



HRVATSKA NARODNA BANKA

Pregledi P-40

---

# Sezonska prilagodba vremenskih serija i utjecaj kalendara na gospodarsku aktivnost

---

Ante Čobanov

Zagreb, ožujak 2018.





HNB

**PREGLEDI P-40**

#### **IZDAVAČ**

Hrvatska narodna banka  
Direkcija za izdavačku djelatnost  
Trg hrvatskih velikana 3, 10000 Zagreb  
Telefon centrale: 01/4564-555  
Telefon: 01/4565-006  
Telefaks: 01/4564-687

#### **WEB-ADRESA**

[www.hnb.hr](http://www.hnb.hr)

#### **GLAVNI UREDNIK**

Ljubinko Jankov

#### **UREDNIŠTVO**

Vedran Šošić  
Gordi Sušić  
Davor Kunovac  
Tomislav Ridzak  
Evan Kraft  
Maroje Lang  
Ante Žigman

#### **UREDNICA**

Romana Sinković

#### **LEKTORICA**

Antonija Vidović

#### **DIZAJNER**

Vjekoslav Gjergja

#### **GRAFIČKI UREDNIK**

Slavko Križnjak

Za stajališta iznesena u ovom radu odgovorni su autori i ta stajališta nisu nužno istovjetna službenim stajalištima Hrvatske narodne banke.

Molimo korisnike ove publikacije da pri korištenju podataka obvezno navedu izvor.

Sve eventualno potrebne korekcije bit će unesene u web-verziju.

**ISSN 1334-0085 (online)**



HNB

HRVATSKA NARODNA BANKA

PREGLEDI P-40

---

**Sezonska prilagodba vremenskih  
serija i utjecaj kalendara na  
gospodarsku aktivnost**

---

Ante Čobanov

Zagreb, ožujak 2018.



---

## Sažetak

U radu se opisuje proces sezonske prilagodbe vremenskih serija podataka za Hrvatsku na kojem surađuju Hrvatska narodna banka i Državni zavod za statistiku. Prikazani su pojedini koraci tog procesa, objašnjeni učinci kalendara, opisana politika revizije sezonski prilagođenih podataka te je prikazana sezonska prilagodba odabranih važnih mjesečnih indikatora gospodarske aktivnosti u Republici Hrvatskoj: industrijska proizvodnja, obujam građevinskih radova i promet od trgovine na malo. Za sve indikatore identificiran je učinak radnih dana, za sve osim obujma građevinskih radova učinak prijestupne godine, odnosno učinak Uskrsa samo za promet od trgovine na malo. Opisane pretpostavke i ograničenja primijenjenih modela služe krajnjim korisnicima u svrhu boljeg razumijevanja objavljenih podataka te njihove upotrebe u daljnjoj analizi.

### Ključne riječi:

sezonska prilagodba, učinak radnih dana, učinak prijestupne godine, učinak Uskrsa, kalendarski učinci, JDemetra+

### JEL klasifikacija:

C87, C82

---

## Sadržaj

Sažetak	v
1. Uvod	1
2. Proces sezonske prilagodbe	3
2.1. Pripremni tretman vremenske serije	4
2.2. Procjena sezonske sastavnice	6
3. Kalendarski učinci	10
3.1. Učinak Uskrsa	10
3.2. Učinak prijestupne godine	13
3.3. Učinak radnih dana	14
4. Politika revizije sezonski prilagođenih podataka	18
5. Učinak kalendara na indikatore gospodarske aktivnosti u Republici Hrvatskoj	19
6. Zaključak	25
Literatura	25
Dodatak	26



---

# 1. Uvod

Središnje banke i statistički zavodi osim izvornih statističkih podataka objavljuju sezonski i kalendarski prilagođene podatke. Hrvatska narodna banka (HNB) i Državni zavod za statistiku (DZS) u Republici Hrvatskoj (RH) surađuju na procesu sezonske prilagodbe vremenskih serija najvažnijih makroekonomskih indikatora. Kretanja takvih indikatora koja se na sličan način ponavljaju u razdobljima kraćima od jedne godine zovu se sezonska kretanja, a pripadni učinci nazivaju se sezonskim učincima. Tijekom procesa sezonske prilagodbe potrebno je statističkim procedurama identificirati i procijeniti sezonske učinke te za njih izvršiti prilagodbu izvornih vremenskih serija. Prethodno su HNB i DZS primjenjivali različite metodologije procjene sezonskih učinaka, što je dovelo do razlika u rezultatima sezonske prilagodbe. Suradnjom institucija za pojedine je vremenske serije definirana zajednička metodologija i politika revizije sezonski prilagođenih podataka te se kontinuirano provodi analiza kvalitete rezultata sezonske prilagodbe za najvažnije makroekonomske indikatore.

Prilagodba za sezonske učinke omogućava usporedbu trenutnog stanja ekonomije u odnosu na stanje u prethodnom razdoblju. Naime, za vremenske serije podataka koje karakterizira prisutnost sezonskih kretanja usporedba susjednih mjeseci ili tromjesečja nema smisla. Primjera radi, u RH svake se godine ostvari manji broj turističkih noćenja u mjesecu rujnu nego u kolovozu. S obzirom na to da je vrh turističke sezone i najveći broj ostvarenih noćenja uvijek u srpnju i kolovozu, negativna stopa promjene u rujnu ne daje smislenu informaciju o turističkoj aktivnosti tijekom rujna. Tek je prilagodbom vremenske serije za sezonske učinke moguće dobiti smislenu informaciju o rastu ili padu turističke aktivnosti u rujnu korištenjem stope promjene izračunate na sezonski prilagođenim vrijednostima za rujna i kolovoz.

Međutim, prije procjene sezonskih učinaka potrebno je identificirati druge relevantne učinke poput učinaka kalendara. Konfiguracija kalendara može imati značajan utjecaj na gospodarsku aktivnost, koji je lako uočljiv iz razlike godišnjih stopa promjene izvornih i kalendarski prilagođenih indeksa. Najčešće prisutni učinci jesu: učinak pomičnih blagdana, učinak prijestupne godine i učinak radnih dana. Pomičan blagdan je Uskrs, koji može biti u ožujku ili travnju, pri čemu u razdoblju prije Uskrsa dolazi do povećanja potrošnje kućanstava. U prijestupnim godinama mjesec veljača ima jedan dan više za proizvodnju ili potrošnju u odnosu na godine koje nisu prijestupne. Također, ako je nedjelja neradan dan i samim time je smanjena gospodarska aktivnost u odnosu na druge dane tjedna, na ukupnu mjesečnu proizvodnju ili potrošnju utječe i broj nedjelja u promatranom mjesecu. Smanjena gospodarska aktivnost može biti i drugim danima tjedna ili državnim praznicima.

Osim prilagodbe za učinak kalendara, prije procjene sezonskih učinaka radi se i prilagodba vremenskih serija za učinke netipičnih pojava. Takve pojave mogu biti privremene ili trajne. Pritom privremena nepravilna kretanja vremenskih serija mogu biti posljedica vremenskih neprilika<sup>1</sup> ili prirodnih nepogoda poput poplava ili

---

1 Primjer su vremenskih neprilika izrazito niske temperature i snijeg u zimskim mjesecima koji uzrokuju smanjen obujam građevinskih radova.

potresa, dok promjene državnih zakona ili izmjene metodologije<sup>2</sup> najčešće uzrokuju trajne promjene kretanja vremenskih serija.

U radu je dan pregled procesa sezonske prilagodbe, pri čemu su opisani pojedini koraci tog procesa, detaljno su proučeni učinci kalendara te izvedeni pripadni regresijski modeli procjene kalendarskih učinaka. Također, opisane su politika revizije sezonski prilagođenih podataka te sezonska prilagodba na primjeru nekih važnih mjesečnih indikatora gospodarske aktivnosti u RH: ukupan indeks obujma industrijske proizvodnje, ukupan indeks obujma građevinskih radova i ukupan indeks prometa od trgovine na malo, s naglaskom na identificiranje i procjenu učinaka kalendara na gospodarsku aktivnost. Pritom je učinak radnih dana identificiran za sve indekse, učinak prijestupne godine za sve indekse osim obujma građevinskih radova te učinak Uskrasa samo za promet od trgovine na malo. Regresijski modeli procjene učinka radnih dana za indekse obujma industrijske proizvodnje i obujma građevinskih radova pretpostavljaju istu gospodarsku aktivnost od ponedjeljka do petka, dok model za indeks prometa od trgovine na malo pretpostavlja istu gospodarsku aktivnost od ponedjeljka do subote.

U radu su izvedeni i drugi regresijski modeli za različite pretpostavke gospodarske aktivnosti pojedinim danima tjedna, koji nisu integrirani u programskim paketima za sezonsku prilagodbu, pri čemu je uzet u obzir hrvatski kalendar blagdana. Što se tiče učinka Uskrasa, u radu je izveden model koji osim rasta gospodarske aktivnosti prije Uskrasa pretpostavlja i smanjenje aktivnosti za Uskrs i Uskrsni ponedjeljak, s obzirom na to da su tim danima zatvoreni uglavnom svi veliki trgovački lanci i trgovine, što nije slučaj za neke druge blagdane ili nedjelje u godini. S obzirom na značajan utjecaj kalendara na gospodarsku aktivnost, izvedeni regresijski modeli mogu se koristiti u izradi modela prognoziranja kretanja izvornih indeksa.

Informacija o primijenjenim modelima sezonske prilagodbe važnih indikatora gospodarske aktivnosti, svim pretpostavkama i ograničenjima tih modela te primijenjenoj politici revizije može poslužiti korisnicima sezonski prilagođenih podataka. Naime, u vezi s primijenjenom metodologijom važno je znati da su procjene sezonski prilagođenih vrijednosti za posljednja opažanja uvijek privremene i potrebno je nekoliko godina da postignu približno svoje konačne vrijednosti. Tako se konačne procjene<sup>3</sup> sezonski prilagođenih vrijednosti, učinjene na vremenskom rasponu do prosinca 2015. godine, mijenjaju u apsolutnim iznosima prosječno za 0,61%, 0,55%, 0,45% odnosno 0,43% u posljednje četiri godine u odnosu na prve procjene<sup>4</sup>, redom za indekse obujma industrijske proizvodnje, obujma građevinskih radova te nominalnog i realnog prometa od trgovine na malo. Stoga se tekuće stope promjene na sezonski prilagođenim podacima mogu razlikovati i za nekoliko postotnih bodova od svojih konačnih procjena, o čemu treba voditi računa pri interpretaciji rezultata sezonske prilagodbe.

Također, kod uporabe sezonski prilagođenih vremenskih serija u ekonometrijskim modelima poželjno je znati da sezonski prilagođene vremenske serije sadržavaju sve identificirane netipične pojave te su nagli skokovi ili padovi u kretanjima često posljedica primijenjenih regresijskih varijabla. Što se tiče politike revizije, u praksi se umjesto nove sezonske prilagodbe s novim opažanjima često koriste prognozirani sezonski i kalendarski faktori.<sup>5</sup> Greške prognoziranja faktora uzrokuju greške procjena sezonski prilagođenih vrijednosti.

Tijekom analize korišten je programski paket *JDemetra+*, verzija 2.1.0, i metoda x11. *JDemetra+* od veljače 2015. službeno je preporučeno programski paket za sezonsku prilagodbu svim članicama Europskoga statističkog sustava (ESS) i Europskog sustava središnjih banaka (ESSB). Detaljne informacije o procesu sezonske prilagodbe i kalendarskoj prilagodbi mogu se naći u *JDemetra+ Reference Manual Version 1.1* (Sylwia Grudkowska, 2015.) odnosno *ESS guidelines on seasonal adjustment* (Eurostat, 2015.). Opis metode x11 detaljno je dan u *Seasonal Adjustment with the X-11 Method* (Dominique Ladiray, Benoit Quenneville, Springer 2001.).

2 Primjer promjene metodologije jesu administrativne promjene u definiciji nezaposlene osobe koje utječu na broj nezaposlenih osoba u evidenciji Zavoda za zapošljavanje.

3 Sezonski prilagođene vrijednosti za promatrane mjesec ili tromjesečja dobivene su procjenom na vremenskom rasponu koji uključuje sva dostupna opažanja.

4 Sezonski prilagođena vrijednost za promatrani mjesec ili tromjesečje u trenutku kada je opažanje za taj mjesec ili tromjesečje bilo i posljednje dostupno opažanje

5 Radi se prilagodba samo novih opažanja, pri čemu ne dolazi do povijesne revizije sezonski prilagođenih vrijednosti.

## 2. Proces sezonske prilagodbe

Proces sezonske prilagodbe može se podijeliti u tri osnovna koraka: pripremni tretman vremenske serije, procjenu sezonske sastavnice i analizu kvalitete.<sup>6</sup>

U pripremnom tretmanu vremenske serije radi se procjena učinaka kalendara i netipičnih pojava. Svrha je pripremnog tretmana dvojaka: prilagoditi izvornu vremensku seriju (Y) za sve učinke osim sezonskih te adekvatnim regresijskim modelom prognozirati vremensku seriju buduću da su za procjenu recentnih sezonskih kretanja potrebna i buduća ostvarenja. Glavni rezultati prilagodbe su dvije vremenske serije: Y prilagođena za sve procijenjene regresijske učinke i prognozirana (x) te Y prilagođena samo za procijenjene kalendarske učinke (Ycal). Procjene svih identificiranih učinaka u pripremnom tretmanu vremenske serije simultane su. Stoga je za pravilnu procjenu kalendarskih učinaka potrebno dobro specificirati cjelokupan regresijski model.<sup>7</sup>

U drugom koraku procesa sezonske prilagodbe radi se procjena sezonskih učinaka na promatranoj vremenskoj seriji. Krajnji cilj je rastaviti Y na tri sastavnice: trend-ciklus (TC), iregularnu (I) i sezonsku (S). Dok S sastavnica izdvaja sezonska kretanja, TC sastavnica odražava niskofrekventna kretanja vremenske serije, odnosno ona čiji je vremenski raspon dulji od jedne godine. I sastavnica odnosi se na neočekivana kretanja vremenske serije, koja su posljedica netipičnih pojava i slučajnih grešaka tijekom izrade podataka. Nakon procjene S sastavnice ostalim sastavnicama pripisuju se učinci identificirani pripremnim tretmanom vremenske serije. Na primjer, netipične vrijednosti kojima se karakterizira promjena razine vremenske serije<sup>8</sup> pripisuju se TC sastavnici, dok se tzv. aditivne netipične vrijednosti<sup>9</sup> kojima se karakterizira iregularnost pojedinačnoga vremenskog trenutka pripisuju I sastavnici. Sezonski prilagođena vremenska serija (SA) sadržava sve takve netipične vrijednosti buduću da se sastoji od TC i I sastavnice, a dobivena je prilagodbom vremenske serije Y za procijenjenu S sastavnicu te kalendarske učinke procijenjene tijekom pripremnog tretmana vremenske serije. Najčešće metode kojima se rastavljaju vremenske serije na sastavnice jesu  $x11$  i  $seats$ , a pri analizi u ovom radu koristimo se metodom  $x11$ .<sup>10</sup>

Naposljetku, potrebno je obratiti pozornost na kvalitetu sezonski prilagođenih podataka. Rezultati analize kvalitete često upućuju na probleme u procesu sezonske prilagodbe, zbog čega su često potrebne izmjene u prethodnim koracima tog procesa. Pritom se koriste različite dijagnostičke analize poput sezonskih testova, spektralne analize, analize stabilnosti ili povijesnih revizija. Osim što su vremenske serije kandidati za sezonsku prilagodbu ako sezonski testovi pokazuju prisutnost sezonskih kretanja u izvornoj vremenskoj seriji, važno je testovima odbaciti pretpostavku rezidualnih sezonskih kretanja, tj. prisutnosti sezonskih kretanja u SA vremenskoj seriji, I sastavnici ili TC sastavnici. Iako se vremenska serija rastavlja na sastavnice nakon prilagodbe za kalendarske učinke, potrebna je dodatna analiza prisutnosti kalendarskih učinaka u SA vremenskoj seriji, procijenjenoj I sastavnici te greškama procijenjenoga regresijskog modela. U tu se svrhu može koristiti spektralna analiza, pri čemu se promatraju spektri procijenjenih sastavnica, tj. grafički prikazi serija transformiranih iz vremenske u frekvencijsku domenu. Za vremenske serije koje sadržavaju sezonske i kalendarske učinke, spektar izvorne vremenske serije pokazuje značajne vrhove na sezonskim frekvencijama, ali često ne pokazuje značajne vrhove na frekvenciji učinka radnih dana buduću da je učinak radnih dana prikriven drugim učincima. Stoga se promatraju spektri procijenjenih sastavnica te se ispituje jesu li značajni vrhovi uklonjeni odgovarajućim modelom kalendarske prilagodbe. Prisutnosti rezidualnih sezonskih ili kalendarskih učinaka u SA vremenskoj seriji, I sastavnici i/ili vremenskoj seriji grešaka regresijskog modela mogu biti naznaka pogrešne specifikacije ili narušenosti pojedinih pretpostavki regresijskog modela. Parametre modela moguće je procijeniti na različitim vremenskim rasponima te utvrditi promjene u njihovoj veličini i predznaku s ciljem procjene stabilnosti modela. S obzirom na to da se pristizanjem novih opažanja mijenjaju procjene parametara

6 Autorov izbor podjele procesa sezonske prilagodbe na tri dijela ne odgovara nužno podjelama i nazivima koji se mogu pronaći u ostaloj literaturi.

7 Na primjer vremensku seriju potrebno je prilagoditi za identificirane netipične vrijednosti u veljači buduću da utječu na procjenu učinka prijestupne godine.

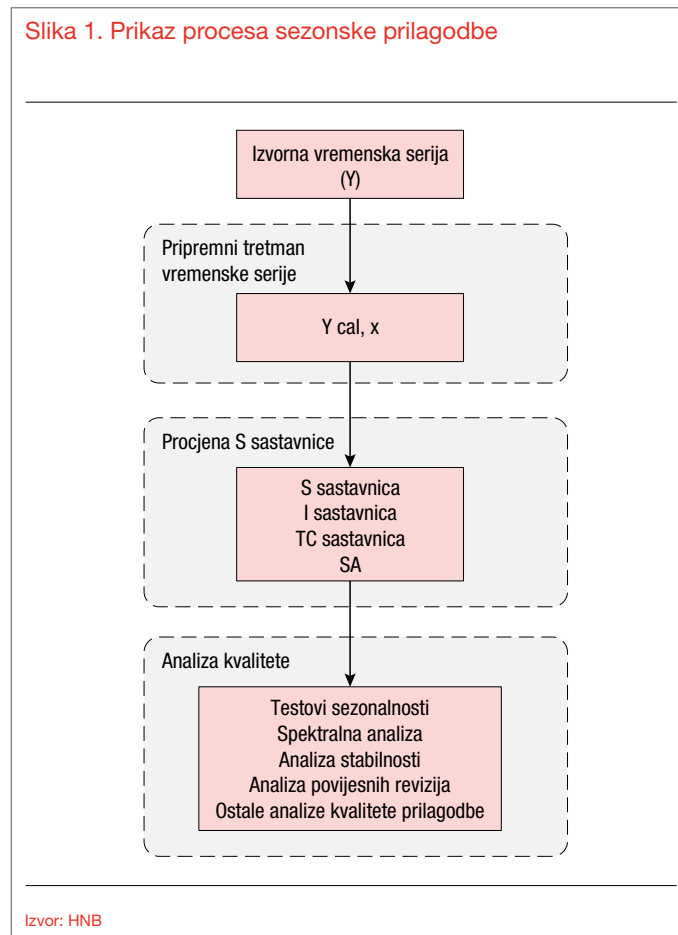
8 Takve netipične vrijednosti skraćeno se pišu LS, prema engl. *level shift*.

9 Takve netipične vrijednosti skraćeno se pišu AO, prema engl. *additive outlier*.

10 U programskom paketu JDemetra+ 2.1.0 metoda  $x11$  integrirana je unutar opcije X13, dok je metoda *seats* integrirana unutar opcije *tramoseats*.

regresijskog modela, dolazi do promjene sezonski prilagođenih vrijednosti na cjelokupnom vremenskom rasponu i naposljetku do revizije objavljenih podataka. Stabilnost primijenjenog modela i veličina revizije također ovise o kvaliteti i karakteristikama izvornih podataka. Za smislenu interpretaciju rezultata sezonske prilagodbe potrebno je uzeti u obzir i pripadne rezultate analize kvalitete.

Na Slici 1. prikazan je proces sezonske prilagodbe pri čemu su u idućim odjeljcima detaljnije opisani pripremni tretman vremenske serije i procjena S sastavnice.



## 2.1. Pripremni tretman vremenske serije

Pripremni tretman vremenske serije čini procjena regresijskog modela, pri čemu se učinci netipičnih pojava i/ili kalendarski učinci modeliraju regresijskim varijablama uz pretpostavku da greške regresije slijede SARIMA proces.

**Definicija 1** Kažemo da je vremenska serija  $\{x(t)\}_{t \in \mathbb{Z}}$  SARIMA  $(p, d, q)(P, D, Q)_s$  proces ako zadovoljava sljedeću diferencijsku jednadžbu:

$$\varphi(B)x(t) = \theta(B)a(t) \quad a(t) \sim i.i.d.N(0, \sigma^2) \quad (1)$$

pri čemu je B operator vremenskog pomaka ( $Bx(t) = x(t-1)$ ),  $\{a(t)\}_{t \in \mathbb{Z}}$  je tzv. white-noise proces, a  $\phi(B)$  i  $\Theta(B)$  su operatori definirani na sljedeći način:

$$\varphi(B) = \varphi_{nar}(B)\varphi_{sar}(B)\delta_n(B)\delta_s(B) \quad (2)$$

$$\theta(B) = \vartheta_{nma}(B)\vartheta_{sma}(B) \quad (3)$$

Pritom su  $\varphi_{nar}$  i  $\vartheta_{nma}$  redom: standardan autoregresivan (AR) polinom reda  $p$  i standardan moving average (MA) polinom reda  $q$ ,  $\varphi_{sar}$  i  $\vartheta_{sma}$ : sezonski autoregresivan (AR) polinom reda  $P$  i sezonski moving average (MA) polinom reda  $Q$ , a  $\delta_n$  i  $\delta_s$  su standardan i sezonski operator diferenciranja reda integriranosti  $d$  odnosno  $D$ . U skladu s tim operatori:  $\varphi_{nar}$ ,  $\varphi_{sar}$ ,  $\vartheta_{nma}$ ,  $\vartheta_{sma}$ ,  $\delta_n$  i  $\delta_s$  imaju sljedeći oblik:

$$\varphi_{nar}(B) = 1 - \varphi_1^{nar} B - \varphi_2^{nar} B^2 - \dots - \varphi_p^{nar} B^p \quad \text{za} \quad \varphi_j^{nar} \in R \quad \forall j \in \{1, 2, \dots, p\} \quad (4)$$

$$\varphi_{sar}(B) = 1 - \varphi_1^{sar} B^s - \varphi_2^{sar} B^{2s} - \dots - \varphi_P^{sar} B^{Ps} \quad \text{za} \quad \varphi_j^{sar} \in R \quad \forall j \in \{1, 2, \dots, P\} \quad (5)$$

$$\vartheta_{nma}(B) = 1 + \vartheta_1^{nma} B + \vartheta_2^{nma} B^2 + \dots + \vartheta_q^{nma} B^q \quad \text{za} \quad \vartheta_j^{nma} \in R \quad \forall j \in \{1, 2, \dots, q\} \quad (6)$$

$$\vartheta_{sma}(B) = 1 + \vartheta_1^{sma} B^s + \vartheta_2^{sma} B^{2s} + \dots + \vartheta_Q^{sma} B^{Qs} \quad \text{za} \quad \vartheta_j^{sma} \in R \quad \forall j \in \{1, 2, \dots, Q\} \quad (7)$$

$$\delta_n(B) = (1 - B)^d \quad \text{za} \quad d \in \{0, 1, 2, 3\} \quad (8)$$

$$\delta_s(B) = (1 - B^s)^D \quad \text{za} \quad D \in \{0, 1, 2\} \quad (9)$$

pri čemu je  $s = 4$  za tromjesečne vremenske serije, a  $s = 12$  za mjesečne vremenske serije.

Neka je zadana vremenska serija  $Y(t)$  te neka je ukupan broj opažanja jednak  $T$ . Utjecaj netipičnih pojava i/ili kalendarskih učinaka modelira se regresijskim modelom koji u matricnoj notaciji ima sljedeći oblik:

$$y = R\beta + x \quad (10)$$

Pritom je  $y$  vektor tipa  $(T \times 1)$  čiji su elementi ili prirodan logaritam izvorne vremenske serije ( $y(t) = \ln Y(t)$ ) ili jednaki izvornoj vremenskoj seriji ( $y(t) = Y(t)$ );  $R$  je matrica tipa  $(T \times k)$  čijih  $k$  stupaca  $\{r_1, r_2, \dots, r_k\}$  predstavlja ukupno  $k$  regresijskih varijabla, pri čemu svaka regresijska varijabla odgovara pripadnom učinku;  $\beta$  je vektor tipa  $(k \times 1)$  čiji su elementi  $\{\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k\}$  parametri pridruženi učincima koje je potrebno procijeniti, a  $x$  je vektor tipa  $(T \times 1)$  čiji su elementi greške regresije:

$$x(t) = y(t) - \sum_{i=1}^k \beta_i r_i(t) \quad (11)$$

Greške regresije slijede SARIMA proces i kako bismo u potpunosti definirali regresijski model, potrebno je odabrati skup regresijskih varijabla  $\{r_i\}$ , odrediti redove diferenciranja ( $d, D$ ) i polinoma ( $p, q, P, Q$ ) te na kraju procijeniti skupove parametara:  $\varphi = \{\varphi_1^{nar}, \dots, \varphi_p^{nar}; \varphi_1^{sar}, \dots, \varphi_P^{sar}\}$ ,  $\vartheta = \{\vartheta_1^{nma}, \dots, \vartheta_q^{nma}; \vartheta_1^{sma}, \dots, \vartheta_Q^{sma}\}$  i  $\beta = \{\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k\}$ . Programski paket JDemetra+ sadržava tri procedure: *transformation*, *automdl* i *outlier* kojima su redom mogući: izbor transformacije izvorne vremenske serije (logaritamska transformacija ili bez transformacije), izbor SARIMA procesa (odabir reda diferenciranja ( $d, D$ ) i redova polinoma ( $p, q, P, Q$ )) te identificiranje netipičnih vrijednosti. Skupovi parametara  $\phi$ ,  $\vartheta$  i  $\beta$  najprije se procjenjuju na tzv. *airline*<sup>11</sup> modelu za odabrani skup regresijskih varijabla  $\{r_i\}$  maksimizacijom logaritma funkcije najveće vjerodostojnosti ( $L(\beta, \phi, \vartheta)$ ). Maksimizacija funkcije najveće vjerodostojnosti nelinearan je problem te se u prvom redu procjenjuju parametri  $\beta$  za zadane početne vrijednosti parametara  $\phi$  i  $\vartheta$ , a zatim se za tako procijenjene parametre  $\beta$  procjenjuju vrijednosti parametara  $\phi$  i  $\vartheta$ . Proces je iterativan dok se ne ostvari konvergencija.<sup>12</sup> Za parametre  $\beta$  procijenjene na *airline* modelu testira se njihova statistička značajnost. Procedura automatski provjerava značajnost uključivanja konstante u regresijski model. Zatim se ispituju alternativni SARIMA procesi, pri čemu se za odabir reda diferenciranja koristi Hannan-Rissanenova metoda, a stupnjevi polinoma određuju se prema informacijskom kriteriju.<sup>13</sup>

Pri identificiranju netipičnih vrijednosti potrebno je obratiti pozornost na broj, vrstu i interpretaciju identificiranih netipičnih vrijednosti. Vodi se računa da je udio takvih vrijednosti u ukupnom broju izvornih podataka malen, ali dovoljan da procijenjeni model pokazuje poboljšanja u odnosu na model koji ne uključuje dodane netipične vrijednosti (na primjer poboljšanje nekih dijagnostičkih pokazatelja). Broj identificiranih netipičnih vrijednosti može se kontrolirati promjenom vrijednosti kritičnog parametra unutar procedure *outlier*.

<sup>11</sup> SARIMA (0,1,1)(0,1,1)<sub>s</sub> proces

<sup>12</sup> Konvergencija se ostvaruje do zadanog faktora tolerancije koji je unaprijed definiran u programskom paketu JDemetra+.

<sup>13</sup> Koristi se tzv. *Bayesian Information Criterion* (BIC) te se odabire model kojem odgovara minimalna BIC vrijednost; postoji set empirijskih pravila prema kojima se u pojedinim slučajevima odabire *airline* model iako ima veću BIC vrijednost od drugoga predloženog SARIMA modela.

Za vremenske serije koje nisu stabilnih kretanja<sup>14</sup> često se koristi veća kritična vrijednost od unaprijed zadane vrijednosti integrirane u programskom paketu jer bi u suprotnom bio identificiran prevelik broj netipičnih vrijednosti. Posebnu pozornost potrebno je obratiti na identificirane netipične vrijednosti na kraju vremenske serije budući da mogu biti naznaka promjena u dinamici ili pak privremeni podatak koji će u idućim razdobljima biti revidiran. U takvim situacijama koriste se dodatne informacije o vremenskoj seriji kako bi se otkrili uzroci i posljedice uključivanja ili isključivanja identificiranih netipičnosti tijekom procesa sezonske prilagodbe. Poseban tretman posljednjih opažanja nužan je s obzirom na to da njihova interpretacija ovisi o budućim ostvarenjima.<sup>15</sup> Sve netipične vrijednosti s unaprijed poznatim uzrokom ili ekonomskom interpretacijom<sup>16</sup> modeliraju se regresijskim varijablama koje se drže fiksne u regresijskom modelu s obzirom na to da identifikacija preostalih netipičnih vrijednosti ovisi o unaprijed zadanim regresijskim varijablama.

Za izbor konačnoga regresijskog modela koriste se kriteriji minimalne vrijednosti informacijskih kriterija: Akkaike (AIC), Akkaike prilagođen za veličinu uzorka (AICC) te Bayesov informacijski kriterij (BIC), redom definirani sljedećim formulama:

$$AIC = -2L_N + 2h \quad (12)$$

$$AICC = -2L_N + 2h\left(1 - \frac{h+1}{N}\right)^{-1} \quad (13)$$

$$BIC = -2L_N + h \ln N \quad (14)$$

pri čemu je  $L_N$  prirodan logaritam funkcije najveće vjerodostojnosti regresijskog SARIMA modela,  $h$  ukupan broj procijenjenih parametara koji su procijenjeni na temelju  $N$  podataka (za izvornu vremensku seriju koja uključuje  $T$  opažanja taj se broj efektivno smanjuje zbog diferenciranja i iznosi  $N = T - d - 4D$ ).

## 2.2. Procjena sezonske sastavnice

Rastavljanje vremenske serije na sastavnice radi se na vremenskoj seriji  $x$ , kako učinci netipičnih pojava i kalendara ne bi utjecali na procjenu sezonskih učinaka. Pritom rastavljanje može biti aditivno ili multiplikativno.<sup>17</sup> U aditivnom slučaju vremenska serija jednaka je zbroju pojedinih sastavnica, a u multiplikativnom njihovu produktu. Rastavljanje vremenske serije na sastavnice iterativan je proces<sup>18</sup> primjene različitih filtara<sup>19</sup> u svrhu konačne procjene  $S$  sastavnice. Proces je iterativan jer je za procjenu  $S$  sastavnice u prvom redu potrebna  $SI$  sastavnica<sup>20</sup>, koja se može dobiti procjenom  $TC$  sastavnice i njezinim uklanjanjem iz vremenske serije  $x$ . Zatim je  $SI$  sastavnicu potrebno rastaviti na  $S$  i  $I$  sastavnicu. Međutim, s obzirom na to da ekstremne iregularne vrijednosti utječu na procjenu  $S$  sastavnice<sup>21</sup>, potrebno je identificirati ekstremne vrijednosti  $I$  sastavnice te modificirati  $SI$  sastavnicu za identificirane ekstremne vrijednosti. Pojedine sastavnice procjenjuju se više puta tijekom cijelog postupka u svrhu preciznijih procjena budući da pojedine sastavnice nisu opazive, da ne postoji jednoznačna definicija  $S$  sastavnice<sup>22</sup> te da njezina procjena ovisi o načinu prethodne procjene  $TC$  sastavnice.

Bez identificiranja ekstremnih vrijednosti  $I$  sastavnice, postupak procjene  $S$  sastavnice može se sažeti u

14 Osobito komponente pojedinih makroekonomskih agregata

15 Na primjer ako se posljednje opažanje odnosi na netipičnu vrijednost, bez budućih ostvarenja nije moguće odrediti radi li se o trajnoj promjeni razine vremenske serije ili trenutačnoj iregularnosti.

16 Na primjer početak globalne ekonomske krize krajem 2008. godine

17 Također i log-aditivno u slučaju logaritamske transformacije izvorne vremenske serije

18 Proces je iterativan primjenom metode  $x11$ .

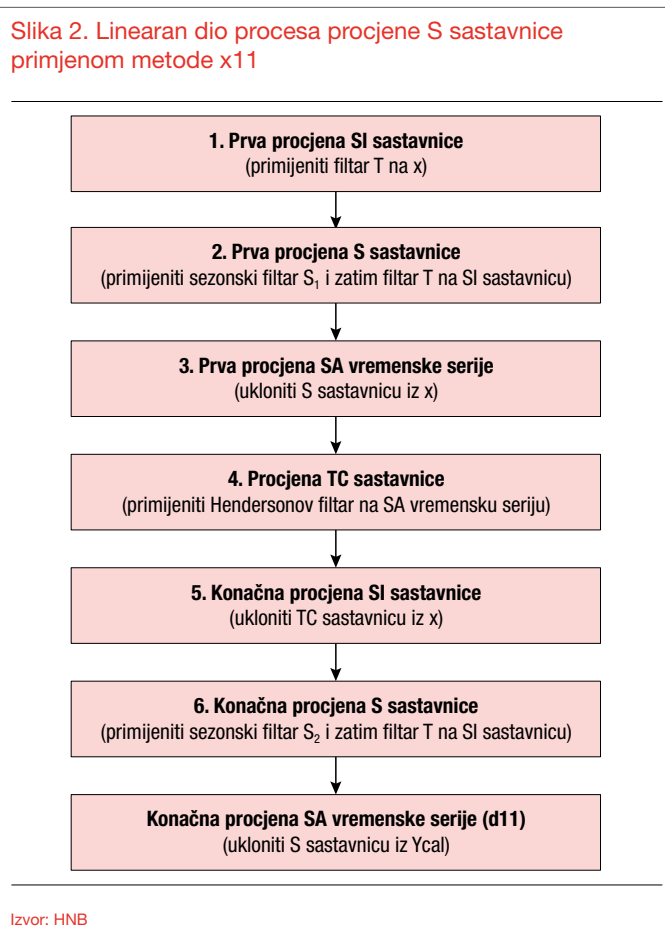
19 Primjenjuju se simetrični i asimetrični filtri pomičnih prosjeka te tzv. Hendersonov filtar.

20 Sezonski iregularna sastavnica jednaka je zbroju ili umnošku  $S$  sastavnice i  $I$  sastavnice, ovisno o aditivnom ili multiplikativnom rastavu.

21 Procjena  $S$  sastavnice radi se primjenom sezonskih pomičnih prosjeka na  $SI$  sastavnici te stoga ekstremne iregularne vrijednosti utječu na vrijednosti dobivenih prosjeka.

22 Sezonski učinci vizualno su lako uočljivi promatranjem grafičkih prikaza vremenskih serija, ali nije ih moguće jednoznačno definirati te se mogu interpretirati isključivo u kontekstu metodologije kojom su procijenjeni.

jedan iterativan proces od ukupno šest koraka<sup>23</sup>: prva procjena SI sastavnice, prva procjena S sastavnice, prva procjena SA vremenske serije, procjena TC sastavnice, konačna procjena SI sastavnice i konačna procjena S sastavnice. Zatim se SA vremenska serija može dobiti prilagodbom  $Y_{cal}$  vremenske serije za procijenjenu S sastavnicu. U ovom se slučaju SA vremenska serija može dobiti linearnom transformacijom iz izvorne vremenske serije.<sup>24</sup> Takav je proces prikazan na Slici 2., pri čemu je oznakom T nazvan filtar koji odgovara primjeni pomičnih prosjeka i zatim uklanjanju dobivene procjene iz vremenske serije<sup>25</sup> te oznakom S sezonski filtar pomičnih prosjeka.



U slučaju identificiranja ekstremnih vrijednosti I sastavnice način modificiranja SI sastavnice ovisi o donjoj i gornjoj kritičnoj vrijednosti koje se nazivaju sigmalim granicama. Pri tom procesu najprije se svakoj godini pridruži standardna devijacija koja se računa na ukupno 20 vrijednosti I sastavnice, i to za četiri tromjesečja promatrane godine te po osam prethodnih i budućih tromjesečja.<sup>26</sup> Zatim se za svaku godinu identificiraju sve vrijednosti čija su apsolutna odstupanja od teorijskog prosjeka<sup>27</sup> veća ili jednaka umnošku gornje kritične vrijednosti i standardne devijacije. Takve vrlo ekstremne vrijednosti isključuju se iz proračuna te se iznova računaju standardne devijacije. Nakon toga se, ovisno o pripadnoj vrijednosti nove standardne devijacije te sigmalim granicama, svim razdobljima pridružuju težine. Na primjer, u multiplikativnom slučaju svim vrijednostima čija su apsolutna odstupanja od jedinice veća ili jednaka umnošku gornje kritične vrijednosti i

23 Autorov izbor podjele procesa na šest koraka ne odgovara nužno podjelama i nazivima koji se mogu pronaći u ostaloj literaturi.

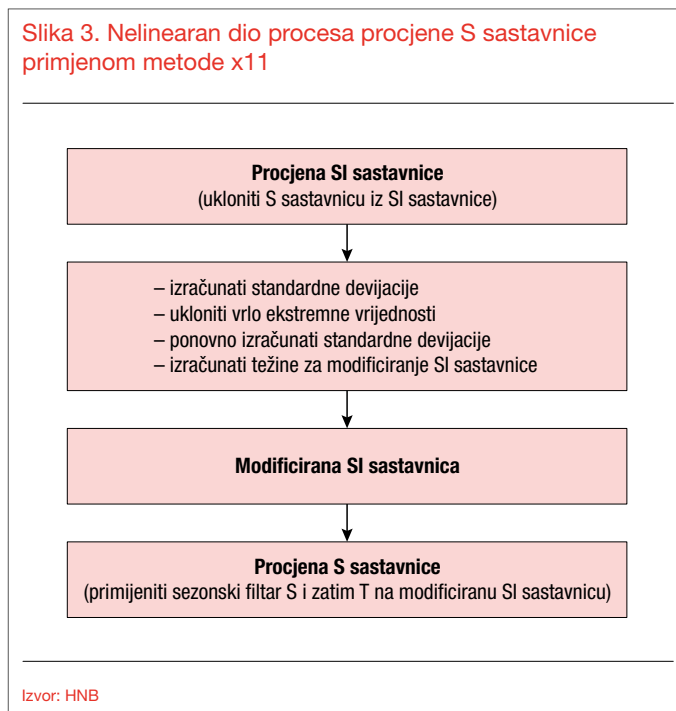
24 Primjena pomičnih prosjeka je linearna transformacija te je i višestruka primjena pomičnih prosjeka (bez modificiranja SI sastavnice) također linearna transformacija.

25 Za mjesečne serije i prvu procjenu SI sastavnice na primjer može se primijeniti 13-člani filtar pomičnih prosjeka u svrhu prve procjene TC sastavnice i zatim ukloniti TC sastavnicu iz vremenske serije  $x$  kako bismo dobili procjenu SI sastavnice, što je simbolički označeno primjenom filtra T na seriju  $x$ .

26 Potpuno analogno za mjesečne vremenske serije, za tekuću, dvije prethodne i dvije buduće godine

27 U aditivnom slučaju teorijski prosjek je 0, a u multiplikativnom 1.

standardne devijacije pridružuje se vrijednost 0, a svim vrijednostima čija su apsolutna odstupanja od jedinice manja ili jednaka umnošku donje kritične vrijednosti i standardne devijacije pridružuje se vrijednost 1. Ostalim vrijednostima linearno se pridružuju težine između 0 i 1. Zatim se SI sastavnica modificira u svim razdobljima kojima je pridružena težina različita od 1.<sup>28</sup> Proces identificiranja ekstremnih vrijednosti I sastavnice pojednostavnjeno je prikazan na Slici 3.



Uz modificiranje SI sastavnice, procjenu S sastavnice čine tri iterativna procesa: B, C i D.<sup>29</sup> Kod B i C iteracije pojedine međukorake čini ukupno 20 vremenskih serija (b1, ..., b20; c1, ..., c20)<sup>30</sup>. Rezultat su iterativnog procesa: konačna S sastavnica (d10), konačna sezonski prilagođena vremenska serija (d11), konačna TC sastavnica (d12) te konačna I sastavnica (d13).<sup>31</sup> Cjelokupan iterativan proces prikazan je na Slici 4.

B iteracija sadržava iste korake kao iterativan proces bez identificiranja ekstremnih vrijednosti, ali uz dvije značajne razlike. Prva je razlika u tome da se modificira SI sastavnica pri svakoj procjeni S sastavnice. Pritom se nakon svake procjene S sastavnice procjenjuje i I sastavnica, uklanjanjem S sastavnice iz SI sastavnice. Zatim se identificiraju ekstremne vrijednosti I sastavnice i za njih modificira SI sastavnica na kojoj se ponovno procijeni S sastavnica te se time postiže bolja procjena S sastavnice. Druga je razlika ta što se nakon procjene TC sastavnice i konačne procjene S sastavnice nakon modificiranja iz vremenske serije x uklone obje sastavnice. Na tako dobivenoj I sastavnici identificiraju se ekstremne iregularne vrijednosti. Start C iterativnog procesa je vremenska serija x prilagođena za identificirane ekstremne iregularne vrijednosti B iteracije (b20). Druga razlika također karakterizira i C iteraciju te je start D iteracije vremenska serija x prilagođena za ekstremne iregularne vrijednosti C iteracije (c20). Na tako dobivenoj vremenskoj seriji može se provesti uobičajen iterativan proces od prethodno navedenih šest koraka, pri čemu se na kraju dobivaju konačne procjene S, TC i I sastavnice. Važno je naglasiti da c20 vrijednosti bitno utječu na procjenu konačne S sastavnice.<sup>32</sup> Budući da navedene korekcije nisu linearne transformacije, SA vremenska serija ne može se dobiti linearnom transformacijom iz izvorne vremenske serije.

<sup>28</sup> Vrijednost se zamjenjuje srednjom vrijednosti susjednih godina, čija je pridružena težina jednaka 1.

<sup>29</sup> Nazivi iteracija B, C i D preuzeti su iz programskog paketa JDemetra+.

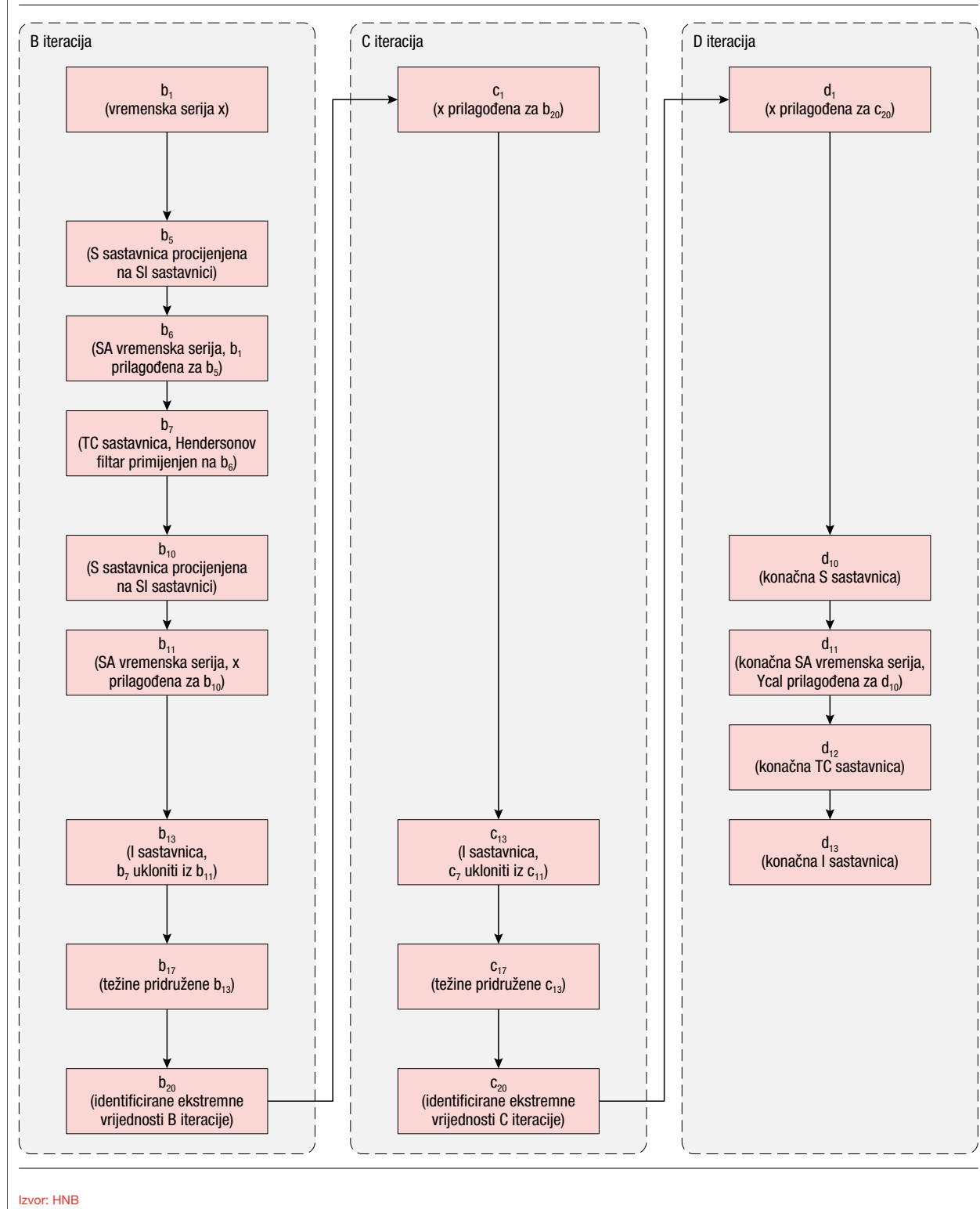
<sup>30</sup> Nazivi vremenskih serija preuzeti su iz programskog paketa JDemetra+.

<sup>31</sup> Oznake d10, d11, d12 i d13 preuzete su iz programskog paketa JDemetra+.

<sup>32</sup> U korigiranim razdobljima dolazi do promjene u raspodjeli doprinosa između sezonske i iregularne sastavnice, što utječe na stope promjene sezonski prilagođene vremenske serije.



Slika 4. Prikaz iterativnog procesa procjene S sastavnice



## 3. Kalendarski učinci

Konfiguracija kalendara može imati značajan utjecaj na gospodarsku aktivnost. Zato je važno detaljnije raspraviti pretpostavke i izvode regresijskih modela za procjenu kalendarskih učinaka. Što se tiče procjene učinka radnih dana, u programskom paketu JDemetra+ integrirana su tek dva regresijska modela, jedan koji pretpostavlja različitu gospodarsku aktivnost različitim danima tjedna te drugi koji pretpostavlja istu gospodarsku aktivnost danima od ponedjeljka do petka. Za pojedine vremenske serije potrebno je testirati alternativne modele koji se temelje na drugačijim pretpostavkama gospodarske aktivnosti pojedinim danima tjedna. Također, zbog specifičnosti nacionalnoga kalendara javlja se potreba za izračunom regresijskih varijabla specifičnih za RH. U tu svrhu u radu su izvedeni alternativni regresijski modeli koji uzimaju u obzir hrvatski kalendar blagdana. Također su izvedeni alternativni modeli procjene učinka Uskrsa, koji pretpostavljaju rast gospodarske aktivnosti u razdoblju prije Uskrsa te pad gospodarske aktivnosti za vrijeme Uskrsa i Uskrsnog ponedjeljka.

### 3.1. Učinak Uskrsa

Bell i Hillmer (1983.) prvi su predložili jednostavan regresijski model za procjenu učinka pomičnih blagdana. Bell-Hillmerov intervalni model pretpostavlja postojanje vremenskog intervala duljine  $w$  dana, koji započinje  $w$ -ti dan prije Uskrsa i završava dan prije Uskrsa, u kojem dolazi do promjene gospodarske aktivnosti. Takav vremenski interval ubuduće nazivamo  $w$  intervalom. Također, Bell-Hillmerov model pretpostavlja istu gospodarsku aktivnost danima  $w$  intervala, no moguće je definirati i modele s različitim učincima pojedinih dana. Takvi se modeli uključuju u analizu ako postoji saznanje da je učinak nekog dana različit od učinka preostalih dana ili ako se očekuje povećanje ili smanjenje gospodarske aktivnosti svakim sljedećim danom.

U radu se ograničavamo na Bell-Hillmerov intervalni model te pretpostavljamo da su moguće duljine  $w$  intervala od najmanje jednog do najviše petnaest dana. Pritom u analizu dodatno uključujemo i moguću promjenu gospodarske aktivnosti za Uskrs i Uskrсни ponedjeljak. Standardni programski paketi za sezonsku prilagodbu najčešće sadržavaju tri regresijske varijable za procjenu učinka Uskrsa, konstruirane Bell-Hillmerovim intervalnim modelom, pri čemu su duljine  $w$  intervala redom jednake jedan, osam ili petnaest dana. Duljina od osam ili petnaest dana pretpostavlja promjenu gospodarske aktivnosti koja započinje u subotu, jedan ili dva tjedna prije Uskrsa. U radu ispitujemo i mogućnost da do promjene gospodarske aktivnosti dolazi ponedjeljkom, tj. početkom tjedna. Također, iako su Uskrs i Uskrсни ponedjeljak neradni dani i samim time pridonose učinku radnih dana, ispitujemo i dodatnu mogućnost smanjenja gospodarske aktivnosti zbog specifičnosti da su za Uskrs i Uskrсни ponedjeljak zatvoreni uglavnom svi veliki trgovački lanci i trgovine, što nije slučaj za neke druge blagdane ili nedjelje u godini.

Analizu učinka Uskrsa dovoljno je provesti za tromjesečne vremenske serije. Naime, budući da datum Uskrsa može varirati između 22. ožujka i 25. travnja, Uskrs može biti u prvom ili drugom tromjesečju, odnosno u ožujku ili travnju, ovisno o frekvenciji promatrane vremenske serije. Samim time, regresijske varijable iščezavaju u svim preostalim tromjesečjima, odnosno mjesecima. Budući da ožujak pripada prvom, a travanj drugom tromjesečju, vrijednosti regresijskih varijabla u ožujku i travnju redom su identične vrijednostima regresijskih varijabla u prvom i drugom tromjesečju.

Pri izvodu regresijskog modela procjene učinka Uskrsa pretpostavljamo da je broj dana koji pripadaju  $w$  intervalu i nalaze se u godini  $g$  i tromjesečju  $q$  te da je vrijednost regresijske varijable u tom razdoblju jednaka udjelu  $w$  intervala unutar danog tromjesečja i iznosi:

$$H^{(w)}(t) = H^{(w)}(g, q) = \frac{n^{(w)}(g, q)}{w} \quad (15)$$

Primjera radi, u 2015. Uskrs je bio 5. travnja i pretpostavimo li da je  $w = 8$ , vrijednosti regresijske varijable u 2015. godini su:

$$H^{(8)}(2015, 1) = \frac{4}{8} \quad H^{(8)}(2015, 2) = \frac{4}{8} \quad H^{(8)}(2015, 3) = 0 \quad H^{(8)}(2015, 4) = 0 \quad (16)$$

budući da od ukupno osam dana četiri pripadaju prvom tromjesečju (28., 29., 30. i 31. ožujka), a četiri drugom tromjesečju (1., 2., 3. i 4. travnja). Također, pretpostavljamo da je u analiziranoj vremenskoj seriji učinak Uskrsa prisutan te da je u regresijskom modelu (10) odabrana logaritamska transformacija izvorne vremenske serije. Nadalje, neka smo procijenili parametar  $\hat{\beta}_1$  koji odgovara regresijskoj varijabli  $r_1(t) = H^{(w)}(t)$ , pri čemu pretpostavljamo da je procijenjeni parametar mnogo manji od jedinice te, bez smanjenja općenitosti, pozitiv<sup>33</sup>. Uz navedene pretpostavke izvornu vremensku seriju potrebno je prilagoditi za sljedeći faktor prilagodbe:

$$\exp[\hat{\beta}_1 H^{(w)}(t)] \approx 1 + \hat{\beta}_1 H^{(w)}(t) \quad (17)$$

Prilagodbom izvorne vremenske serije za tako dobivene faktore dobiva se:

$$\frac{Y(g, q)}{\exp[\hat{\beta}_1 H^{(w)}(g, q)]} \approx Y(g, q) - \hat{\beta}_1 H^{(w)}(g, q) Y(g, q) \quad (18)$$

Prema relaciji (18) procijenjeni parametar  $\hat{\beta}_1$  možemo interpretirati tako da vrijednost  $100\hat{\beta}_1/w$  predstavlja postotno smanjenje vremenske serije kojem pridonosi pojedini dan  $w$  intervala u promatranom tromjesečju. Prilagođene vrijednosti vremenske serije dobivene su dijeljenjem izvorne vremenske serije s faktorima prilagodbe budući da se u regresijskom modelu (10) ukupan faktor prilagodbe može prikazati kao produkt doprinosa pojedinih regresijskih varijabla:

$$\exp\left[\sum_{i=1}^k \hat{\beta}_i r_i(t)\right] = \prod_{i=1}^k \exp[\hat{\beta}_i r_i(t)] \quad (19)$$

Međutim, potrebno je izvršiti određene korekcije regresijskih varijabla jer je vrijednost faktora prilagodbe prema relaciji (17) uvijek veća ili jednaka 1 te je u barem jednom od prva dva tromjesečja veća od 1. Stoga prilagođena vremenska serija ima nižu razinu od izvorne vremenske serije u svakom tromjesečju kojem pripada makar jedan dan  $w$  intervala te je u svakoj godini  $g$  suma tromjesečnih doprinosa izvorne vremenske serije prilagođene za faktore (17) manja od sume tromjesečnih doprinosa izvorne vremenske serije:

$$\sum_{q=1}^4 \frac{Y(g, q)}{\exp[\hat{\beta}_1 H^{(w)}(g, q)]} < \sum_{q=1}^4 Y(g, q) (\forall g) \quad (20)$$

Zato se definiraju modificirane regresijske varijable  $\tilde{H}^{(w)}(g, q)$ , čija je vrijednost u godini  $g$  i tromjesečju  $q$  jednaka pripadnoj vrijednosti regresijske varijable  $H^{(w)}(g, q)$  umanjenoj za prosječnu vrijednost iste  $H^{(w)}(g, q)$  na zadanom vremenskom intervalu godina od  $N_0$  do  $N_1$  ( $N_1 > N_0$ ):

$$\tilde{H}^{(w)}(t) = \tilde{H}^{(w)}(g, q) = H^{(w)}(g, q) - H^*(q) \quad (21)$$

$$H^*(q) = \frac{1}{N_1 - N_0} \sum_{g=N_0}^{N_1} H^{(w)}(g, q) = \frac{n^*(q)}{w} \quad (22)$$

Pritom je u relaciji (22) s  $n^*(q)$  označen prosječan broj dana  $w$  intervala koji se nalaze u tromjesečju  $q$ . Za svaku godinu  $g$  vrijedi:  $\sum_{q=1}^4 H^{(w)}(g, q) = 0$  i  $\sum_{q=1}^4 H^*(q) = 0$  te je stoga:

$$\sum_{q=1}^4 \tilde{H}^{(w)}(g, q) = 0, \text{ tj. } \prod_{q=1}^4 \exp[\hat{\beta}_1 \tilde{H}^{(w)}(g, q)] = 1 (\forall g) \quad (23)$$

Potrebno je raspraviti na koji način izbor modificiranih regresijskih varijabla utječe na kalendarski prilagođenu vremensku seriju te kako se u tom slučaju interpretiraju procijenjeni parametri. Ako je sezonski operator diferenciranja reda integriranosti barem jedan ( $D \geq 1$ ), tada procijenjeni parametri u regresijskom modelu

<sup>33</sup> Budući da učinak Uskrsa očekujemo u vremenskoj seriji prometa od trgovine na malo, možemo pretpostaviti da prije Uskrsa dolazi do povećanja gospodarske aktivnosti.

ne ovise o izboru regresijskih varijabla  $H^{(w)}(t)$  ili  $\tilde{H}^{(w)}(t)$ . Naime, u regresijskom modelu provodi se regresija diferencirane vremenske serije na diferencirane regresijske varijable, a u sezonski diferenciranim varijablama  $H^{(w)}(t)$  i  $\tilde{H}^{(w)}(t)$  nema razlike. Tada ni izbor SARIMA modela ni vrijednosti informacijskih kriterija ne ovise o izboru regresijskih varijabla. Iako kalendarski prilagođena vremenska serija ovisi o izboru modificiranih regresijskih varijabla, koje se razlikuju ovisno o vremenu usrednjenja, izvorna vremenska serija koja je prilagođena za sezonske i kalendarske učinke ne ovisi o tom izboru. Kako bismo to potvrdili, neka  $H_1^*(q)$  i  $H_2^*(q)$  odgovaraju dvama različitim izborima  $N_0$  i  $N_1$ , neka su  $\tilde{H}_{(1)}^{(w)}$  i  $\tilde{H}_{(2)}^{(w)}$  pripadne modificirane regresijske varijable te  $\Delta H(q) = H_2^*(q) - H_1^*(q)$ . Tada je omjer pripadnih faktora prilagodbe:

$$\frac{\exp(\hat{\beta}_1 \tilde{H}_{(2)}^{(w)}(g, q))}{\exp(\hat{\beta}_1 \tilde{H}_{(1)}^{(w)}(g, q))} = \exp(\hat{\beta}_1 \Delta H(q)) \approx 1 + \hat{\beta}_1 \Delta H(q) \quad (24)$$

Prema relaciji (24) omjer faktora prilagodbe ne ovisi o godini  $g$ , a budući da je  $\sum_{q=1}^4 \Delta H(q) = 0$ , prosječna godišnja vrijednost omjera iznosi 1. Stoga se omjer faktora prilagodbe može interpretirati multiplikativnim sezonskim učinkom koji će biti uklonjen prilagodbom vremenske serije za sezonske učinke. Primjenom modificiranih regresijskih varijabla faktor prilagodbe ima sljedeći oblik:

$$\exp[\hat{\beta}_1 \tilde{H}^{(w)}(g, q)] \approx 1 + \hat{\beta}_1 [H^{(w)}(g, q) - H^*(q)] = 1 + \hat{\beta}_1 \left[ \frac{n^{(w)}(g, q)}{w} - \frac{n^*(q)}{w} \right] \quad (25)$$

Prema relaciji (25) procijenjeni parametar  $\hat{\beta}_1$  možemo interpretirati tako da vrijednost  $\hat{\beta}_1 \left[ \frac{n^{(w)}(g, q)}{w} - \frac{n^*(q)}{w} \right]$  predstavlja postotnu promjenu vremenske serije kojoj pridonosi odstupanje broja dana  $w$  intervala u odnosu na prosječan broj dana  $w$  intervala u promatranom tromjesečju.

S obzirom na periodičnost kalendara Uskrsa, regresijske varijable potrebno je korigirati za njihovu prosječnu vrijednost na razdoblju ponavljanja budući da se doprinosi vremenske serije koji su posljedica periodičnih kretanja ne pripisuju kalendarskoj sastavnici. Ako se kalendar Uskrsa ponavlja svakih  $4(N_1 - N_0)$  tromjesečja, regresijske varijable (15) treba modificirati upravo za njihovu prosječnu vrijednost na tom intervalu. U slučaju Uskrsa to razdoblje iznosi 5 700 000 godina, ali se u literaturi najčešće koriste aproksimativna usrednjenja na kraćim vremenskim intervalima. Kako se gregorijanski kalendar, utemeljen u listopadu 1582., ponavlja svakih 400 godina, prva aproksimacija uključuje usrednjenje po prvom razdoblju gregorijanskoga kalendara, dakle na intervalu od četvrtog tromjesečja 1582. do četvrtog tromjesečja 1982. godine. Druga često korištena aproksimacija uključuje razdoblje od 1600. do 2099. godine. U Tablici 1. prikazani su datumi Uskrsa u razdoblju od 1998. do 2027., a u Tablici 2. prikazan je broj javljanja Uskrsa na promatrani datum za prethodno navedene različite izbore vremenskih raspona. Za procjenu učinka Uskrsa koristimo se modificiranim regresijskim varijablama prema relacijama (21) – (22), pri čemu usrednjenje radimo na vremenskom intervalu od 1600. do 2099. godine.

Budući da je u RH dan poslije Uskrsa (Uskrсни ponedjeljak) praznik, analiza učinka Uskrsa može se provesti konstruiranjem dvaju tipova modificiranih regresijskih varijabla. Neka prva regresijska varijabla (A) odgovara povećanoj gospodarskoj aktivnosti prije Uskrsa i pretpostavimo da takva aktivnost poraste  $a$ -dana prije Uskrsa i završi  $b$ -dana prije Uskrsa (interval uključuje i  $a$ -ti i  $b$ -ti dan prije Uskrsa,  $a \geq b \geq 1$ ). Neka druga regresijska varijabla (B) odgovara smanjenoj gospodarskoj aktivnosti za vrijeme Uskrsa i neka takva smanjena aktivnost završava  $c$ -ti dan ( $c = 1$  ako završava na Uskrsu,  $c = 2$  ako završava na Uskrсни ponedjeljak). Neka oznaka  $(-a, -b, c)$  označuje izbor dviju regresijskih varijabla:  $A^{(-a, -b)}$  i  $B^{(-b, c)}$  koje su u godini  $g$  i tromjesečju  $q$  definirane na sljedeći način:

$$A^{(-a, -b)} = \frac{n^{(-a, -b)}(g, q)}{a - b + 1} - \mu^{(-a, -b)}(q) \quad (26)$$

$$B^{(-b, c)} = \frac{n^{(-b, c)}(g, q)}{c + b - 1} - \mu^{(-b, c)}(q) \quad (27)$$

Uzimamo u obzir da s dvije regresijske varijable promatramo dva učinka, prvi u razdoblju od  $a$ -tog dana prije Uskrsa do  $b$ -tog dana prije Uskrsa (prvi interval), a drugi od  $b$ -tog dana prije Uskrsa do Uskrsa ( $c = 1$ ) ili Uskrsnog ponedjeljka ( $c = 2$ ) (drugi interval). Potpuno analogno prijašnjim razmatranjima,  $n^{(-a, -b)}(g, q)$  i

$n^{(-b,c)}(g,q)$  predstavljaju broj dana iz prvog odnosno drugog intervala koji se nalaze u godini  $g$  i tromjesečju  $q$ , a  $\mu^{(-a,-b)}(q)$  i  $\mu^{(-b,c)}(q)$  su pripadna usrednjenja u razdoblju od 1600. do 2099. godine.

Budući da želimo ispitati više različitih regresijskih modela procjene učinka Uskrsa,  $\{(-a, -b, c)\}$ , uvedimo sljedeće oznake:

$$AICC^* = \min_{\{(-a,-b,c)\}} AICC^{(-a,-b,c)} \quad (28)$$

$$\Delta AICC^* = AICC^0 - AICC^* \quad (29)$$

pri čemu je  $AICC^0$  definiran relacijom (13) za model koji ne uključuje regresijske varijable za procjenu učinka Uskrsa (početni model), a  $AICC^{(-a,-b,c)}$  predstavlja AICC vrijednost modela koji je dobiven dodavanjem dviju regresijskih varijabla početnom modelu:  $A^{(-a,-b)}$  i  $B^{(-b,c)}$  (alternativni model), pri čemu se broj parametara modela povećao za 2. Neka  $(-a, -b, c)^*$  predstavlja izbor takvih dviju regresijskih varijabla da pripadnom alternativnom modelu odgovara AICC vrijednost  $AICC^*$  te neka su redom  $L_N^0$  i  $L_N^*$  pripadni prirodni logaritmi funkcija najveće vjerodostojnosti za početni i alternativni model. Ako je  $\Delta AICC^* \leq 0$ , učinak Uskrsa nije identificiran, a ako je  $\Delta AICC^* > 0$ , statističkim testom *omjera vjerodostojnosti* uspoređuju se početni i alternativni model. Uz pretpostavku da je početni model dobar, testna veličina:

$$LR = -2[L_N^0 - L_N^*] \quad (30)$$

ima aproksimativno  $\chi^2$  raspodjelu s 2 stupnja slobode. Prema tome, alternativni model se prihvaća uz razinu značajnosti  $\alpha$  ako za testnu veličinu  $LR$  vrijedi:

$$LR > \chi_{2,\alpha}^2 \quad (31)$$

pri čemu je  $\chi_{2,\alpha}^2$  kritična vrijednost  $\chi^2$  raspodjele s 2 stupnja slobode za razinu značajnosti  $\alpha$ .

## 3.2. Učinak prijestupne godine

Učinak prijestupne godine jest utjecaj dana više na gospodarsku aktivnost u veljačama prijestupnih godina. U prijestupnim godinama prvo tromjesečje ima 91 dan, a u godinama koje nisu prijestupne jedan dan manje. Vrijednost pripadne regresijske varijable u godini  $g$  i tromjesečju  $q$   $pg(g,q)$  može se izraziti na sljedeći način:<sup>34</sup>

$$\begin{aligned} pg(g,q) &= 0,75 \text{ za } q = 1 \text{ i godina je prijestupna} \\ pg(g,q) &= -0,25 \text{ za } q = 1 \text{ i godina nije prijestupna} \\ pg(g,q) &= 0 \text{ za } q \neq 1 \end{aligned} \quad (32)$$

Prosječan broj dana u prvom tromjesečju jednak je 90,25. Pretpostavimo li da je učinak prijestupne godine multiplikativan, prilagodba izvorne vremenske serije može se učiniti prije pripremnog tretmana vremenske serije, i to dijeljenjem podataka iz prvog tromjesečja s brojem  $90/90,25 = 0,997$  ako godina nije prijestupna, odnosno s brojem  $91/90,25 = 1,0083$  ako godina jest prijestupna. Procjena učinka regresijskim modelom može rezultirati pogrešnom procjenom pripadnog parametra ako postoje ekstremne vrijednosti u veljači koje nisu identificirane pripremnim tretmanom vremenske serije. Stoga je u interpretaciji dobivenih rezultata potrebno voditi računa o identificiranim netipičnim vrijednostima u veljači te predznaku i veličini procijenjenog parametra. U programskom paketu JDemetra+ integrirana je procedura za automatsku procjenu učinka prijestupne

<sup>34</sup> Potpuno analogno za mjesečne vremenske serije pri čemu izračun ne sadržava dodatne korekcije (na primjer u gregorijanskom kalendaru nije svaka godina djeljiva s 4 i prijestupna godina)

godine. Međutim, uporabom korisnički definiranih regresijskih varijabla<sup>35</sup> za procjenu učinka radnih dana nije moguće izvršiti automatsku procjenu učinka prijestupne godine. Stoga i za učinak prijestupne godine primjenjujemo korisnički definiranu regresijsku varijablu, koju zadržavamo u regresijskom modelu ako je statistički značajna te su predznak i veličina procijenjenog parametra u skladu s očekivanjem.

### 3.3. Učinak radnih dana

Učinak radnih dana jest utjecaj promjene broja radnih dana u nekom razdoblju na gospodarsku aktivnost. Za mjesec u godini koji ima 31 dan, ako su prva tri dana tog mjeseca bili redom petak, subota i nedjelja, onda se petak, subota i nedjelja u tom mjesecu javljaju pet puta, a ostali dani četiri puta. Za mjesec u godini koji ima 30 dana, ako su prva dva dana tog mjeseca bili redom utorak i srijeda, onda se utorak i srijeda u tom mjesecu javljaju pet puta, a ostali dani četiri puta. Dan više u ožujku, koji ima 31 dan, u odnosu na travanj, koji ima 30 dana, pojava je koja se ponavlja svake godine na isti način te pridonosi sezonskom učinku. Ciklička promjena rasporeda dana unutar mjeseca, tj. promjena dana u tjednu koji se javljaju četiri ili pet puta, pridonosi učinku radnih dana uz pretpostavku da barem neke dane tjedna karakterizira različita gospodarska aktivnost.<sup>36</sup>

Što se tiče tromjesečnih serija, tromjesečje može imati 90, 91 ili 92 dana. Dok se svaki dan tjedna javlja četiri ili pet puta mjesečno, u tromjesečjima se javlja 12, 13 ili 14 puta. Drugo tromjesečje ima točno 13 tjedana, tj. 91 dan i prema tome svaki dan tjedna javlja se točno 13 puta i nema cikličke promjene rasporeda dana tjedna u tom tromjesečju. U prijestupnim godinama prvo tromjesečje ima također 91 dan, a u godinama koje nisu prijestupne jedan dan manje. Treće i četvrto tromjesečje imaju točno 92 dana, tj. jedan dan više od 13 tjedana. Dan viška koji se javlja u trećem tromjesečju jest dan prije dana viška koji se javlja u četvrtom tromjesečju. Primjera radi, ako je dan koji se javlja 14 puta u trećem tromjesečju utorak, onda je srijeda dan koji se javlja 14 puta u četvrtom tromjesečju, što je upravo slučaj u 2014. godini. U 2015. dan koji se javlja 14 puta u trećem tromjesečju jest srijeda, odnosno sljedeći dan u odnosu na dan koji se pojavljivao 14 puta u promatranom tromjesečju prethodne godine ako ta godina nije prijestupna. Dan koji se javlja 12 puta u prvom tromjesečju, u godini koja nije prijestupna, upravo je isti dan koji se javlja 14 puta u trećem tromjesečju.

Učinak radnih dana kod tromjesečnih je vremenskih serija manji i teže ga je identificirati u odnosu na mjesečne vremenske serije. Naime, budući da se za tromjesečne vremenske serije radi o jednom danu koji se javlja jednom više ili manje u odnosu na 13 ponavljanja tromjesečno, za mjesečne se vremenske serije dva ili tri dana javljaju jednom više u odnosu na četiri ponavljanja mjesečno. Također, s pretpostavkom da nema razlike u gospodarskoj aktivnosti između ponedjeljka, utorka, srijede i četvrtka, nema ni učinka radnih dana za tromjesečne vremenske serije u rasponu od 2013. do 2015. godine jer se ciklički izmjenjuju dani koje karakterizira ista gospodarska aktivnost. U praksi najčešće pretpostavljamo istu gospodarsku aktivnost pojedinim danima tjedna te je za identifikaciju i procjenu učinka za tromjesečne vremenske serije potreban veći broj opažanja u odnosu na mjesečne vremenske serije. Na primjer, nema smisla pretpostaviti da se u industrijskim postrojenjima proizvodi više ili manje utorkom u odnosu na srijedu, ali što se tiče prometa od trgovine na malo, petak i subotu može karakterizirati različita aktivnost u odnosu na ostale dane tjedna s obzirom na kraj radnog tjedna i na to da većina trgovina radi i subotom kada ljudi imaju više slobodnog vremena te samim time imaju više vremena za potrošnju.

U izvodu regresijskih modela procjene učinka radnih dana ograničavamo se na mjesečne vremenske serije.<sup>37</sup> Regresijske varijable izvedene su uz pretpostavku da je mjesečni podatak kumulativan zbroj dnevnih vrijednosti.<sup>38</sup> Pretpostavimo da  $j$ -ti dan tjedna pridonosi ukupnom mjesečnom podatku s  $\alpha_j$ , pri čemu se  $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$  i  $7$  odnose redom na dane tjedna od ponedjeljka do nedjelje. Neka je  $D_{jt}$  broj javljanja  $j$ -tog dana tjedna u mjesecu  $t$ ,  $\bar{\alpha}$  prosječan doprinos pojedinog dana tjedna kumulativnom mjesečnom podatku te  $N_t$

<sup>35</sup> U programskom paketu JDemetra+ korisnik može učitati vremenske serije i primjenjivati ih u regresijskim modelima.

<sup>36</sup> Najčešće se gospodarska aktivnost nedjeljom razlikuje od gospodarske aktivnosti radnim danima tjedna.

<sup>37</sup> Tijekom prilagodbe tromjesečnih vremenskih serija u Republici Hrvatskoj učinak radnih dana uglavnom nije identificiran zbog kratkoga vremenskog raspona vremenskih serija.

<sup>38</sup> Izvedeni regresijski modeli vrijede za tzv. *flow* vremenske serije, a ne vrijede za *stock* vremenske serije.

ukupan broj dana u mjesecu  $t$ . Tada vrijede sljedeće relacije:

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{j=1}^7 \alpha_j}{7} \quad (33)$$

$$N_t = \sum_{j=1}^7 D_{jt} \quad (34)$$

Kumulativan doprinos svih dana u mjesecu može se prikazati na sljedeći način:

$$\sum_{j=1}^7 \alpha_j D_{jt} = \sum_{j=1}^7 (\alpha_j - \bar{\alpha} + \bar{\alpha}) D_{jt} = \bar{\alpha} N_t + \sum_{j=1}^6 (\alpha_j - \bar{\alpha}) (D_{jt} - D_{7t}) \quad (35)$$

Relacijom (35) definirano je ukupno šest kontrastnih regresijskih varijabla  $D_{jt} - D_{7t}$ ,  $j \in \{1, 2, 3, \dots, 6\}$ . Budući da se raspored dana tjedna po mjesecima ciklički ponavlja svakih 28 godina, vrijedi:

$$\sum_{k=1}^{28} (D_{jt+12k} - D_{7t+12k}) = 0 \quad (\forall j) \quad (36)$$

Stoga suma doprinosa  $\sum_{j=1}^6 (\alpha_j - \bar{\alpha}) (D_{jt} - D_{7t})$  po svim mjesecima u razdoblju od 28 godina iščezava:

$$\sum_{k=1}^{28} \sum_{j=1}^6 (\alpha_j - \bar{\alpha}) (D_{jt+12k} - D_{7t+12k}) = \sum_{j=1}^6 (\alpha_j - \bar{\alpha}) \sum_{k=1}^{28} (D_{jt+12k} - D_{7t+12k}) = 0 \quad (37)$$

Pretpostavimo li različitu gospodarsku aktivnost danima tjedna od ponedjeljka do subote, relaciju (35) možemo zapisati u sljedećem obliku:

$$\sum_{j=1}^7 \alpha_j D_{jt} = \bar{\alpha} N_t + \sum_{j=1}^6 a_j^{(6)} A_{jt}^{(6)} \quad (38)$$

pri čemu je  $a_j^{(6)} = (\alpha_j - \bar{\alpha})$  odnosno  $A_{jt}^{(6)} = (D_{jt} - D_{7t})$ . Tada u regresijskom modelu primjenjujemo ukupno šest regresijskih varijabla  $\{A_{jt}^{(6)}, j \in \{1, 2, 3, \dots, 6\}\}$  i procjenjujemo ukupno šest parametara  $\{a_j^{(6)}, j \in \{1, 2, 3, \dots, 6\}\}$ . U relaciji (38) doprinos  $\bar{\alpha} N_t$  odgovara prosječnom doprinosu svih dana, a doprinos  $\sum_{j=1}^6 a_j^{(6)} A_{jt}^{(6)}$  ne iščezava samo za one dane kojima je broj javljanja u mjesecu  $t$  različit od broja javljanja nedjelje u promatranom mjesecu. Ako se nedjelja javlja pet puta u promatranom mjesecu, onda učinku pridonose svi dani tjedna od ponedjeljka do subote koji se u promatranom mjesecu javljaju četiri puta te su pripadne vrijednosti kontrastnih varijabla u promatranom mjesecu negativne. Nadalje, oni dani u tjednu kojima je gospodarska aktivnost veća od prosječne gospodarske aktivnosti ( $\alpha_j > \bar{\alpha}$ ) i koji se javljaju četiri puta pridonosit će povećanju prilagođene vrijednosti vremenske serije u mjesecu  $t$  u odnosu na izvornu vrijednost, a dani u tjednu kojima je gospodarska aktivnost manja od prosječne gospodarske aktivnosti ( $\alpha_j < \bar{\alpha}$ ) i koji se javljaju četiri puta pridonosit će njezinu smanjenju. Ako se nedjelja javlja četiri puta u promatranom mjesecu, onda učinku pridonose svi dani tjedna od ponedjeljka do subote koji se javljaju pet puta te su pripadne vrijednosti kontrastnih varijabla u promatranom mjesecu pozitivne. Tada dani u tjednu u kojima je gospodarska aktivnost veća od prosječne gospodarske aktivnosti ( $\alpha_j > \bar{\alpha}$ ) i koji se javljaju pet puta pridonose smanjenju prilagođene vrijednosti vremenske serije u mjesecu  $t$  u odnosu na izvornu vrijednost, a dani u tjednu kojima je gospodarska aktivnost manja od prosječne gospodarske aktivnosti ( $\alpha_j < \bar{\alpha}$ ) i koji se javljaju pet puta pridonose njezinu povećanju.

Pretpostavimo li da je gospodarska aktivnost u danima tjedna od ponedjeljka do subote jednaka ( $a_j^{(6)} = a^{(6)} (\forall j)$ ) i veća nego nedjeljom ( $\alpha_j > \alpha_7 (\forall j)$ ), trivijalno slijedi  $a^{(6)} > 0$ . Uz navedenu pretpostavku i oznaku  $A_t^{(6)} = \sum_{j=1}^6 A_{jt}^{(6)}$ , relaciju (38) možemo napisati u sljedećem obliku:

$$\sum_{j=1}^7 \alpha_j D_{jt} = \bar{\alpha} N_t + a^{(6)} A_t^{(6)} \quad (39)$$

Prema relaciji (39) ako se nedjelja javlja pet puta u promatranom mjesecu, učinku pridonose svi dani tjedna od ponedjeljka do subote koji se u promatranom mjesecu javljaju četiri puta. Ti dani pridonose povećanju prilagođene vrijednosti vremenske serije u odnosu na izvornu vrijednost. Ako se nedjelja javlja četiri puta u promatranom mjesecu, onda učinku pridonose svi dani tjedna od ponedjeljka do subote koji se javljaju pet puta

i pridonose smanjenju prilagođene vrijednosti vremenske serije u odnosu na izvorni podatak.

Za izvod regresijskih modela, uz pretpostavku iste gospodarske aktivnosti pojedinim danima tjedna, uvede se sljedeće oznake:

$$\bar{a}^{(k)} = \frac{\sum_{j=1}^k a_j^{(k)}}{k} \quad (40)$$

$$A_t^{(k)} = \sum_{j=1}^k A_{jt}^{(k)} \quad (41)$$

$$A_{jt}^{(k-1)} = A_{jt}^{(k)} - A_{kt}^{(k)} \quad (42)$$

$$a_j^{(k-1)} = a_j^{(k)} - \bar{a}^{(k)} \quad (43)$$

Primjenom prethodno uvedenih oznaka, analogno izvodu relacije (35), vrijedi sljedeće:

$$\sum_{j=1}^k a_j^{(k)} A_{jt}^{(k)} = \bar{a}^{(k)} A_t^{(k)} + \sum_{j=1}^{k-1} a_j^{(k-1)} A_{jt}^{(k-1)} \quad k \in \{2, 3, 4, 5, 6\} \quad (44)$$

Primjenom relacije (44) kumulativan doprinos svih dana u mjesecu može se prikazati na sljedeći način:

$$\sum_{j=1}^7 \alpha_j D_{jt} = \bar{a} N_t + \sum_{k=l+1}^6 \bar{a}^{(k)} A_t^{(k)} + \sum_{j=1}^l a_j^{(l)} A_{jt}^{(l)} \quad l \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6\} \quad (45)$$

Pretpostavimo li da je gospodarska aktivnost ista prvih  $l$  dana tjedna, tj.  $a_j^{(l)} = a^{(l)}$  ( $\forall j \in \{1, \dots, l\}$ ), relaciju (45) transformiramo u sljedeći oblik:

$$\sum_{j=1}^7 \alpha_j D_{jt} = \bar{a} N_t + \sum_{k=l+1}^6 \bar{a}^{(k)} A_t^{(k)} + a^{(l)} A_t^{(l)} \quad (46)$$

Alternativno, korištenjem iste pretpostavke i relacije (38), također vrijedi:

$$\sum_{j=1}^7 \alpha_j D_{jt} = \bar{a} N_t + \tilde{a} \sum_{j=1}^l A_{jt}^{(6)} + \sum_{j=l+1}^6 a_j^{(6)} A_{jt}^{(6)} \quad (47)$$

Prema tome učinak radnih dana uz pretpostavku iste gospodarske aktivnosti prvih  $l$  dana tjedna može se modelirati primjenom regresijskih varijabla  $\{A_t^{(k)}, k = l, \dots, 6\}$  prema relaciji (46) ili regresijskih varijabla  $\sum_{j=1}^l A_{jt}^{(6)}$  i  $\{A_{jt}^{(6)}, j = l+1, \dots, 6\}$  prema relaciji (47), pri čemu je  $(a_7^{(6)} = -\sum_{j=1}^6 a_j^{(6)})$ .<sup>39</sup>

Pretpostavimo li istu gospodarsku aktivnost radnim danima ( $l = 5$ ) i istu gospodarsku aktivnost subotom i nedjeljom ( $a_7^{(6)} = a_6^{(6)}$ ), budući da je  $a_7^{(6)} = -(5\tilde{a} + a_6^{(6)})$ , dobiva se:

$$a_6^{(6)} = \frac{-5}{2} \tilde{a} \quad (48)$$

Uvrštavanjem relacije (48) u relaciju (47) dobiva se regresijski model:

$$\sum_{j=1}^7 \alpha_j D_{jt} = \bar{a} N_t + \tilde{a} \left( \sum_{j=1}^5 A_{jt}^{(6)} - \frac{5}{2} A_{6t}^{(6)} \right) \quad (49)$$

Pretpostavimo li istu gospodarsku aktivnost danima tjedna od ponedjeljka do četvrtka ( $l = 4$ ) te istu gospodarsku aktivnost petkom, subotom i nedjeljom ( $a_7^{(6)} = a_6^{(6)} = a_5^{(6)}$ ), budući da je  $a_7^{(6)} = -(4\tilde{a} + a_5^{(6)} + a_6^{(6)})$ , dobiva se:

$$a_6^{(6)} = a_5^{(6)} = \frac{-4}{3} \tilde{a} \quad (50)$$

<sup>39</sup> Kalendarski prilagođene vrijednosti vremenske serije ne ovise o izboru regresijskog modela budući da se regresijske varijable jednog modela mogu dobiti linearnim transformacijama regresijskih varijabla drugog modela.



Uvrštavanjem relacije (50) u relaciju (47) dobiva se sljedeći regresijski model:

$$\sum_{j=1}^7 \alpha_j D_{jt} = \bar{\alpha} N_t + \tilde{\alpha} \left( \sum_{j=1}^4 A_{jt}^{(6)} - \frac{4}{3} (A_{5t}^{(6)} + a_{6t}^{(6)}) \right) \quad (51)$$

Za slučaj  $l = 4$  možemo također pretpostaviti da je gospodarska aktivnost ista petkom i subotom, a različita nedjeljom, te regresijski model ima sljedeći oblik:

$$\sum_{j=1}^7 \alpha_j D_{jt} = \bar{\alpha} N_t + \tilde{\alpha} \sum_{j=1}^4 A_{jt}^{(6)} + a_5^{(6)} (A_{6t}^{(6)} + A_{5t}^{(6)}) \quad (52)$$

Nadalje, pretpostavimo li da je gospodarska aktivnost ista vikendom, a različita petkom, regresijski model je:

$$\sum_{j=1}^7 \alpha_j D_{jt} = \bar{\alpha} N_t + \tilde{\alpha}_1 \left( \sum_{j=1}^4 A_{jt}^{(6)} - 2A_{6t}^{(6)} \right) + \tilde{\alpha}_2 \left( A_{5t}^{(6)} - \frac{1}{2} A_{6t}^{(6)} \right) \quad (53)$$

U Tablici 10. pregledno je prikazano ukupno sedam prethodno konstruiranih regresijskih modela za procjenu učinka radnih dana za mjesečne vremenske serije, uz pretpostavku da je mjesečni podatak kumulativan zbroj dnevnih vrijednosti. Za svaki model navedena je i pripadna pretpostavka o gospodarskoj aktivnosti pojedinim danima tjedna.<sup>40</sup>

Za procjenu učinka radnih dana primjenjujemo ukupno šest kontrastnih regresijskih varijabla definiranih relacijom (35),  $D_{jt} - D_{7t}$ ,  $j \in \{1, 2, 3, \dots, 6\}$ . Kako bismo u analizu uključili državne praznike, pretpostavljamo da je gospodarska aktivnost praznicima identična onoj nedjeljom. Tada se u relaciji (35) varijabla  $D_{7t}$  odnosi na broj neradnih dana u promatranom mjesecu. Primjera radi, Božić je 25. prosinca 2015. bio u petak, te broj petaka u tom mjesecu umanjujemo za jedan, a broj neradnih dana uvećavamo za jedan. Uključivanje državnih praznika dovodi do korekcije kontrastnih varijabla. Označimo li  $s$   $t_1$  prosinac 2015. godine, tada varijablu  $D_{5t}$  umanjujemo za 1, odnosno varijablu  $D_{7t}$  uvećavamo za 1, čime dolazi do smanjenja vrijednosti kontrastne varijable za 2 u promatranom mjesecu. Korekciju je potrebno izvršiti za sve mjesece u kojima državni praznici nisu nedjeljom.

U RH razlikujemo dvije vrste praznika: fiksne i pomične. Praznike koji se javljaju na fiksan datum u godini zovemo fiksni, a one koji se javljaju određeni broj dana nakon Uskrsa zovemo pomičnima. Fiksni praznici su: Nova godina (1. siječnja), Sveta tri kralja (6. siječnja), Praznik rada (1. svibnja), Dan antifašističke borbe (22. lipnja), Dan državnosti (25. lipnja), Dan zahvalnosti (5. kolovoza), Velika Gospa (15. kolovoza), Dan neovisnosti (8. listopada), Svi sveti (1. studenoga), Božić (25. prosinca) i Sveti Stjepan (26. prosinca). Pomični praznici su Uskršni ponedjeljak i Tijelovo. Uskršni ponedjeljak je prvi ponedjeljak nakon Uskrsa, a Tijelovo četvrtkom točno 60 dana nakon Uskrsa. U Tablici 3. dan je popis dana u tjednu za fiksne državne praznike u RH od 2002. do 2016. godine. Nadalje, Tijelovo je kao državni praznik uvedeno 2002., a Dan državnosti je prije 2002. godine bio 30. svibnja. Također, pogreb predsjednika države Franje Tuđmana bio je neradan dan, u ponedjeljak 13. prosinca 1999. godine. Zbog državnih izbora čak tri ponedjeljka u 2000. godini bili su neradni dani: 3. siječnja, 24. siječnja i 7. veljače.

Kontrastne regresijske varijable potrebno je korigirati za dugoročne učinke raspodjele državnih praznika pojedinim danima tjedna. Način korekcije detaljno je opisan u Grudkowska (2015.). Sve kontrastne regresijske varijable korigiraju se za +1 u svakom mjesecu za svaki fiksan praznik u promatranom mjesecu. Što se tiče pomičnih praznika, u tablicama 4. i 5. prikazane su korekcije kontrastnih regresijskih varijabla za ožujak i travanj zbog Uskrsnog ponedjeljka, odnosno za svibanj i lipanj zbog Tijelova. Naime, budući da je vjerojatnost da fiksan praznik bude na određeni dan u tjednu jednaka  $+1/7$ , vjerojatnost da u mjesecu koji sadržava jedan fiksan praznik imamo jedan dan više koji tretiramo kao nedjelju iznosi  $+6/7$ . Stoga prosječan učinak na varijablu  $D_{7t}$  u promatranom mjesecu iznosi  $+6/7$ , a na varijablu  $D_{jt}$  iznosi  $-1/7$ , zbog čega se kontrastne regresijske varijable mijenjaju za iznos  $-1/7 - 6/7 = -1$  te ih je potrebno korigirati za iznos +1. Što se tiče pomičnih

40 Na primjer 'po-ce / pe /su-ne' označuje da je gospodarska aktivnost ista danima tjedna od ponedjeljka do četvrtka, ista subotom i nedjeljom, a različita međusobno četvrtkom, petkom i subotom, tj. znak '/' dijeli tjedan na razdoblja različite gospodarske aktivnosti.

praznika, budući da je Uskrs u razdoblju od 22. ožujka do 25. travnja, Tijelovo može biti od 21. svibnja do 24. lipnja, odnosno Uskrsni ponedjeljak može biti od 23. ožujka do 26. travnja. Tijelovo može biti u svibnju ili lipnju, a vjerojatnost da bude u svibnju jednaka je vjerojatnosti da Uskrs bude 1. travnja ili prije, što iznosi  $p_1 = 133/500$ .<sup>41</sup> Analogno, Uskrsni ponedjeljak može biti u ožujku ili travnju, a vjerojatnost da bude u ožujku jednaka je vjerojatnosti da Uskrs bude 30. ožujka ili prije, što iznosi  $p_2 = 94/500$ .<sup>42</sup> Kontrastne regresijske varijable za mjesec ožujak bit će korigirane tako da se kontrastna varijabla koja odgovara ponedjeljku poveća za  $2p_2$ , a ostale povećaju za  $p_2$ . Kontrastne varijable za mjesec travanj bit će korigirane tako da se kontrastna varijabla koja odgovara ponedjeljku poveća za  $2(1-p_2)$ , a ostale povećaju za  $(1-p_2)$ . Na sličan način, kontrastne varijable za mjesec svibanj bit će korigirane tako da se kontrastna varijabla koja odgovara četvrtku poveća za  $2p_1$ , a ostale povećaju za  $p_1$  te će kontrastne varijable za mjesec lipanj biti korigirane tako da se kontrastna varijabla koja odgovara četvrtku poveća za  $2(1-p_1)$ , a ostale povećaju za  $(1-p_1)$ .

## 4. Politika revizije sezonski prilagođenih podataka

Reviziju sezonski prilagođenih podataka uzrokuju tri čimbenika. Prvi su čimbenik promjene izvornih podataka zbog službenih revizija statističkih zavoda, drugi su čimbenik promjene procijenjenih parametara modela zbog novih opažanja, dok su treći promjene primijenjenih modela sezonske prilagodbe. Prema prvom čimbeniku svakom promjenom izvornih podataka logično dolazi i do promjene sezonski prilagođenih podataka. Prema drugom čimbeniku svako novo opažanje donosi nove informacije o vremenskoj seriji te uzrokuje promjene procijenjenih parametara regresijskog modela, što utječe na procjenu konačne S sastavnice i dovodi do povijesnih revizija objavljenih stopa promjene SA vremenske serije. Što se tiče trećeg čimbenika, do promjene modela sezonske prilagodbe može doći u dva slučaja, tijekom pripremnog tretmana vremenske serije ili procjene S sastavnice. U prvom slučaju može doći do promjene transformacije izvorne vremenske serije, promjene u broju i vrsti identificiranih netipičnih vrijednosti, promjene SARIMA procesa te promjene izbora regresijskih varijabla za prilagodbu vremenske serije za kalendarske ili druge učinke. U drugom slučaju može doći do promjene sigmalim granica te promjene u izboru filtara za procjenu S i TC sastavnice.

Politika revizije definira način i razdoblja u kojima dolazi do revizije sezonski prilagođenih podataka. Jedna od mogućnosti koju primjenjujemo u praksi jest ta da se modeli ispituju jednom godišnje, pri čemu se model drži nepromijenjen tijekom jedne godine. Nepromjenjivost modela pretpostavlja da su nepromjenjivi: transformacija izvorne vremenske serije, izbor SARIMA procesa, kritična vrijednost za identificiranje netipičnih vrijednosti, izbori filtara za procjenu S i TC sastavnice te sigmalim granice. Također, nepromjenjivost modela pretpostavlja da su izbori regresijskih varijabla za procjenu kalendarskih učinaka i netipičnih pojava nepromjenjivi. Pri procjeni S sastavnice u pojedinim iterativnim koracima koriste se unaprijed zadani filtri za procjenu S i TC sastavnice, a u pojedinim su integrirane automatske procedure kojima se odabiru filtri ovisno o odnosima procijenjenih sastavnica.<sup>43</sup> Izbori filtara prema automatskim procedurama iz D iteracije, kojima se izvršava konačna procjena S i TC sastavnice, mogu se fiksirati i držati nepromijenjeni tijekom svih iteracija. Takvim fiksiranjem filtara izbjegava se potencijalna revizija sezonski prilagođenih podataka unutar godine zbog promjene filtra. Promjena sigmalim granica može biti posljedica ciljanog smanjenja ili povećanja osjetljivosti<sup>44</sup> na identifikaciju ekstremnih iregularnih vrijednosti. Na primjer, ako su neka razdoblja ekstremno iregularna, tada će pri rastavu SI sastavnice na S i I sastavnicu I sastavnica imati veći doprinos, a S sastavnica manji doprinos u odnosu na slučaj da su sigmalim granice veće, tj. smanjena osjetljivost na identifikaciju ekstremnih iregularnih vrijednosti. Tada je i viša razina SA vremenske serije u tom razdoblju, što kao posljedicu može imati smanjenu

41 Izračun temeljen na aproksimaciji korištenoj pri proračunu regresijskih varijabla za prilagodbu vremenskih serija za učinak Uskrsa

42 Izračun temeljen na aproksimaciji korištenoj pri proračunu regresijskih varijabla za prilagodbu vremenskih serija za učinak Uskrsa

43 Koriste se tzv.  $3 \times 3$ ,  $3 \times 5$  ili  $3 \times 9$  filtri pomičnih prosjeka za procjenu sezonske sastavnice te Hendersonov filtar s 5, 7, 13 ili 23 članova za procjenu trend-ciklus sastavnice.

44 Povećavanjem sigmalim granica smanjuje se, a smanjivanjem se povećava osjetljivost na identifikaciju ekstremnih iregularnih vrijednosti.

stopu SA vremenske serije u idućem razdoblju. Iako su promjene sigmalim granica rijetke u praksi, važno je voditi računa o identificiranim ekstremnim vrijednostima na kraju vremenske serije jer bez budućih opažanja često nije moguće razlučiti radi li se o promjeni intenziteta sezonskih kretanja ili ekstremnim iregularnostima.

Između godišnjih testiranja modela sezonske prilagodbe promjena sezonski prilagođenih podataka moguća je zbog promjene procijenjenih parametara modela i/ili promjene u broju i vrsti identificiranih netipičnih vrijednosti. S obzirom na to da su tada isključene automatske procedure za transformaciju izvorne vremenske serije, identifikaciju SARIMA procesa te procjenu kalendarskih učinaka, vrlo je vjerojatno da će broj i vrsta identificiranih netipičnih vrijednosti također biti nepromijenjeni dodavanjem novih opažanja jer je stupanj slobode za identifikaciju netipičnih vrijednosti smanjen. Nadalje, kako bi se izbjegla revizija sezonski prilagođenih podataka sa svakim novim opažanjem, u praksi se koriste prognozirani sezonski i kalendarski faktori<sup>45</sup>, tj. novi sezonski i kalendarski prilagođeni podaci računaju se dijeljenjem izvornih indeksa s prognoziranim faktorima u multiplikativnom slučaju odnosno oduzimanjem u aditivnom slučaju. Tada ne dolazi do povijesnih revizija SA vremenske serije. Faktore je moguće prognozirati 12 i više mjeseci, međutim za prognoziranje su dalekih razdoblja i veća odstupanja recentnih procjena vrijednosti SA vremenske serije u odnosu na vrijednosti dobivene uporabom prognoziranih faktora. Veličine odstupanja ovise o karakteristikama izvornih vremenskih serija i stabilnosti sezonskih kretanja. U Hrvatskoj narodnoj banci modeli se najčešće ispituju jednom godišnje, i to s referentnim razdobljem prosincem, procjene parametara modela rade se s referentnim razdobljima travnjem i kolovozom, dok se tijekom siječnja, veljače i ožujka koriste faktori prognozirani u prosincu, tijekom svibnja, lipnja i srpnja faktori prognozirani u travnju, odnosno tijekom rujna, listopada i studenoga faktori prognozirani u kolovozu.

## 5. Učinak kalendara na indikatore gospodarske aktivnosti u Republici Hrvatskoj

Analiza kalendarskih učinaka napravljena je za mjesečne indikatore gospodarske aktivnosti: ukupan indeks obujma industrijske proizvodnje, ukupan indeks obujma građevinskih radova te ukupan realni i nominalni indeks prometa od trgovine na malo. U programskom paketu JDemetra+ moguće je koristiti se unaprijed definiranim specifikacijama sezonske prilagodbe.<sup>46</sup> Primjenom takve specifikacije učinak radnih dana identificiran je za sve vremenske serije, dok je učinak Uskrsa identificiran za indekse prometa od trgovine na malo. Navedeno je u skladu s očekivanjima, s obzirom na to da barem neka industrijska postrojenja, građevinske firme i trgovine ne rade vikendom, ili barem nedjeljom, te je tim danima smanjena proizvodnja, obujam građevinskih radova, odnosno promet od trgovine. Također, u razdoblju prije Uskrsa očekivano poraste promet od trgovine na malo zbog rasprodaja i povećane potrošnje kućanstava. Stoga su za sve vremenske serije ispitani različiti modeli prilagodbe za učinak radnih dana, a za indeks prometa od trgovine na malo i različiti modeli prilagodbe za učinak Uskrsa.

Za učinak radnih dana ispitana su ukupno tri modela: *wd1* model koji ne uključuje državne praznike i pretpostavlja istu gospodarsku aktivnost danima od ponedjeljka do petka, *wd2* model koji uključuje državne praznike i pretpostavlja istu gospodarsku aktivnost danima od ponedjeljka do petka te *wd3* model koji uključuje državne praznike i pretpostavlja istu gospodarsku aktivnost danima od ponedjeljka do subote. Za učinak Uskrsa ispitani su modeli koji pretpostavljaju povećanje prometa od trgovine na malo 15, 13, 8 ili 6 dana prije Uskrsa, redom označeni kao  $(-15,-1)$ ,  $(-13,-1)$ ,  $(-8,-1)$  i  $(-6,-1)$  modeli.<sup>47</sup> Također je ispitan učinak

<sup>45</sup> Prognozirane vrijednosti *S* sastavnice i kalendarske komponente nazivaju se prognoziranim faktorima.

<sup>46</sup> Takve specifikacije sadržavaju unaprijed određene postavke automatskih procedura, unaprijed definirane sigmalim granice te vrijednost kritičnog parametra za identifikaciju netipičnih vrijednosti.

<sup>47</sup> Za svaki izbor regresijskog modela ispitani su i dodati učinak dodavanja regresijske varijable kojom se modelira pad aktivnosti za Uskrs i Uskrsni ponedjeljak, ali su takvi modeli odbačeni.

prijestupne godine, tj. dolazi li do povećanja proizvodnje, obujma građevinskih radova ili prometa od trgovine na malo zbog radnog dana više u veljači prijestupne godine, označen kao *ly* model. Ukupan model kalendarske prilagodbe čini izbor pojedinačnih modela za učinke radnih dana, Uskrsa i prijestupne godine, pri čemu je model bez kalendarske prilagodbe označen oznakom *x*.

Prethodno identificirane netipične vrijednosti<sup>48</sup> za ukupan indeks industrijske proizvodnje jesu: promjena razine u prosincu 2008. (*ls2008.12*), aditivna netipična vrijednost u kolovozu 2011. (*ao2011.8*) i promjena razine u siječnju 2012. godine (*ls2012.1*). U prosincu 2008. zbog globalne je ekonomske krize zabilježen pad u proizvodnji svih komponenata GIG-a, posebice trajnih proizvoda za široku potrošnju, pad proizvodnje u prerađivačkoj industriji te je došlo do gomilanja zaliha. U trećem tromjesečju 2011. pala je industrijska proizvodnja ponajprije zbog inozemne potražnje, ali i domaće, te je najviše smanjena proizvodnja kapitalnih dobara (HNB, Bilten, br. 175). U siječnju 2012. dolazi do smanjenja inozemne i domaće potražnje te dolazi do smanjene proizvodnje duhanskih proizvoda i pića (HNB, Bilten, br. 180).

Prethodno identificirane netipične vrijednosti za ukupan indeks obujma građevinskih radova jesu: promjena razine u siječnju 2008. (*ls2008.1*) te aditivna netipična vrijednost u veljači 2012. godine (*ao2012.2*). Krajem 2007. planirane su mnoge javne investicije te su se u siječnju i veljači 2008. gradili prethodno planirani objekti. U nastavku 2008. dolazi do kontinuiranog usporavanja rasta stambenih kredita i opadanja planiranih investicija stanovništva u nekretnine (HNB, Bilten, br. 139) te do stagniranja investicija države u cestogradnju, čemu se može pridodati i zamjetno manji broj izdanih odobrenja za građenje kod svih vrsta građevina (HNB, Bilten, br. 140).

Prethodno identificirane netipične vrijednosti za ukupan nominalni i realni indeks prometa od trgovine na malo su: privremena promjena u kolovozu 2007. (*tc2008.8*)<sup>49</sup> i promjena razine u siječnju 2009. godine (*ls2009.1*). Naime, u kolovozu 2007. zabilježena je izrazito visoka razina realnog prometa od trgovine na malo, što je ponajprije posljedica snažnog rasta potražnje u vrijeme glavne turističke sezone te povoljnih kretanja na tržištu rada. Osim toga, ostvaren je visoki rast u prodaji motornih vozila kao i motornih goriva te maziva. U siječnju 2009. negativan utjecaj na kretanje maloprodaje imalo je slabljenje optimizma potrošača zbog pogoršanih gospodarskih prilika u to vrijeme, ali i otežanih uvjeta kreditiranja te povećanog tereta postojećih otpлата. Pritom je zabilježeno izrazito smanjenje kupnji motornih vozila, ponajprije automobila, zbog pada potražnje fizičkih i pravih osoba. Osim toga, smanjenju maloprodaje pridonijela je i zabrana rada trgovina nedjeljom.

Rezultati analize za različite ispitane modele kalendarske prilagodbe nalaze se u tablicama 6., 7., 8. i 9., redom za ukupan indeks obujma industrijske proizvodnje, ukupan indeks obujma građevinskih radova, ukupan nominalni i realni indeks prometa od trgovine na malo. U navedenim tablicama nalaze se pripadne vrijednosti informacijskih kriterija (*aic*, *aicc*, *bic*, *bicc*), identificirani SARIMA procesi, popisi netipičnih vrijednosti<sup>50</sup>, izbori transformacija izvornih indeksa, s oznakom 1 za logaritamsku transformaciju ili 0 bez transformacije, te izbori konstanti u regresijskim modelima, s oznakom 1 za uključenu konstantu ili 0 bez konstante.

Odluka o konačnom izboru regresijskog modela temelji se na kriteriju minimizacije informacijskih kriterija. Za ukupan indeks industrijske proizvodnje odabran je aditivan model bez konstante, SARIMA proces (011)(011) s uključenim regresijskim varijablama za procjenu učinka radnih dana (*wd2*) i učinka prijestupne godine (*ly*) te bez dodatnih netipičnih vrijednosti. Za ukupan indeks obujma građevinskih radova odabran je multiplikativan model bez konstante, SARIMA proces (110)(011) s regresijskim varijablama za procjenu učinka radnih dana (*wd2*) te bez dodatnih netipičnih vrijednosti. Za ukupan nominalni indeks prometa od trgovine na malo odabran je multiplikativan model bez konstante, SARIMA proces (011)(011) s regresijskim varijablama za procjenu učinka radnih dana (*wd3*), učinka prijestupne godine (*ly*) i učinka Uskrsa ( $-13,-1$ ) te bez dodatnih netipičnih vrijednosti. Za ukupan realni indeks prometa od trgovine na malo uzeta su u obzir dva regresijska modela, pri čemu oba sadržavaju regresijske varijable za procjenu učinka radnih dana (*wd3*). Prvi je model multiplikativan i bez konstante, SARIMA proces (011)(011) s regresijskim varijablama za procjenu učinka prijestupne godine (*ly*) i učinka Uskrsa ( $-13,-1$ ), a drugi također multiplikativan i bez konstante,

48 Netipične vrijednosti koje su prethodno identificirane i kao takve unaprijed zadane u specifikacijama sezonske prilagodbe

49 Takva netipična vrijednost skraćeno se piše TC, prema engl. *temporary change*.

50 Popis ne uključuje netipične vrijednosti koje su unaprijed zadane u specifikaciji sezonske prilagodbe.

SARIMA proces (110)(011) s regresijskim varijablama za procjenu učinka prijestupne godine (ly) i učinka Uskrsa (-6,-1). S obzirom na konačan izbor modela za nominalni indeks prometa od trgovine na malo i budući da prema relaciji (31) nije moguće odbaciti prvi predloženi model u odnosu na drugi iako ima veće vrijednosti informacijskih kriterija, za realni indeks prometa od trgovine na malo izabran je prvi model.

Rezultati regresijske analize, uzevši u obzir prethodne izbore kalendarske prilagodbe, nalaze se u tablicama 11., 12., 13. i 14. U tablicama su prikazane sve regresijske varijable, procjene pripadnih parametara, pridružene t-statistike, p-vrijednosti te vremenski raspon izvornih podataka (span) i vremenski raspon na kojem je izvršena procjena regresijskog modela<sup>51</sup> (modelsspan). Također su prikazani rezultati F-testa za modele kalendarske prilagodbe koji uključuju dvije ili više regresijskih varijabla. Za vremenske serije za koje je identificiran airline model, u tablicama su prikazane procjene  $ma(1)$  i  $sma(1)$  parametara, označene redom  $\Theta(1)$  i  $B\Theta(1)$ , a za vremensku seriju za koju je identificiran (110)(011) model, u tablici su prikazane procjene  $ar(1)$  i  $sma(1)$  parametra, označene redom  $\Phi(1)$  i  $B\Theta(1)$ .

Na slikama 5., 7., 9. i 11. prikazani su izvorni indeksi (y), sezonski prilagođeni indeksi (sa) i kalendarski prilagođeni indeksi (ycal), a na slikama 6., 8., 10. i 12. prikazane su pripadne godišnje stope promjene (yoy) za izvorne i kalendarski prilagođene indekse, odnosno mjesečne stope promjene (mom) za sezonski prilagođene indekse. Procjene su učinjene s posljednjim opažanjem za prosinac 2015.<sup>52</sup> te su na slikama prikazani rezultati za 2014. i 2015. godinu.<sup>53</sup> Navedene stope promjene često se koriste za interpretaciju ekonomskih kretanja. Međutim, osim razlika u veličini, stope promjene često se razlikuju i u predznaku, što prividno može dati kontradiktornu informaciju o ekonomskim kretanjima.

Na primjer, za indeks obujma građevinskih radova u siječnju 2015. vidljiva je pozitivna mjesečna stopa sezonski prilagođenog indeksa koja iznosi 2,3%, pozitivna godišnja stopa kalendarski prilagođenog indeksa od 0,3%, dok je godišnja stopa promjene izvornog indeksa negativna i iznosi -3,1%. Državni praznici su u siječnju 2014. bili ponedjeljkom i srijedom, a u siječnju 2015. utorkom i četvrtkom te nema razlike u gospodarskoj aktivnosti tih mjeseci zbog državnih praznika. Međutim, u siječnju 2014. srijeda, četvrtak i petak javljaju se pet puta, dok se u siječnju 2015. četvrtak, petak i subota javljaju pet puta. Stoga se prilagodbom za učinak radnih dana razina izvorne vremenske serije u siječnju 2014. smanji zbog radnog dana više, a 2015. poveća, što dovodi do pozitivne godišnje stope kalendarski prilagođenog indeksa.

Za indeks obujma industrijske proizvodnje godišnja stopa promjene izvornog indeksa u prosincu 2014. iznosi 6,9%, a kalendarski prilagođenog 4,7%. U prosincu 2014. ponedjeljak, utorak i srijeda javljaju se pet puta, a u prosincu 2015. utorak, srijeda i četvrtak. Međutim, državni praznici su u prosincu 2014. bili četvrtkom i petkom, a 2015. petkom i subotom te se ponovno radi o jednom radnom danu više u prosincu 2014. u odnosu na prosinac 2015., što dovodi do razlike u stopi od 2,2 postotna boda.

Za realni indeks prometa od trgovine na malo u travnju 2015. mjesečna stopa sezonski prilagođenog indeksa iznosi 1%, godišnja stopa kalendarski prilagođenog indeksa je 3,3%, dok je godišnja stopa promjene izvornog indeksa 1,5%. Budući da se u travnju 2014. pet puta javljaju utorak i srijeda, a u travnju 2015. srijeda i četvrtak, pri čemu je jedini praznik koji nije nedjeljom u navedenim mjesecima Uskrasni ponedjeljak, nema učinka radnih dana u navedenim mjesecima jer smo pretpostavili istu gospodarsku aktivnost danima od ponedjeljka do subote. Stoga jedinu razliku godišnje stope izvornog i kalendarski prilagođenog indeksa uzrokuje rani datum Uskrsa 2015. godine, 5. travnja, u odnosu na 2014. godinu, 20. travnja.

U Tablici 15. nalaze se rezultati postotnih revizija ( $rev_t$ ) konačne procjene SA vremenske serije ( $SA_{t/L}$ ) u odnosu na tekuću procjenu ( $SA_{t/i}$ ), pri čemu  $L$  označuje prosinac 2015., a oznaka  $SA_{t/j}$  sezonski prilagođenu vrijednost u trenutku  $i$ , za procjenu s posljednjim opažanjem  $j$ . U Tablici 15. nalaze se izračuni za srednju postotnu reviziju (mean), drugi korijen srednjega kvadratnog odstupanja od srednje vrijednosti (rmse) i srednju apsolutnu postotnu reviziju (absmean), za posljednje četiri godine.

51 Ako vremenski raspon za procjenu regresijskog modela isključuje opažanja u početnim godinama, ona su isključena u svrhu kvalitetnijih procjena kalendarskih i sezonskih učinaka u recentnim razdobljima.

52 Prema politici revidiranja modeli sezonske prilagodbe izabrani u prosincu 2015. primjenjivali su se tijekom 2016. i ponovnim testiranjem modela u prosincu 2016. nisu učinjene izmjene modela.

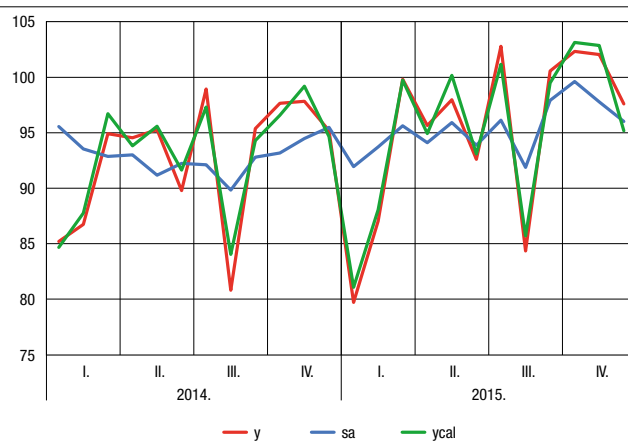
53 Pri procjeni S sastavnice filteri za procjenu S i TC sastavnice nisu fiksirani te mogu postojati razlike u odnosu na službeno objavljene sezonski i kalendarski prilagođene podatke.

$$rev_t = 100 \left( \frac{SA_{t/L}}{SA_{t/t}} - 1 \right) \quad (54)$$

Prema rezultatima u Tablici 15. konačne procjene vrijednosti SA vremenske serije učinjene na vremenskom rasponu do prosinca 2015. mijenjaju se u apsolutnim iznosima prosječno za 0,61%, 0,55%, 0,45% odnosno 0,43% u posljednje četiri godine u odnosu na prve procjene, redom za indekse obujma industrijske proizvodnje, obujma građevinskih radova te nominalnog i realnog prometa od trgovine na malo. Stoga razlika konačne stope promjene u odnosu na njezinu prvu procjenu može biti reda veličine i par postotnih bodova, što je potrebno uzeti u obzir u interpretaciji rezultata sezonske prilagodbe.

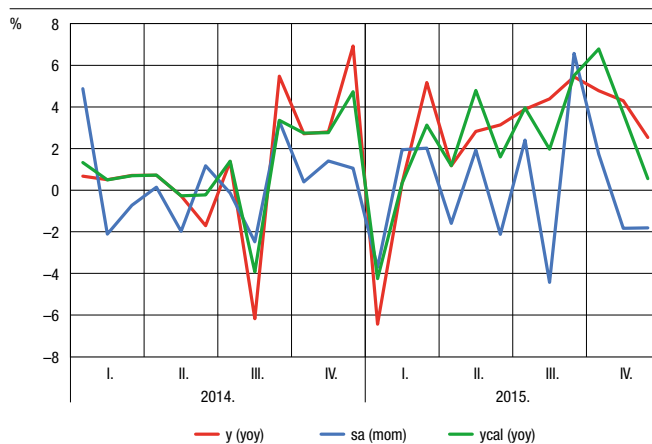
Također, sezonska prilagodba indikatora gospodarske aktivnosti učinjena je izravnim pristupom, tj. svi su učinci identificirani na agregiranim indeksima. Alternativan je pristup prilagodba ukupnog indeksa agregiranjem prilagođenih potkomponentata. Međutim, greške takvih procjena bile bi veće s obzirom na to da pojedine komponente agregata najčešće karakterizira veća nestabilnost sezonskih kretanja i više identificiranih netipičnih vrijednosti.

Slika 5. Izvorni, sezonski i kalendarski prilagođen ukupan indeks obujma industrijske proizvodnje



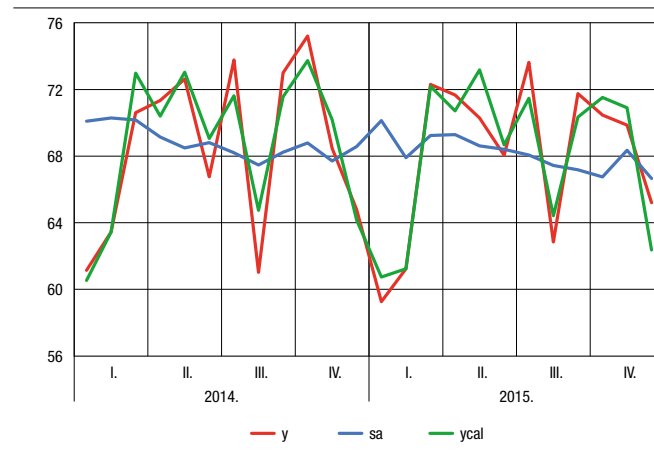
Izvor: Autorov izračun

Slika 6. Stope promjene ukupnog indeksa obujma industrijske proizvodnje



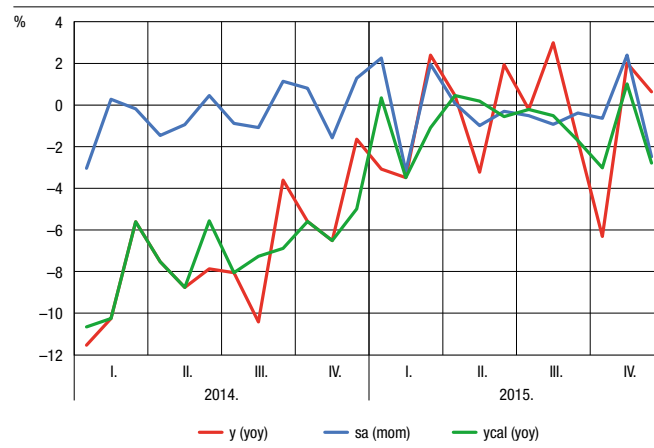
Izvor: Autorov izračun

Slika 7. Izvorni, sezonski i kalendarski prilagođen ukupan indeks obujma građevinskih radova



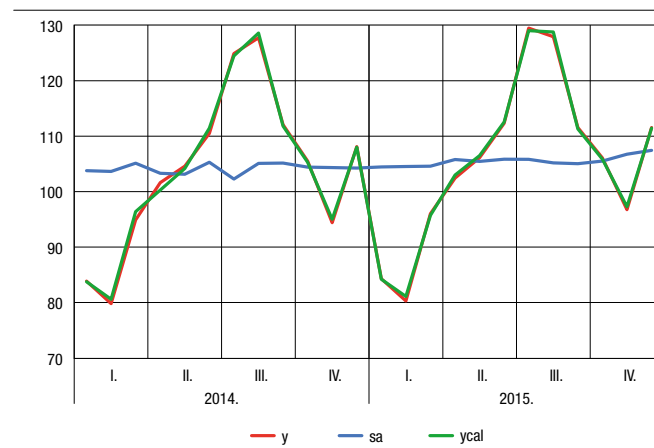
Izvor: Autorov izračun

Slika 8. Stope promjene ukupnog indeksa obujma građevinskih radova



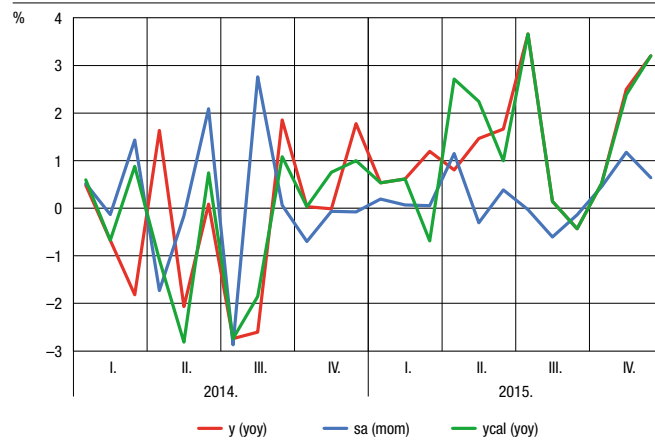
Izvor: Autorov izračun

Slika 9. Izvorni, sezonski i kalendarski prilagođen ukupan nominalni indeks prometa od trgovine na malo



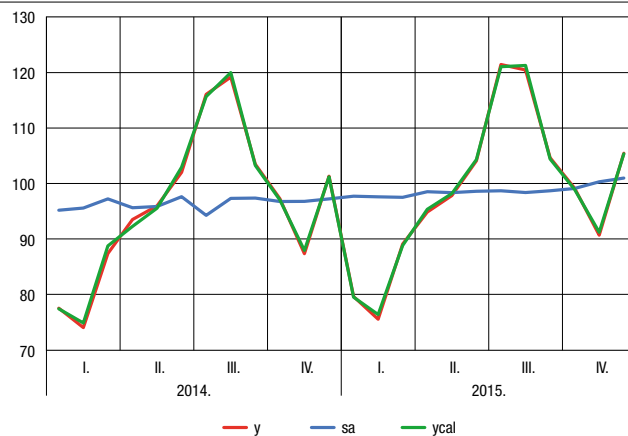
Izvor: Autorov izračun

Slika 10. Stope promjene ukupnoga nominalnog indeksa prometa od trgovine na malo



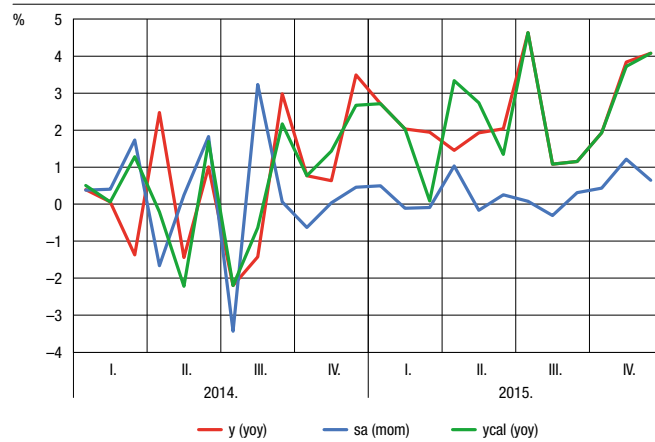
Izvor: Autorov izračun

Slika 11. Izvorni, sezonski i kalendarski prilagođen ukupan realni indeks prometa od trgovine na malo



Izvor: Autorov izračun

Slika 12. Stope promjene ukupnoga realnog indeksa prometa od trgovine na malo



Izvor: Autorov izračun



---

## 6. Zaključak

U radu su opisani koraci procesa sezonske prilagodbe te je izvršena sezonska prilagodba važnih indikatora gospodarske aktivnosti u Republici Hrvatskoj: industrijska proizvodnja, obujam građevinskih radova i promet od trgovine na malo. Učinak radnih dana identificiran je za sve navedene indikatore, učinak prijestupne godine za sve osim obujma građevinskih radova, a učinak Uskrsa samo za promet od trgovine na malo. Regresijski modeli procjene učinka radnih dana za obujam industrijske proizvodnje i obujam građevinskih radova pretpostavljaju istu gospodarsku aktivnost od ponedjeljka do petka i smanjenu aktivnost vikendom, dok za promet od trgovine na malo pretpostavljaju istu gospodarsku aktivnost od ponedjeljka do subote te smanjenu aktivnost nedjeljom. Svi navedeni modeli pretpostavljaju smanjenu aktivnost državnim praznicima. Regresijski model procjene učinka Uskrsa za promet od trgovine na malo pretpostavlja rast aktivnosti koja traje 13 dana, započinje u ponedjeljak dva tjedna prije Uskrsa i završava u subotu dan prije Uskrsa.

S obzirom na to da kalendar ima značajan utjecaj na gospodarsku aktivnost, u izradi ekonometrijskih modela prognoze kretanja izvornih indeksa mogu se koristiti regresijski modeli procjene kalendarskih učinaka izvedeni u radu. Pretpostavke i ograničenja primijenjenih modela mogu biti korisni u interpretaciji rezultata sezonske prilagodbe. Tako se za analizu recentnih kretanja često koriste mjesečne stope promjene sezonski prilagođenih vremenskih serija, a takve su serije rezultat procjene regresijskog modela tijekom pripremnog tretmana vremenske serije te procjene sezonske sastavnice. Tijekom pripremnog tretmana radi se prilagodba za učinke kalendara i netipičnih vrijednosti. Pritom se za procjenu pojedinoga kalendarskog učinka procjenjuje jedan parametar, čime se identificira prosječan kalendarski učinak na zadanom vremenskom rasponu te zanemaruje mogućnost njegove vremenske ovisnosti. Također, sezonski prilagođena vremenska serija sadržava sve netipične vrijednosti koje su postupkom prilagodbe pripisane iregularnoj ili trend-ciklus sastavnici. Konačna procjena sezonske sastavnice ovisi o stabilnosti sezonskih kretanja izvorne serije, vremenskom rasponu procjene regresijskog modela, metodološkim i drugim učinjenim promjenama tijekom konstrukcije izvornih serija te o primijenjenoj metodi procjene sezonske sastavnice. Zato su procjene sezonski prilagođenih vrijednosti za posljednja opažanja uvijek privremene te je potrebno nekoliko godina da postignu približno svoje konačne vrijednosti. U pojedinim razdobljima grešci procjene pridonose i greške prognoziranja sezonskih i kalendarskih faktora te korisnici sezonski prilagođenih podataka trebaju biti informirani o primijenjenoj politici revizije.

---

## Literatura

- [1] Bell, W. R. i Hillmer, S. C. (1983.): *Modeling Time Series with Calendar Variation*
- [2] Eurostat (2015.): *ESS guidelines on seasonal adjustment*
- [3] Grudkowska, S. (2015.): *JDemetra+ Reference Manual Version 1.1*
- [4] Ladiray, D. i Quenneville, B. (2011.): *Seasonal adjustment with the X11-Method*

## Dodatak

Tablica 1. Datumi Uskrsa od 1998. do 2027.

Godina	Uskrs	Godina	Uskrs
1998.	12. travnja	2013.	31. ožujka
1999.	4. travnja	2014.	20. travnja
2000.	23. travnja	2015.	5. travnja
2001.	15. travnja	2016.	27. ožujka
2002.	31. ožujka	2017.	16. travnja
2003.	20. travnja	2018.	1. travnja
2004.	11. travnja	2019.	21. travnja
2005.	27. ožujka	2010.	12. travnja
2006.	16. travnja	2021.	4. travnja
2007.	8. travnja	2022.	17. travnja
2008.	23. ožujka	2023.	9. travnja
2009.	12. travnja	2024.	31. ožujka
2010.	4. travnja	2025.	20. travnja
2011.	24. travnja	2026.	5. travnja
2012.	8. travnja	2027.	28. ožujka

Tablica 2. Broj javljanja Uskrsa na promatrane datume za različite izbore vremenskih raspona

Datum	1. raspon*	2. raspon*	3. raspon*	Datum	1. raspon*	2. raspon*	3. raspon*
22.3.	27.550	4	3	9.4.	186.200	9	12
23.3.	54.150	6	7	10.4.	192.850	16	18
24.3.	81.225	2	2	11.4.	186.200	17	21
25.3.	110.200	7	9	12.4.	192.850	13	18
26.3.	13.300	12	15	13.4.	189.525	12	14
27.3.	165.300	13	15	14.4.	189.525	14	15
28.3.	186.200	10	12	15.4.	192.850	12	18
29.3.	192.850	12	13	16.4.	186.200	17	22
30.3.	189.525	12	18	17.4.	192.850	15	17
31.3.	189.525	16	22	18.4.	197.400	14	16
1.4.	192.850	15	17	19.4.	220.400	12	17
2.4.	186.200	14	15	20.4.	189.525	10	15
3.4.	192.850	10	16	21.4.	162.450	14	17
4.4.	186.200	11	16	22.4.	137.750	12	14
5.4.	192.850	17	21	23.4.	106.400	4	6
6.4.	189.525	17	18	24.4.	82.650	4	6
7.4.	189.525	11	15	25.4.	42.000	4	5
8.4.	192.850	12	15				

\* 1., 2. i 3. raspon redom se odnose na razdoblja: 5,7 milijuna god., prvi ciklus gregorijanskoga kalendara, 1600. – 2099.

Tablica 3. Dani u tjednu\* za fiksne državne praznike u Republici Hrvatskoj od 2002. do 2016.\*\*

Državni praznici	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
Nova godina	ut	sr	ce	su	ne	po	ut	ce	pe	su	ne	ut	sr	ce	pe
Sveta tri kralja	ne	po	ut	ce	pe	su	ne	ut	sr	ce	pe	ne	po	ut	sr
Praznik rada	sr	ce	su	ne	po	ut	ce	pe	su	ne	ut	sr	ce	pe	ne
Dan antifašističke borbe	su	ne	ut	sr	ce	pe	ne	po	ut	sr	pe	su	ne	po	sr
Dan državnosti	ut	sr	pe	su	ne	po	sr	ce	pe	su	po	ut	sr	ce	su
Dan zahvalnosti	po	ut	ce	pe	su	ne	ut	sr	ce	pe	ne	po	ut	sr	pe
Velika Gospa	ce	pe	ne	po	ut	sr	pe	su	ne	po	sr	ce	pe	su	po
Dan neovisnosti	ut	sr	pe	su	ne	po	sr	ce	pe	su	po	ut	sr	ce	su
Svi sveti	pe	su	po	ut	sr	ce	su	ne	po	ut	ce	pe	su	ne	ut
Božić	sr	ce	su	ne	po	ut	ce	pe	su	ne	ut	sr	ce	pe	ne
Sveti Stjepan	ce	pe	ne	po	ut	sr	pe	su	ne	po	sr	ce	pe	su	po

\* Oznake po, ut, sr, ce, pe, su i ne odnose se na dane od ponedjeljka do nedjelje.

\*\* Oznake 02, 03, ...16 odnose se redom na godine od 2002. do 2016.

Tablica 4. Korekcija kontrastnih regresijskih varijabla zbog Uskrsnog ponedjeljka

Mjesec	$D_{7t}$	$D_{1t}$	$D_{jt} j \neq 1,7$	$\Delta(D_{7t} - D_{7t})$	$\Delta(D_{jt} - D_{7t}) j \neq 1$
ožujak	$+p_2$	$-p_2$	0	$-2p_2$	$-p_2$
travanj	$+(1-p_2)$	$-(1-p_2)$	0	$-2(1-p_2)$	$-(1-p_2)$

Tablica 5. Korekcija kontrastnih regresijskih varijabla zbog Tijelova

Mjesec	$D_{7t}$	$D_{4t}$	$D_{jt} j \neq 4,7$	$\Delta(D_{4t} - D_{7t})$	$\Delta(D_{jt} - D_{7t}) j \neq 1$
svibanj	$+p_1$	$-p_1$	0	$-2p_1$	$-p_1$
lipanj	$+(1-p_1)$	$-(1-p_1)$	0	$-2(1-p_1)$	$-(1-p_1)$

Tablica 6. Regresijski modeli i pripadne vrijednosti informacijskih kriterija za ukupan indeks obujma industrijske proizvodnje

Model	SARIMA	Netipične vr.	log	const	aic	aicc	bic	bicc
wd1+ly	(011)(011)	x	0	0	743,67	744,66	768,02	2,00
wd1	(011)(011)	x	0	0	751,20	751,96	772,50	2,02
wd2+ly	(011)(011)	x	0	0	720,59*	721,58*	744,94*	1,87*
wd2	(011)(011)	x	0	0	729,83	730,60	751,14	1,90
wd3+ly	(011)(011)	x	0	0	743,68	744,66	768,02	2,00
wd3	(011)(011)	x	0	0	753,14	753,90	774,45	2,04
ly	(311)(011)	x	0	0	797,71	799,24	828,15	2,37
x	(311)(011)	x	0	0	803,42	804,66	830,81	2,38

\* Minimalna vrijednost pripadajućega informacijskoga kriterija na promatranom skupu modela

Tablica 7. Regresijski modeli i pripadne vrijednosti informacijskih kriterija za ukupan indeks obujma građevinskih radova

Model	SARIMA	Netipične vr.	log	const	aic	aicc	bic	bicc
wd1+ly	(011)(011)	x	1	0	515,05	516,18	533,76	-6,97
wd1	(011)(011)	x	1	0	514,98	515,82	531,02	-6,99
wd2+ly	(110)(011)	x	1	0	491,40	492,53	510,11	-7,18
wd2	(110)(011)	x	1	0	490,16*	491,00*	506,20*	-7,22*
wd3+ly	(210)(011)	tc(2-2009)	1	0	548,76	550,61	572,81	-6,56
wd3	(210)(011)	tc(2-2009)	1	0	550,12	551,59	571,51	-6,58
ly	(211)(111)	tc(2-2009), tc(1-2007)	1	0	561,62	564,40	591,02	-6,44
x	(210)(011)	tc(1-2010)	1	0	579,85	581,32	601,23	-6,43

\* Minimalna vrijednost pripadajućega informacijskoga kriterija na promatranom skupu modela

Tablica 8. Regresijski modeli i pripadne vrijednosti informacijskih kriterija za ukupan nominalni indeks prometa trgovine na malo

Model	SARIMA	Netipične vr.	log	const	aic	aicc	bic	bicc
wd1	(0,1,1)(0,1,1)	x	0	0	524,85	525,60	541,52	1,66
wd1+ly	(1,1,0)(0,1,1)	x	1	0	514,26	515,27	533,71	-7,69
wd1+ly+(-15,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	493,57	494,88	515,81	-7,83
wd1+ly+(-13,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	492,82	494,13	515,06	-7,84
wd1+ly+(-8,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	498,22	499,53	520,45	-7,79
wd1+ly+(-6,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	504,05	505,36	526,28	-7,75
wd1+(-15,-1)	(2,1,1)(0,1,1)	x	0	0	501,86	503,51	526,87	1,53
wd1+(-13,-1)	(2,1,1)(0,1,1)	x	0	0	502,10	503,75	527,11	1,54
wd1+(-8,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	0	0	513,21	514,22	532,67	1,59
wd1+(-6,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	0	0	514,20	515,21	533,66	1,59
wd2	(0,1,1)(0,1,1)	x	0	0	529,70	530,45	546,38	1,70
wd2+ly	(1,1,0)(0,1,1)	x	1	0	519,02	520,03	538,47	-7,65
wd2+ly+(-15,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	498,00	499,31	520,23	-7,79
wd2+ly+(-13,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	496,92	498,23	519,15	-7,80
wd2+ly+(-8,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	501,63	502,94	523,87	-7,76
wd2+ly+(-6,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	505,24	506,55	527,47	-7,73
wd2+(-15,-1)	(2,1,1)(1,1,0)	x	0	0	502,43	504,08	527,44	1,54
wd2+(-13,-1)	(2,1,1)(1,1,0)	x	0	0	501,97	503,62	526,98	1,54
wd2+(-8,-1)	(2,1,1)(1,1,0)	x	0	0	506,60	508,25	531,61	1,57
wd2+(-6,-1)	(2,1,1)(1,1,0)	x	0	0	508,53	510,18	533,54	1,59
wd3	(0,1,1)(0,1,1)	x	0	0	527,02	527,77	543,70	1,67
wd3+ly	(1,1,0)(0,1,1)	x	1	0	515,36	516,37	534,81	-7,68
wd3+ly+(-15,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	492,03	493,34	514,26	-7,84
wd3+ly+(-13,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	489,95*	491,26*	512,18*	-7,86*
wd3+ly+(-8,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	491,05	492,36	513,28	-7,86
wd3+ly+(-6,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	492,70	494,01	514,94	-7,84
wd3+(-15,-1)	(2,1,1)(1,1,0)	x	0	0	499,05	500,70	524,06	1,51
wd3+(-13,-1)	(2,1,1)(0,1,1)	x	0	0	497,97	499,62	522,98	1,50
wd3+(-8,-1)	(2,1,1)(1,1,0)	x	0	0	500,90	502,56	525,92	1,52
wd3+(-6,-1)	(0,1,1)(1,1,0)	x	0	0	502,86	503,87	522,31	1,50
ly+(-15,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	507,07	508,08	526,53	-7,74
ly+(-13,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	506,55	507,56	526,01	-7,74
ly+(-8,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	510,80	511,81	530,25	-7,71

Model	SARIMA	Netipične vr.	log	const	aic	aicc	bic	bicc
ly+(-6,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	513,90	514,91	533,35	-7,68
ly	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	521,14	521,89	537,82	-7,65
(-15,-1)	(2,1,1)(0,1,1)	x	0	0	509,15	510,46	531,38	1,57
(-13,-1)	(2,1,1)(0,1,1)	x	0	0	509,26	510,57	531,49	1,57
(-8,-1)	(2,1,1)(0,1,1)	x	0	0	514,47	515,78	536,70	1,62
(-6,-1)	(2,1,1)(0,1,1)	x	0	0	516,63	517,94	538,86	1,63
x	(0,1,1)(0,1,1)	x	0	0	530,83	531,36	544,72	1,69

\* Minimalna vrijednost pripadajućega informacijskoga kriterija na promatranom skupu modela

Tablica 9. Regresijski modeli i pripadne vrijednosti informacijskih kriterija za ukupan realni indeks prometa trgovine na malo

Model	SARIMA	Netipične vr.	log	const	aic	aicc	bic	bicc
wd1	(0,1,1)(0,1,1)	x	0	0	526,48	527,23	543,15	1,67
wd1+ly	(1,1,0)(0,1,1)	x	1	0	514,91	515,92	534,36	-7,66
wd1+ly+(-15,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	496,24	497,55	518,47	-7,78
wd1+ly+(-13,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	496,09	497,40	518,33	-7,79
wd1+ly+(-8,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	502,04	503,35	524,27	-7,74
wd1+ly+(-6,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	504,47	505,78	526,70	-7,72
wd1+(-15,-1)	(2,1,1)(0,1,1)	x	0	0	503,51	505,16	528,52	1,54
wd1+(-13,-1)	(2,1,1)(0,1,1)	x	0	0	504,76	506,41	529,77	1,55
wd1+(-8,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	502,04	503,35	524,27	-7,74
wd1+(-6,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	504,47	505,78	526,70	-7,72
wd2	(0,1,1)(0,1,1)	x	0	0	531,08	531,83	547,75	1,71
wd2+ly	(1,1,0)(0,1,1)	x	1	0	519,69	520,70	539,15	-7,62
wd2+ly+(-15,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	500,98	502,28	523,21	-7,75
wd2+ly+(-13,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	500,53	501,84	522,77	-7,75
wd2+ly+(-8,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	505,84	507,15	528,08	-7,71
wd2+ly+(-6,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	505,75	507,05	527,98	-7,71
wd2+(-15,-1)	(2,1,1)(0,1,1)	x	0	0	503,93	505,58	528,94	1,55
wd2+(-13,-1)	(2,1,1)(0,1,1)	x	0	0	504,64	506,29	529,65	1,55
wd2+(-8,-1)	(2,1,1)(0,1,1)	x	0	0	510,86	512,51	535,87	1,60
wd2+(-6,-1)	(0,1,1)(1,1,0)	x	0	0	510,30	511,95	535,31	1,59
wd3	(0,1,1)(0,1,1)	x	0	0	528,24	528,99	544,91	1,68
wd3+ly	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	517,90	518,91	537,35	-7,63
wd3+ly+(-15,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	494,84	496,15	517,07	-7,80
wd3+ly+(-13,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	493,53*	494,84*	515,76*	-7,81*
wd3+ly+(-8,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	495,81	497,11	518,04	-7,79
wd3+ly+(-6,-1)	(1,1,0)(0,1,1)	x	1	0	492,07*	493,38*	514,30*	-7,82*
wd3+(-15,-1)	(2,1,1)(0,1,1)	x	0	0	501,24	502,90	526,26	1,52
wd3+(-13,-1)	(2,1,1)(0,1,1)	x	0	0	501,64	503,29	526,65	1,53
wd3+(-8,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	0	0	513,98	514,99	533,43	1,59
wd3+(-6,-1)	(0,1,1)(1,1,0)	x	0	0	505,69	506,70	525,14	1,52
ly+(-15,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	509,71	510,72	529,17	-7,69
ly+(-13,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	509,65	510,66	529,11	-7,69
ly+(-8,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	514,28	515,29	533,74	-7,66
ly+(-6,-1)	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	514,82	515,83	534,27	-7,65
ly	(0,1,1)(0,1,1)	x	1	0	522,30	523,05	538,98	-7,62
(-15,-1)	(2,1,1)(0,1,1)	x	0	0	510,69	512,00	532,92	1,58

Model	SARIMA	Netipične vr.	log	const	aic	aicc	bic	bicc
(-13,-1)	(2,1,1)(0,1,1)	x	0	0	511,56	512,87	533,79	1,58
(-8,-1)	(2,1,1)(0,1,1)	x	0	0	517,38	518,69	539,62	1,63
(-6,-1)	(2,1,1)(0,1,1)	x	0	0	517,50	518,80	539,73	1,63
x	(0,1,1)(0,1,1)	x	0	0	532,81	533,34	546,70	1,70

\* Minimalne vrijednosti pripadajućega informacijskoga kriterija na promatranom skupu modela

Tablica 10. Regresijski modeli za prilagodbu vremenskih serija za učinak radnih dana

Regresijski model	Pretpostavke*
$\sum_{j=1}^6 a_j^{(6)} A_{jt}^{(6)}$	po / ut / sr / ce / pe / su / ne
$\tilde{a} \sum_{j=1}^6 A_{jt}^{(6)}$	po-su / ne
$\tilde{a} \sum_{j=1}^5 A_{jt}^{(6)} + a_6^{(6)} A_{6t}^{(6)}$	po-pe / su / ne
$\tilde{a} \left( \sum_{j=1}^5 A_{jt}^{(6)} - \frac{5}{2} A_{6t}^{(6)} \right)$	po-pe / su-ne
$\tilde{a} \left( \sum_{j=1}^4 A_{jt}^{(6)} - \frac{4}{3} (A_{5t}^{(6)} + A_{6t}^{(6)}) \right)$	po-ce / pe-su-ne
$a \sum_{j=1}^4 A_{jt}^{(6)} + a_5^{(6)} (A_{5t}^{(6)} + A_{6t}^{(6)})$	po-ce / pe-su / ne
$\tilde{a}_1 \left( \sum_{j=1}^4 A_{jt}^{(6)} - 2A_{6t}^{(6)} \right) + \tilde{a}_2 \left( A_{5t}^{(6)} - \frac{1}{2} A_{6t}^{(6)} \right)$	po-ce / pe / su-ne

\* Dani tjedna od ponedjeljka do nedjelje označeni su kraticama: po, ut, sr, ce, pe, su i ne. Oznaka 'a-b' odnosi se na istu gospodarsku aktivnost od dana a do dana b. Oznaka 'a/b' odnosi se na različitu gospodarsku aktivnost razdoblja a i b.

Tablica 11. Rezultat regresijske analize\*\* za ukupan indeks obujma industrijske proizvodnje

	Parametar	t-stat	p-vrijednost
Theta(1)	-0,58	-8,84	0,00
BTheta(1)	-0,76	-11,94	0,00
wd2*	0,54	10,92	0,00
ly*	4,08	3,37	0,00
ls(2008.12)	-7,57	-4,26	0,00
ao(2011.8)	-4,76	-2,43	0,02
ls(2012.1)	-7,30	-4,03	0,00

\* F-Test = 65,59 (0,0000)

\*\* span: 1998.1-2015.12, modelspan: 2002.1-2015.12

Tablica 12. Rezultat regresijske analize\* za ukupan indeks obujma građevinskih radova

	Parametar	t-stat	p-vrijednost
Phi(1)	0,28	2,95	0,00
BTheta(1)	-0,63	-7,73	0,00
wd2	0,01	19,85	0,00
ls(2008.1)	0,13	5,54	0,00
ao(2012.2)	-0,11	-6,37	0,00

\* Span: 2000.1-2015.12, modelspan: 2006.1-2015.12

**Tablica 13. Rezultat regresijske analize\*\* za ukupan nominalni indeks prometa od trgovine na malo**

	Parametar	t-stat	p-vrijednost
Theta(1)	-0,17	-1,84	0,07
BTheta(1)	-0,32	-3,63	0,00
wd3*	0,001	4,50	0,00
ly*	0,04	5,15	0,00
(-13,-1)*	0,03	6,06	0,00
ls(2009.1)	-0,05	-3,56	0,00
tc(2007.8)	0,05	3,86	0,00

\* F-Test = 23.39 (0.0000)

\*\* Span: 2005.1–2015.12, modelspan: 2005.1–2015.12

**Tablica 14. Rezultat regresijske analize\*\* za ukupan realni indeks prometa od trgovine na malo**

	Parametar	t-stat	p-vrijednost
Theta(1)	-0,21	-2,31	0,02
BTheta(1)	-0,30	-3,49	0,00
wd3*	0,001	4,44	0,00
ly*	0,04	5,51	0,00
(-13,-1)*	0,03	5,69	0,00
ls(2009.1)	-0,06	-3,88	0,00
tc(2007.8)	0,05	3,78	0,00

\* F-Test = 23.51 (0.0000)

\*\* Span: 2005.1–2015.12, modelspan: 2005.1–2015.12

**Tablica 15. Postotna revizija\* konačne procjene sezonski prilagođene vremenske serije u odnosu na tekuću procjenu**

	mean (%)	rmse(%)	absmean(%)
Indeks obujma industrijske proizvodnje	-0,02	0,83	0,61
Indeks obujma građevinskih radova	0,01	0,77	0,55
Nominalni indeks prometa od trgovine na malo	0,13	0,57	0,45
Realni indeks prometa od trgovine na malo	0,18	0,56	0,43

\* Span: 2011.12–2015.11





## Do sada objavljeni Pregledi

Broj	Datum	Naslov	Autor(i)
P-1	Prosinac 1999.	Bankovni sustav u 1998. godini	–
P-2	Siječanj 2000.	Problemi banaka: uzroci, načini rješavanja i posljedice	Ljubinko Jankov
P-3	Veljača 2000.	Valutne krize: pregled teorije i iskustva 1990-ih	Ante Babić i Ante Žigman
P-4	Listopad 2000.	Analiza inozemnog duga Republike Hrvatske	Ankica Kačan
P-5	Travanj 2001.	Kreditna politika hrvatskih banaka: Rezultati drugoga HNB-ova projekta anketiranja banaka	Evan Kraft s Hrvojem Dolencem, Mladenom Dulibom, Michaelom Faulendom, Tomislavom Galcem, Vedranom Šošićem i Mladenom Mirkom Tepušem
P-6	Travanj 2001.	Što znači ulazak stranih banaka u Hrvatsku?	Tomislav Galac i Evan Kraft
P-7	Kolovoz 2001.	Value at Risk (Rizičnost vrijednosti) – Teorija i primjena na međunarodni portfelj instrumenata s fiksnim prihodom	Dražen Mikulčić
P-8	Rujan 2001.	Promet i ostvareni tečajevi na deviznom tržištu u Hrvatskoj	Tihomir Stučka
P-9	Listopad 2001.	Teorija i stvarnost inozemnih izravnih ulaganja u svijetu i u tranzicijskim zemljama s posebnim osvrtom na Hrvatsku	Ante Babić, Andreja Pufnik i Tihomir Stučka
P-10	Siječanj 2002.	Vremenska konzistentnost i pozitivna teorija monetarne politike – teoretski temelji institucionalnog ustroja središnje banke	Maroje Lang
P-11	Siječanj 2002.	Analiza poslovanja stambenih štedionica u Republici Hrvatskoj	Mladen Mirko Tepuš
P-12	Lipanj 2002.	Deset godina tranzicije Središnje bankarstvo u srednjoeuropskim i istočnoeuropskim državama (uključujući baltičke države)	Warren Coats i Marko Škreb
P-13	Rujan 2002.	Fiskalna konsolidacija, inozemna konkurentnost i monetarna politika: odgovor WIWW-u	Evan Kraft i Tihomir Stučka
P-14	Veljača 2003.	Rezultati trećega HNB-ova anketiranja banaka: Hrvatski bankarski sektor u fazi konsolidacije i tržišnog pozicioniranja od 2000. godine do danas	Tomislav Galac
P-15	Kolovoz 2004.	Kako unaprijediti hrvatski sustav osiguranja štednih uloga?	Michael Faulend i Evan Kraft
P-16	Kolovoz 2004.	Pregled i analiza izravnih ulaganja u Republiku Hrvatsku	Alan Škudar
P-17	Rujan 2004.	Treba li Hrvatskoj razlikovanje premije osiguranja štednih uloga?	Tomislav Galac
P-18	Studeni 2004.	Analiza modela stambenog financiranja u Republici Hrvatskoj	Mladen Mirko Tepuš
P-19	Svibanj 2005.	Kriteriji Europske unije s posebnim naglaskom na ekonomske kriterije konvergencije – Gdje je Hrvatska?	Michael Faulend, Davor Lončarek, Ivana Curavić i Ana Šabić
P-20	Kolovoz 2005.	Rezultati četvrtoga HNB-ova anketiranja banaka	Tomislav Galac i Lana Dukić
P-21	Listopad 2005.	Indeksi koncentracije bankarskog sektora u Hrvatskoj	Igor Ljubaj
P-22	Siječanj 2006.	Kontrola koncentracija u hrvatskome bankarskom sustavu	Tatjana Ružić
P-23	Ožujak 2006.	Analiza poslovanja stambenih štedionica: Rezultati drugoga HNB-ova projekta anketiranja stambenih štedionica	Mladen Mirko Tepuš
P-24	Kolovoz 2008.	Rezultati petoga HNB-ova anketiranja banaka	Lana Ivičić, Mirna Dumičić, Ante Burić, Ivan Huljak
P-25	Svibanj 2014.	Okvir za praćenje makroekonomskih neravnoteža u Europskoj uniji – značenje za Hrvatsku	Mislav Brkić i Ana Šabić
P-26	Kolovoz 2015.	Kratak uvod u svijet makroprudencijalne politike	Mirna Dumičić
P-27	Listopad 2015.	Obilježja tržišta rada i određivanja plaća u Hrvatskoj: rezultati Ankete poduzeća	Andreja Pufnik i Marina Kunovac
P-28	Studeni 2016.	Skrivaju li se banke u sjeni i u Hrvatskoj	Mirna Dumičić i Tomislav Ridzak
P-29	Prosinac 2016.	Bilješka o kunskom kreditiranju	Igor Ljubaj i Suzana Petrović
P-30	Lipanj 2017.	Cjenovna konkurentnost prerađivačkog sektora – sektorski pristup po razinama tehnološke opremljenosti	Enes Đozović
P-31	Lipanj 2017.	Transparentnost i monetarna politika HNB-a	Katja Gattin Turkalj i Igor Ljubaj
P-32	Rujan 2017.	Izloženost privatnoga nefinancijskog sektora kamatnom riziku: analizarezultata Ankete o promjenjivosti kamatnih stopa	Mate Rosan

Broj	Datum	Naslov	Autor(i)
P-33	Listopad 2017.	Uvođenje eura u Hrvatskoj: mogući učinci na međunarodnu razmjenu i ulaganja	Maja Bukovšak, Andrijana Ćudina, Nina Pavić
P-34	Listopad 2017.	Učinci uvođenja eura na kretanje potrošačkih cijena i percepcije inflacije: pregled dosadašnjih iskustava i ocjena mogućih učinaka u Hrvatskoj	Andreja Pufnik
P-35	Listopad 2017.	Može li uvođenje eura u Hrvatskoj smanjiti trošak zaduživanja?	Davor Kunovac i Nina Pavić
P-36	Listopad 2017.	Je li euro optimalna valuta za Hrvatsku?	Mislav Brkić i Ana Šabić
P-37	Listopad 2017.	Perzistentnost euroizacije u Hrvatskoj	Mirna Dumičić, Igor Ljubaj i Ana Martinis
P-38	Studenj 2017.	Procjena potencijalnog rasta i jaza BDP-a u Hrvatskoj	Goran Jovičić
P-39	Siječanj 2018.	Mikroekonomski aspekti kretanja produktivnosti tijekom velike recesije u Hrvatskoj: rezultati istraživanja modula za produktivnost Istraživačke mreže za konkurentnost (CompNet)	Miljana Valdec i Jurica Zrnc

---

## Upute autorima

Hrvatska narodna banka objavljuje u svojim povremenim publikacijama Istraživanja, Pregledi i Tehničke bilješke znanstvene i stručne radove zaposlenika Banke i vanjskih suradnika.

Prispjeli radovi podliježu postupku recenzije i klasifikacije koji provodi Komisija za klasifikaciju i vrednovanje radova. Autori se u roku od najviše dva mjeseca od primitka njihova rada obavještavaju o odluci o prihvatanju ili odbijanju članka za objavljivanje.

Radovi se primaju i objavljuju na hrvatskom i/ili na engleskom jeziku.

Radovi predloženi za objavljivanje moraju ispunjavati sljedeće uvjete.

Tekstovi moraju biti dostavljeni elektroničkom poštom ili optičkim medijima (CD, DVD), a mediju treba priložiti i ispis na papiru. Zapis treba biti u formatu Microsoft Word.

Na prvoj stranici rada obvezno je navesti naslov rada, ime i prezime autora, akademske titule, naziv ustanove u kojoj je autor zaposlen, suradnike te potpunu adresu na koju će se autoru slati primjerci za korekturu.

Dodatne informacije, primjerice zahvale i priznanja, poželjno je uključiti u tekst na kraju uvodnog dijela.

Na drugoj stranici svaki rad mora sadržavati sažetak i ključne riječi. Sažetak mora biti jasan, deskriptivan, pisan u trećem licu i ne dulji od 250 riječi (najviše 1500 znakova). Ispod sažetka treba navesti do 5 ključnih pojmova.

Tekst treba biti otipkan s proredom, na stranici formata A4. Tekst se ne smije oblikovati, dopušteno je samo podebljavanje (bold) i kurziviranje (italic) dijelova teksta. Naslove je potrebno numerirati i odvojiti dvostrukim proredom od teksta, ali bez formatiranja.

Tablice, slike i grafikoni koji su sastavni dio rada, moraju biti pregledni, te moraju sadržavati broj, naslov, mjerne jedinice,

legendu, izvor podataka te bilješke. Bilješke koje se odnose na tablice, slike ili grafikone treba obilježiti malim slovima (a, b, c...) i ispisati ih odmah ispod. Ako se posebno dostavljaju (tablice, slike i grafikoni), potrebno je označiti mjesta u tekstu gdje dolaze. Numeracija mora biti u skladu s njihovim slijedom u tekstu te se na njih treba referirati prema numeraciji. Ako su već umetnuti u tekst iz nekih drugih programa, onda je potrebno dostaviti i te datoteke u formatu Excel (grafikoni moraju imati pripadajuće serije podataka).

Ilustracije trebaju biti u standardnom formatu EPS ili TIFF s opisima u Helvetic (Arial, Swiss) veličine 8 točaka. Skenirane ilustracije trebaju biti rezolucije 300 dpi za sivu skalu ili ilustraciju u punoj boji i 600 dpi za lineart (nacrti, dijagrami, sheme).

Formule moraju biti napisane čitljivo. Indeksi i eksponenti moraju biti jasni. Značenja simbola moraju se objasniti odmah nakon jednadžbe u kojoj se prvi put upotrebljavaju. Jednadžbe na koje se autor poziva u tekstu potrebno je obilježiti serijskim brojevima u zagradi uz desnu marginu.

Bilješke na dnu stranice treba označiti arapskim brojkama podignutima iznad teksta. Trebaju biti što kraće i pisane slovima manjima od slova kojima je pisan tekst.

Popis literature dolazi na kraju rada, a u njega ulaze djela navedena u tekstu. Literatura treba biti navedena abecednim redom prezimena autora, a podaci o djelu moraju sadržavati i podatke o izdavaču, mjesto i godinu izdavanja.

Uredništvo zadržava pravo da autoru vrati na ponovni pregled prihvaćeni rad i ilustracije koje ne zadovoljavaju navedene upute.

Pozivamo zainteresirane autore koji žele objaviti svoje radove da ih pošalju na adresu Direkcije za izdavačku djelatnost, prema navedenim uputama.

---

## Hrvatska narodna banka izdaje sljedeće publikacije:

### Godišnje izvješće Hrvatske narodne banke

Redovita godišnja publikacija koja sadržava godišnji pregled novčanih i općih ekonomskih kretanja te pregled statistike.

### Polugodišnje izvješće Hrvatske narodne banke

Redovita polugodišnja publikacija koja sadržava polugodišnji pregled novčanih i općih ekonomskih kretanja te pregled statistike.

### Tromjesečno izvješće Hrvatske narodne banke

Redovita tromjesečna publikacija koja sadržava tromjesečni pregled novčanih i općih ekonomskih kretanja.

### Bilten o bankama

Redovita publikacija koja sadržava pregled i podatke o bankama.

### Bilten Hrvatske narodne banke

Redovita mjesečna publikacija koja sadržava mjesečni pregled novčanih i općih ekonomskih kretanja te pregled monetarne statistike.

### Istraživanja Hrvatske narodne banke

Povremena publikacija u kojoj se objavljuju kraći znanstveni radovi zaposlenika Banke i vanjskih suradnika.

### Pregledi Hrvatske narodne banke

Povremena publikacija u kojoj se objavljuju stručni radovi zaposlenika Banke i vanjskih suradnika.

### Tehničke bilješke

Povremena publikacija u kojoj se objavljuju informativni radovi zaposlenika Banke i vanjskih suradnika.

Hrvatska narodna banka izdaje i druge publikacije: numizmatička izdanja, brošure, publikacije na drugim medijima (CD-ROM, DVD), knjige, monografije i radove od posebnog interesa za Banku, zbornike radova s konferencija kojih je organizator ili suorganizator Banka, edukativne materijale i druga slična izdanja.



ISSN 1334-0085 (online)