

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

ZAKLJUČNA STROKOVNA NALOGA VISOKE POSLOVNE ŠOLE
**NAPOVEDOVANJE POVPRASEVANJA POTNIKOV IZ LETALIŠČA
JOŽETA PUČNIKA V ZDRUŽENO KRALJESTVO**

Ljubljana, avgust 2018

ANA PAVLIČ

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana Ana Pavlič, študentka Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, avtorica predloženega dela z naslovom Napovedovanje povpraševanja potnikov iz Letališča Jožeta Pučnika v Združeno kraljestvo, pripravljenega v sodelovanju s svetovalko prof. dr. Lilijano Ferbar Tratar

IZJAVLJAM

1. da sem predloženo delo pripravila samostojno;
2. da je tiskana oblika predloženega dela istovetna njegovi elektronski obliki;
3. da je besedilo predloženega dela 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 oziroma navajam v besedilu, citirana oziroma povzeta v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani;
4. da se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del (v pisni ali grafični obliki) kot mojih lastnih – kaznivo po Kazenskem zakoniku Republike Slovenije;
5. da se zavedam posledic, ki bi jih na osnovi predloženega dela dokazano plagiatorstvo lahko predstavljalo za moj status na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani v skladu z relevantnim pravilnikom;
6. da sem pridobila vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v predloženem delu in jih v njem jasno označila;
7. da sem pri pripravi predloženega dela ravnala v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobila soglasje etične komisije;
8. da soglašam, da se elektronska oblika predloženega dela uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;
9. da na Univerzo v Ljubljani neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve predloženega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja predloženega dela na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija Univerze v Ljubljani;
10. da hkrati z objavo predloženega dela dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v njem in v tej izjavi.

V Ljubljani, dne _____

Podpis študentke: _____

KAZALO

UVOD	1
1 NAPOVEDOVANJE POVPRASEVANJA.....	2
1.1 Zakaj napovedovati?	2
1.2 Vrste napovedovanj	3
1.2.1 Kvalitativno napovedovanje	3
1.2.2 Kvantitativno napovedovanje	3
1.3 Osnovni koraki napovedovanja.....	4
2 METODE NAPOVEDOVANJA POVPRASEVANJA.....	5
2.1 Metode dekompozicije	5
2.2 Metode eksponentnega glajenja	6
2.2.1 Enostavno eksponentno glajenje (SES)	6
2.2.2 Holtova linearna metoda.....	7
2.2.3 Holt-Wintersova (HW) metoda trojnega eksponentnega glajenja.....	8
1.1.1.1 Multiplikativna HW-metoda (MHW).....	8
2.2.3.1 Aditivna HW-metoda (AHW).....	9
2.2.3.2 Modificirana HW-metoda (MoHW)	9
2.2.3.3 Razširjena HW-metoda (EHW)	10
3 MERJENJE NATANČNOSTI NAPOVEDI.....	10
3.1 MAE in MSE	10
3.2 Theilova U-statistika.....	11
4 NAPOVEDOVANJE POVPRASEVANJA V LETALSKI INDUSTRIJI	12
4.1 Zunanji dejavniki, ki vplivajo na letalsko industrijo	12
4.1.1 Politični in pravni dejavniki.....	13
4.1.2 Ekonomski dejavniki	13
4.1.3 Socialni in demografski dejavniki	13
4.1.4 Tehnološki in okoljski dejavniki	14
5 NAPOVEDOVANJE ODHODOV POTNIKOV Z LETALIŠČA JOŽETA PUČNIKA V ZDRUŽENO KRALJESTVO.....	15
5.1 Predstavitev Letališča Jožeta Pučnika	15
5.2 Predstavitev Združenega kraljestva	16
5.3 Analiza razpoložljivih podatkov in kvalitativna analiza.....	16

5.4	Uporabljene metode napovedovanja	18
5.4.1	Dekompozicija.....	18
5.4.2	Metoda MHW.....	20
5.4.3	Metoda AHW	22
5.4.4	Metoda MoHW.....	23
5.4.5	Metoda EHW	24
6	PRIMERJAVA REZULTATOV IZBRANIH METOD NAPOVEDOVANJA ...	26
7	UGOTOVITVE IN PRIPOROČILA MANAGEMENTU LETALIŠČA	27
	SKLEP	28
	LITERATURA IN VIRI.....	29
	PRILOGE	32

KAZALO TABEL

Tabela 1: Prikaz letne spremembe BDP-ja in BDP-ja na prebivalca od leta 2007 do 2017	17
Tabela 2: Rezultati napovedi za leto 2017 po različnih MHW-metodah in rezultati metod za merjenje natančnosti	20
Tabela 3: Rezultati napovedi za leto 2017 po različnih AHW-metodah in rezultati metod za merjenje natančnosti	22
Tabela 4: Rezultati napovedi za leto 2017 po različnih MoHW-metodah in rezultati metod za merjenje natančnosti	23
Tabela 5: Rezultati napovedi za leto 2017 po različnih EHW-metodah in rezultati metod za merjenje natančnosti	25
Tabela 6: Evalvacija rezultatov metod za učno množico	26
Tabela 7: Evalvacija rezultatov metod za testno množico	27

KAZALO SLIK

Slika 1: Komponente časovne vrste	4
Slika 2: Prikaz odhoda potnikov z Letališča Jožeta Pučnika v Združeno kraljestvo	16
Slika 3: Prikaz 2 × 12 MA glajenja	19
Slika 4: Prikaz sezonske komponente odhoda potnikov v Združeno kraljestvo	19
Slika 5: Prikaz slučajne komponente	20
Slika 6: Prikaz napovedi povpraševanja po MHW-metodah za leto 2017.....	21
Slika 7: Prikaz napovedi povpraševanja po AHW-metodah za leto 2017	23
Slika 8: Prikaz napovedi povpraševanja po MoHW-metodah za leto 2017.....	24

Slika 9: Prikaz napovedi povpraševanja po EHW-metodah za leto 2017	26
--	----

KAZALO PRILOG

Priloga 1: Izračun najboljše metode za učno množico	1
Priloga 2: Izračun najboljše napovedi za testno množico.....	5

SEZNAM KRATIC

ang. – angleško

AHW – (ang. Holt-Winters Additive method); aditivna Holt-Wintersova metoda

BDP – bruto domači proizvod

BSG – (ang. Boston Consulting Group); Globalna svetovalna družba

EHW – (ang. Extended Holt-Winter method); razširjena Holt-Wintersova metoda

FTK – (ang. Freight Tonne Kilometers); tovorni tonski kilometri

MAD – (ang. Mean Absolute Deviation); povprečna absolutna deviacija

MAE – (ang. Mean Absolute Error); povprečna absolutna napaka

MAPE – (ang. Mean Absolute Percent Error); povprečna absolutna odstotna napaka

MASE – (ang. Mean Absolute Acaled Error); povprečna absolutna tehtana napaka

ME – (ang. Mean Error); povprečna napaka

MHW – (ang. Holt-Winters Multiplicative method); multiplikativna Holt-Wintersova metoda

MoHW – (ang. Modified Holt Winters method); modificirana Holt-Wintersova metoda

MPE – (ang. Mean Percentage Error); povprečna odstotna napaka

MSE – (ang. Mean Squared Error); povprečna kvadratna napaka

RPK – (ang. Revenue Passanger Kilometers); prihodki potniških kilometrov

SES – (ang. Simple Exponential Smoothing); enostavno eksponentno glajenje

SSE – (ang. Sum Squared Error); vsota kvadratne napake

SURS – Statistični urad Republike Slovenije

UVOD

Danes se vsaka organizacija spopada z negotovostjo glede prihodnosti, zato managerji uporabljajo različne metode, s katerimi skušajo predvideti prihajajoče dogodke in tako zmanjšati tveganja, ki so povezana s poslovanjem organizacije. Napovedovanje povpraševanja omogoča podjetjem, da povečajo zadovoljstvo strank, bolj učinkovito razporedijo proizvodnjo, zmanjšajo zahteve glede varnostnih zalog, zmanjšajo stroške zastarelosti izdelkov ter izboljšajo upravljanje cen in promocije (Muddassir, 2016).

Kot v vsaki drugi panogi je napovedovanje pomembno tudi v letalski panogi, katerega namen je oceniti potrebo po novih zmogljivostih. Managerji letališč morajo za napovedovanje uporabiti pretekle podatke o letih ter analizirati tehnološke, ekonomske in socialne dejavnike, ki vplivajo na povpraševanje po letih. V zadnjih letih sta se tako število potnikov z Letališča Jožeta Pučnika v Združeno kraljestvo kot tudi število potnikov na splošno povečali, rast pa naj bi se v naslednjih letih še povečevala. Prav zaradi tega mora letališče preučiti in analizirati vzorce odhodov potnikov, ki so potrebni za sprejetje odločitev glede števila letalskih letov, infrastrukture, obsega dela zaposlenih itd.

Zaključna naloga temelji na primerjavi različnih Holt-Wintersovih metod in izbiri najbolj primerne metode pri napovedovanju odhodov potnikov z Letališča Jožeta Pučnika v Združeno kraljestvo. Za letalsko panogo sem se odločila, ker vsebuje trend, sezonskost in slučajna nihanja. V zaključni nalogi sem za napovedovanje povpraševanja izbrala Holt-Wintersove metode eksponentnega glajenja.

Zaključna naloga je sestavljena iz sedmih poglavij. Uvodu sledi teorija o napovedovanju, vrstah napovedovanj in korakih v napovedovanju povpraševanja. Metode napovedovanja razdelimo v dve osnovni skupini, in sicer na kvantitativne ter kvalitativne metode. Izbira ustrezne tehnike je odvisna od vrste in razpoložljivosti podatkov ter zahtevnosti napovedi. V drugem poglavju so opisane metode napovedovanja, kjer podrobneje predstavim dekompozicijo in metode eksponentnega glajenja. Metode eksponentnega glajenja se v praksi vse pogostejše uporabljajo, saj so enostavne in poceni, prav tako pa ne zahtevajo posebne programske opreme. V tretjem poglavju sledi opis metod za merjenje točnosti napovedi, v katerem sem se osredotočila predvsem na povprečno absolutno napako (v nadaljevanju MAE), povprečno kvadratno napako (v nadaljevanju MSE) in U-statistiko. Četrto poglavje temelji na teoriji napovedovanja v letalski industriji, kjer je razloženo, kako politični, pravni, ekonomski, socialni, demografski, tehnološki in okoljski dejavniki vplivajo na letalsko industrijo.

Medtem ko so prva štiri poglavja teoretična, temeljijo naslednja na dejanskem primeru ljubljanskega letališča. Peto poglavje je usmerjeno na napovedovanje povpraševanja potnikov po letih v Združeno kraljestvo, kjer na podlagi razpoložljivih podatkov, pridobljenih na Statističnem uradu Republike Slovenije (v nadaljevanju SURS), razlagam

vzroke za nihanja. V nadaljevanju so predstavljeni grafični prikazi in izračuni napovedi z različnimi Holt-Wintersovimi metodami. V šestem poglavju sledi primerjava rezultatov napovedi za učno in testno množico, v zadnjem poglavju pa priporočila vodstvu.

1 NAPOVEDOVANJE POVPRASEVANJA

Napovedovanje povpraševanja je sistematičen proces, ki vključuje predvidevanje povpraševanja po storitvah ali izdelkih podjetja v prihodnosti. Je eno izmed orodij za uspešno in učinkovito načrtovanje (Economics Discussion, brez datuma).

1.1 Zakaj napovedovati?

Vsako podjetje se spopada z negotovostjo glede prihodnosti, zato managerji uporabljajo razne pristope, s katerimi poskušajo napovedati in predvideti prihajajoče dogodke. Podjetje lahko negotovost zmanjša z napovedovanjem povpraševanja ali prodajnih možnosti svojih izdelkov in storitev v prihodnosti.

Natančno napovedovanje je bistvenega pomena, saj podjetju pomaga zmanjšati tveganja, ki so povezana s poslovnimi dejavnostmi, in omogoča sprejemanje različnih poslovnih odločitev, kot so načrtovanje proizvodnega procesa, upravljanje sredstev, nakup surovin in določanje cene izdelkov. Poleg tega napovedovanje povpraševanja zagotavlja vpogled v kapitalske naložbe in odločitve glede širitve podjetja (Economics Discussion, brez datuma).

Pogosto se pojavijo časovni odlogi med zavedanjem o dogodku ali potrebo po izvedbi in pojavom tega dogodka. Časovni odlog je glavni razlog za načrtovanje in napovedovanje. Če je časovni odlog ničeln ali zelo kratek, ni potrebe po načrtovanju. V primeru, da je dolg in je rezultat dogodka pogojen z določenimi dejavniki, pa lahko načrtovanje igra zelo pomembno vlogo. V takšnih okoliščinah je treba določiti, kdaj se bo dogodek zgodil, ali pa je treba sprejeti ustrezne ukrepe (Makridakis, Wheelwright & Hyndman, 1998, str. 2).

Makridakis, Wheelwright in Hyndman so v *Forecasting Methods and Applications* (1998, str. 5) opredelili naslednja področja v organizaciji, na katerih ima napovedovanje pomembno vlogo:

- načrtovanje: učinkovita uporaba virov zahteva načrtovanje proizvodnje, denarja, zaposlenih, prevoza itd. Napovedovanje povpraševanja po materialih, delu, financiranju, proizvodih ali storitvah predstavlja bistven prispevek k takšnemu načrtovanju,
- pridobivanje virov: napovedovanje je potrebno za določitev prihodnjih potreb po virih. Časi pridobivanja surovin, nakupa strojev in opreme ter zaposlovanje osebja lahko variirajo od nekaj dni pa tudi do nekaj let,
- določanje potrebnih virov: vsaka organizacija mora določiti, katere vire želi imeti dolgoročno. Takšne odločitve so odvisne od okoljskih dejavnikov, tržnih priložnosti ter

notranjega razvoja človeških, proizvodnih in tehnoloških virov. Vse te odločitve zahtevajo dobro napoved in managerje, ki znajo sprejeti ustrezne odločitve.

1.2 Vrste napovedovanj

Za napovedovanje povpraševanja uporabljamo različne metode napovedovanja, ki jih razdelimo v dve osnovni skupini: kvalitativno in kvantitativno napovedovanje.

1.2.1 Kvalitativno napovedovanje

Kvalitativne metode napovedovanja uporabljamo pri dolgoročnem predvidevanju in temeljijo na subjektivnih mnenjih posameznikov. Primerne so zlasti takrat, ko v prihodnosti pričakujemo večje spremembe glede na preteklost in sedanost. V razmerah vse bolj dinamičnega okolja statistično ali matematično podprta napovedovanja ne dajejo več zadovoljivih rezultatov, zato je treba napovedovanje dopolniti s stalnim spremljanjem sprememb v okolju ter razumevanjem vzrokov in posledic dogajanj.

Med kvalitativne metode uvrščamo metodo delfi, ocene prodajnega osebja, ocene managementa podjetja, anketiranje kupcev, tržne raziskave ter analogijo z drugimi državami in podobnimi proizvodi (Rusjan, 2006, str. 58–59).

1.2.2 Kvantitativno napovedovanje

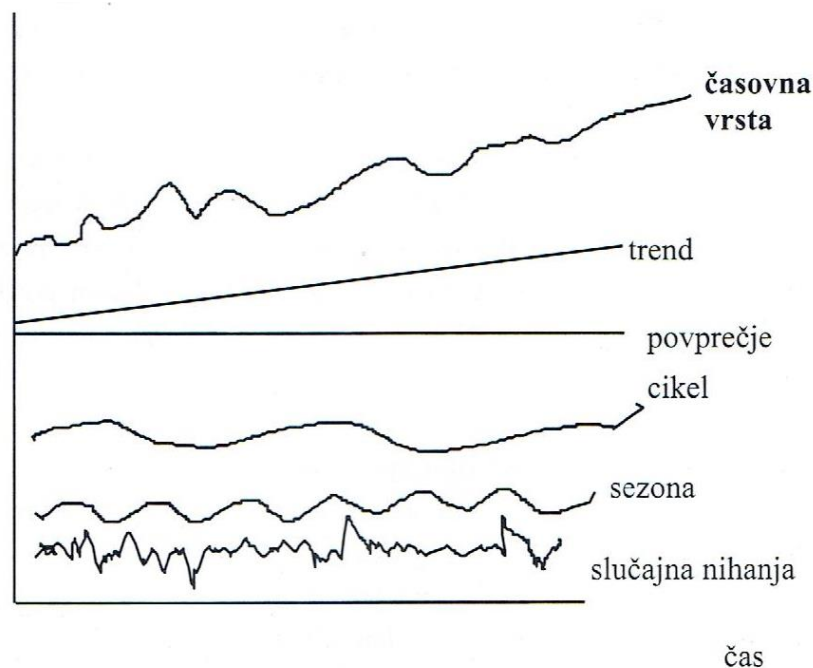
Kvantitativne metode napovedovanja so matematični modeli, ki so zasnovani na preteklih podatkih in temeljijo na predpostavki, da lahko gibanje v prihodnosti predvidimo na podlagi gibanj v preteklosti.

Kvantitativne metode uporabimo takrat, ko imamo na razpolago dovolj kvantitativnih podatkov. Ločimo osnovna pristopa (Rusjan, 2006, str. 60):

- vzorčne metode – pristop temelji na ugotavljanju povezav med odvisno spremenljivko in neodvisnimi spremenljivkami. Odvisno spremenljivko upoštevamo kot posledico, medtem ko neodvisne spremenljivke upoštevamo kot vzrok. Pri vzorčnih metodah predpostavljamo, da bodo ugotovljene povezave med spremenljivkami iz preteklosti veljale tudi v prihodnosti. Gibanje neodvisnih spremenljivk lažje napovemo kot odvisno spremenljivko, saj za napovedovanje odvisne spremenljivke poleg povezav z neodvisno spremenljivko potrebujemo tudi ocene gibanja neodvisnih spremenljivk v prihodnosti,
- analizo časovnih vrst – pristop predvideva vrednosti spremenljivke v prihodnosti kot funkcijo gibanja vrednosti te spremenljivke v preteklosti. S to metodo torej opazujemo spreminjanje vrednosti spremenljivke in iščemo zakonitosti spreminjanja. Časovno vrsto lahko razčlenimo na komponente, ki kažejo gibanje in spreminjanje spremenljivke kot skupen učinek dejavnikov, ki vplivajo na spremenljivko, ki jo preučujemo. Med

komponente časovnih vrst spadajo trend, povprečje, cikel, sezona in slučajni vplivi. Trend kaže osnovno smer razvoja, torej nam pokaže, ali vrednost spremenljivke dolgoročno narašča ali pada. Cikel kaže ponavljanje periodičnega vzorca gibanja vrednosti spremenljivke v nekaj letih, medtem ko sezona kaže ponavljanje periodičnega vzorca gibanja vrednosti spremenljivke znotraj krajših časovnih obdobj (mesece, tedna ali dneva) ali enega leta. Slučajna nihanja so lahko rezultat enkratnih dogodkov in prikazujejo nepojasnjeno variabilnost vrednosti spremenljivke (Rusjan, 2006, str. 60–61).

Slika 1: Komponente časovne vrste



Vir: Rusjan (2006, str. 61).

V zaključni nalogi napovedujem povpraševanje z uporabo analiz časovnih vrst.

1.3 Osnovni koraki napovedovanja

Napovedovanje, pri katerem so na voljo kvantitativni podatki, običajno vključuje pet osnovnih korakov (Makridakis, Wheelwright & Hyndman, 1998, str. 13–16).

- definicijo problema, ki za napovedovalca pogostokrat predstavlja najtežjo nalogo in zahteva razumevanje načina uporabe napovedi, kdo zahteva napoved, ter kako se funkcija napovedovanja ujema z organizacijo,
- zbiranje informacij: obstajata dve vrsti informacij, in sicer statistični (numerični) podatki ter zbrano strokovno znanje oseb, ki zbirajo podatke in uporabljajo napovedi,

- predhodno analizo: pred napovedovanjem je potrebna grafična predstavitev podatkov, iz katere lahko razberemo, ali obstajajo neki vzorci, trend, sezonskost, oziroma dokazi o prisotnosti ciklov,
- izbira in preverjanje modelov, kjer običajno primerjamo dva ali tri potencialne modele. Vsak model je umetni konstrukt, ki temelji na nizu predpostavk in vključuje enega ali več parametrov, ki se morajo prilagajati znanim zgodovinskim podatkom,
- uporabo in ovrednotenje modela napovedovanja: ko je model izbran, njegovi parametri pa ocenjeni, se uporabi za izdelavo napovedi. Učinkovitost modela lahko pravilno ovrednotimo šele takrat, ko so na voljo podatki za predvideno obdobje.

2 METODE NAPOVEDOVANJA POVPRASEVANJA

Za napovedovanje povpraševanja lahko uporabimo različne metode. V nadaljevanju bom predstavila nekaj osnovnih metod, ki se pogosto uporabljajo pri napovedovanju.

2.1 Metode dekompozicije

Mnoge metode napovedovanja temeljijo na konceptu, da v primeru, ko v nizu podatkov obstaja vzorec, lahko ta vzorec ločimo od naključnosti z glajenjem preteklih vrednosti. Učinek glajenja odpravi naključnost, tako da se vzorec lahko projicira v prihodnost in uporabi kot napoved. V mnogih primerih se vzorec lahko razdeli na podvzorke, ki ločeno označujejo vsako komponento časovne vrste. Taka razčlenitev pogosto privede do boljšega razumevanja vedenja serije, kar omogoča večjo natančnost pri napovedovanju (Makridakis, Wheelwright & Hyndman, 1998, str. 81).

Dekompozicijske metode običajno poskušajo identificirati dve ločeni komponenti osnovnega vzorca. To sta trend in sezonskost.

Dekompozicija predpostavlja, da so podatki v obliki:

podatek = vzorec + napaka

= f (trend, sezonskost, napaka)

Poleg komponent vzorca je predvidoma prisoten tudi element napake ali naključnosti. Napaka je definirana kot razlika med dejanskimi podatki in obema komponentama. Imenujemo jo »iregularna« komponenta.

Metode dekompozicije uporabljamo za analizo podatkov v koraku pred napovedovanjem. Osnove današnje dekompozicije so se pojavile v 20. letih 19. stoletja, ko je bil uveden koncept razmerja med gibljivimi povprečji. Od takrat naprej metode dekompozicije uporabljajo ekonomisti in managerji (Makridakis & Wheelwright, 1989, str. 96).

Splošen matematičen zapis dekompozicije je:

$$Y_t = f(S_t, T_t, E_t), \quad (1)$$

kjer:

- Y_t pomeni vrednost časovne vrste v periodi t ,
- S_t pomeni sezonsko komponento v periodi t ,
- T_t pomeni trend-ciklično komponento v periodi t ,
- E_t pomeni iregularno komponento v periodi t .

V praksi poznamo multiplikativno in aditivno dekompozicijo.

Enačba multiplikativne dekompozicije ima obliko:

$$Y_t = S_t \times T_t \times E_t, \quad (2)$$

enačba aditivne dekompozicije pa je:

$$Y_t = S_t + T_t + E_t. \quad (3)$$

V preteklosti so mnogi poskušali razviti napovedi, ki temeljijo neposredno na dekompoziciji, in sicer so napovedi posameznih komponent združili v napoved osnovne časovne vrste. Čeprav se ta pristop lahko zdi razumljiv, v praksi le redko dobro deluje. Glavna težava je pri pridobivanju ustreznih napovedi komponent, zato dekompozicije ne uporabljamo za napovedovanje, temveč le kot orodje za razumevanje časovnih vrst (Makridakis, Wheelwright & Hyndman, 1998, str. 125).

2.2 Metode eksponentnega glajenja

Eksponentno glajenje časovnih vrst dodeljuje večje uteži novejšim opazovanjem – bolj kot opazovanja postanejo oddaljena, bolj se uteži zmanjšujejo. V praksi poznamo enostavno, dvojno in trojno eksponentno glajenje, ki jih bom v nadaljevanju tudi podrobneje opisala.

2.2.1 Enostavno eksponentno glajenje (SES)

Enostavno eksponentno glajenje (v nadaljevanju SES) je primerno za napovedovanje podatkov brez trenda in sezonskega vzorca. SES izračuna napoved za naslednjo periodo ($t + 1$) tako, da glede na napako ($Y_t - F_t$) popravi napoved pretekle periode (F_t). Pri napovedovanju s to metodo uporabimo parameter glajenja α , ki leži na intervalu med 0 in 1 (Makridakis, Wheelwright & Hyndman, 1998, str. 147–148, Hyndman & Athanasopoulos, 2018).

Napoved za naslednjo periodo se tako izračuna kot:

$$F_{t+1} = F_t + \alpha(Y_t - F_t) \quad (4)$$

Enačbo lahko zapišemo tudi kot:

$$F_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha)F_t \quad (5)$$

Napoved (F_{t+1}) temelji na ponderiranju zadnje opazovane vrednosti (Y_t) z utežno vrednostjo (α) in ponderiranju zadnje napovedi (F_t), ki jo utežimo z $1 - \alpha$.

Če enačbo (5) zapišemo z vsemi komponentami, napoved F_{t+1} predstavlja uteženo drseče povprečje vseh preteklih opazovanj:

$$\begin{aligned} F_{t+1} &= \alpha Y_t + (1 - \alpha)[\alpha Y_{t-1} + (1 - \alpha)F_{t-1}] \\ &= \alpha Y_t + \alpha(1 - \alpha)Y_{t-1} + (1 - \alpha)^2 F_{t-1} \\ &= \alpha Y_t + \alpha(1 - \alpha)Y_{t-1} + \alpha(1 - \alpha)^2 Y_{t-2} + \dots + \alpha(1 - \alpha)^{t-1} Y_1 \\ &\quad + (1 - \alpha)^t F_1 \end{aligned} \quad (6)$$

2.2.2 Holtova linearna metoda

Holt je leta 1957 nadgradil metodo SES, da bi omogočil napovedovanje za podatke, ki vsebujejo trend. Metoda vključuje dva parametra glajenja (α in β): enega za raven vrste in enega za trend.

Enačba za raven vrste:

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (7)$$

Enačba za trend:

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (8)$$

Enačba za napoved za m -period naprej:

$$F_{t+m} = L_t + b_t m \quad (9)$$

V enačbi (7) se L_t s prištetjem zadnje glajene vrednosti L_{t-1} neposredno prilagodi trendu predhodne periode b_{t-1} . To pomaga odstraniti zaostanek in privedi L_t na približno raven vrednosti trenutnih podatkov. Nato enačba (8) posodobi trend, ki je izražen kot razlika med zadnjima glajenima vrednostma. Ker je med podatki lahko prisotna slučajnost, se trend v zadnji periodi ($L_t - L_{t-1}$) zgladi s parametrom glajenja β in se prišteje predhodni oceni trenda, ki se pomnoži z $(1 - \beta)$. Enačba (9) se uporabi za napoved m -period naprej (Makridakis, Wheelwright & Hyndman, 1998, str. 158–159).

2.2.3 Holt-Wintersova (HW) metoda trojnega eksponentnega glajenja

Holtovo metodo je leta 1960 razširil Winters tako, da lahko zajame tudi sezonska nihanja. Holt-Wintersova (v nadaljevanju HW) metoda temelji na treh enačbah glajenja, in sicer: na enačbi za povprečno vrednost spremenljivke, enačbi za trend ter enačbi za sezonskost s parametri glajenja α , β in γ . Najpogosteje uporabljeni različici HW-metode sta multiplikativna in aditivna HW-metoda, ki se razlikujeta v naravi sezonske komponente (Makridakis, Wheelwright & Hyndman, 1998, str. 164).

Te metode so enostavne za računanje in razumevanje, obenem pa ne zahtevajo uporabe posebne programske opreme. Za razliko od drugih metod upoštevajo trend, cikel in sezonskost (Makridakis, Wheelwright & Hyndman, 1998, str. 520–525).

V zaključni nalogi poleg multiplikativne in aditivne metode uporabljam tudi modificirano ter razširjeno metodo, ki sta v praksi manj uporabljeni različici HW-metode.

1.1.1.1 Multiplikativna HW-metoda (MHW)

Multiplikativna metoda (v nadaljevanju MHW) je prednostna, kadar se sezonske variacije spreminjajo sorazmerno z ravno časovno vrsto.

Enačba za raven vrste:

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} - b_{t-1}) \quad (10)$$

Enačba za trend:

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (11)$$

Enačba za sezonski indeks:

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (13)$$

Enačba za napoved za m -period naprej:

$$F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m} \quad (14)$$

Enačba za raven vrste (10) je zelo podobna Holtovi enačbi (7). Razlikujeta se v tem, da se v enačbi (10) Y_t deli s členom S_{t-s} , pri čemer se izključi vpliv sezonske komponente. Enačba (11) je popolnoma enaka Holtovi enačbi (8). Ne smemo pozabiti, da opazovane vrednosti Y_t vključujejo sezonskost in slučajnost. Da bi ublažili slučajnost, se enačba za sezonski indeks (13) gladi s parametrom glajenja γ (Makridakis, Wheelwright & Hyndman, 1998, str. 165–166).

2.2.3.1 Aditivna HW-metoda (AHW)

Aditivno metodo (v nadaljevanju AHW) uporabimo, kadar so sezonska nihanja približno konstantna skozi čas.

Enačba za raven vrste:

$$L_t = a(Y_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} - b_{t-1}) \quad (15)$$

Enačba za trend:

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (16)$$

Enačba za sezonski indeks:

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (17)$$

Enačba za napoved za m -period naprej:

$$F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m} \quad (18)$$

Enačba za trend (16) je popolnoma enaka enačbi (11), medtem ko se ostale enačbe od MHW-metode razlikujejo le v tem, da so sezonski indeksi odšteti ali prišteti (Makridakis, Wheelwright & Hyndman, 1998, str. 169).

2.2.3.2 Modificirana HW-metoda (MoHW)

Modificirana HW-metoda (v nadaljevanju MoHW) je izpeljana iz AHW. Metoda je primerna za napovedovanje, kadar podatki časovne vrste vsebujejo multiplikativni šum, ki s časom postopoma narašča (Ferbar Tratar, 2015, str. 64–73).

Enačba za raven vrste:

$$L_t = aY_t - S_{t-s} + (1 - \alpha)(L_{t-1} - b_{t-1}) \quad (19)$$

Enačba za trend:

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (20)$$

Enačba za sezonski indeks:

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (21)$$

Enačba za napoved za m -period naprej:

$$F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m} \quad (22)$$

2.2.3.3 Razširjena HW-metoda (EHW)

Razširjena HW-metoda (v nadaljevanju EHW) je izpeljana iz osnovne AHW-metode. Vsebuje dodaten parameter glajenja δ (Ferber Tratar, Mojškerc & Toman, 2016, str. 162–173).

Enačba za raven vrste:

$$L_t = \alpha Y_t - \delta S_{t-s} + (1-\alpha)(L_{t-1} - b_{t-1}) \quad (23)$$

Enačba za trend:

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (24)$$

Enačba za sezonski indeks:

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (25)$$

Enačba za napoved za m -period naprej:

$$F_{t+m} = L_t + b_t m + S_{t-s+m} \quad (26)$$

3 MERJENJE NATANČNOSTI NAPOVEDI

Brez metod za merjenje natančnosti napovedi lahko hitro dobimo netočne napovedi. V praksi se pri napovedovanju povpraševanja uporablja več različnih metod za merjenje natančnosti napovedi, saj pomagajo oceniti, kako se napovedi ujemajo s podatki. Za merjenje natančnosti napovedi lahko uporabimo naslednje metode (Novina, brez datuma):

- povprečno napako (ME),
- povprečno absolutno napako (MAE),
- povprečno kvadratno napako (MSE),
- povprečno absolutno deviacijo (MAD),
- vsoto kvadratne napake (SSE),
- povprečno absolutno odstotno napako (MAPE),
- povprečno absolutno tehtano napako (MASE),
- Theilovo U-statistiko.

V zaključni nalogi za merjenje natančnosti napovedi uporabljam MAE, MSE in Theilovo U-statistiko, ki jih bom v nadaljevanju tudi opisala.

3.1 MAE in MSE

MAE (ang. Mean absolute error) oziroma povprečna absolutna napaka se izračuna:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t| \quad (27)$$

MSE (ang. Mean squared error) oziroma povprečna kvadratna napaka se izračuna s pomočjo naslednje enačbe:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2 \quad (28)$$

Obe enačbi metod za merjenje natančnosti vsebujeta iste simbole. Simbol e_t pomeni napako napovedi v trenutku t , medtem ko n predstavlja število opazovanih podatkov časovne vrste.

MAE vsako napako naredi pozitivno tako, da vzame njeno absolutno vrednost, potem pa izračuna povprečje rezultatov. Podobna ideja je tudi pri MSE. Tukaj napake postanejo pozitivne s kvadriranjem vsake vrednosti, nato pa se izračuna povprečje vseh napak. Prednost MAE je, da je lažje razumljiva laikom, medtem ko je prednost MSE, da jo je matematično lažje obdelati, uporablja pa se tudi pri statistični optimizaciji (Makridakis, Wheelwright & Hyndman, 1998, str. 43).

3.2 Theilova U-statistika

Metode, kot so MAE, MPE in MAPE, dajejo enako težo vsem napakam v nasprotju z MSE, ki kvadrira vse napake in s tem poudari večje napake. Koristno bi bilo imeti metodo, ki upošteva nesorazmeren strošek velikih napak in predstavlja relativno podlago za primerjavo z naivno metodo. Metoda, ki zajema vse te karakteristike, je U-statistika, ki jo je leta 1966 razvil Theil. Ta statistična metoda omogoča relativno primerjavo med kompleksnejšimi metodami in naivno metodo napovedovanja (Makridakis, Wheelwright & Hyndman, 1998, str. 48).

Theilova U-statistika je matematično definirana kot:

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n-1} (F_{t+1} - Y_t)^2}{\sum_{t=1}^{n-1} (Y_{t+1} - Y_t)^2}}, \quad (29)$$

kjer:

- F_{t+1} predstavlja napoved za naslednjo periodo,
- Y_t pomeni dejanski podatek,
- Y_{t+1} predstavlja dejanski podatek za naslednjo periodo.

Glede na vrednosti U-statistike je mogoče povzeti (Makridakis, Wheelwright & Hyndman, 1998, str. 50):

- $U = 1$: naivno napovedovanje je enako dobro kot uporabljena metoda,

- $U < 1$: uporabljena metoda je boljša od naivnega napovedovanja. Čim manjša je vrednost U-statistike, boljša je tehnika napovedovanja,
- $U > 1$: uporabljena metoda napovedovanja ni smiselna, saj bo uporaba naivne metode omogočila boljše rezultate.

4 NAPOVEDOVANJE POVPRASEVANJA V LETALSKI INDUSTRIJI

Letališča se pogostokrat srečujejo s problemom nezadostnih letaliških zmogljivosti. Izraz »zmogljivost« se nanaša na splošno zmožnost letališča, da prilagodi storitve danemu povpraševanju. Pogosto je to izraženo v številu vzletov in pristankov letal, ki jih je mogoče upravljati na urni, dnevni ali letni ravni. Ker je povpraševanje v letalski industriji zelo variabilno, se pojavi vprašanje, kako ravnati med njegovim nihanjem. Za lažje obvladovanje nihanja si lahko letališča pomagajo z napovedovanjem povpraševanja (Airport System Development, 1984, str. 8–9).

Napoved povpraševanja v letalski industriji pomeni skrbno oblikovano mnenje o prihodnjem zračnem prometu in ima velik pomen za proizvajalce, letalske prevoznike ter letališča. Primarno se uporablja za določanje prihodnjih potreb ali ocenjevanje, kdaj jih je treba izpolniti. Za napovedovanje se lahko uporabijo različne metode, ki se med seboj razlikujejo glede obsega, časovne lestvice in strukture, vendar imajo določene skupne lastnosti. Napovedi so izpeljane iz predpostavk o razmerju med preteklostjo in prihodnostjo, kjer imajo določeni zgodovinski dogodki vzročno ali napovedno razmerje z dogodki, ki bodo zanimivi v prihodnosti. Analiza zgodovinskih dejavnikov (običajno neke vrste matematična manipulacija podatkov) napovedovalcu omogoča, da na podlagi meritev ali indeksa letalske dejavnosti izrazi pričakovanja. Na podlagi pričakovanj (pričakovanih letov potnikov, pričakovane količine tovora ali zrakoplovne operacije) lahko napovedovalec pridobi dodatne ocene o naravi, razsežnosti in času prihodnjih potreb po napravah, opremi, delovnih mestih, financiranju ter podobno.

Pri napovedovanju povpraševanja v letalski industriji se lahko uporabita dva osnovna načina vnosa podatkov. Napovedovalec lahko za napovedovanje uporabi pretekle podatke ali pa analizira ekonomske, socialne in tehnološke dejavnike, ki vplivajo na povpraševanje po letalstvu in jih obravnavamo kot neodvisne spremenljivke, ki se uporabljajo za predvidevanje povpraševanja kot odvisne spremenljivke (Airport System Development, 1984, str. 159).

4.1 Zunanji dejavniki, ki vplivajo na letalsko industrijo

Kot na katero koli drugo tudi na letalsko industrijo vplivajo spremembe v zunanjem okolju. Pri napovedovanju povpraševanja po letalskih letih je treba upoštevati različne zunanje

dejavnike, ki vplivajo na letalsko industrijo. To so politični, gospodarski, socialno-tehnološki, pravni in okoljski dejavniki (Cederholm, 2014).

4.1.1 Politični in pravni dejavniki

Politični in pravni dejavniki vključujejo vladno poseganje v gospodarske operacije ali določeno industrijo. Letalske družbe delujejo v političnem okolju, ki je zelo omejeno in regulirano. Na letalsko industrijo močno vplivajo predpisi in omejitve, ki so povezani z mednarodno trgovino, davčno politiko in konkurenco (Cederholm, 2014).

Na letalski prevoz negativno vplivajo tudi dejavniki, kot so vojne, civilni nemiri, teroristični napadi, zvišanje cen goriv in epidemije, ki se pojavljajo na številnih območjih po vsem svetu. Ti dogodki od m letalskih prevoznikov zahtevajo hiter odziv in sprejetje ukrepov za ublažitev njihovega vpliva. Letalske družbe so zaradi takšnih dogodkov velikokrat prisiljene zmanjšati število voznih redov, znižati cene, odpustiti zaposlene ter zmanjšati plače in ugodnosti zaposlenim (Abdelghany & Abdelghany, 2009, str. 5–7).

4.1.2 Ekonomski dejavniki

Stabilno gospodarstvo deluje kot katalizator industrijske rasti. Stabilnost gospodarstva se meri z različnimi ekonomskimi dejavniki, kot so rast bruto domačega proizvoda (v nadaljevanju BDP), kapitalski dohodek, razpoložljivi dohodek, industrijska proizvodnja, zaupanje potrošnikov itd. Nihanje cen nafte je še en zelo pomemben dejavnik, ki vpliva na dobičkonosnost letalskih družb.

Uspešnost letalskih družb je povezana z gospodarsko rastjo. Trendi ekonomskih indikatorjev se lahko ujemajo z obsegom letalskih potnikov ali količino tovara. Prihodki potniških kilometrov (ang. Revenue passenger kilometers, v nadaljevanju RPK) merijo obseg letalskih potnikov. Izračuna se tako, da se število potnikov pomnoži s številom prevoženih kilometrov. Tovorni tonski kilometri (ang. Freight Tonne Kilometers, v nadaljevanju FTK) merijo tovarni promet. En FTK je ena metrična tona prihodkovne obremenitve, ki se prevaža en kilometer. FTK je tesno povezan s poslovnim zaupanjem, ki ga spodbuja veliko povpraševanje po blagu. V obdobju šibkega povpraševanja podjetja izbirajo cenejša prevozna sredstva, prevoz pa se nadomesti z vzdrževanjem marž in zmanjšanjem stroškov, kar vodi do manjših količin, posledično pa se znižata tudi FTK in RPK (Cederholm, 2014).

4.1.3 Socialni in demografski dejavniki

Povpraševanje po letalskih potovanjih se je v zadnjih letih znatno povečalo, kar kaže na spremembo potovalnih referenc mladih generacij. Demografski dejavniki igrajo pomembno vlogo pri napovedovanju povpraševanja in prihodnjih želja po potovanju.

Raziskava, ki jo je opravil Boston Consulting Group (v nadaljevanju BCG), je pokazala, da so milenijci prihodnost potovalne in turistične industrije. BCG je raziskal potovalne preference milenijske generacije v segmentu poslovanja in prostega časa, kar zagotavlja boljše razumevanje vpliva socialnih in demografskih dejavnikov na potovanja z letalom. Milenijci glede na raziskavo za letalsko karto zapravijo kar 13 % več kot ostali. So veliko bolj pripravljeni doplačati za udobje (60 % večja verjetnost, da bodo kupili karto za sedež z dodatnim prostorom za noge in glavo ter doplačali za Wi-Fi). Kupijo več vračljivih vozovnic, saj si na potovanju večkrat premislijo in spremenijo načrte. Zanimajo jih popusti in poceni letalski prevozniki, nakup letalske karte pa bodo najverjetneje opravili prek spletne potovalne agencije ali mobilne aplikacije.

Poznavanje potovalnih preferenc različnih skupin lahko podjetjem pomaga načrtovati njihove ciljne segmente. To jim omogoča, da preučijo, kateri segment lahko prinese višjo donosnost naložbe in poveča dobičkonosnost. Prav tako jim omogoča, da določijo in načrtujejo prihodnje izboljšave storitev ter tako dolgoročno zadovoljijo vse večja pričakovanja potrošnikov (Cederholm, 2014).

4.1.4 Tehnološki in okolijski dejavniki

Za preživetje intenzivne konkurence v letalski industriji morajo podjetja vlagati v najsodobnejše tehnologije. Uporaba napredne letalske tehnologije zmanjša porabo goriva, kar izboljša učinkovitost in zmanjša stroške letalskih operacij.

Tehnološki napredek je pogoj za izboljšanje operativne učinkovitosti letalskih prevoznikov. Tako so z uporabo naprednih letalskih motorjev, mobilne tehnologije in IT-rešitev letalske družbe zmanjšale stroške ter izboljšale operacije. Napredna tehnologija je izboljšala potovalne izkušnje potnikov in ustvarila boljšo povezanost.

Gorivo je največja stroškovna komponenta letalskih družb in predstavlja več kot 30 % skupnih stroškov poslovanja. Po besedah Boeinga, enega največjih proizvajalcev letal, napredna tehnologija zagotavlja kar nekaj prednosti. Nova letala v primerjavi s starejšimi znatno zmanjšujejo porabo goriva. Nekatere tehnologije, ki zmanjšujejo porabo goriva, zmanjšujejo tudi hrup za 30 %. Prav tako napredne tehnologije povečajo razdaljo, ki jo letalo lahko prevozi z določeno količino goriva, in težo tovora, ki jo letalo lahko prepelje. Povečanje razdalje omogoča letalski družbi, da poveča povezljivost, izboljšave glede tovora pa povečujejo prihodke in donosnost.

Svetovna letalska industrija letno porabi več kot 200 milijonov ton goriva. Naraščajoče povpraševanje po letalskih prevozi vpliva na okolje in trajnost, zato so se pojavila trajnostna bio goriva, ki zmanjšujejo emisije CO₂. Ta goriva so narejena iz različnih surovin, ki se lahko mešajo s fosilnimi gorivi in znatno zmanjšajo emisije CO₂ (Cederholm, 2014).

5 NAPOVEDOVANJE ODHODOV POTNIKOV Z LETALIŠČA JOŽETA PUČNIKA V ZDRUŽENO KRALJESTVO

Letališče Jožeta Pučnika je osrednje slovensko letališče, katerega število potnikov in prometa blaga postopoma narašča, zato je predvidevanje in napovedovanje povpraševanja še toliko bolj pomembno.

Leta 2017 je preko Letališča Jožeta Pučnika Ljubljana potovalo 1,68 milijona potnikov, kar je 20 % več kot v letu 2016. Največ potnikov je potovalo na relacijah med Slovenijo in Združenim kraljestvom (16 %) ter Slovenijo in Nemčijo (15 %). Največji porast potnikov se je zgodil na relaciji Slovenija in Nizozemska, kjer se je promet podvojil, največji upad pa je bil na relaciji med Slovenijo in Srbijo, kjer je promet upadel za 6 % (Čampa, 2018).

5.1 Predstavitev Letališča Jožeta Pučnika

Letališče Jožeta Pučnika Ljubljana, prej znano po imenu Letališče Brnik, je osrednje mednarodno letališče v Sloveniji, preko katerega poteka kar 97 % celotnega slovenskega letalskega prometa. Ima strateško lego v Sloveniji, saj leži v bližini Spodnjega Brnika in je od Ljubljane oddaljeno le 25 km. Letališče je lahko dostopno tudi iz sosednjih držav in gospodarskih središč, kot so Zagreb (Hrvaška), ki je od letališča oddaljen le 165 km, Celovec (Avstrija) – oddaljen 60 km in Trst (Italija) – oddaljen le 150 km (Aerodrom Ljubljana, 2010).

Letališče s svetom povezujejo domača letalska družba Adria Airways in nekaj tujih rednih letalskih prevoznikov, kot so: Air France, Air Serbia, Montenegro Airlines in Turkish Airlines ter Finnair. Na letališče prav tako letita dva nizkocenovna prevoznika: Wizz Air, ki leti z londonskega letališča Luton in belgijskega letališča Bruselj Charleroi, ter EasyJet, ki leti z londonskega letališča Stansted. Z letališčem upravlja okolijsko in družbeno odgovorno podjetje Fraport Slovenija, ki je od leta 2014 v lasti nemške družbe Fraport AG. Podjetje skrbi za izvajanje storitev oskrbe letal, tovara in potnikov, izvajanje komercialnih dejavnosti (zagotavljanje gostinske in trgovinske ponudbe, logistične storitve, pariranje potniških osebnih avtomobilov), izvajanje marketinških dejavnosti in upravljanje letališča (Letališče Jožeta Pučnika, 2018).

Ljubljanskemu letališču predstavljajo neposredno konkurenco bližnja letališča v Zagrebu, Gradcu, Trstu, Trevisu, Benetkah in Celovcu, vse več potnikov pa leti tudi z bolj oddaljenih letališč, kot sta Münchensko in Dunajsko. Ta letališča predstavljajo konkurenco pri potovanjih v dežele, s katerimi Letališče Jožeta Pučnika nima direktnih povezav, in s ponudbo čezoceanskih letov (Aerodrom Ljubljana, 2013, str. 30).

5.2 Predstavitev Združenega kraljestva

Združeno kraljestvo je otoška država na severozahodni obali celinske Evrope. Obsega celoten otok Velike Britanije, ki vključuje Anglijo, Wales in Škotsko, ter severni del otoka Irske. Glavno mesto je London, ki velja za eno izmed vodilnih trgovskih, finančnih in kulturnih središč (Barr in drugi, 2018).

Združeno kraljestvo ponuja zgodovinsko in kulturno dediščino, muzeje ter razne športne in kulturne dogodke. Je osma najbolj obiskana turistična destinacija na svetu – velik del zaslug za to prinaša njegovo glavno mesto. London ima veliko znamenitosti združenih na enem mestu in obiskovalcem omogoča, da v zelo kratkem času vidijo zelo veliko. Globalna prestolnica nudi veliko kulturnih znamenitosti, kot so Big Ben, Buckinghamska palača, Tower of London, London Eye in številne druge. London je prav tako cenovno in časovno zelo dostopen, zato se mlajše generacije in družine vedno pogosteje odločijo za obisk (Anglija turistična znamenitost, 2016).

5.3 Analiza razpoložljivih podatkov in kvalitativna analiza

Pri napovedovanju povpraševanja potnikov po letalskih vozovnicah na relaciji Letališče Jožeta Pučnika–Združeno kraljestvo sem uporabila kvantitativne podatke, ki sem jih pridobila na SURS-u. Mesečni podatki zajemajo celotno povpraševanje potnikov po letalskih vozovnicah iz Ljubljane v Združeno kraljestvo od januarja leta 2007 vse do novembra 2017.

Mesečne podatke za celotno opazovano obdobje sem razdelila na inicializacijsko, učno in testno množico. Inicializacijska množica zajema podatke od januarja 2007 do decembra 2008, testna množica zajema podatke od junija do novembra 2017, učna množica pa zajema vse ostale podatke.

Slika 2: Prikaz odhoda potnikov z Letališča Jožeta Pučnika v Združeno kraljestvo



Vir: SURS (brez datuma a).

Slika 2 prikazuje odhode potnikov z Letališča Jožeta Pučnika v Združeno kraljestvo od leta 2007 do 2017. S slike 2 je mogoče razbrati rahlo naraščajoč trend in sezono, razvidno pa je tudi, da največ potnikov z Letališča Jožeta Pučnika v Združeno kraljestvo potuje v poletnih mesecih (od junija do septembra), najmanj pa v zimskih mesecih (od novembra do januarja).

Slovenijo je leta 2009 doletela gospodarska kriza, ki je prizadela panogo letalskih prevozov v državi, kar prikazuje strm padec odhoda potnikov z leta 2009 na 2010. Nadaljnje poglobljanje gospodarske krize je privedlo do zmanjšanja števila linij, kar za majhno letališče, kot je ljubljansko, predstavlja veliko težavo.

Na sliki 2 lahko opazimo, da je leta 2012 z ljubljanskega letališča v Združeno kraljestvo letelo najmanj potnikov – lahko sklepamo, da je to posledica poglobljene gospodarske krize, ki je panogo letalskih prevozov, ki je še pred letom 2008 dosegala visoke stopnje rasti, močno zaznamovala. Leta 2012 so se cene življenjskih potrebščin zvišale za 2,7 %. Kot je razvidno iz tabele 1, je tudi BDP upadel za kar 2,7 %, brezposelnost pa je v zadnjem četrletju leta 2012 znašala 9,6 %. Ljubljansko letališče je moralo posledično zmanjšati število letov in kapacitete domačega prevoznika Adria Airways, kar je občutno vplivalo na obseg prometa letališča. Število potnikov v Združeno kraljestvo je v primerjavi z letom 2011 strmo upadlo, saj je letališče ukinilo linijo do letališča London Gatwick (Aerodrom Ljubljana, 2013, str. 27–36).

Kot je razvidno s slike 2, je v zadnjih dveh letih opazno znatno povečanje potnikov iz Ljubljane v Združeno kraljestvo. To lahko pripišemo ekonomskim dejavnikom, kot sta rast BDP-ja in povečanje zaposlenosti v Sloveniji. BDP je bil v četrtem četrletju 2017 za kar 6,2 % višji kot v enakem četrletju leta 2016. V letu 2017 je BDP v tekočih cenah znašal 43.278 milijonov evrov, kar je v primerjavi z letom 2016 nominalno več za 7,1 %, realno pa se je BDP povečal za 5,0 %. Glavni dejavnik gospodarske rasti v Sloveniji je zagotovo zunanje povpraševanje. Izvoz se je namreč povečal za 10,6 %, povečalo pa se je tudi domače povpraševanje, in sicer za 4,0 %. Kot sem že omenila, se je povečala tudi skupna zaposlenost, ki je v letu 2017 znašala 986.000 oseb in se je glede na leto 2016 povečala za 2,8 % oziroma za 27.000 oseb (Korenič, 2018).

Tabela 1: Prikaz letne spremembe BDP-ja in BDP-ja na prebivalca od leta 2007 do 2017

Bruto domači proizvod po: MERITVE , LETO											
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Letna sprememba obsega (%)	6,9	3,3	-7,8	1,2	0,6	-2,7	-1,1	3	2,3	3,1	5
Na prebivalca (EUR, v tekočih cenah in po tekočem tečaju)	17.412	18.769	17.714	17.694	17.973	17.540	17.596	18.244	18.823	19.576	20.951

Vir: SURS (brez datuma b).

Leta 2016 je kot posledica glasovanja brexit vrednost britanskega funta (GBP) začela drastično padati. Tako je Združeno kraljestvo, ki je včasih veljalo za eno izmed dražjih destinacij, postalo veliko bolj dostopno, kar je še dodatno privabilo turiste. Leta 2017 se je v primerjavi z letom 2016 število obiskov tujih prebivalcev povečalo za 8 % na 27,1 milijona, prihodki turistov pa so se povečali za kar 10 % na 16,4 milijarde funtov (Pylas, 2017).

Od 5. decembra 2016 naprej britanski nizkocenovni prevoznik EasyJet med ljubljanskim letališčem in letališčem London Gatwick leti štirikrat na teden, kar dobro dopolnjuje uveljavljeno povezavo z letališčem London Stansted in spodbuja rast števila letov (Fraport Slovenija, 2017, str.7).

Kljub pogostim terorističnim napadom oziroma incidentom v Londonu (22. 3. 2017, 4. 6. 2017, 19. 6. 2017, 15. 9. 2017) in Manchesteru (22. 5. 2017) v letu 2017 je število potnikov v Združeno kraljestvo presenetljivo še naprej naraščalo (Ministrstvo za zunanje zadeve, brez datuma).

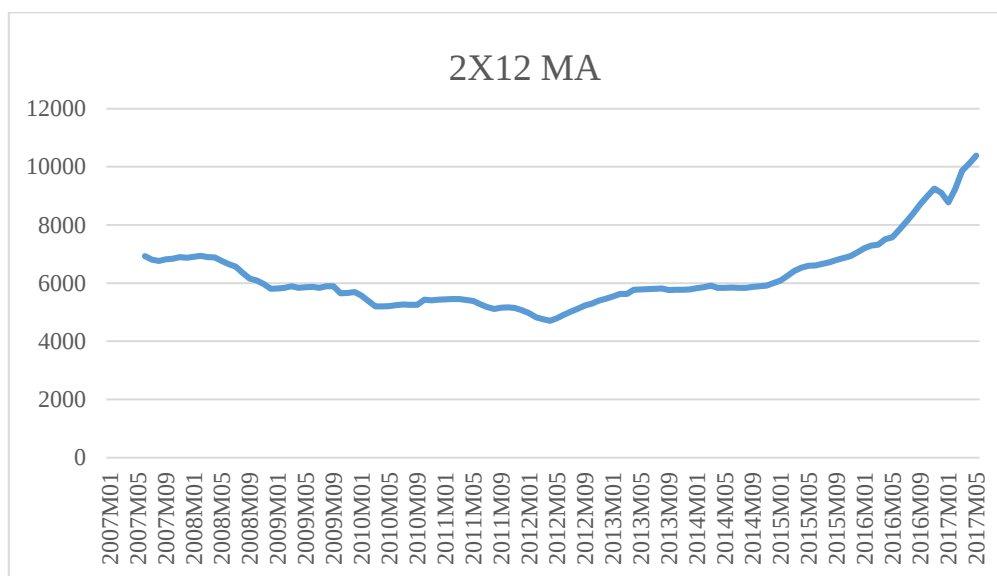
5.4 Uporabljene metode napovedovanja

V zaključni nalogi sem za analizo preteklih podatkov časovne vrste uporabila metodo dekompozicije, za napovedovanje povpraševanja pa metode trojnega eksponentnega glajenja (HW-metode). Na podlagi mesečnih podatkov o odhodi potnikov iz Letališča Jožeta Pučnika v Združeno kraljestvo od leta 2007 do leta 2017 sem napovedala povpraševanje, dobljene vrednosti pa sem primerjala z dejanskimi vrednostmi in na ta način ugotovila odstopanja. S pomočjo Excelovega orodja Reševalec sem minimizirala MAE in MSE, parametre glajenja pa sem omejila s predpostavko $0 \leq \alpha, \beta, \gamma, \delta \leq 1$. Za vsako HW-metodo sem izračunala še različico init, kjer sem z uporabo orodja Reševalec poleg konstant glajenja optimizirala še inicializacijske parametre Lt , Bt in St . Tako kot pri ostalih metodah sem minimizirala napako (MAE ali MSE) in ugotovila, da z različico init pri skoraj vseh metodah dobimo boljše rezultate.

5.4.1 Dekompozicija

Glede na grafično predstavitev podatkov (slika 2) sem za dekompozicijo izbrala aditivni model. Za izračun komponente trenda (T) sem podatke najprej zgladila, in sicer sem uporabila najprej 12 MA glajenje, nato pa na zglajenih podatkih uporabila še 2 MA glajenje. Na sliki 3 je opazna rast odhodov potnikov iz Ljubljane v Združeno kraljestvo glede na prejšnja leta.

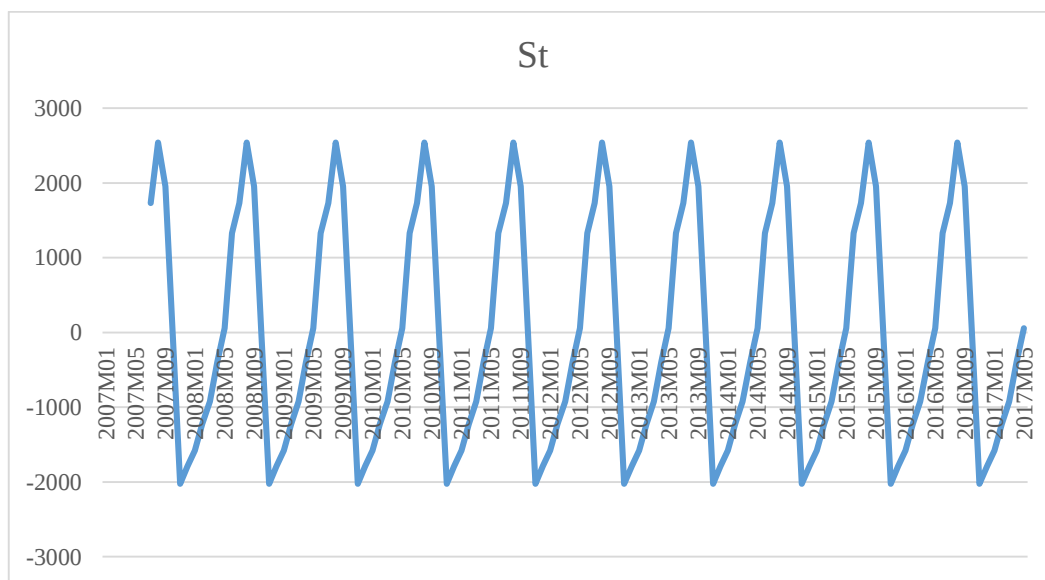
Slika 3: Prikaz 2×12 MA glajenja



Vir: Lastno delo.

V drugem koraku sem kot povprečje mesečnih vrednosti skozi opazovana obdobja izračunala sezonsko komponento (S) in predstavila graf (slika 4), iz katerega je razvidno, da časovna vrsta vsebuje enakomerno sezonsko komponento.

Slika 4: Prikaz sezonske komponente odhoda potnikov v Združeno kraljestvo



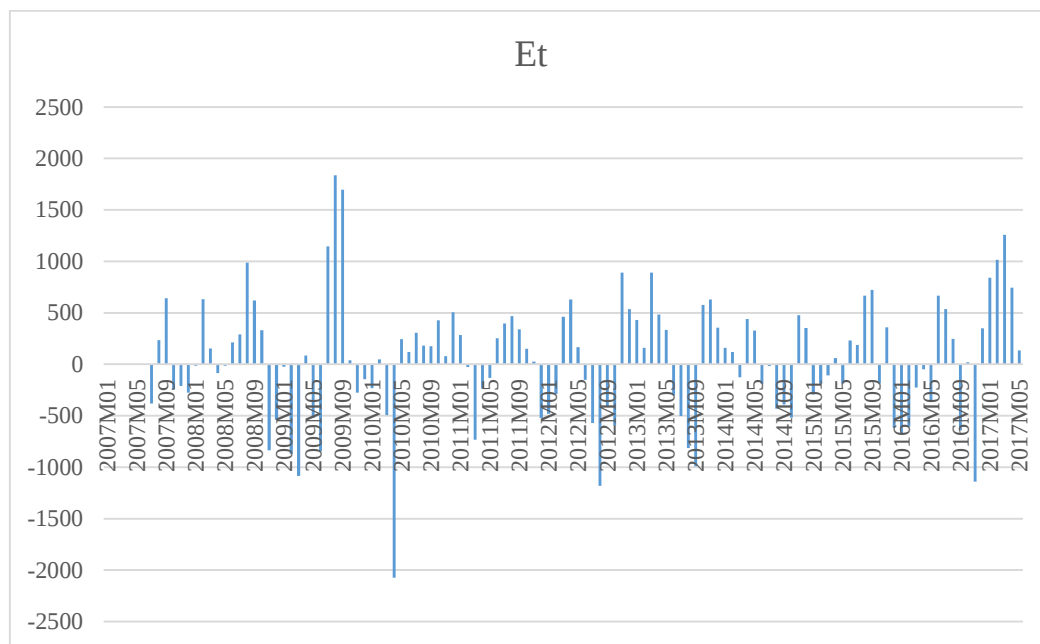
Vir: Lastno delo.

V zadnjem koraku je bila izračunana iregularna oziroma slučajna komponenta (E), ki se izračuna kot razlika med dejanskimi podatki, ciklično in sezonsko komponento:

$$E_t = Y_t - T_t - S_t \quad (36)$$

Na sliki 5 lahko opazimo povečano odstopanje v poletnih mesecih, kjer je število odhodov v Združeno kraljestvo največje.

Slika 5: Prikaz slučajne komponente



Vir: Lastno delo.

5.4.2 Metoda MHW

Za napovedovanje povpraševanja po MHW-metodi sem uporabila enačbe iz poglavja 2.2.3.1, kjer je metoda tudi natančno opisana. Najprej sem izračunala napovedi za inicializacijsko, učno in testno množico (junij 2017–november 2017) z minimiziranjem napake MSE, nato pa še z minimiziranjem napake MAE. Pri obeh metodah sem z uporabo orodja Reševalec še dodatno optimizirala inicializacijske vrednosti in parametre glajenja. Napovedi sem poimenovala MHW – MSE (init) in MHW – MAE (init). Pri vsaki metodi sem za merjenje natančnosti napovedi izračunala tudi U-statistiko.

Tabela 2: Rezultati napovedi za leto 2017 po različnih MHW-metodah in rezultati metod za merjenje natančnosti

Metode	MHW – MSE	MHW – MSE (init)	MHW – MAE	MHW – MAE (init)
Napovedi za leto 2017				
Januar (F_{122})	7.368,78	7.688,62	6.202,60	7.241,69
Februar (F_{123})	9.162,51	8.731,42	7.074,29	8.102,35

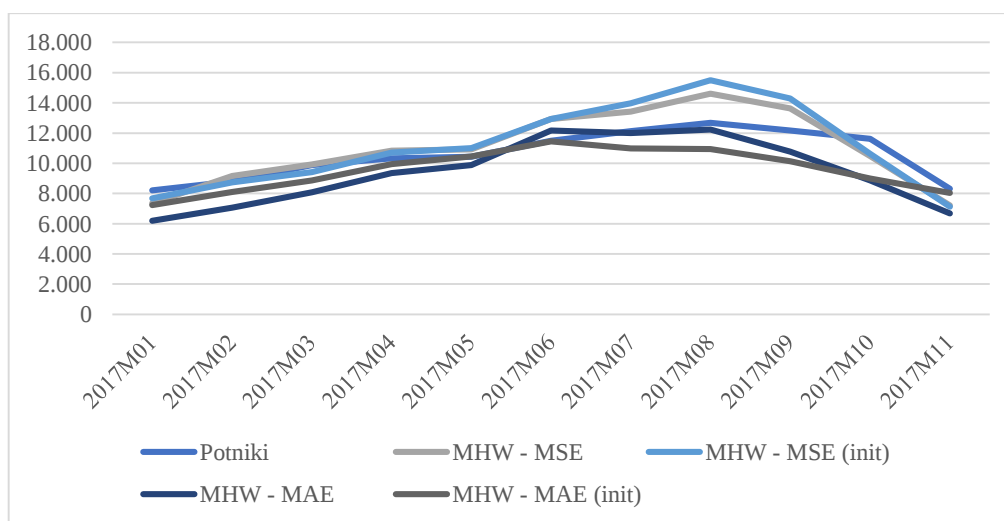
se nadaljuje

Tabela 2: Rezultati napovedi za leto 2017 po različnih MHW-metodah in rezultati metod za merjenje natančnosti (nad.)

Metode	MHW – MSE	MHW – MSE (init)	MHW – MAE	MHW – MAE (init)
Napovedi za leto 2017				
Marec (F_{124})	9.928,64	9.417,41	8.084,21	8.857,37
April (F_{125})	10.834,08	10.717,63	9.344,36	9.937,30
Maj (F_{126})	10.913,60	10.998,28	9.877,15	10.447,89
Junij (F_{127})	12.931,44	12.939,88	12.173,61	11.453,66
Julij (F_{128})	13.413,15	13.966,87	12.012,19	10.985,38
Avgust (F_{129})	14.604,31	15.499,58	12.233,62	10.953,22
September (F_{130})	13.623,72	14.283,20	10.772,99	10.127,67
Oktober (F_{131})	10.474,17	10.628,85	8.862,07	8.984,01
November (F_{132})	7.220,52	7.133,68	6.683,51	8.040,69
Rezultati metod za merjenje natančnosti				
MSE oz. MAE (učna)	514.617,68	358.044,52	628,55	680,52
MSE oz. MAE (testna)	2.024.421,53	3.399.184,29	1.170,87	1.307,56
U-statistika (učna)	0,78	0,63	0,82	0,82
U-statistika (testna)	0,94	1,21	0,95	1,02

Vir: Lastno delo.

Slika 6: Prikaz napovedi povpraševanja po MHW-metodah za leto 2017



Vir: Lastno delo.

5.4.3 Metoda AHW

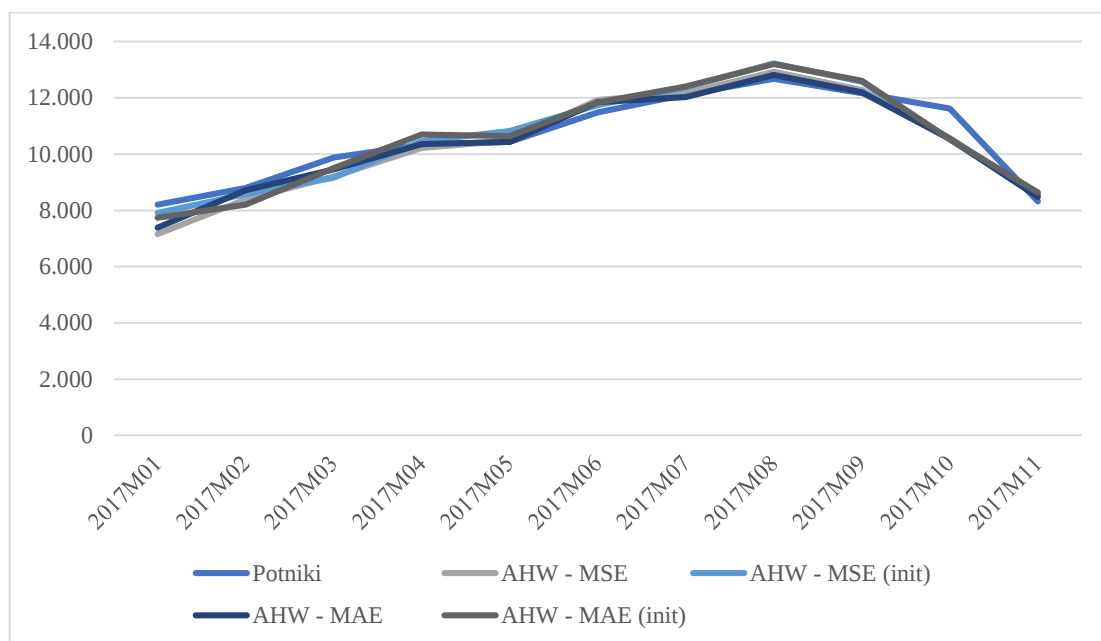
Pri AHW-metodi sem napovedovala povpraševanje z enačbami (21–24) , kjer je postopek sicer zelo podoben MHW-modelu. V nadaljevanju sledijo grafični prikazi in izračuni napovedi, kjer sem kot pri multiplikativni metodi s pomočjo orodja Reševalec minimizirala vrednosti MSE in MAE napak ter izračunala U-statistiko.

Tabela 3: Rezultati napovedi za leto 2017 po različnih AHW-metodah in rezultati metod za merjenje natančnosti

Metode	AHW – MSE	AHW – MSE (init)	AHW – MAE	AHW – MAE (init)
Napovedi za leto 2017				
Januar (F_{122})	7.153,79	7.908,10	7.385,69	7.740,30
Februar (F_{123})	8.389,10	8.578,69	8.717,44	8.207,71
Marec (F_{124})	9.204,67	9.157,89	9.453,48	9.508,17
April (F_{125})	10.218,96	10.462,50	10.361,39	10.697,67
Maj (F_{126})	10.480,19	10.829,00	10.441,00	10.635,99
Junij (F_{127})	11.928,87	11.745,11	11.852,07	11.831,57
Julij (F_{128})	12.168,43	12.371,33	12.026,24	12.403,08
Avgust (F_{129})	12.927,06	13.228,68	12.812,59	13.207,68
September (F_{130})	12.278,33	12.576,36	12.198,59	12.610,78
Oktober (F_{131})	10.570,41	10.524,81	10.540,42	10.531,55
November (F_{132})	8.564,70	8.567,29	8.481,10	8.633,76
Rezultati metod za merjenje natančnosti				
MSE oz. MAE (učna)	611.923,17	399.856,06	591,89	446,32
MSE oz. MAE (testna)	239.304,69	311.290,97	311,61	501,22
U-statistika (učna)	0,83	0,66	0,86	0,70
U-statistika (testna)	0,32	0,36	0,31	0,37

Vir: Lastno delo.

Slika 7: Prikaz napovedi povpraševanja po AHW-metodah za leto 2017



Vir: Lastno delo.

Kot lahko opazimo na sliki 7, napovedi časovni vrsti sledijo dosti bolje kot multiplikativne napovedi, a so vrednosti MSE napake za učno množico pri MHW nižje kot pri AHW, medtem ko aditivna daje boljše vrednosti MAE napak.

5.4.4 Metoda MoHW

Pri MoHW-metodi sem napovedi izračunala z enačbami (19–22), ki sem jih predstavila v poglavju 2.2.3.3. Metode za merjenje točnosti napovedi in inicializacijo sem pri tej metodi izračunala na enak način kot pri multiplikativni ter aditivni metodi.

Tabela 4: Rezultati napovedi za leto 2017 po različnih MoHW-metodah in rezultati metod za merjenje natančnosti

Metode	MoHW – MSE	MoHW – MSE (init)	MoHW – MAE	MoHW – MAE (init)
Napovedi za leto 2017				
Januar (F_{122})	8.600,33	7.696,10	8.813,00	7.609,53
Februar (F_{123})	9.377,95	8.205,86	9.269,66	8.172,76
Marec (F_{124})	9.083,78	9.124,97	8.673,07	9.103,03
April (F_{125})	9.939,46	10.473,44	9.880,44	10.362,64
Maj (F_{126})	10.388,48	10.822,69	10.465,17	10.732,85
Junij (F_{127})	11.677,72	11.754,26	11.868,76	11.596,88
Julij (F_{128})	12.029,23	12.439,40	12.221,74	12.264,22

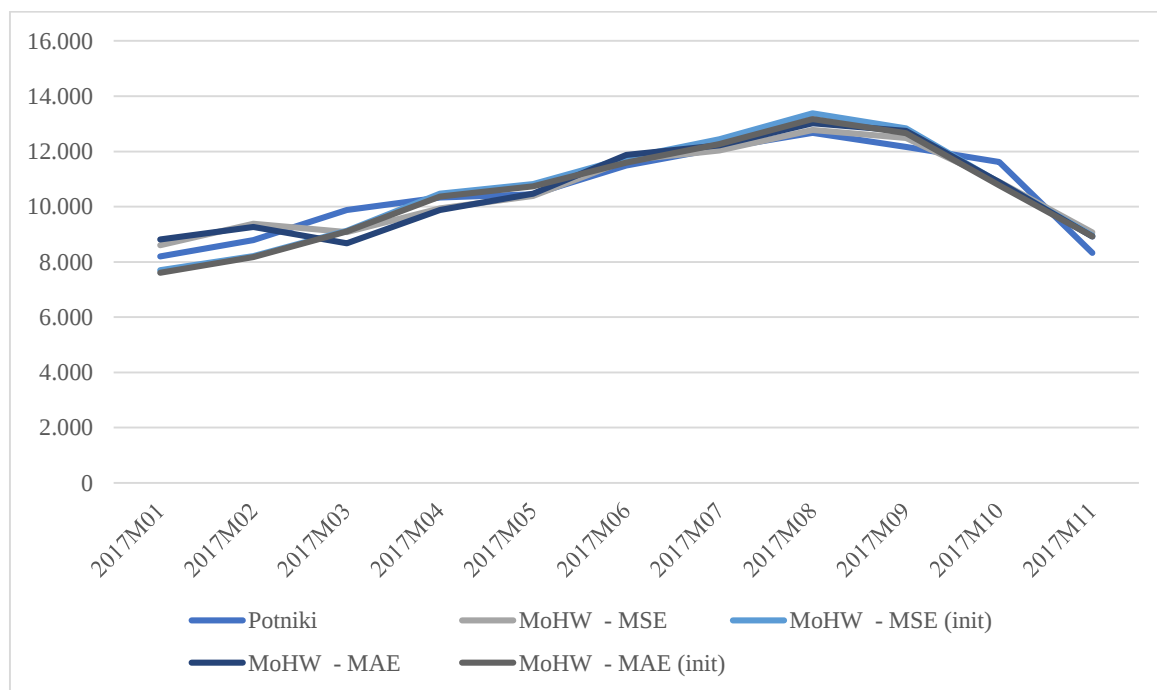
se nadaljuje

Tabela 4: Rezultati napovedi za leto 2017 po različnih MoHW-metodah in rezultati metod za merjenje natančnosti (nad.)

Metode	MoHW – MSE	MoHW – MSE (init)	MoHW – MAE	MoHW – MAE (init)
Napovedi za leto 2017				
Avgust (F_{129})	12.774,12	13.380,20	13.023,98	13.174,71
September (F_{130})	12.490,96	12.830,82	12.747,75	12.656,89
Oktober (F_{131})	10.903,12	10.870,46	10.882,06	10.774,78
November (F_{132})	9.069,48	8.955,83	8.913,27	8.930,71
Rezultati metod za merjenje natančnosti				
MSE oz. MAE (učna)	798.042,83	415.354,01	694,37	479,50
MSE oz. MAE (testna)	205.591,27	346.533,40	457,57	450,10
U-statistika (učna)	0,98	0,67	1,00	0,68
U-statistika (testna)	0,30	0,38	0,33	0,33

Vir: Lastno delo.

Slika 8: Prikaz napovedi povpraševanja po MoHW-metodah za leto 2017



Vir: Lastno delo.

5.4.5 Metoda EHW

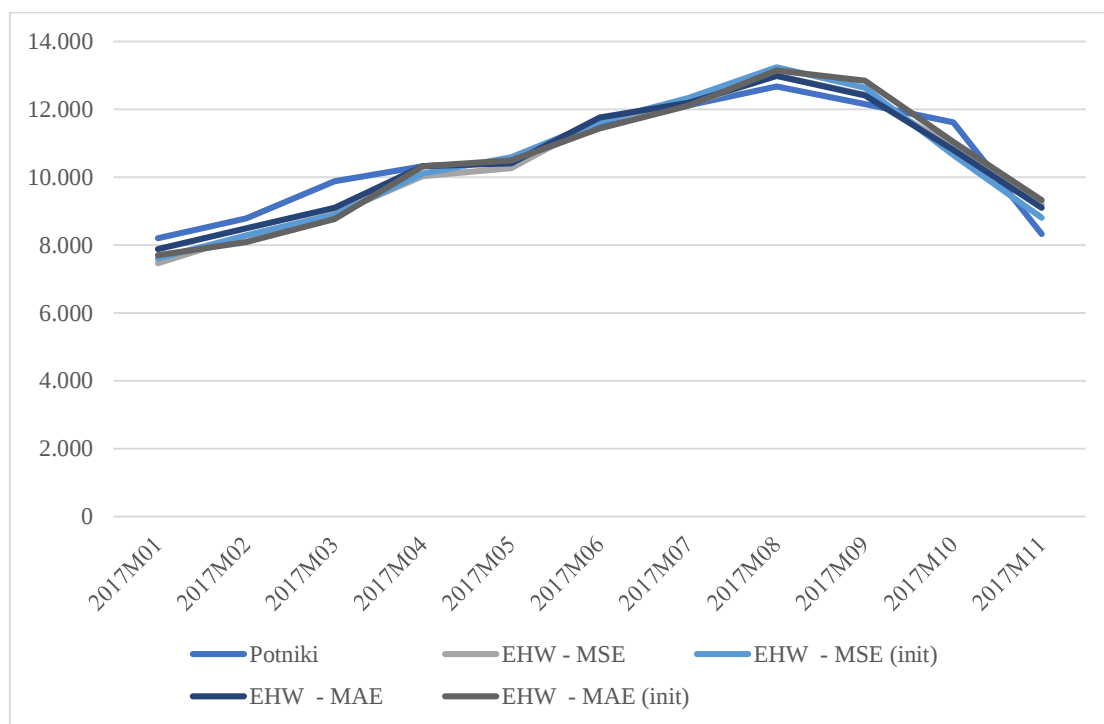
Pri EHW-metodi sem za glajenje časovne vrste uporabila štiri parametre glajenja: α , β , γ , δ . Napovedi sem izračunala po enačbah (23–26), ki sem jih predstavila že v poglavju 2.2.3.4.

Tabela 5: Rezultati napovedi za leto 2017 po različnih EHW-metodah in rezultati metod za merjenje natančnosti

Metode	EHW – MSE	EHW – MSE (init)	EHW – MAE	EHW – MAE (init)
Napovedi za leto 2017				
Januar (F_{122})	7.466,76	7.610,88	7.884,60	7.703,67
Februar (F_{123})	8.277,20	8.287,98	8.497,30	8.088,98
Marec (F_{124})	8.916,84	8.894,65	9.098,48	8.768,51
April (F_{125})	10.036,18	10.107,63	10.328,69	10.330,94
Maj (F_{126})	10.267,87	10.593,30	10.416,04	10.497,91
Junij (F_{127})	11.691,51	11.646,60	11.764,36	11.442,90
Julij (F_{128})	12.153,24	12.333,88	12.192,37	12.110,30
Avgust (F_{129})	12.997,24	13.248,67	12.991,22	13.152,42
September (F_{130})	12.435,64	12.643,56	12.416,72	12.847,02
Oktober (F_{131})	10.905,50	10.659,25	10.810,02	11.045,15
November (F_{132})	9.206,52	8.812,23	9.105,04	9.327,07
Rezultati metod za merjenje natančnosti				
MSE oz. MAE (učna)	541.144,59	370.935,07	527,31	440,35
MSE oz. MAE (testna)	251.964,86	299.068,37	418,62	465,69
U-statistika (učna)	0,77	0,61	0,81	0,67
U-statistika (testna)	0,33	0,35	0,33	0,38

Vir: Lastno delo.

Slika 9: Prikaz napovedi povpraševanja po EHW-metodah za leto 2017



Vir: Lastno delo.

6 PRIMERJAVA REZULTATOV IZBRANIH METOD NAPOVEDOVANJA

Pri izbiri najboljše metode je za napovedovalca najbolj objektivno merilo napaka napovedi. Najbolj učinkovit način pri napovedovanju je uporaba različnih metod, ki jih med seboj primerjamo ter med njimi izberemo tisto, ki nam daje najnižje vrednosti napak. Kot sem že omenila, sem za vsako HW-metodo izračunala MSE, MAE in U-statistiko, na podlagi katerih sem primerjala rezultate in izbrala optimalen model za napovedovanje. Prav tako sem dodatno optimizirala še inicializacijske parametre, kar je pripeljalo do še bolj natančnih napovedi.

V tabelah 6 in 7 so za učno ter testno množico prikazani rezultati napak različnih HW-metod napovedovanja.

Tabela 6: Evalvacija rezultatov metod za učno množico

Učna množica				
	MSE	U-statistika	MAE	U-statistika
AHW	611.923,17	0,83	591,89	0,86
AHW – init	399.856,06	0,66	446,32	0,70
MoHW	798.042,83	0,98	694,37	1,00

se nadaljuje

Tabela 6: Evalvacija rezultatov metod za učno množico (nad.)

Učna množica				
	MSE	U-statistika	MAE	U-statistika
MoHW – init	415.354,01	0,67	479,50	0,68
EHW	541.144,59	0,77	527,31	0,81
EHW – init	370.935,07	0,61	440,35	0,67
MHW	514.617,68	0,78	628,55	0,82
MHW – init	358.044,52	0,63	680,52	0,82

Vir: Lastno delo.

Kot je razvidno iz tabele 6, daje v učni množici najnižjo vrednost MSE metoda MHW (init), takoj za njo pa metoda EHW (init), ki prav tako poda najnižje rezultate MAE in U-statistike.

Tabela 7: Evalvacija rezultatov metod za testno množico

Testna množica				
	MSE	U-statistika	MAE	U- statistika
AHW	239.304,69	0,32	311,61	0,31
AHW – init	311.290,97	0,36	501,22	0,37
MoHW	205.591,27	0,30	457,57	0,33
MoHW – init	346.533,40	0,38	450,10	0,33
EHW	251.964,86	0,33	418,62	0,33
EHW – init	299.068,37	0,35	465,69	0,38
MHW	2.024.421,53	0,94	1.170,87	0,95
MHW – init	3.399.184,29	1,21	1.307,56	1,02

Vir: Lastno delo.

V tabeli 7 lahko opazimo, da je za testno množico podala najnižjo MSE metoda MoHW, najnižjo MAE pa AHW-metoda. Zanimivo je, da kljub dodatni optimizaciji parametrov in komponent v init-različicah metod dajejo navadne metode manjše vrednosti napak oziroma boljše napovedi.

Pri izbiri optimalne metode za napovedovanje potovanja potnikov z Letališča Jožeta Pučnika v Združeno kraljestvo sem se najbolj osredotočila na vrednost U-statistike, ki velja za najbolj natančno mero pri merjenju točnosti napovedi.

7 UGOTOVITVE IN PRIPOROČILA MANAGEMENTU LETALIŠČA

Za napovedovanje povpraševanja potnikov iz Ljubljane v Združeno kraljestvo sem uporabila HW-metode eksponentnega glajenja, saj zajemajo sezonskost in trend. Metode za merjenje točnosti napovedi, ki sem jih uporabila, so MSE, MAE in U-statistika. V učni množici se je

za najboljšo metodo izkazala dodatno optimizirana razširjena metoda EHW – init, v testni množici pa metoda MoHW.

Za management letališča je poznavanje prihodnjega števila odhodov potnikov ključnega pomena, saj se mora letališče s svojim obsegom zmogljivosti v danem trenutku prilagoditi povpraševanju.

Letališče Jožeta Pučnika za napovedovanje prometa že uporablja sistem napovedovanja, ki se deli na analizo preteklega modela in napoved prometa v prihodnosti. Metodologija vključuje letalske podatke, naklonjenost letalskim prevoznikom in socialno-ekonomske podatke, ki preučujejo pretekle turistične trende (Aerodrom Ljubljana, 2010). Kljub temu letališču predlagam, da bi pri napovedovanju povpraševanja uporabilo tudi HW-metode, ki so enostavne in poceni ter dajejo dobre rezultate napovedi. Število potnikov se je v zadnjem letu povečalo, rast pa naj bi se nadaljevala tudi v prihodnjih letih.

Letališča lahko povečanje zračnega prometa obvladujejo na dva načina: z dodajanjem infrastrukture ali pa z upravljanjem povpraševanja po letih, a so gospodarske in okoljske posledice teh dveh možnosti pogosto v nasprotju. Nove vzletno-pristajalne steze terjajo finančne in okoljske stroške, vendar spodbujajo gospodarski razvoj in povečujejo zanimanje za mesto. Upravljanje povpraševanja po drugi strani prihrani stroške gradnje in spodbuja učinkovito rabo goriva, a omejuje možnosti za regionalni razvoj. Za letališča je najbolj optimalno najti neko ravnovesje med obema možnostma (Ryerson & Woodburn, 2016).

Leta 2017 je letališče začelo s širitvijo obstoječega potniškega terminala, katerega namen je odpraviti ozka grla, ki nastajajo zaradi naraščajočega števila potnikov. Rešitev je bila zasnovana modularno, kar pomeni, da omogoča fazno gradnjo, ki se bo na ekonomično učinkovit način prilagajala potrebam in razvoju prometa. Tako je predvideno, da bi se površina potniškega terminala po končani širitvi leta 2020 s 13.000 kvadratnih metrov povečala na kar 22.000 kvadratnih metrov. To naj bi zagotovilo nemoten pretok potnikov in blaga ter omogočilo boljše izvajanje storitve. Letališče Jožeta Pučnika je v zadnjih letih okrepilo mrežo letalskih povezav, povečala pa se je tudi ponudba nizkocenovnih letov (Fraport Slovenija, 2017).

Ljubljansko letališče je zaradi povečanega povpraševanja po letalskih vozovnicah v Združeno kraljestvo povečalo število tedenskih letov na letališča Luton, Gatwick in Stansted ter Manchester. Kot kažejo napovedi, se bo povpraševanje še povečevalo, kar pomeni, da bo letališče moralo še dodatno povečati število letov.

SKLEP

Zaradi sprememb na trgu in negotovosti glede prihodnosti nastajajo vedno večje potrebe po predvidevanju in napovedovanju povpraševanja. Napovedovanje predstavlja pomembno

orodje za učinkovito načrtovanje, pri čemer si lahko pomagamo z različnimi tehnikami in metodami.

V praksi poznamo različne tehnike napovedovanja, med katerimi je ena izmed pogostejše uporabljenih eksponentno glajenje, ki predstavlja relativno enostavno in poceni metodo za napovedovanje povpraševanja. Strokovnjaki v zadnjih letih namenjajo precej pozornosti HW-metodi, ki za razliko od ostalih metod upošteva trend in sezonskost. Kot je značilno za napovedovanje z analizo časovnih vrst, tudi pri HW-metodah predvidevamo, da se bodo pretekli vzorci ponavljali tudi v prihodnje.

Kljub temu se je treba zavedati, da na letalsko industrijo vplivajo tudi zunanji dejavniki, ki jih težje predvidimo. To so spremembe cen goriv, teroristični napadi in civilni nemiri, stabilnost gospodarstva (BDP in gospodarska rast) in še številni drugi dejavniki, ki imajo močan vpliv na povpraševanje po letalskih vozovnicah.

Cilj zaključne naloge je bil napovedati odhode potnikov z ljubljanskega letališča v Združeno kraljestvo, saj je vnaprejšnje poznavanje števila odhodov potnikov ključnega pomena za management letališča, ki mora sprejeti odločitve in določiti ukrepe glede infrastrukture, števila letov itd. S pomočjo predlaganih metod za napovedovanje odhodov potnikov v Združeno kraljestvo bodo na letališču že na začetku vsakega leta imeli okvirne mesečne podatke o odhodih potnikov, kar jim bo omogočilo sprejetje ustreznih odločitev, ki bodo privedle do večjega prihodka in izboljšane konkurenčnega položaja na trgu.

Letalska industrija predstavlja močno gonilo gospodarske rasti, ustvarjanja trgovine, delovnih mest in mobilnosti v Evropski uniji. Ima ključno vlogo v gospodarstvu in je močno prispevala h globalizaciji svetovnega gospodarstva. Prihodnost letalske industrije je svetla, saj naj bi se število poslovnih in pristočasnih potovanj še naprej povečevalo, kar je posledica gospodarske rasti (Aerodrom Ljubljana, 2017, str. 13).

LITERATURA IN VIRI

1. Abdelghany, K. & Abdelghany, A. (2009). *Modeling Applications in the Airline Industry*. New York: Ashgate Publishing.
2. Aerodrom Ljubljana. (2010). *Povzetek Glavnega načrta Letališča Jožeta Pučnika*. Ljubljana: Aerodrom Ljubljana.
3. Aerodrom Ljubljana. (2013). *Letno poročilo 2012*. Ljubljana: Aerodrom Ljubljana.
4. Aerodrom Ljubljana. (2017). *Letno poročilo 2016*. Ljubljana: Aerodrom Ljubljana.
5. *Angija, turistična znamenitost*. (2016, 23. marec). Pridobljeno 2. aprila 2018 iz <https://jobfreak.wordpress.com/2016/03/23/angija-turisticna-znamenitost/>
6. Barr, N. A., Chaney, M. A., Kishlansky, M. A., Keller, P., Smith, L. B., Briggs, A., Atkins, R. C., Prestwich, M. C., Hasting, M., Colley, L. J., Joyce, P., Spencer, U. M., Josephson, P. R., Ravenhill, W., Morrill, J. S., Frere, S. S. & Whitelock, D. (2018, 24.

- februar). *United Kingdom*. Pridobljeno 3. marca 2018 iz <https://www.britannica.com/place/United-Kingdom>
7. Cederholm, T. (2014, 3. september). *External factors that influence the airline industry*. Pridobljeno 8. aprila 2018 iz <https://marketrealist.com/2014/09/must-know-external-factors-influencing-airline-industry>
 8. Congress of the U.S., Office of Technology Assessment. (1984). *Airport System Development*. Washington: Congress of the United States.
 9. Čampa, J. (2018, 19. april). *Prek treh slovenskih mednarodnih letališč je leta 2017 potovalo 1,69 milijona potnikov*. Pridobljeno 22. aprila 2018 iz <http://www.stat.si/StatWeb/News/Index/7356>
 10. Economics Discussion. (brez datuma). *Demand Forecasting: Concept, Significance, Objectives and Factors*. Pridobljeno 22. marca 2018 iz <http://www.economicsdiscussion.net/demand-forecasting/demand-forecasting-concept-significance-objectives-and-factors/3557>
 11. Ferbar Tratar, L. (2015). Forecasting method for noisy demand. *International journal of production economics*, 161, 64–73.
 12. Ferbar Tratar, L., Mojšker, B. & Toman, A. (2016). Demand forecasting with four-parameter exponential smoothing. *International journal of production economics*, 181, 162–173.
 13. Fraport Slovenija. (2017). *Trajnostno poročilo 2016*. Pridobljeno 7. maja 2018 iz http://www.fraport-slovenija.si/priponi/2344/TP%202016_v21_SLO_web.pdf
 14. Hyndman, R. J. & Athanasopoulos, G. (2018). *Simple exponential smoothing*. Pridobljeno 7. marca 2018 iz <https://www.otexts.org/fpp/7/1>
 15. Korenič, R. (2018, 28. februar). *Bruto domači proizvod se je v zadnjem četrtletju 2017 povečal za 6,0 %, v celem letu 2017 za 5,0 %*. Pridobljeno 3. marca 2018 iz <http://www.stat.si/StatWeb/News/Index/7266>
 16. Letališče Jožeta Pučnika Ljubljana. (2018, 15. januar). V *Wikipedia*. Pridobljeno 20. januarja 2018 iz https://sl.wikipedia.org/wiki/Letali%C5%A1%C4%8De_Jo%C5%BEeta_Pu%C4%8Dnika_Ljubljana
 17. Makridakis, S., Wheelwright, S. & Hyndman, R. (1998). *Forecasting: methods and applications* (3 izd). New York: John Wiley & Sons.
 18. Makridakis, S. & Wheelwright, S. C. (1989). *Forecasting Methods for Management*. New York: John Wiley & Sons.
 19. Ministrstvo za zunanje zadeve. (brez datuma). *Združeno kraljestvo Velika Britanija in Severna Irska*. Pridobljeno 22. marca 2018 iz http://www.mzz.gov.si/si/predstavnstva_po_svetu/evropa/zdruzeno_kraljestvo_velika_britanija_in_severna_irska/
 20. Muddassir, A. (2016, 14. januar). *Seven reasons why you need to forecast in supply chain*. Pridobljeno 15. aprila 2018 iz <https://www.supplychaindigital.com/top-10/seven-reasons-why-you-need-forecast-supply-chain>
 21. Novina, U. (brez datuma). *Parametri in metode za merjenje natančnosti*. Pridobljeno 27. februarja 2018 iz <https://urosnovina.weebly.com/parametri-metode-natančnost.html>

22. Pylas, P. (2017, 17. november). *Brexit benefit: Lower pound boosts tourism to Britain*. Pridobljeno 7. marca 2018 iz www.chicagotribune.com/lifestyles/travel/ct-brexit-british-pound-tourism-20171117-story.html
23. Rusjan, B. (2006). *Management proizvodnje*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
24. Ryerson, M. S. & Woodburn, A. (2016). *Manage Flight Demand or Build Airport Capacity?* Pridobljeno 5. maja 2018 iz <https://www.accessmagazine.org/spring-2016/manage-flight-demand-or-build-airport-capacity/>
25. Statistični urad Republike Slovenije. (brez datuma a). *Mesečni podatki o odhodih potnikov iz letališča v Združeno kraljestvo od leta 2007 do 2017*. Pridobljeno 1. februarja 2018 iz http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=2221901s&ti=&path=../Database/Ekonomsko/22_transport/05_22219_zracni_transport/&lang=2
26. Statistični urad Republike Slovenije. (brez datuma b). *BDP na prebivalca in letna sprememba obsega BDP-ja od leta 2007 do 2017*. Pridobljeno 2. aprila 2018 iz http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=0301910S&ti=&path=../Database/Ekonomsko/03_nacionalni_racuni/05_03019_BDP_letni/&lang=2

PRILOGE

Priloga 1: Izračun najboljše metode za učno množico

Tabela 1: Izračun najboljše metode za učno množico

Razširjena Holt-Winters metoda init (EHW-MSE init)						
Leto/mesec	Potniki	Lt	Bt	St	Ft	E^2
2007M01	6.742			466,40		
2007M02	6.883			833,79		
2007M03	5.452			1.180,15		
2007M04	6.123			1.732,06		
2007M05	6.314			2.194,75		
2007M06	8.452			3.436,43		
2007M07	8.216			3.991,20		
2007M08	9.560			4.770,52		
2007M09	9.385			4.049,67		
2007M10	6.551			1.967,53		
2007M11	4.631			20,90		
2007M12	4.814	4.804,70	0,00	292,95		
2008M01	5.295	4.820,24	7,83	466,40	5.277,23	315,65
2008M02	6.333	5.174,24	182,38	833,79	5.672,83	435.820,71
2008M03	6.149	4.987,88	-3,55	1.180,15	6.552,29	162.639,61
2008M04	6.405	4.837,90	-77,38	1.732,06	6.739,17	111.668,11
2008M05	6.866	4.803,49	-55,71	2.194,75	6.984,13	13.954,16
2008M06	8.248	4.857,64	-0,32	3.436,43	8.229,39	346,28
2008M07	8.631	4.771,68	-43,50	3.991,20	8.901,00	72.901,19
2008M08	9.985	5.054,40	120,99	4.770,52	9.561,44	179.400,28
2008M09	8.827	4.879,72	-28,09	4.049,67	9.278,32	203.690,18
2008M10	6.417	4.683,33	-112,95	1.967,53	6.845,04	183.216,19
2008M11	3.165	3.939,48	-431,06	20,90	4.591,56	2.035.063,82
2008M12	3.554	3.797,05	-285,53	292,95	3.805,23	63.116,51
2009M01	4.207	3.908,35	-85,45	466,40	3.984,05	49.706,17
2009M02	3.732	3.431,16	-282,97	833,79	4.667,66	875.459,94
2009M03	3.859	3.185,10	-264,35	1.180,15	4.343,86	235.084,80
2009M04	5.554	3.654,32	105,52	1.732,06	4.675,59	771.604,46
2009M05	5.386	3.378,13	-86,94	2.194,75	5.983,44	356.939,22
2009M06	6.347	3.200,61	-132,61	3.436,43	6.772,80	181.308,73
2009M07	8.731	4.089,65	382,52	3.991,20	7.111,68	2.622.199,19
2009M08	10.240	4.653,33	473,86	4.770,52	9.305,43	873.428,08
2009M09	9.537	4.885,08	351,79	4.049,67	9.230,12	94.173,59
2009M10	5.773	4.169,04	-186,62	1.967,53	7.230,28	2.123.655,47
2009M11	3.358	3.827,50	-264,73	20,90	4.003,59	416.787,90
2009M12	3.740	3.759,57	-165,51	292,95	3.859,58	14.298,34
2010M01	3.820	3.631,81	-146,47	466,40	4.066,59	60.807,88
2010M02	4.302	3.623,07	-77,03	833,79	4.330,09	789,28
2010M03	3.877	3.187,69	-257,71	1.180,15	4.741,71	747.719,11
2010M04	2.730	2.187,63	-632,01	1.732,06	4.684,82	3.821.302,26
2010M05	5.504	3.088,37	140,82	2.194,75	3.779,24	2.974.811,33

se nadaljuje

Tabela 1: Izračun najboljše metode za učno množico (nad.)

Razširjena Holt-Winters metoda init (EHW-MSE init)						
Leto/mesec	Potniki	Lt	Bt	St	Ft	E ²
2010M06	6.673	3.120,60	86,07	3.436,43	6.710,80	1.429,09
2010M07	7.289	3.197,95	81,68	3.991,20	7.250,35	1.493,95
2010M08	7.986	3.199,85	41,45	4.770,52	8.112,89	16.102,18
2010M09	7.383	3.276,39	59,15	4.049,67	7.344,23	1.503,02
2010M10	5.729	3.512,77	148,51	1.967,53	5.328,95	160.042,11
2010M11	3.471	3.408,92	21,27	20,90	3.682,45	44.710,90
2010M12	4.133	3.624,27	119,12	292,95	3.727,00	164.839,02
2011M01	4.137	3.594,10	43,85	466,40	4.215,93	6.229,35
2011M02	4.193	3.456,78	-47,50	833,79	4.482,71	83.934,20
2011M03	3.796	3.051,42	-227,93	1.180,15	4.604,94	654.385,99
2011M04	4.798	3.180,33	-48,01	1.732,06	4.578,33	48.255,43
2011M05	5.326	3.192,76	-17,53	2.194,75	5.355,92	895,38
2011M06	6.914	3.372,06	81,71	3.436,43	6.656,85	66.128,40
2011M07	7.353	3.354,28	31,55	3.991,20	7.497,46	20.869,16
2011M08	8.153	3.385,84	31,55	4.770,52	8.219,09	4.368,49
2011M09	7.428	3.394,02	19,77	4.049,67	7.520,33	8.524,13
2011M10	5.275	3.352,86	-10,95	1.967,53	5.407,20	17.476,08
2011M11	3.155	3.244,81	-59,91	20,90	3.363,09	43.299,37
2011M12	2.791	2.888,29	-209,46	292,95	3.481,70	477.066,74
2012M01	2.955	2.784,95	-155,96	466,40	3.151,36	38.558,48
2012M02	3.381	2.742,32	-98,82	833,79	3.473,75	8.602,09
2012M03	4.331	3.009,72	85,84	1.180,15	3.839,17	241.898,30
2012M04	4.964	3.095,33	85,72	1.732,06	4.850,40	12.905,33
2012M05	4.975	2.905,43	-53,25	2.194,75	5.404,66	184.604,50
2012M06	6.029	2.791,93	-83,63	3.436,43	6.333,79	92.898,73
2012M07	6.128	2.519,26	-178,94	3.991,20	6.751,99	389.357,54
2012M08	6.435	2.194,16	-252,64	4.770,52	7.173,58	545.496,52
2012M09	6.717	2.588,44	73,55	4.049,67	6.044,45	452.319,86
2012M10	4.630	2.604,68	44,65	1.967,53	4.655,40	645,16
2012M11	4.210	3.405,12	425,73	20,90	2.670,51	2.370.015,81
2012M12	4.173	3.448,51	232,95	292,95	4.127,66	2.056,14
2013M01	4.349	3.564,68	174,07	466,40	4.153,99	38.029,68
2013M02	4.516	3.547,47	77,62	833,79	4.583,50	4.556,63
2013M03	5.597	3.968,98	251,01	1.180,15	4.820,76	602.555,35
2013M04	5.783	3.902,33	90,85	1.732,06	5.974,83	36.799,02
2013M05	6.168	3.910,17	48,99	2.194,75	6.216,79	2.380,15
2013M06	6.815	3.634,00	-114,96	3.436,43	7.440,78	391.597,49
2013M07	7.026	3.405,42	-172,25	3.991,20	7.562,73	288.080,59
2013M08	7.536	3.188,53	-194,76	4.770,52	8.066,43	281.360,49
2013M09	6.750	3.056,32	-163,22	4.049,67	7.096,70	120.201,30
2013M10	6.302	3.811,07	299,63	1.967,53	4.886,51	2.003.620,25
2013M11	4.376	3.949,16	218,18	20,90	4.131,87	59.597,09
2013M12	4.345	3.899,48	83,12	292,95	4.464,15	14.195,98

se nadaljuje

Tabela 1: Izračun najboljše metode za učno množico (nad.)

Razširjena Holt-Winters metoda init (EHW-MSE init)						
Leto/mesec	Potniki	Lt	Bt	St	Ft	E^2
2014M01	4.387	3.873,57	28,15	466,40	4.455,13	4.642,22
2014M02	4.743	3.884,12	19,27	833,79	4.746,47	12,06
2014M03	4.843	3.768,02	-48,98	1.180,15	5.099,06	65.566,33
2014M04	5.920	4.021,06	103,30	1.732,06	5.473,88	199.021,06
2014M05	6.221	3.988,81	34,95	2.194,75	6.347,97	16.121,30
2014M06	6.980	3.764,19	-95,93	3.436,43	7.505,38	276.027,37
2014M07	7.553	3.732,26	-63,66	3.991,20	7.711,95	25.266,12
2014M08	7.944	3.505,19	-146,05	4.770,52	8.501,87	311.217,35
2014M09	7.415	3.530,21	-59,80	4.049,67	7.462,08	2.216,35
2014M10	5.326	3.483,16	-53,37	1.967,53	5.463,82	18.995,56
2014M11	4.352	3.948,79	208,32	20,90	3.450,97	811.855,23
2014M12	4.520	3.994,82	126,49	292,95	4.453,91	4.367,70
2015M01	4.176	3.789,14	-40,99	466,40	4.593,84	174.588,53
2015M02	4.759	3.885,06	28,04	833,79	4.592,91	27.585,64
2015M03	5.309	4.005,96	74,86	1.180,15	5.108,76	40.094,17
2015M04	6.135	4.187,49	128,65	1.732,06	5.835,66	89.605,59
2015M05	6.436	4.168,23	54,07	2.194,75	6.539,75	10.763,43
2015M06	8.163	4.454,94	171,37	3.436,43	7.703,92	210.751,97
2015M07	8.552	4.454,24	84,61	3.991,20	8.670,00	13.922,88
2015M08	9.899	4.795,34	213,94	4.770,52	9.372,11	277.615,69
2015M09	9.430	5.023,05	220,88	4.049,67	9.112,21	100.990,84
2015M10	6.604	4.729,47	-38,51	1.967,53	7.237,33	401.113,00
2015M11	5.227	4.995,36	114,97	20,90	4.712,13	265.087,47
2015M12	4.582	4.575,65	-154,62	292,95	5.407,14	680.852,71
2016M01	4.874	4.566,05	-81,50	466,40	4.893,56	382,58
2016M02	5.416	4.619,27	-13,57	833,79	5.329,31	7.514,42
2016M03	6.163	4.822,33	95,65	1.180,15	5.801,37	130.778,51
2016M04	6.973	5.005,07	139,56	1.732,06	6.672,82	90.105,15
2016M05	7.250	4.978,70	55,90	2.194,75	7.368,25	13.982,31
2016M06	9.700	5.641,36	361,83	3.436,43	8.516,22	1.401.340,81
2016M07	10.242	5.810,17	264,51	3.991,20	10.046,88	38.071,80
2016M08	11.043	5.954,76	204,04	4.770,52	10.907,95	18.239,55
2016M09	9.863	5.810,45	28,40	4.049,67	10.261,74	158.990,00
2016M10	8.830	6.355,68	288,99	1.967,53	7.832,27	995.473,58
2016M11	5.954	5.997,54	-37,30	20,90	6.665,85	506.726,87
2016M12	7.738	6.768,25	370,11	292,95	6.257,05	2.193.227,20
2017M01	8.202	7.094,98	348,24	466,40	7.610,88	349.418,98
2017M02	8.794	7.381,75	317,24	833,79	8.287,98	256.052,95
2017M03	9.884	7.922,73	430,06	1.180,15	8.894,65	978.804,62
2017M04	10.331	8.078,13	291,57	1.732,06	10.107,63	49.894,06
2017M05	10.441	8.039,77	125,21	2.194,75	10.593,30	23.196,48
2017M06	11.487				11.646,60	25.472,24
2017M07	12.120				12.333,88	45.745,56

se nadaljuje

Tabela 1: Izračun najboljše metode za učno množico (nad.)

Razširjena Holt-Winters metoda init (EHW-MSE init)						
Leto/mesec	Potniki	Lt	Bt	St	Ft	E²
2017M08	12.676				13.248,67	327.955,50
2017M09	12.162				12.643,56	231.898,35
2017M10	11.621				10.659,25	924.969,64
2017M11	8.324				8.812,23	238.368,96
					alpha =	0,518671
					beta =	0,504211
					gama =	0
					delta =	0,511939
					MSE (26-126)=	370.935,07

Priloga 2: Izračun najboljše napovedi za testno množico

Tabela 2: Izračun najboljše napovedi za testno množico

Modificirana Holt - Winters metoda (MoHW-MSE)						
Leto/mesec	Potniki	Lt	Bt	St	Ft	E ²
2007M01	6.742,00			-184,92		
2007M02	6.883,00			-43,92		
2007M03	5.452,00			-1.474,92		
2007M04	6.123,00			-803,92		
2007M05	6.314,00			-612,92		
2007M06	8.452,00			1.525,08		
2007M07	8.216,00			1.289,08		
2007M08	9.560,00			2.633,08		
2007M09	9.385,00			2.458,08		
2007M10	6.551,00			-375,92		
2007M11	4.631,00			-2.295,92		
2007M12	4.814,00	6.926,92	-22,56	-2.112,92		
2008M01	5.295,00	5.689,06	-22,56	-344,25	6.742,82	2.096.182,18
2008M02	6.333,00	6.298,37	-22,56	30,25	5.628,14	496.830,18
2008M03	6.149,00	7.645,65	-22,56	-1.307,46	4.987,34	1.349.455,09
2008M04	6.405,00	7.368,60	-22,56	-841,79	6.920,80	266.050,19
2008M05	6.866,00	7.545,30	-22,56	-593,43	6.810,61	3.068,56
2008M06	8.248,00	6.636,94	-22,56	1.407,41	8.855,04	368.501,42
2008M07	8.631,00	7.092,70	-22,56	1.343,84	7.740,51	792.965,15
2008M08	9.985,00	6.989,15	-22,56	2.617,14	9.370,38	377.760,97
2008M09	8.827,00	6.139,45	-22,56	2.347,82	9.113,95	82.341,60
2008M10	6.417,00	6.760,68	-22,56	-300,24	5.788,49	395.021,63
2008M11	3.165,00	5.918,30	-22,56	-2.405,25	4.732,44	2.456.859,61
2008M12	3.554,00	5.968,64	-22,56	-2.109,40	4.049,92	245.937,65
2009M01	4.207,00	4.776,79	-22,56	-497,76	5.645,35	2.068.863,18
2009M02	3.732,00	3.836,67	-22,56	-91,44	4.780,66	1.099.690,17
2009M03	3.859,00	5.166,49	-22,56	-1.142,21	2.671,93	1.409.133,10
2009M04	5.554,00	6.349,66	-22,56	-695,08	4.408,55	1.312.052,82
2009M05	5.386,00	6.104,10	-22,56	-627,32	5.808,68	178.662,43
2009M06	6.347,00	4.911,74	-22,56	1.253,83	7.311,04	929.368,92
2009M07	8.731,00	6.907,21	-22,56	1.593,24	6.063,15	7.117.405,03
2009M08	10.240,00	7.204,41	-22,56	2.651,86	9.170,97	1.142.832,43
2009M09	9.537,00	6.897,17	-22,56	2.306,13	9.232,89	92.484,97
2009M10	5.773,00	6.218,19	-22,56	-388,92	6.612,33	704.471,20
2009M11	3.358,00	6.127,66	-22,56	-2.419,55	4.094,43	542.335,17
2009M12	3.740,00	6.154,08	-22,56	-2.108,92	4.262,35	272.852,98
2010M01	3.820,00	4.615,66	-22,56	-695,08	5.696,69	3.521.955,88
2010M02	4.302,00	4.435,94	-22,56	-117,01	4.513,23	44.617,48
2010M03	3.877,00	5.092,71	-22,56	-1.062,03	3.415,56	212.924,07
2010M04	2.730,00	3.726,60	-22,56	-870,62	4.462,95	3.003.101,28
2010M05	5.504,00	5.909,49	-22,56	-354,23	3.156,02	5.513.008,87

se nadaljuje

Tabela 2: Izračun najboljše napovedi za testno množico (nad.)

Modificirana Holt - Winters metoda (MoHW-MSE)						
Leto/mesec	Potniki	Lt	Bt	St	Ft	E ²
2010M06	6.673,00	5.325,51	-22,56	1.177,16	6.982,27	95.647,13
2010M07	7.289,00	5.450,40	-22,56	1.606,18	6.694,79	353.083,43
2010M08	7.986,00	5.016,47	-22,56	2.594,15	7.744,49	58.328,76
2010M09	7.383,00	4.780,57	-22,56	2.273,46	7.008,52	140.233,51
2010M10	5.729,00	6.000,88	-22,56	-237,51	4.418,26	1.718.048,47
2010M11	3.471,00	6.213,20	-22,56	-2.395,56	3.864,63	154.943,12
2010M12	4.133,00	6.507,73	-22,56	-2.074,54	4.348,32	46.362,56
2011M01	4.137,00	5.134,62	-22,56	-871,51	5.877,95	3.030.919,95
2011M02	4.193,00	4.431,89	-22,56	-208,69	5.009,85	667.237,51
2011M03	3.796,00	4.941,27	-22,56	-1.000,49	3.481,55	98.878,48
2011M04	4.798,00	5.689,58	-22,56	-778,88	4.158,15	409.408,57
2011M05	5.326,00	5.729,05	-22,56	-352,10	5.357,57	996,63
2011M06	6.914,00	5.589,91	-22,56	1.156,72	6.734,84	32.097,90
2011M07	7.353,00	5.526,80	-22,56	1.595,35	6.970,49	146.313,10
2011M08	8.153,00	5.229,72	-22,56	2.553,75	7.770,47	146.328,45
2011M09	7.428,00	4.879,51	-22,56	2.226,34	7.193,23	55.115,47
2011M10	5.275,00	5.465,37	-22,56	-166,30	4.649,47	391.293,32
2011M11	3.155,00	5.845,47	-22,56	-2.350,36	3.350,07	38.053,63
2011M12	2.791,00	5.254,50	-22,56	-2.152,09	4.010,62	1.487.463,04
2012M01	2.955,00	4.120,04	-22,56	-1.017,77	4.470,61	2.297.064,12
2012M02	3.381,00	3.685,96	-22,56	-266,41	3.915,18	285.343,24
2012M03	4.331,00	5.252,81	-22,56	-805,28	2.789,39	2.376.572,20
2012M04	4.964,00	5.782,23	-22,56	-714,80	4.549,83	171.533,65
2012M05	4.975,00	5.431,99	-22,56	-399,22	5.452,09	227.616,16
2012M06	6.029,00	4.799,67	-22,56	1.073,93	6.419,93	152.826,16
2012M07	6.128,00	4.367,59	-22,56	1.537,88	6.170,79	1.831,30
2012M08	6.435,00	3.622,76	-22,56	2.456,74	6.575,96	19.869,75
2012M09	6.717,00	4.102,37	-22,56	2.284,11	5.545,11	1.373.326,07
2012M10	4.630,00	4.732,46	-22,56	-89,50	3.934,53	483.671,77
2012M11	4.210,00	6.629,26	-22,56	-2.113,44	2.656,65	2.412.907,33
2012M12	4.173,00	6.638,44	-22,56	-2.153,78	4.726,66	306.536,45
2013M01	4.349,00	5.659,03	-22,56	-1.144,43	5.726,77	1.898.255,31
2013M02	4.516,00	4.929,76	-22,56	-361,45	5.403,74	788.074,79
2013M03	5.597,00	6.320,79	-22,56	-632,29	4.203,71	1.941.245,21
2013M04	5.783,00	6.568,63	-22,56	-686,32	5.673,79	11.927,50
2013M05	6.168,00	6.620,72	-22,56	-395,49	6.197,32	859,81
2013M06	6.815,00	5.719,36	-22,56	957,14	7.536,34	520.329,16
2013M07	7.026,00	5.325,80	-22,56	1.485,28	7.040,28	203,92
2013M08	7.536,00	4.802,71	-22,56	2.387,77	7.449,43	7.494,29
2013M09	6.750,00	4.222,58	-22,56	2.207,93	6.775,54	652,20
2013M10	6.302,00	6.131,50	-22,56	148,95	4.121,84	4.753.118,23
2013M11	4.376,00	6.714,20	-22,56	-2.042,63	4.262,66	12.845,77
2013M12	4.345,00	6.801,12	-22,56	-2.145,65	4.810,13	216.341,45

se nadaljuje

Tabela 2: Izračun najboljše napovedi za testno množico (nad.)

Modificirana Holt - Winters metoda (MoHW-MSE)						
Leto/mesec	Potniki	Lt	Bt	St	Ft	E ²
2014M01	4.387,00	5.839,45	-22,56	-1.268,84	5.778,81	1.937.135,06
2014M02	4.743,00	5.245,91	-22,56	-439,33	5.501,13	574.763,17
2014M03	4.843,00	5.529,07	-22,56	-599,35	4.670,99	29.588,65
2014M04	5.920,00	6.559,76	-22,56	-558,88	4.906,95	1.026.260,39
2014M05	6.221,00	6.662,16	-22,56	-385,40	6.191,71	858,18
2014M06	6.980,00	5.985,53	-22,56	868,76	7.475,76	245.773,43
2014M07	7.553,00	5.872,43	-22,56	1.468,13	7.260,50	85.555,35
2014M08	7.944,00	5.297,21	-22,56	2.312,21	7.935,81	67,15
2014M09	7.415,00	4.942,21	-22,56	2.160,20	7.203,48	44.740,13
2014M10	5.326,00	5.131,39	-22,56	170,01	5.049,78	76.297,32
2014M11	4.352,00	6.496,00	-22,56	-1.872,98	3.324,41	1.055.943,11
2014M12	4.520,00	6.918,28	-22,56	-2.095,12	4.599,03	6.246,37
2015M01	4.176,00	5.794,35	-22,56	-1.413,77	5.787,28	2.596.221,70
2015M02	4.759,00	5.332,06	-22,56	-500,62	5.387,99	395.634,70
2015M03	5.309,00	5.914,11	-22,56	-528,62	4.785,92	273.608,97
2015M04	6.135,00	6.668,81	-22,56	-466,33	5.403,32	535.351,51
2015M05	6.436,00	6.853,68	-22,56	-364,88	6.309,58	15.981,88
2015M06	8.163,00	7.131,58	-22,56	901,03	7.590,06	328.262,94
2015M07	8.552,00	6.907,17	-22,56	1.436,91	8.391,57	25.737,55
2015M08	9.899,00	7.211,45	-22,56	2.347,82	8.904,53	988.969,87
2015M09	9.430,00	6.992,20	-22,56	2.129,63	9.076,02	125.300,82
2015M10	6.604,00	6.485,91	-22,56	103,16	7.118,17	264.369,66
2015M11	5.227,00	7.261,97	-22,56	-1.777,73	4.827,14	159.888,59
2015M12	4.582,00	7.018,74	-22,56	-2.128,71	5.409,14	684.164,44
2016M01	4.874,00	6.561,74	-22,56	-1.474,39	5.761,13	787.001,24
2016M02	5.416,00	6.064,31	-22,56	-566,35	6.101,85	470.385,84
2016M03	6.163,00	6.682,00	-22,56	-453,39	5.579,95	339.944,27
2016M04	6.973,00	7.405,40	-22,56	-377,74	6.252,06	519.759,21
2016M05	7.250,00	7.637,37	-22,56	-338,41	7.064,09	34.562,43
2016M06	9.700,00	8.541,08	-22,56	1.012,42	8.401,95	1.684.926,10
2016M07	10.242,00	8.592,93	-22,56	1.440,61	9.773,79	219.217,62
2016M08	11.043,00	8.388,32	-22,56	2.319,10	10.621,40	177.744,31
2016M09	9.863,00	7.549,80	-22,56	2.020,79	10.226,19	131.907,32
2016M10	8.830,00	8.567,86	-22,56	229,00	7.617,37	1.470.478,99
2016M11	5.954,00	8.065,00	-22,56	-1.844,15	6.992,30	1.078.062,74
2016M12	7.738,00	9.910,90	-22,56	-1.898,22	6.182,82	2.418.582,98
2017M01	8.202,00	9.895,27	-22,56	-1.479,22	8.600,33	158.667,55
2017M02	8.794,00	9.502,42	-22,56	-618,87	9.377,95	340.997,78
2017M03	9.884,00	10.292,01	-22,56	-356,43	9.083,78	640.345,95
2017M04	10.331,00	10.706,66	-22,56	-328,17	9.939,46	153.303,24
2017M05	10.441,00	10.815,84	-22,56	-327,46	10.388,48	2.758,49
2017M06	11.487,00				11.677,72	36.375,88
2017M07	12.120,00				12.029,23	8.238,74

se nadaljuje

Tabela 2: Izračun najboljše napovedi za testno množico (nad.)

Modificirana Holt - Winters metoda (MoHW-MSE)						
Leto/mesec	Potniki	Lt	Bt	St	Ft	E²
2017M08	12.676,00				12.774,12	9.626,92
2017M09	12.162,00				12.490,96	108.211,82
2017M10	11.621,00				10.903,12	515.356,52
2017M11	8.324,00				9.069,48	555.737,73
					alpha =	0,87359
					beta =	0
					gama =	1
					MSE (128-133)=	205.591,27