	39	201	50,55	-49,25	150,45	318	13.798,62
	40	98	53,63	-49,25	40,79	42	3.126,67
						alpha =	0,936
						beta =	0,000
						gama =	1,000
						MSE (5-40)=	736.898,82

Multiplikativna metoda							
Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
1	1	1.116	1.235,25	-49,25	0,90		
	2	868			0,70		
	3	1.508			1,22		
	4	1.449			1,17		
2	5	921	1.052,11	-49,25	0,88	1.072	22.651,62
	6	1.329	1.716,91	-49,25	0,77	705	389.746,98
	7	1.138	1.076,54	-49,25	1,06	2.036	806.206,14
	8	765	725,78	-49,25	1,05	1.205	193.645,29
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	531	764,47	-49,25	0,69	54	227.076,19
	34	565	606,28	-49,25	0,93	65	250.177,62
	35	481	482,51	-49,25	1,00	69	169.829,47
	36	304	447,60	-49,25	0,68	45	67.174,78
10	37	174	279,52	-49,25	0,62	46	16.334,11
	38	75	109,88	-49,25	0,68	62	169,58
	39	201	173,95	-49,25	1,16	66	18.144,71
	40	98	140,45	-49,25	0,70	45	2.791,05
						alpha = 0,804	
						beta = 0,000	
						gama = 1,000	
						MSE (5-40)= 726.720,81	

Izboljšana aditivna metoda							
Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
1	1	1.116	1.235,25	-49,25	-119,25		
	2	868			-367,25		
	3	1.508			272,75		
	4	1.449			213,75		
2	5	921	1.088,57	-49,25	-167,57	1.067	21.243,06
	6	1.329	1.643,43	-49,25	-314,43	672	431.559,89
	7	1.138	948,43	-49,25	189,57	1.867	531.341,64
	8	765	575,71	-49,25	189,29	1.113	121.052,69
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	531	463,01	-49,25	67,99	249	79.640,02
	34	565	547,66	-49,25	17,34	138	181.921,10
	35	481	33,17	-49,25	447,83	600	14.094,37
	36	304	132,89	-49,25	171,11	261	1.809,53
10	37	174	89,53	-49,25	84,47	217	1.823,62
	38	75	51,33	-49,25	23,67	166	8.290,82
	39	201	-283,10	-49,25	484,10	597	156.456,32
	40	98	-151,58	-49,25	249,58	320	49.205,29
						alpha = 0,818	
						beta = 0,000	
						gama = 1,000	
						MSE (5-40)= 527.836,82	

1.5 Občina Jezersko (tuji gostje)

Aditivna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	201	843,75	76,56	-642,75	278	1.635,19
	2	470			-373,75		
	3	2.459			1.615,25		
	4	245			-598,75		
2	5	318	922,74	78,99	-634,39	628	42.856,17
	6	835	1.014,17	91,43	-330,98	2.721	35.403,22
	7	2.909	1.116,89	102,73	1.654,13	621	6.867,63
	8	538	1.214,64	97,75	-615,87		
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	181	850,05	11,49	-836,35	-47	52.049,73
	34	203	851,08	1,03	-520,35	377	30.342,40
	35	2.442	839,01	-12,08	1.763,04	2.660	47.630,49
	36	195	831,69	-7,31	-694,87	116	6.293,70
10	37	263	840,90	9,20	-779,54	-12	75.609,65
	38	402	854,44	13,54	-505,42	330	5.219,53
	39	1.600	806,06	-48,38	1.550,00	2.631	1.062.998,89
	40	174	764,35	-41,71	-694,87	63	12.364,90
						alpha =	0,060
						beta =	1,000
						gama =	0,220
						MSE (5-40)=	178.622,06

Multiplikativna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	201	843,75	76,56	0,24	219	9.753,76
	2	470			0,56		
	3	2.459			2,91		
	4	245			0,29		
2	5	318	1.000,35	100,39	0,27	613	49.217,09
	6	835	1.177,62	123,28	0,61	3.791	778.459,16
	7	2.909	1.242,45	105,88	2,72	392	21.457,64
	8	538	1.445,72	134,87	0,32		
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	181	938,50	-11,23	0,18	160	426,23
	34	203	825,93	-41,39	0,42	474	73.584,10
	35	2.442	811,39	-33,40	2,77	2.485	1.879,56
	36	195	754,35	-40,44	0,28	280	7.158,69
10	37	263	860,87	3,31	0,22	168	9.101,66
	38	402	884,34	9,31	0,43	390	140,94
	39	1.600	832,62	-8,86	2,48	2.604	1.008.554,31
	40	174	783,02	-20,99	0,26	267	8.638,40
						alpha =	0,193
						beta =	0,298
						gama =	0,346
						MSE (5-40)=	150.747,04

Izboljšana aditivna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	201			-642,75		
	2	470			-373,75		
	3	2.459			1.615,25		
	4	245	843,75	76,56	-598,75		
2	5	318	1.208,66	126,88	-644,45	278	1.635,19
	6	835	1.414,77	140,71	-375,16	962	16.076,31
	7	2.909	736,64	-2,18	1.619,06	3.171	68.502,32
	8	538	1.217,61	82,13	-599,30	136	161.840,06
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	181	1.105,00	33,48	-662,68	327	21.330,28
	34	203	974,10	4,79	-388,69	602	159.103,19
	35	2.442	191,17	-132,66	1.652,73	2.637	37.848,15
	36	195	743,08	-13,21	-603,88	384	35.594,12
10	37	263	1.117,85	54,49	-663,99	325	3.875,01
	38	402	1.107,76	43,23	-390,85	599	38.905,32
	39	1.600	-237,55	-199,07	1.654,00	2.641	1.082.981,99
	40	174	526,55	-31,00	-602,16	384	44.120,26
						alpha =	0,588
						beta =	0,174
						gama =	0,007
						MSE (5-40)=	142.346,39

1.6 Občina Kranj

Aditivna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	2.243			-101,00		
	2	2.660			316,00		
	3	2.109			-235,00		
	4	2.364	2.344,00	-73,25	20,00		
2	5	2.453	2.329,79	-73,25	3,09	2.170	80.230,56
	6	2.263	2.192,02	-73,25	202,25	2.573	95.814,55
	7	1.568	2.052,95	-73,25	-351,04	1.884	99.710,94
	8	1.920	1.963,09	-73,25	-9,29	2.000	6.352,53
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	732	1.029,59	-73,25	60,89	1.577	714.520,96
	34	1.092	970,81	-73,25	91,74	1.023	4.821,78
	35	1.351	825,98	-73,25	670,67	1.694	117.946,07
	36	1.598	823,91	-73,25	629,27	1.257	116.621,49
10	37	1.081	806,82	-73,25	159,91	812	72.604,49
	38	1.291	830,63	-73,25	262,87	825	216.865,24
	39	1.584	789,89	-73,25	727,98	1.428	24.318,99
	40	1.607	771,06	-73,25	629,27	1.346	68.168,75
						alpha =	0,208
						beta =	0,000
						gama =	0,464
						MSE (5-40)=	394.549,45

Multiplikativna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	2.243	2.344,00	-73,25	0,96	2.173	78.452,51
	2	2.660			1,13		
	3	2.109			0,90		
	4	2.364			1,01		
2	5	2.453	2.306,62	-73,25	1,04	2.173	78.452,51
	6	2.263	2.204,06	-73,25	1,05	2.534	73.689,62
	7	1.568	2.083,24	-73,25	0,78	1.917	121.926,76
	8	1.920	1.996,97	-73,25	0,97	2.027	11.479,95
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	732	884,14	-73,25	0,93	1.247	265.208,63
	34	1.092	825,95	-73,25	1,29	1.059	1.119,91
	35	1.351	733,96	-73,25	1,92	2.039	473.180,44
	36	1.598	683,33	-73,25	2,25	1.711	12.835,43
10	37	1.081	677,45	-73,25	1,47	844	56.316,09
	38	1.291	652,50	-73,25	1,85	1.171	14.505,63
	39	1.584	609,44	-73,25	2,47	1.737	23.340,38
	40	1.607	557,86	-73,25	2,76	2.040	187.470,51
						alpha =	0,123
						beta =	0,000
						gama =	0,811
						MSE (5-40)=	371.107,25

Izboljšana aditivna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	2.243	2.344,00	-73,25	-101,00	2.170	80.230,56
	2	2.660			316,00		
	3	2.109			-235,00		
	4	2.364			20,00		
2	5	2.453	2.416,00	-61,45	-78,69	2.671	166.097,19
	6	2.263	2.016,32	-88,93	304,79	1.692	15.473,32
	7	1.568	2.075,14	-76,93	-279,00	2.018	9.645,47
	8	1.920	1.959,22	-80,09	10,42		
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	732	955,06	-52,37	17,44	1.384	424.857,36
	34	1.092	752,02	-64,61	219,81	1.517	180.300,21
	35	1.351	505,86	-79,37	423,90	1.663	97.121,12
	36	1.598	432,73	-78,86	421,61	1.598	0,03
10	37	1.081	512,96	-65,93	106,46	1.337	65.755,15
	38	1.291	432,12	-67,14	323,13	1.540	61.898,93
	39	1.584	237,04	-77,54	573,14	1.744	25.563,21
	40	1.607	89,32	-83,24	598,83	1.742	18.116,83
						alpha =	0,243
						beta =	0,081
						gama =	0,162
						MSE (5-40)=	363.852,42

1.7 Občina Litija (tuji gostje)

Aditivna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	127	133,00	10,25	-6,00	137	
	2	163			30,00		
	3	101			-32,00		
	4	141			8,00		
2	5	93	141,99	8,99	-28,03	137	1.958,06
	6	184	151,07	9,08	31,50	181	9,07
	7	227	162,96	11,88	17,21	128	9.770,64
	8	192	175,10	12,14	12,56	183	83,84
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	156	238,01	-6,06	-94,30	130	672,99
	34	242	235,77	-2,24	-57,61	107	18.159,22
	35	52	226,75	-9,02	-61,65	291	56.995,52
	36	6	215,26	-11,49	-167,89	93	7.622,85
10	37	98	203,44	-11,82	-100,00	109	131,47
	38	37	188,86	-14,57	-105,91	134	9.411,18
	39	69	173,05	-15,81	-83,38	113	1.904,87
	40	19	158,08	-14,97	-167,89	-11	879,16
						alpha =	0,028
						beta =	1,000
						gama =	0,512
						MSE (5-40)=	8.766,57

Multiplikativna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	127	133,00	10,25	0,95	137	
	2	163			1,23		
	3	101			0,76		
	4	141			1,06		
2	5	93	138,44	10,25	0,80	137	1.917,35
	6	184	148,84	10,25	1,23	182	3,14
	7	227	173,76	10,25	1,05	121	11.275,47
	8	192	183,70	10,25	1,05	195	9,47
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	156	327,44	10,25	0,51	192	1.280,21
	34	242	354,91	10,25	0,59	169	5.279,98
	35	52	332,03	10,25	0,58	370	101.372,20
	36	6	307,82	10,25	0,21	153	21.632,68
10	37	98	304,91	10,25	0,41	179	6.513,45
	38	37	288,69	10,25	0,34	207	28.821,98
	39	69	280,17	10,25	0,40	202	17.681,65
	40	19	269,29	10,25	0,14	75	3.135,11
						alpha =	0,105
						beta =	0,000
						gama =	0,534
						MSE (5-40)=	8.766,79

Izboljšana aditivna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	127	133,00	10,25	-6,00		
	2	163			30,00		
	3	101			-32,00		
	4	141			8,00		
2	5	93	149,25	12,52	-16,63	137	1.958,06
	6	184	131,77	1,17	34,70	192	60,36
	7	227	164,94	13,28	-12,11	101	15.890,49
	8	192	170,22	10,25	10,92	186	33,43
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	156	465,32	54,79	-135,06	100	3.085,96
	34	242	594,56	82,94	-133,27	114	16.302,68
	35	52	601,00	54,01	-55,80	265	45.481,98
	36	6	746,96	88,79	-229,22	97	8.248,58
10	37	98	970,81	139,87	-291,11	54	1.962,19
	38	37	1.243,95	190,27	-360,37	55	342,04
	39	69	1.490,02	211,37	-344,56	133	4.091,31
	40	19	1.930,62	298,06	-585,07	-40	3.534,72
						alpha =	0,000
						beta =	0,378
						gama =	0,212
						MSE (5-40)=	8.247,62

1.8 Občina Ljutomer (tuji gostje)

Aditivna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	707	846,50	145,81	-139,50		
	2	1.030			183,50		
	3	964			117,50		
	4	685			-161,50		
2	5	1.899	2.038,50	176,04	-139,50	853	1.094.508,29
	6	2.516	2.332,50	179,45	183,50	2.398	13.914,23
	7	821	703,50	127,20	117,50	2.629	3.270.490,40
	8	483	644,50	121,82	-161,50	669	34.668,87
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	355	494,50	57,12	-139,50	483	16.334,93
	34	680	496,50	55,52	183,50	735	3.037,69
	35	1.261	1.143,50	72,61	117,50	670	349.845,35
	36	490	651,50	56,30	-161,50	1.055	318.787,92
10	37	278	417,50	47,91	-139,50	568	84.273,49
	38	797	613,50	52,19	183,50	649	21.930,36
	39	548	430,50	45,39	117,50	783	55.314,29
	40	400	561,50	47,87	-161,50	314	7.328,35
						alpha =	1,000
						beta =	0,029
						gama =	0,000
						MSE (5-40)=	262.006,61

Multiplikativna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	707	846,50	145,81	0,84		
	2	1.030			1,22		
	3	964			1,14		
	4	685			0,81		
2	5	1.899	2.273,70	159,20	0,84	829	1.145.364,10
	6	2.516	2.067,76	155,38	1,22	2.960	197.389,62
	7	821	720,93	139,69	1,14	2.532	2.926.606,98
	8	483	596,88	136,94	0,81	696	45.551,16
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	355	425,05	103,91	0,84	1.045	476.373,43
	34	680	558,85	104,23	1,22	1.523	710.155,58
	35	1.261	1.107,30	108,87	1,14	1.425	26.940,55
	36	490	605,53	102,49	0,81	1.013	273.188,39
10	37	278	332,85	98,57	0,84	1.045	588.592,94
	38	797	655,01	100,90	1,22	1.523	526.651,07
	39	548	481,21	98,03	1,14	1.425	769.367,13
	40	400	494,31	97,15	0,81	1.013	375.369,76
						alpha = 1,000	
						beta = 0,010	
						gama = 0,036	
						MSE (5–40)= 254.941,62	

Izboljšana aditivna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	707	846,50	145,81	-139,50		
	2	1.030			183,50		
	3	964			117,50		
	4	685			-161,50		
2	5	1.899	2.038,50	227,46	-139,50	853	1.094.508,29
	6	2.516	2.332,50	232,66	183,50	2.449	4.427,17
	7	821	703,50	87,36	117,50	2.683	3.465.762,76
	8	483	644,50	75,94	-161,50	629	21.421,71
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	355	494,50	9,43	-139,50	538	33.568,70
	34	680	496,50	8,85	183,50	861	32.839,83
	35	1.261	1.143,50	58,65	117,50	795	216.953,23
	36	490	651,50	15,67	-161,50	516	687,36
10	37	278	417,50	-3,81	-139,50	538	67.713,21
	38	797	613,50	11,78	183,50	861	4.123,90
	39	548	430,50	-3,42	117,50	795	61.116,55
	40	400	561,50	7,07	-161,50	516	13.506,53
						alpha = 1,000	
						beta = 0,078	
						gama = 0,335	
						MSE (5–40)= 182.037,82	

1.9 Občina Lukovica (tuji gostje)

Aditivna metoda							
Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
1	1	433	817,50	-6,00	-384,50	427	
	2	763			-54,50		
	3	1.681			863,50		
	4	393			-424,50		
2	5	350	777,52	-6,00	-387,08	427	5.929,00
	6	679	754,74	-6,00	-55,78	717	1.445,65
	7	1.153	546,09	-6,00	848,09	1.612	210.904,75
	8	992	926,83	-6,00	-395,10	116	768.093,60
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	398	854,84	-6,00	-382,68	539	19.941,06
	34	900	881,55	-6,00	-20,47	826	5.493,48
	35	1.654	853,87	-6,00	825,92	1.703	2.412,47
	36	622	927,30	-6,00	-399,82	442	32.395,69
10	37	421	869,40	-6,00	-386,63	539	13.834,07
	38	877	878,43	-6,00	-19,33	843	1.161,23
	39	1.070	595,16	-6,00	804,84	1.698	394.829,43
	40	445	701,98	-6,00	-399,82	189	65.366,08
						alpha =	0,441
						beta =	0,000
						gama =	0,060
						MSE (5-40)=	98.546,19

Multiplikativna metoda							
Leto	t	Y_t	L_t	b_t	S_t	F_t	E^2
1	1	433	817,50	-6,00	0,53	430	
	2	763			0,93		
	3	1.681			2,06		
	4	393			0,48		
2	5	350	797,81	-6,00	0,51	430	6.371,55
	6	679	785,97	-6,00	0,92	739	3.603,26
	7	1.153	760,06	-6,00	1,92	1.604	203.254,42
	8	992	872,97	-6,00	0,64	363	396.264,60
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	398	846,57	-6,00	0,58	536	18.909,20
	34	900	838,04	-6,00	1,10	959	3.499,07
	35	1.654	834,30	-6,00	1,94	1.672	320,20
	36	622	848,58	-6,00	0,63	512	12.032,81
10	37	421	831,78	-6,00	0,56	504	6.875,35
	38	877	823,25	-6,00	1,09	952	5.628,31
	39	1.070	793,04	-6,00	1,80	1.683	375.818,76
	40	445	780,09	-6,00	0,61	542	9.504,29
						alpha =	0,091
						beta =	0,000
						gama =	0,246
						MSE (5-40)=	110.160,77

Izboljšana aditivna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	433			-384,50		
	2	763			-54,50		
	3	1.681			863,50		
	4	393			817,50		
2	5	350	734,50	-6,00	-384,50	427	5.929,00
	6	679	733,50	-6,00	-54,50	674	25,00
	7	1.153	289,50	-6,00	863,50	1.591	191.844,00
	8	992	1.416,50	-6,00	-424,50	-141	1.283.689,00
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	398	782,50	-6,00	-384,50	594	38.416,00
	34	900	954,50	-6,00	-54,50	924	576,00
	35	1.654	790,50	-6,00	863,50	1.842	35.344,00
	36	622	1.046,50	-6,00	-424,50	554	4.624,00
10	37	421	805,50	-6,00	-384,50	594	29.929,00
	38	877	931,50	-6,00	-54,50	924	2.209,00
	39	1.070	206,50	-6,00	863,50	1.842	595.984,00
	40	445	869,50	-6,00	-424,50	554	11.881,00
						alpha =	1,000
						beta =	0,000
						gama =	0,000
						MSE (5-40)=	94.544,19

2. Izračun napovedi za časovne vrste z ničlami po aditivni in izboljšani aditivni metodi.

2.1 Občina Komenda

Aditivna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	157			35,50		
	2	104			-17,50		
	3	80			-41,50		
	4	145			121,50		
2	5	32	22,21	-31,33	9,79	130	9.591,75
	6	14	20,84	-29,56	-6,84	-27	1.649,74
	7	5	32,00	-27,15	-27,00	-50	3.049,24
	8	2	-14,58	-28,30	16,58	28	694,35
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	22	-26,06	-9,48	48,06	92	4.954,11
	34	0	-7,15	-7,81	7,15	-39	1.482,73
	35	2	-40,18	-9,30	42,18	36	1.170,10
	36	2	-18,69	-7,48	20,69	-40	1.742,88
10	37	25	-23,88	-7,34	48,88	22	9,67
	38	6	-9,04	-6,04	15,04	-24	904,48
	39	5	-31,38	-7,00	36,38	27	488,65
	40	2	-23,86	-6,14	20,69	-18	387,55
						alpha =	0,737
						beta =	0,059
						gama =	1,000
						MSE (5-40)=	6.770,81

Izboljšana aditivna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	157	121,50	-27,06	35,50	130	
	2	104			-17,50		
	3	80			-41,50		
	4	145			23,50		
2	5	32	15,10	-34,15	31,21	130	9.591,75
	6	14	21,65	-30,51	-15,23	-37	2.554,56
	7	5	42,37	-25,94	-40,55	-50	3.064,54
	8	2	-17,20	-28,94	22,51	40	1.438,89
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	22	-18,98	-9,22	46,26	79	3.277,75
	34	0	-8,63	-7,47	2,16	32	1.001,07
	35	2	16,92	-4,52	-19,07	11	82,88
	36	2	-4,75	-6,05	9,13	41	1.541,46
10	37	25	-31,92	-7,94	48,72	78	2.774,07
	38	6	-9,83	-5,26	5,32	34	760,52
	39	5	18,08	-2,29	-17,69	12	53,98
	40	2	-3,03	-3,97	8,19	41	1.485,86
						alpha = 0,702	
						beta = 0,089	
						gama = 0,231	
						MSE (5-40)= 6.255,00	

2.2 Občina Miren-Kostanjevica

Aditivna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	16	15,50	10,88	0,50	27	
	2	23			7,50		
	3	0			-15,50		
	4	23			7,50		
2	5	36	26,38	10,88	0,50	27	83,27
	6	51	37,25	10,88	7,50	45	39,06
	7	31	48,13	10,88	-15,50	33	2,64
	8	118	59,00	10,88	7,50	67	2.652,25
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	26	330,88	10,88	0,50	331	93.253,89
	34	18	341,75	10,88	7,50	349	109.726,56
	35	39	352,63	10,88	-15,50	337	88.878,52
	36	24	363,50	10,88	7,50	371	120.409,00
10	37	48	374,38	10,88	0,50	375	106.847,27
	38	15	385,25	10,88	7,50	393	142.695,06
	39	19	396,13	10,88	-15,50	381	130.772,64
	40	9	407,00	10,88	7,50	415	164.430,25
						alpha = 0,000	
						beta = 0,225	
						gama = 0,000	
						MSE (5-40)= 14.523,70	

Izboljšana aditivna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	16			0,50		
	2	23			7,50		
	3	0			-15,50		
	4	23	15,50	10,88	7,50		
2	5	36	35,50	12,39	0,50	27	83,27
	6	51	43,50	11,66	7,50	55	19,30
	7	31	46,50	10,22	-15,50	40	75,03
	8	118	110,50	19,17	7,50	64	2.892,14
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	26	25,50	-11,17	0,50	98	5.145,47
	34	18	10,50	-11,80	7,50	105	7.522,43
	35	39	54,50	-2,52	-15,50	82	1.826,02
	36	24	16,50	-8,42	7,50	105	6.517,65
10	37	48	47,50	-1,87	0,50	98	2.473,27
	38	15	7,50	-8,21	7,50	105	8.051,82
	39	19	34,50	-2,35	-15,50	82	3.935,30
	40	9	1,50	-7,45	7,50	105	9.164,60
							alpha = 1,000
							beta = 0,166
							gama = 1,000
							MSE (5–40)= 11.158,74

2.3 Občina Miren-Kostanjevica (tuji gostje)

Aditivna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	0			-20,25		
	2	15			-5,25		
	3	0			-20,25		
	4	66	20,25	4,25	45,75		
2	5	15	24,50	4,25	-20,07	4	115,56
	6	38	28,75	4,25	-5,00	24	210,25
	7	55	33,00	4,25	-19,53	13	1.785,06
	8	41	37,25	4,25	45,04	83	1.764,00
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	283	143,50	4,25	-11,88	129	23.713,17
	34	58	147,75	4,25	-7,48	142	7.003,52
	35	81	152,00	4,25	-17,99	135	2.908,03
	36	53	156,25	4,25	41,63	200	21.718,87
10	37	20	160,50	4,25	-14,06	149	16.542,75
	38	60	164,75	4,25	-9,13	157	9.461,25
	39	22	169,00	4,25	-20,17	151	16.644,18
	40	40	173,25	4,25	38,66	215	30.581,59
							alpha = 0,000
							beta = 0,000
							gama = 0,017
							MSE (5–40)= 17.370,21

Izboljšana aditivna metoda							
Leto	t	Y _t	L _t	b _t	S _t	F _t	E ²
1	1	0	20,25	4,25	-20,25		
	2	15			-5,25		
	3	0			-20,25		
	4	66			45,75		
2	5	15	44,75	4,61	-20,49	4	115,56
	6	38	54,61	4,70	-5,54	44	37,28
	7	55	79,55	5,05	-20,36	39	254,26
	8	41	38,86	4,25	44,64	130	7.985,01
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9	33	283	109,21	3,64	-7,30	73	44.192,74
	34	58	120,17	3,77	-8,72	77	380,01
	35	81	143,66	4,12	-20,82	65	252,87
	36	53	101,25	3,30	44,11	131	6.138,60
10	37	20	111,84	3,43	-9,45	78	3.308,66
	38	60	123,99	3,58	-10,13	76	259,02
	39	22	148,39	3,95	-23,51	64	1.764,20
	40	40	108,22	3,17	41,25	129	7.908,69
						alpha =	0,000
						beta =	0,018
						gama =	0,026
						MSE (5-40)=	13.645,80