SEMINÁRNÍ PRÁCE Z 4ST432

Tereza Michlíková (xmict05)

ZS 06/07

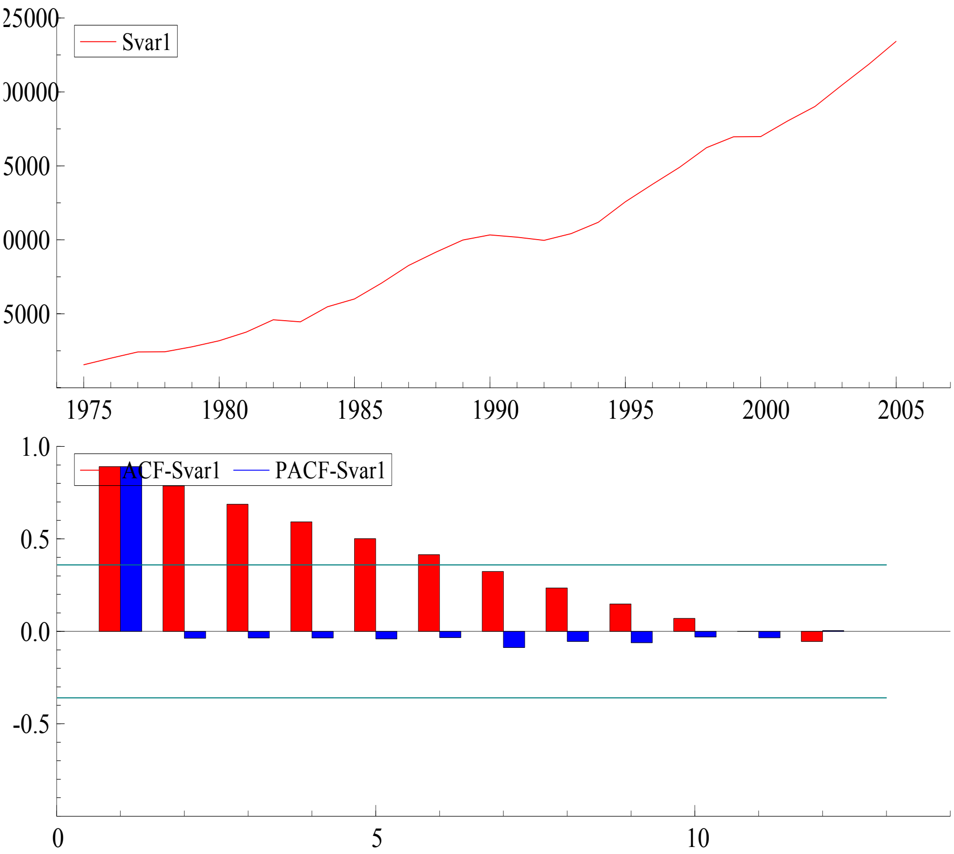
Nesezónní časová řada - Základní údaje o časové řadě

Časová řada příjmy z daní z příjmu v Austrálii (http://www.economagic.com/em-cgi/data.exe/tmp/213-220-208-205!20061203093308) v milionech AUD.
Jedná se o roční časovou řadu od roku 1975 do roku 2005.

Tabulka 1

rok	Prijmy z DzP	1.diference
1975-1	7770	
1976-1	10019	2249
1977-1	12109	2090
1978-1	12164	55
1979-1	13866	1702
1980-1	15915	2049
1981-1	18859	2944
1982-1	22976	4117
1983-1	22281	-695
1984-1	27384	5103
1985-1	30072	2688
1986-1	35375	5303
1987-1	41312	5937
1988-1	45828	4516
1989-1	49955	4127
1990-1	51654	1699
1991-1	50935	-719
1992-1	49824	-1111
1993-1	52114	2290
1994-1	55936	3822
1995-1	62865	6929
1996-1	68773	5908
1997-1	74523	5750
1998-1	81173	6650
1999-1	84842	3669
2000-1	84887	45
2001-1	90217	5330
2002-1	95103	4886
2003-1	102329	7226
2004-1	109403	7074
2005-1	117057	7654

Grafická analýza



Z rostoucího průběhu a z grafu autokorelační funkce (ACF) a parciální autokorelační funkce (PACF), kde je první hodnota blízká jedné, vyplývá, že se jedná o nestacionární časovou řadu.

Rozšířený Dickey-Fullerův test

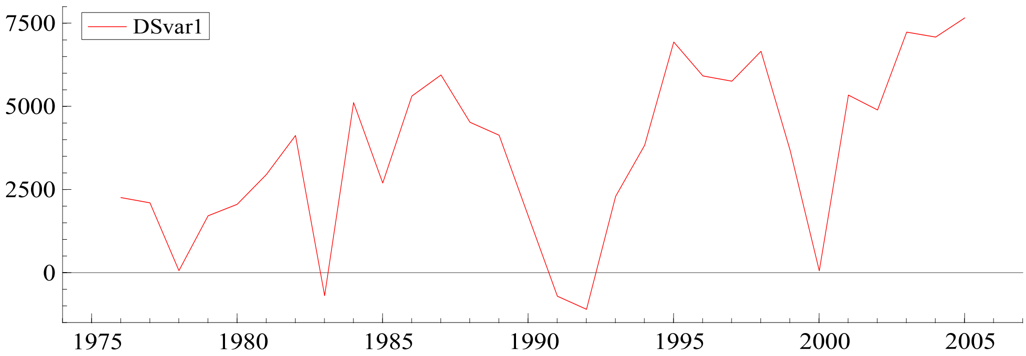
Předpoklad nestacionarty se pokusíme potvrdit pomocí rozšířeného Dickey-Fullerova testu.

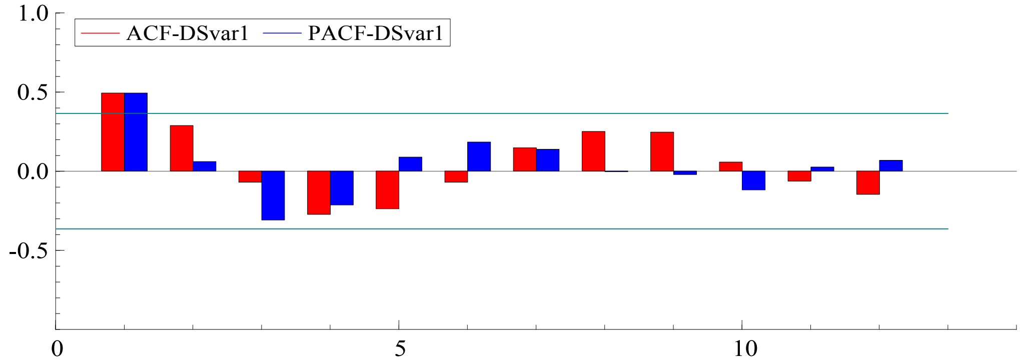
```
Unit-root tests (using prijmy z dani2.xls)
The sample is 1977 - 2005

Svar1: ADF tests (T=29, Constant; 5%=-2.97 1%=-3.68)
D-lag     t-adf       beta Y_1     sigma    t-DY_lag  t-prob         AIC   F-prob
  1       1.685         1.0269     2180.       1.961  0.0607       15.47
  0       2.958         1.0428     2292.                           15.54   0.0607
```

Jak můžeme vidět hodnota t-prob je u zpoždění 1 rovna 0,0607, což je větší než 0,05. Z toho vyplývá, že 1.zpoždění je v modelu statisticky nevýznamné. Hodnota testového kritéria ADF (t-adf) je u zpoždění 0 rovna 2,958, což je větší než -2,97, z toho vyplývá, že na 5ti% hladině významnosti nezamítáme testovanou hypotézu H_0 o nestacionaritě časové řady (tj. časová řada je nestacionární). Časovou řadu budeme stacionarizovat pomocí 1.diferencí.

1.diference

Výsledky prvních diferencí jsou uvedeny v tabulce 1.





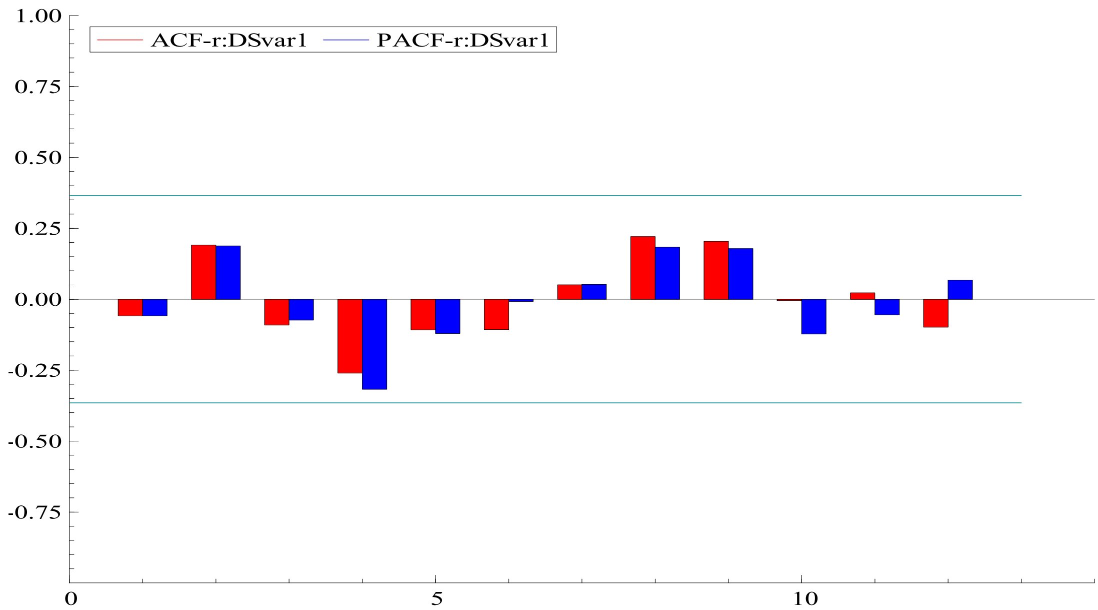
Stacionarizovaná časová řada a její autokorelační a parciální autokorelační funkce je vidět na grafu výše. Podle grafu autokorelační a parciální autokorelační funkce můžeme vidět, že statisticky významné jsou pouze první hodnoty autokorelační a parciální autokorelační funkce. Proto nelze jednoznačně odhadnout, zda se bude vhodnější model ARIMA (1,1,0) nebo ARIMA (0,1,1).

Přidání procesu AR(1) do modelu

```
The estimation sample is:  1976 - 2005
The dependent variable is: DSvar1  (prijmy z dani2.xls)

                  Coefficient  Std.Error  t-value  t-prob
AR-1                 0.541346     0.1624     3.33   0.003
Constant              3910.97      878.3     4.45   0.000

log-likelihood    -272.590647
no. of observations        30  no. of parameters           3
AIC.T              551.181295  AIC                18.3727098
mean(DSvar1)           3642.9  var(DSvar1)       6.32802e+006
sigma                 2174.09  sigma^2           4.72668e+006
```

Podle t-testu vidíme, že jak parametr procesu AR(1), tak konstanta jsou v modelu statisticky významné. Ani jedna hodnota t-prob není větší než 0,05.

Diagnostika odhadnutého modelu ARIMA (1,1,0)



Hodnoty autokorelační a parciální autokorelační funkce leží uvnitř tolerančních mezí, můžeme tedy říci, že rezidua nevykazují autokorelaci. Tuto skutečnost indikuje také Portmanteau test.

Portmanteau test

```
Portmanteau statistic for residuals
Portmanteau(12):  Chi^2(11)=   9.1510  [0.6080]
```

Na základě hodnoty testového kritétia nezamítáme testovanou hypotézu H_0 o tom, že nesystematická složka (rezidua) jsou neautokorelovaná.

Jarque-Bera test

```
Normality test for residuals
Asymptotic test:  Chi^2(2)  =  0.85892 [0.6509]
Normality test:   Chi^2(2)  =  0.76693 [0.6815]
```

Na základě hodnoty testového kritétia nezamítáme testovanou hypotézu H_0 o tom, že nesystematická složka má normální rozdělení.

Test ARCH (1)

```
ARCH coefficients:
  Lag Coefficient  Std.Error
    1     0.18202     0.1905
RSS = 8.48312e+014  sigma = 5.71204e+006

Testing for error ARCH from lags 1 to 1
ARCH 1-1 test:    F(1,26)   =  0.91335 [0.3480]
```

Na základě hodnoty testového kritétia nezamítáme testovanou hypotézu H_0 o tom, že nesystematická složka je podmíněně homoskedastická.

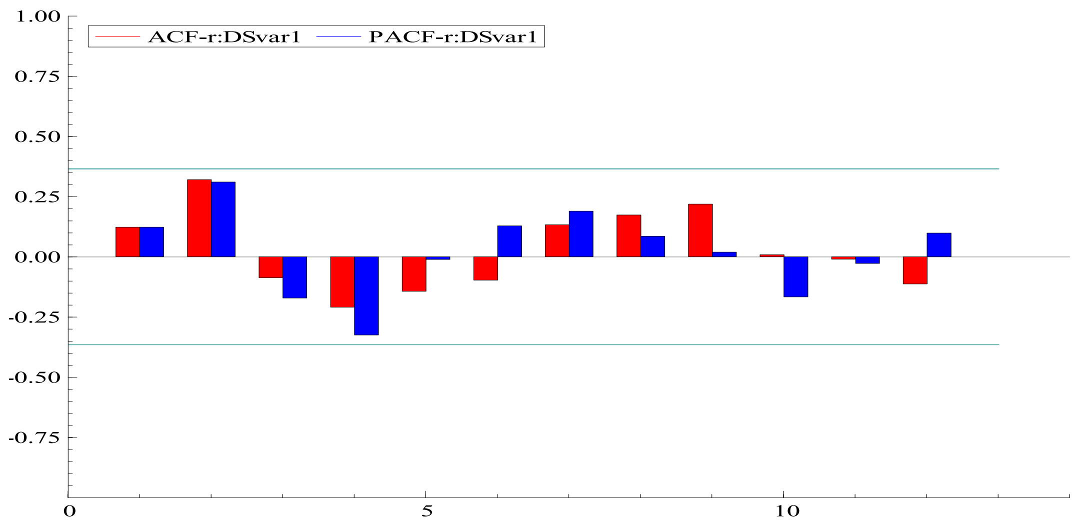
Model ARIMA (1,1,0) je vhodný.

Přidání procesu MA(1) do modelu

```
The estimation sample is:  1976 - 2005
The dependent variable is: DSvar1  (prijmy z dani2.xls)

                      Coefficient  Std.Error  t-value  t-prob
MA-1                     0.373622     0.1390     2.69   0.012
Constant                  3658.27      612.6     5.97   0.000

log-likelihood    -274.466644
no. of observations        30  no. of parameters          3
AIC.T              554.933289  AIC               18.4977763
mean(DSvar1)           3642.9  var(DSvar1)      6.32802e+006
sigma                 2314.39  sigma^2          5.35639e+006
```

Podle t-testu vidíme, že jak parametr procesu MA(1), tak konstanta jsou v modelu statisticky významné. Ani jedna hodnota t-prob není větší než 0,05.

Diagnostika odhadnutého modelu ARIMA (0,1,1)



Hodnoty autokorelační a parciální autokorelační funkce leží uvnitř tolerančních mezí, můžeme tedy říci, že rezidua nevykazují autokorelaci. Tuto skutečnost indikuje také Portmanteau test.

Portmanteau test

```
Portmanteau statistic for residuals
Portmanteau(12):  Chi^2(11)=   11.271 [0.4208]
```

Na základě hodnoty testového kritétia nezamítáme testovanou hypotézu H_0 o tom, že nesystematická složka (rezidua) jsou neautokorelovaná.

Jarque-Bera test

```
Normality test for residuals
Asymptotic test:  Chi^2(2) =   1.3588 [0.5069]
Normality test:   Chi^2(2) =   1.5406 [0.4629]
```

Na základě hodnoty testového kritétia nezamítáme testovanou hypotézu H_0 o tom, že nesystematická složka má normální rozdělení.

Test ARCH (1)

```
ARCH coefficients:
  Lag Coefficient  Std.Error
    1   -0.008397     0.1981
RSS = 8.25017e+014  sigma = 5.63307e+006

Testing for error ARCH from lags 1 to 1
ARCH 1-1 test:    F(1,26)  =0.0017964 [0.9665]
```

Na základě hodnoty testového kritétia nezamítáme testovanou hypotézu H_0 o tom, že nesystematická složka je podmíněně homoskedastická.

Model ARIMA (0,1,1) je vhodný.

Porovnání modelů

Srovnání modelů na základě Akeikeho kritéria volíme model ARIMA (1,1,0), který má nižší hodnotu tohoto kritéria.

Předpovědi dle modelu ARIMA (1,1,0)

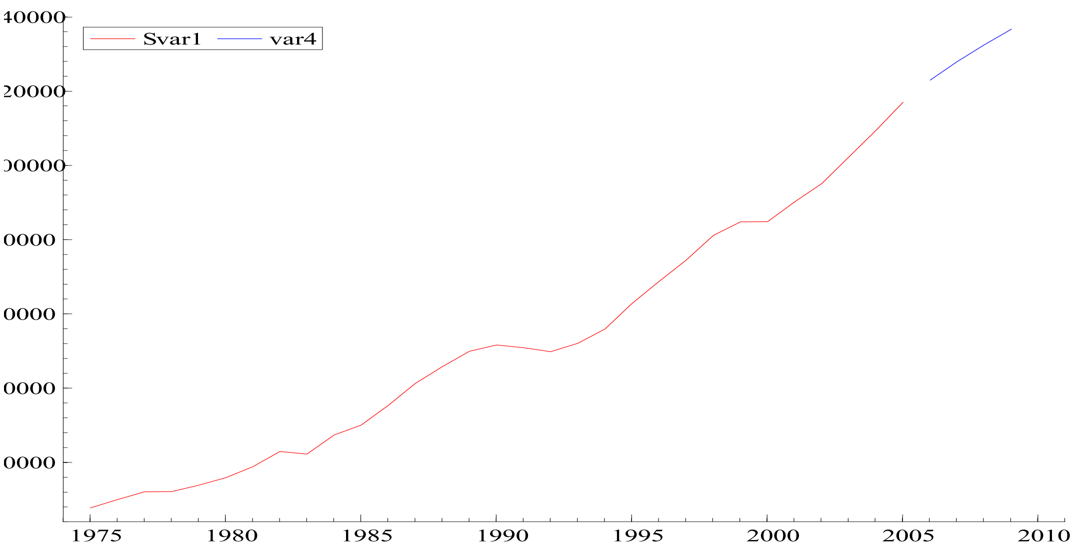
```
2006      5937.24181228791
2007      5007.88194252219
2008      4504.7768612632
2009      4232.42302824001
```

Z výstupu dostáváme předpovědi 1.diferencí.
Přepočtem z rovnice 1.diferencí dostáváme tyto hodnoty.

$y_t = y_{t-1} + \Delta y_t$

```
2006       122994,24
2007       128002,12
2008       132506,90
2009       136739,32
```

V následujícím grafu je vidět hodnoty původní časové řady (červená křivka) a hodnoty předpovědí (modrá křivka).

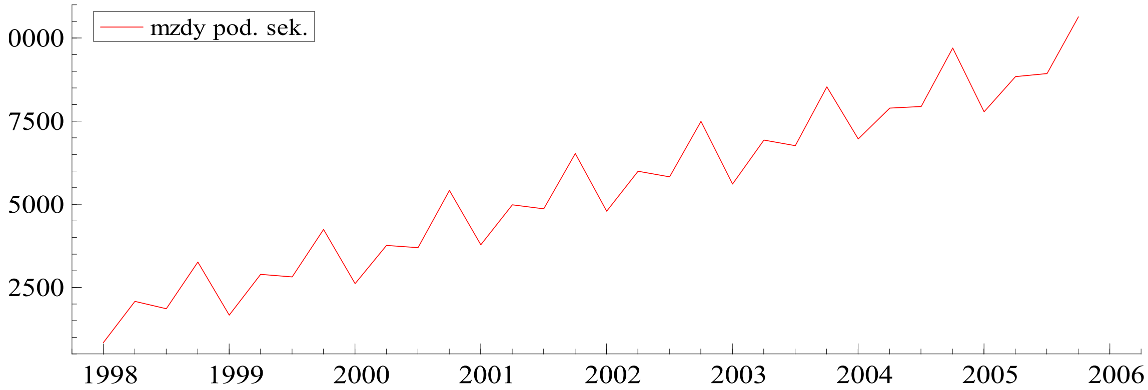


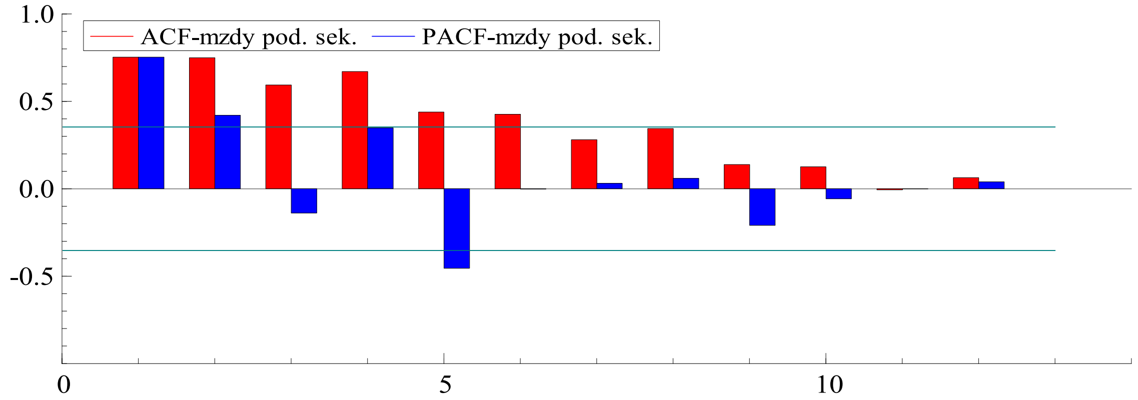
Sezónní časová řada – základní údaje o časové řadě

Jedná se o čtvrtletní časovou řadu průměrné mzdy v podnikatelském sektoru (www.cszo.cz)za období od 1.čtvrtletí 1998 do 4.čtvrtletí 2005.

I.Q. 1998	10833
II.Q. 1998	12075
III.Q. 1998	11856
IV.Q. 1998	13255
I.Q. 1999	11663
II.Q. 1999	12889
III.Q. 1999	12810
IV.Q.1999	14240
I.Q. 2000	12609
II.Q. 2000	13757
III.Q. 2000	13692
IV.Q. 2000	15410
I.Q. 2001	13776
II.Q. 2001	14979
III.Q. 2001	14859
IV.Q. 2001	16522
I.Q. 2002	14789
II.Q. 2002	15991
III.Q. 2002	15819
IV.Q. 2002	17487
I.Q. 2003	15603
II.Q. 2003	16927
III.Q. 2003	16760
IV.Q. 2003	18529
I.Q. 2004	16960
II.Q. 2004	17891
III.Q. 2004	17937
IV.Q. 2004	19697
I.Q. 2005	17775
II.Q. 2005	18836
III.Q. 2005	18924
IV.Q. 2005	20631

Grafická analýza





Vývoj časové řady je rostoucí, budeme tedy muset diferencovat. Vzhledem k tomu, že sezónní rozdíly se nezvětšují, není třeba řadu zlogaritmovat. Hodnoty autokorelační funkce schodovitě klesají.

Diference

Musíme rozhodnout, zda budeme časovou řadu diferencovat sezonálně nebo ne.

Přidání procesu I (d) do modelu

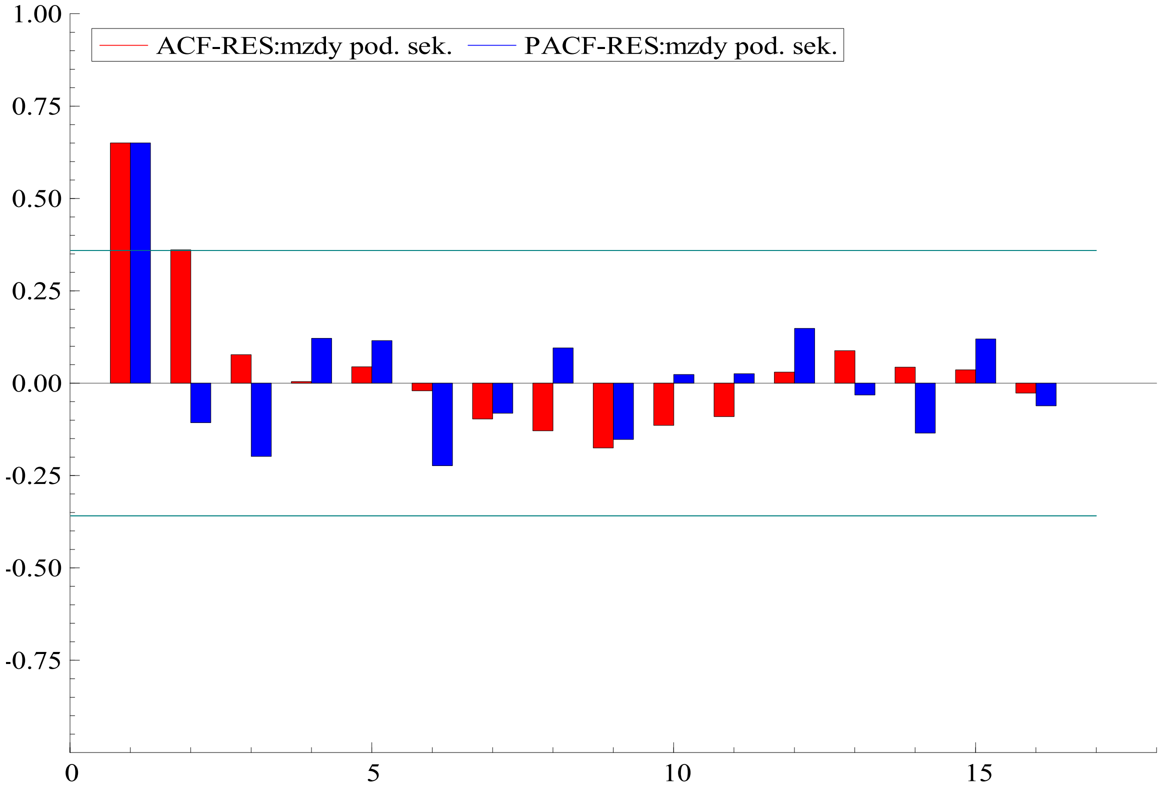
```
ARIMA Model:  (0 1 0)
Nonseasonal differences: 1

Parameter                Value (fixed)
-------------------------------------

Variance                       0.17212E+07
-------------------------------------

Likelihood Statistics
------------------------------------------------------------------
Effective number of observations (nefobs)                       31
Number of parameters estimated (np)                              1
Log likelihood (L)                                       -266.5442
AIC                                                       535.0883
AICC (F-corrected-AIC)                                    535.2263
------------------------------------------------------------------
```

Přidání procesu SI (d) do modelu

```
ARIMA Model:  (0 0 0)(0 1 0)4
  Seasonal differences:    1

Parameter                Value (fixed)
-------------------------------------

Variance                       0.10292E+07
-------------------------------------

Likelihood Statistics
------------------------------------------------------------------
Effective number of observations (nefobs)                      28
Number of parameters estimated (np)                             1
Log likelihood (L)                                      -233.5504
AIC                                                      469.1009
AICC (F-corrected-AIC)                                   469.2547
------------------------------------------------------------------
```

Na základě Akeikeho kritéria vybíráme diferenci sezónní a dostáváme model SARIMA (0,0,0) (0,1,0).

Grafická analýza modelu SARIMA (0,0,0) (0,1,0)



Z grafu autokorelační a parciální autokorelační funkce vidíme, že u obou funkcí přesahuje toleranční mez 1. sloupec. Vzhledem k tomu, že hodnoty autokorelační funkce klesají pomaleji, budeme do modelu přidávat proces AR (1). Vzhledem k tomu, že na základě grafu ACF a PACF nemůžeme přesně rozhodnout, který z modelů je nejlepší dostáváme 4 možné modely přidáním procesu AR (1), AR (1) a konstanty, MA (1) nebo MA (1) a konstanty.

A.Přidání procesu AR (1)

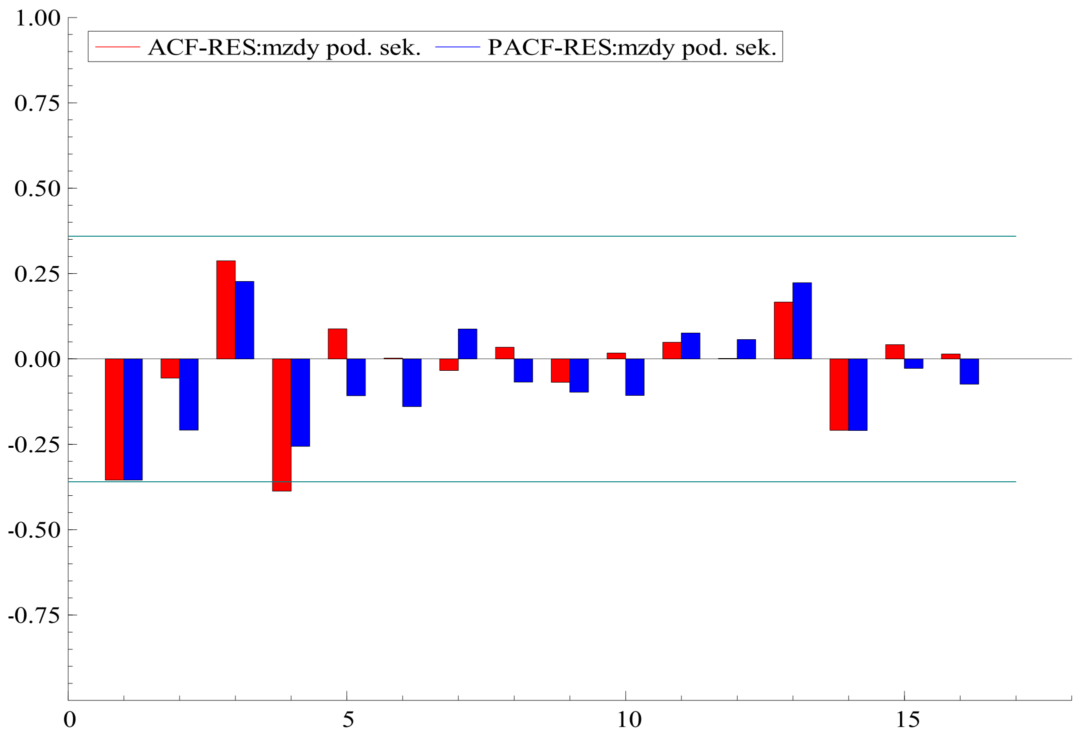
```
ARIMA Model:   (1 0 0)(0 1 0)4
  Seasonal differences:    1
                                             Standard
Parameter                    Estimate          Errors
-----------------------------------------------------
Nonseasonal AR
  Lag  1                       0.9864         0.01978

Variance                       0.23001E+05
-----------------------------------------------------

Likelihood Statistics
------------------------------------------------------------------
Effective number of observations (nefobs)                       28
Number of parameters estimated (np)                              2
Log likelihood (L)                                       -182.1426
AIC                                                       368.2851
AICC (F-corrected-AIC)                                    368.7651
------------------------------------------------------------------
```

Musíme otestovat statistickou významnost odhadu parametru ϕ_1. Hodnota t-statistiky pro parametr AR (1) je 49,8685541.

```
t(26,2-sided) = 49.869 [0.0000] **
```

Podle hodnoty p-value [0,0000] můžeme říci, že parametr je statisticky významný.

Grafická analýza modelu SARIMA (1,0,0) (0,1,0)



Z grafu je vidět, že jedna hodnota je stále ještě statisticky významná. Vzhledem k tomu, že se jedná o 4. hodnotu autokorelační funkce mohli bychom do modelu přidat proces SMA (1) nebo MA (1).

A1.přidání procesu MA (1)

```
MODEL ESTIMATION/EVALUATION
Estimation converged in   27 ARMA iterations,   87 function evaluations.

ARIMA Model:  (1 0 1)(0 1 0)4
  Seasonal differences:    1
                                                     Standard
Parameter                     Estimate                 Errors
-----------------------------------------------------
Nonseasonal AR
  Lag  1                        0.9964              0.00702

Nonseasonal MA
  Lag  1                        0.4412              0.16339

Variance                      0.19347E+05
-----------------------------------------------------

Likelihood Statistics
------------------------------------------------------------------
Effective number of observations (nefobs)                      28
Number of parameters estimated (np)                             3
Log likelihood (L)                                      -179.9077
AIC                                                      365.8154
AICC (F-corrected-AIC)                                   366.8154
------------------------------------------------------------------
```

Musíme otestovat statistickou významnost odhadu parametru ϕ_1 a θ_1. Hodnota t-statistiky pro parametr AR (1) je 141,93732.

`t(25,2-sided) = 141.94 [0.0000] **`

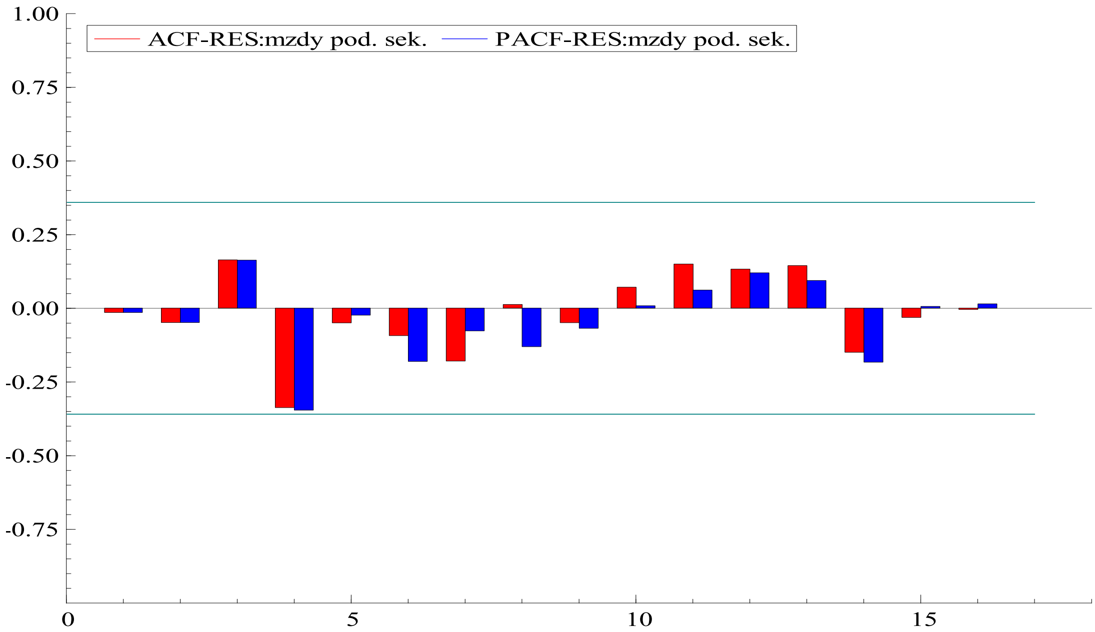
Podle hodnoty p-value [0,0000] můžeme říci, že parametr je statisticky významný.

Hodnota t-statistiky pro parametr MA (1) je 2,700287655.

`t(25,2-sided) = 2.7003 [0.0123] *`

Podle hodnoty p-value [0,0123] můžeme říci, že parametr je statisticky významný.

Grafická analýza modelu SARIMA (1,0,1) (0,1,0)



Všechny hodnoty ACF a PACF jsou uvnitř tolerančních mezí, pro kontrolu musíme provést diagnostiku modelu.

Diagnostika modelu SARIMA (1,0,1) (0,1,0)

Portmanteau test

```
Portmanteau statistic for residuals
Portmanteau(12):  Chi^2(12)=   8.3065 [0.7607]
```

Na základě hodnoty testového kritétia nezamítáme testovanou hypotézu H_0 o tom, že nesystematická složka (rezidua) jsou neautokorelovaná.

Jarque-Bera test

```
Normality test for residuals
Asymptotic test:  Chi^2(2) =   1.8246 [0.4016]
Normality test:   Chi^2(2) =   6.7168 [0.0348]*
```

Na základě hodnoty testového kritétia (Asymptotic test)nezamítáme testovanou hypotézu H_0 o tom, že nesystematická složka má normální rozdělení. Normality test dává výsledek opačný.

Test ARCH (1)

```
ARCH coefficients:
  Lag Coefficient  Std.Error
    1    0.049941     0.1958
RSS = 3.15025e+010  sigma = 34808.5

Testing for error ARCH from lags 1 to 1
ARCH 1-1 test:    F(1,26)   = 0.065042 [0.8007]
```

Na základě hodnoty testového kritétia nezamítáme testovanou hypotézu H_0 o tom, že nesystematická složka je podmíněně homoskedastická.

Model SARIMA (1,0,1) (0,1,0) je vhodný.

A2.přidání procesu SMA (1)

```
ARIMA Model:   (1 0 0)(0 1 1)4
  Seasonal differences:    1
                                                    Standard
Parameter                        Estimate             Errors
-----------------------------------------------------
Nonseasonal AR
  Lag  1                           0.9971            0.00579

Seasonal MA
  Lag  4                           0.4588            0.16503

Variance                         0.18439E+05
-----------------------------------------------------

Likelihood Statistics
------------------------------------------------------------------
Effective number of observations (nefobs)                       28
Number of parameters estimated (np)                              3
Log likelihood (L)                                       -179.6867
AIC                                                       365.3733
AICC (F-corrected-AIC)                                    366.3733
------------------------------------------------------------------
```

Musíme otestovat statistickou významnost odhadu parametru ϕ_1 a Θ_1. Hodnota t-statistiky pro parametr AR (1) je 172,2107081.

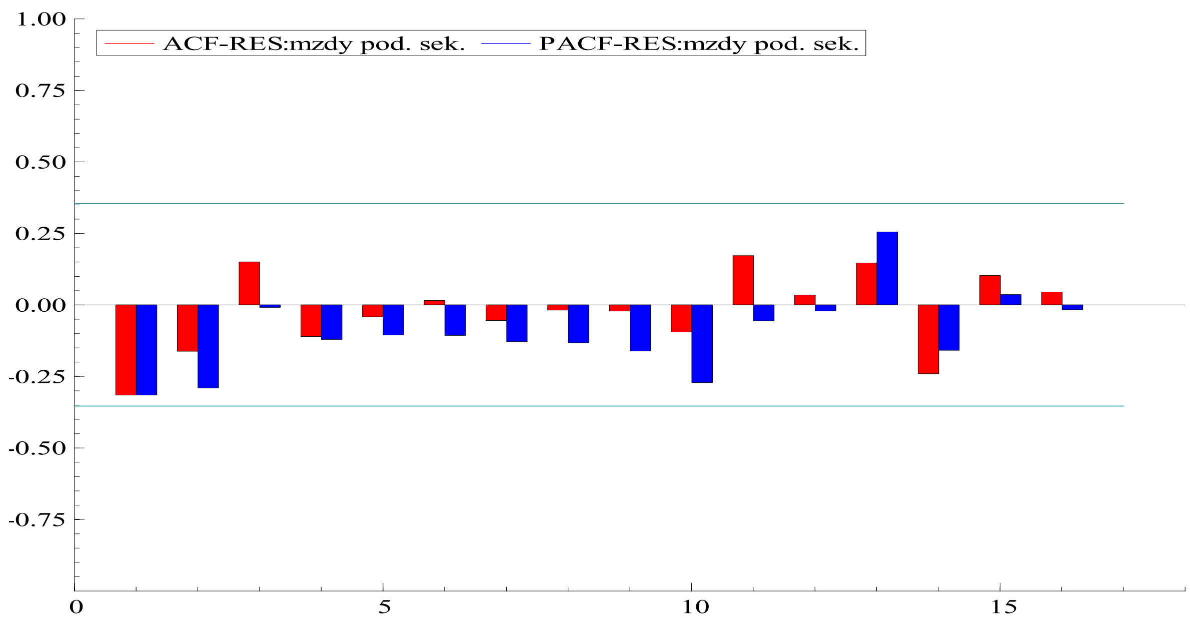
```
t(25,2-sided)  = 172.21 [0.0000] **
```

Podle hodnoty p-value [0,0000] můžeme říci, že parametr je statisticky významný. Hodnota t-statistiky pro parametr SMA (1) je 2,780100588.

```
t(25,2-sided)  = 2.7801 [0.0102] *
```

Podle hodnoty p-value [0,0102] můžeme říci, že parametr je statisticky významný.

Grafická analýza modelu SARIMA (1,0,0) (0,1,1)



Všechny hodnoty ACF a PACF jsou uvnitř tolerančních mezí, pro kontrolu musíme provést diagnostiku modelu.

Diagnostika modelu SARIMA (1,0,0) (0,1,1)

Portmanteau test

```
Portmanteau statistic for residuals
Portmanteau(12):  Chi^2(12)=   6.7522 [0.8735]
```

Na základě hodnoty testového kritétia nezamítáme testovanou hypotézu H_0 o tom, že nesystematická složka (rezidua) jsou neautokorelovaná.

Jarque-Bera test

```
Normality test for residuals
Asymptotic test:  Chi^2(2) =   1.3237 [0.5159]
Normality test:   Chi^2(2) =   3.3964 [0.1830]
```

Na základě hodnoty testového kritétia nezamítáme testovanou hypotézu H_0 o tom, že nesystematická složka má normální rozdělení.

Test ARCH (1)

```
ARCH coefficients:
  Lag Coefficient  Std.Error
    1     0.18353     0.1928
RSS = 2.0217e+010  sigma = 27885.1

Testing for error ARCH from lags 1 to 1
ARCH 1-1 test:    F(1,26)  =  0.90607 [0.3499]
```

Na základě hodnoty testového kritétia nezamítáme testovanou hypotézu H_0 o tom, že nesystematická složka je podmíněně homoskedastická.

Model SARIMA (1,0,0) (0,1,1) je vhodný.

B.Přidání procesu AR (1) a konstanty

```
MODEL ESTIMATION/EVALUATION
------------------------------------------------------------------
                            Parameter        Standard
Variable                     Estimate           Error      t-value
------------------------------------------------------------------
Constant                    1000.0609        37.75638        26.49
------------------------------------------------------------------

ARIMA Model:  (1 0 0)(0 1 0)4
  Seasonal differences:    1
                                             Standard
Parameter                    Estimate          Errors
-----------------------------------------------------
Nonseasonal AR
  Lag  1                       0.3809         0.17406

Variance                        0.15969E+05
-----------------------------------------------------

Likelihood Statistics
------------------------------------------------------------------
Effective number of observations (nefobs)                       28
Number of parameters estimated (np)                              3
Log likelihood (L)                                       -175.3067
AIC                                                       356.6135
AICC (F-corrected-AIC)                                    357.6135
------------------------------------------------------------------
```

Musíme otestovat statistickou významnost odhadu parametru ϕ_1 a konstanty.
Hodnota t-statistiky pro parametr AR (1) je 2,188325865.

```
t(25,2-sided) = 2.1883 [0.0382] *
```

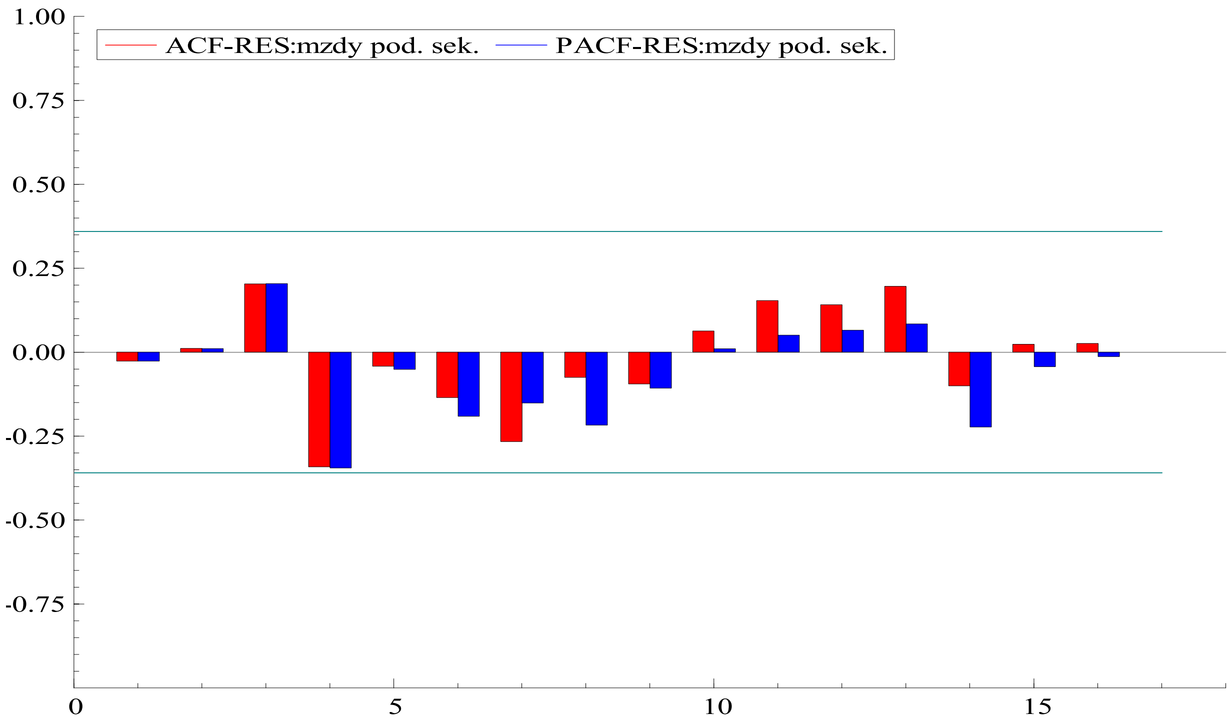
Podle hodnoty p-value [0,0382] můžeme říci, že parametr je statisticky významný.

Hodnota t-statistiky konstanty je 26,49.

```
t(25,2-sided) = 26.49 [0.0000] **
```

Podle hodnoty p-value [0,0000] můžeme říci, že konstanta je statisticky významná.

Grafická analýza modelu SARIMA (1,0,0) (0,1,0) s konstantou



Všechny hodnoty ACF a PACF jsou uvnitř tolerančních mezí, pro kontrolu musíme provést diagnostiku modelu.

Diagnostika modelu SARIMA (1,0,0) (0,1,0) s konstantou

Portmanteau test

```
Portmanteau statistic for residuals
Portmanteau(12):  Chi^2(12)=   11.148 [0.5163]
```

Na základě hodnoty testového kritétia nezamítáme testovanou hypotézu H_0 o tom, že nesystematická složka (rezidua) jsou neautokorelovaná.

Jarque-Bera test

```
Normality test for residuals
Asymptotic test:  Chi^2(2) =   1.1881 [0.5521]
Normality test:   Chi^2(2) =   2.3284 [0.3122]
```

Na základě hodnoty testového kritétia nezamítáme testovanou hypotézu H_0 o tom, že nesystematická složka má normální rozdělení.

Test ARCH (1)

```
ARCH coefficients:
  Lag Coefficient  Std.Error
    1    0.040277     0.1964
RSS = 1.72722e+010  sigma = 25774.3

Testing for error ARCH from lags 1 to 1
ARCH 1-1 test:    F(1,26)  = 0.042061 [0.8391]
```

Na základě hodnoty testového kritétia nezamítáme testovanou hypotézu H_0 o tom, že nesystematická složka je podmíněně homoskedastická.

Model SARIMA (1,0,0) (0,1,0) s konstantou je vhodný.

C.Přidání procesu MA (1)

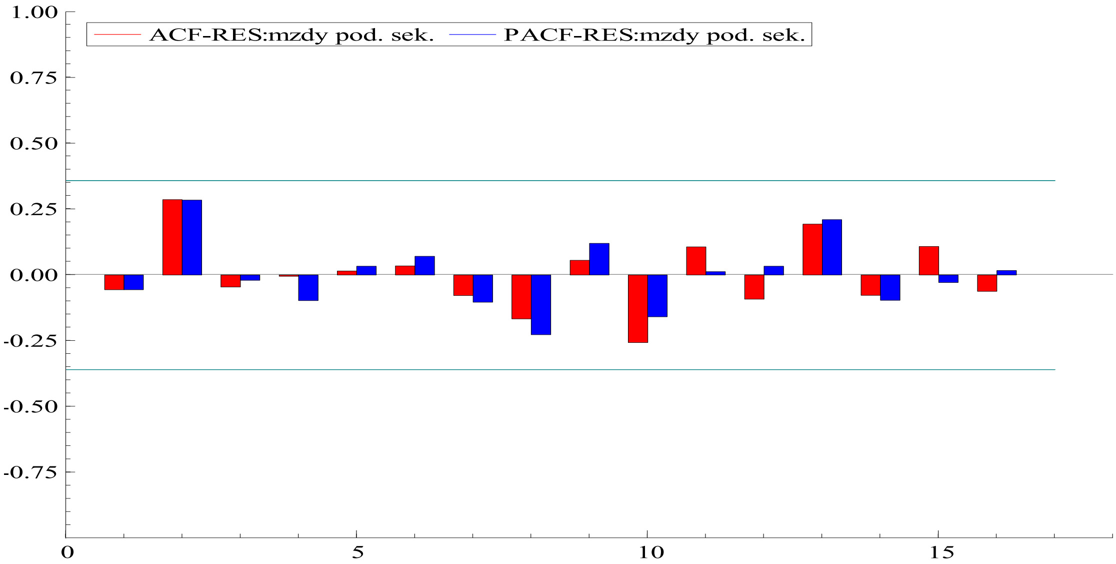
```
ARIMA Model:  (0 0 1)(0 1 0)4
  Seasonal differences:    1
                                                 Standard
Parameter                     Estimate            Errors
-----------------------------------------------------
Nonseasonal MA
  Lag  1                       -0.9998          0.17261

Variance                       0.27877E+06
-----------------------------------------------------
Likelihood Statistics
------------------------------------------------------------------
Effective number of observations (nefobs)                       28
Number of parameters estimated (np)                              2
Log likelihood (L)                                       -216.9456
AIC                                                       437.8912
AICC (F-corrected-AIC)                                    438.3712
------------------------------------------------------------------
```

Musíme otestovat statistickou významnost odhadu parametru θ_1. Hodnota t-statistiky pro parametr MA (1) je -5,792248421.

```
t(26,2-sided) = -5.7922 [0.0000] **
```

Podle hodnoty p-value [0,000] můžeme říci, že parametr je statisticky významný.

Grafická analýza modelu SARIMA (0,0,1) (0,1,0)



Všechny hodnoty ACF a PACF jsou uvnitř tolerančních mezí, pro kontrolu musíme provést diagnostiku modelu.

Diagnostika modelu SARIMA (0,0,1) (0,1,0)

Portmanteau test

```
Portmanteau statistic for residuals
Portmanteau(12):  Chi^2(12)=   225.51 [0.0000]**
```

Na základě hodnoty testového kritétia zamítáme testovanou hypotézu H_0 o tom, že nesystematická složka (rezidua) jsou neautokorelovaná.

Jarque-Bera test

```
Normality test for residuals
Asymptotic test:  Chi^2(2) =  0.36411 [0.8336]
Normality test:   Chi^2(2) =0.0056450 [0.9972]
```

Na základě hodnoty testového kritétia nezamítáme testovanou hypotézu H_0 o tom, že nesystematická složka má normální rozdělení.

Test ARCH (1)

```
ARCH coefficients:
  Lag Coefficient  Std.Error
    1    -0.52216     0.1682
RSS = 4.24826e+011  sigma = 127826

Testing for error ARCH from lags 1 to 1
ARCH 1-1 test:    F(1,26)   =   9.6422 [0.0046]**]
```

Na základě hodnoty testového kritétia zamítáme testovanou hypotézu H_0 o tom, že nesystematická složka je podmíněně homoskedastická.

Model SARIMA (0,0,1) (0,1,0) není vhodný.

D.Přidání procesu MA (1) a konstanty

```
MODEL ESTIMATION/EVALUATION
Regression Model
------------------------------------------------------------------
                            Parameter         Standard
Variable                     Estimate            Error       t-value
------------------------------------------------------------------
Constant                    1002.9664         32.97902         30.41
------------------------------------------------------------------
ARIMA Model:  (0 0 1)(0 1 0)4
  Seasonal differences:    1
                                              Standard
Parameter                    Estimate           Errors
-----------------------------------------------------
Nonseasonal MA
  Lag  1                      -0.3845          0.17484

Variance                      0.16202E+05
-----------------------------------------------------

Likelihood Statistics
------------------------------------------------------------------
Effective number of observations (nefobs)                       28
Number of parameters estimated (np)                              3
Log likelihood (L)                                       -175.5108
AIC                                                       357.0215
AICC (F-corrected-AIC)                                    358.0215
------------------------------------------------------------------
```

Musíme otestovat statistickou významnost odhadu parametru θ_1 a konstanty.
Hodnota t-statistiky pro parametr MA (1) je -2.199153512.

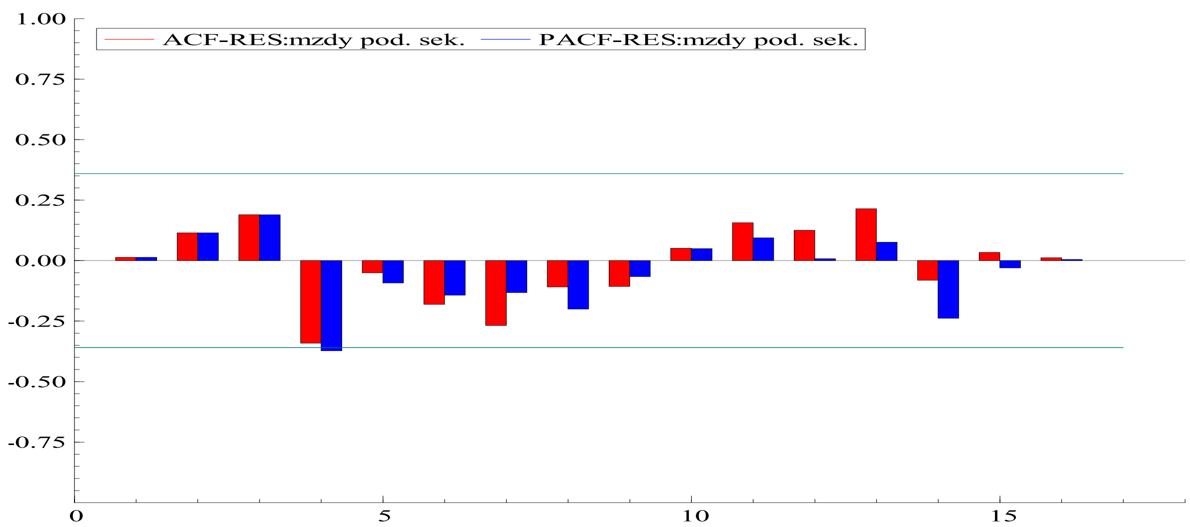
```
t(25,2-sided) = -2.1992 [0.0373] *
```

Podle hodnoty p-value [0,0373] můžeme říci, že parametr je statisticky významný.
Hodnota t-statistiky pro konstantu je 30,41.

```
t(25,2-sided) = 30.41 [0.0000] **
```

Podle hodnoty p-value [0,000] můžeme říci, že konstanta je statisticky významná.

Grafická analýza modelu SARIMA (0,0,1) (0,1,0) s konstantou



Z grafu je vidět, že jedna hodnota je stále ještě statisticky významná. Vzhledem k tomu, že se jedná o 4. hodnotu parciální autokorelační funkce mohli bychom do modelu přidat proces SAR (1) nebo AR (1).

D1.přidání procesu AR (1)

```
MODEL ESTIMATION/EVALUATION
Estimation converged in    7 ARMA iterations,   36 function evaluations.

Regression Model
-------------------------------------------------------------------
                            Parameter        Standard
Variable                     Estimate           Error      t-value
-------------------------------------------------------------------
Constant                     998.6032        39.79362        25.09
-------------------------------------------------------------------


ARIMA Model:  (1 0 1)(0 1 0)4
  Seasonal differences:    1
                                             Standard
Parameter                    Estimate          Errors
------------------------------------------------------
Nonseasonal AR
  Lag  1                       0.4902         0.33373

Nonseasonal MA
  Lag  1                       0.1246         0.38120

Variance                      0.15918E+05
------------------------------------------------------

Likelihood Statistics
-------------------------------------------------------------------
Effective number of observations (nefobs)                       28
Number of parameters estimated (np)                              4
Log likelihood (L)                                       -175.2651
AIC                                                       358.5302
AICC (F-corrected-AIC)                                    360.2693
---------------------------------------------------------------
```

Musíme otestovat statistickou významnost odhadu parametrů θ_1 a ϕ_1 a konstanty. Hodnota t-statistiky pro parametr MA (1) je 1,468852066.

```
t(24,2-sided) = 1.4689 [0.1549]
```

Podle hodnoty p-value [0,1549] můžeme říci, že parametr je statisticky nevýznamný. Přidáním procesu AR (1) do modelu SARIMA (0,0,1) (0,1,0) s konstatntou došlo k tomu, že parametr MA (1) je statisticky nevýznamný. Vyloučením tohoto parametru bychom dostali již výše uvedený model SARIMA (1,0,0) (0,1,0).

D2.přidání procesu SAR (1)

```
MODEL ESTIMATION/EVALUATION
Estimation converged in    7 ARMA iterations,   36 function evaluations.

Regression Model
------------------------------------------------------------------
                            Parameter       Standard
Variable                     Estimate          Error      t-value
------------------------------------------------------------------
Constant                    1011.6687       23.11066        43.77
------------------------------------------------------------------


ARIMA Model:  (0 0 1)(1 1 0)4
  Seasonal differences:    1
                                            Standard
Parameter                    Estimate         Errors
----------------------------------------------------
Seasonal AR
  Lag  4                      -0.3772        0.18180

Nonseasonal MA
  Lag  1                      -0.3922        0.17365

Variance                      0.13784E+05
----------------------------------------------------

Likelihood Statistics
------------------------------------------------------------------
Effective number of observations (nefobs)                      28
Number of parameters estimated (np)                             4
Log likelihood (L)                                      -173.5673
AIC                                                      355.1345
AICC (F-corrected-AIC)                                   356.8737
------------------------------------------------------------------
```

Musíme otestovat statistickou významnost odhadu parametrů θ_1 a Φ_1 a konstanty.

Hodnota t-statistiky pro parametr MA (1) je -2,258566081.

`t(24,2-sided) = -2.2586 [0.0333] *`

Podle hodnoty p-value [0,0333] můžeme říci, že parametr je statisticky významný.

Hodnota t-statistiky pro parametr SAR (1) je -2,074807481.

`t(24,2-sided) = -2.0748 [0.0489] *`

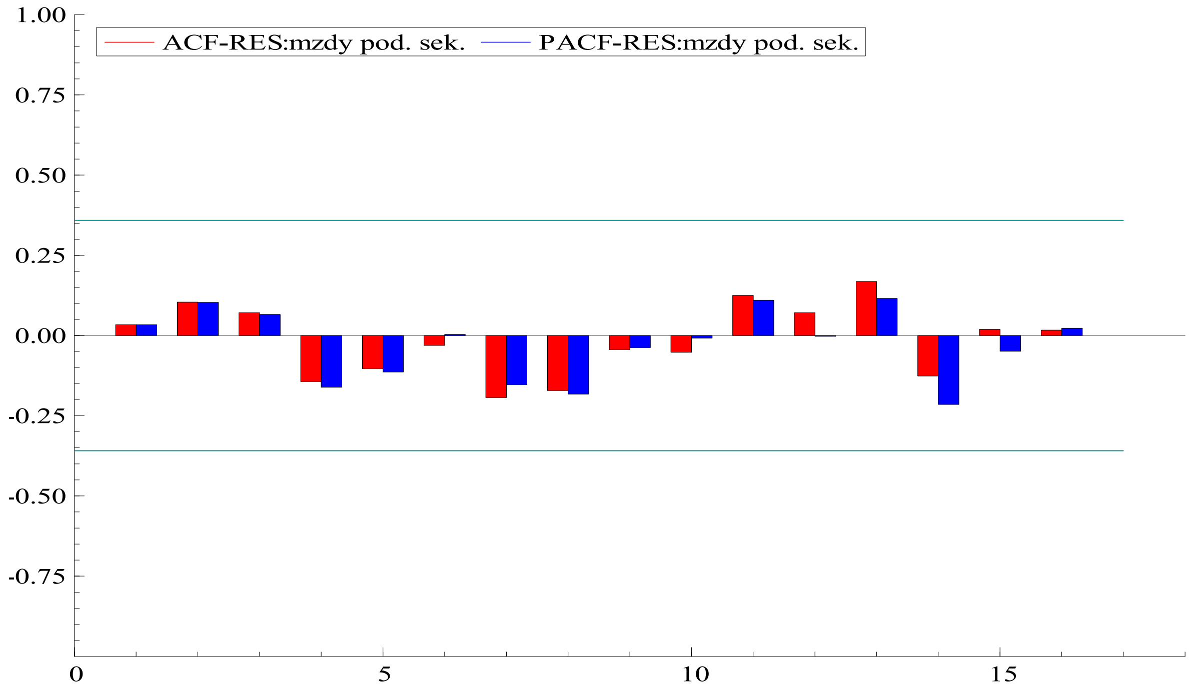
Podle hodnoty p-value [0,0489] můžeme říci, že parametr je statisticky významný.

Hodnota t-statistiky pro konstantu je 43,77.

`t(24,2-sided) = 43.77 [0.0000] **`

Podle hodnoty p-value [0,0000] můžeme říci, že konstanta je statisticky významná.

Grafická analýza modelu SARIMA (0,0,1) (1,1,0) s konstantou



Všechny hodnoty ACF a PACF jsou uvnitř tolerančních mezí, pro kontrolu musíme provést diagnostiku modelu.

Diagnostika modelu SARIMA (0,0,1) (1,1,0) s konstantou

Portmanteau test

```
Portmanteau statistic for residuals
Portmanteau(12):  Chi^2(12)=   7.6282 [0.8135]
```

Na základě hodnoty testového kritétia nezamítáme testovanou hypotézu H_0 o tom, že nesystematická složka (rezidua) jsou neautokorelovaná.

Jarque-Bera test

```
Normality test for residuals
Asymptotic test:  Chi^2(2) =  0.58886 [0.7450]
Normality test:   Chi^2(2) =  0.40663 [0.8160]
```

Na základě hodnoty testového kritétia nezamítáme testovanou hypotézu H_0 o tom, že nesystematická složka má normální rozdělení.

Test ARCH (1)

```
ARCH coefficients:
  Lag Coefficient  Std.Error
    1    0.061237     0.1975
RSS = 7.04959e+009  sigma = 16466.3

Testing for error ARCH from lags 1 to 1
ARCH 1-1 test:    F(1,26)   = 0.096137 [0.7590]
```

Na základě hodnoty testového kritétia nezamítáme testovanou hypotézu H_0 o tom, že nesystematická složka je podmíněně homoskedastická.

Model SARIMA (0,0,1) (1,1,0) s konstantou je vhodný.

Porovnání modelů

Modely SARIMA	AIC	stat. význ. parametrů	graf. analýza	Port-manteau	Jarque-Bera	ARCH(1)	vhodný	postup
(010)(000)	535,0883	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	ne	xxx
(000)(010)	469,1009	xxx	přesahuje 1.sl. ACF 1.sl. PACF	xxx	xxx	xxx	ne	přidáme AR(1) (+konst.) nebo MA(1) (+konst.)
(100)(010)	368,2851	ano	přesahuje 4.sl. ACF	xxx	xxx	xxx	ne	přidáme MA(1) nebo SMA(1)
(101)(010)	365,8154	ano	OK	ano	ano	ano	ano	xxx
(100)(011)	365,3733	ano	OK	ano	ano	ano	ano	xxx
(100)(010)+konst.	356,6135	ano	OK	ano	ano	ano	ano	xxx
(001)(010)	437,8912	ano	OK	ne	ano	ne	ne	xxx
(001)(010)+konst.	357,0215	ano	přesahuje 4.sl. PACF	xxx	xxx	xxx	ne	přidáme AR(1) nebo SAR(1)
(101)(010)+konst.	358,5302	ne	xxx	xxx	xxx	xxx	ne	xxx
(001)(110)+konst.	**355,1345**	ano	OK	ano	ano	ano	ano	xxx

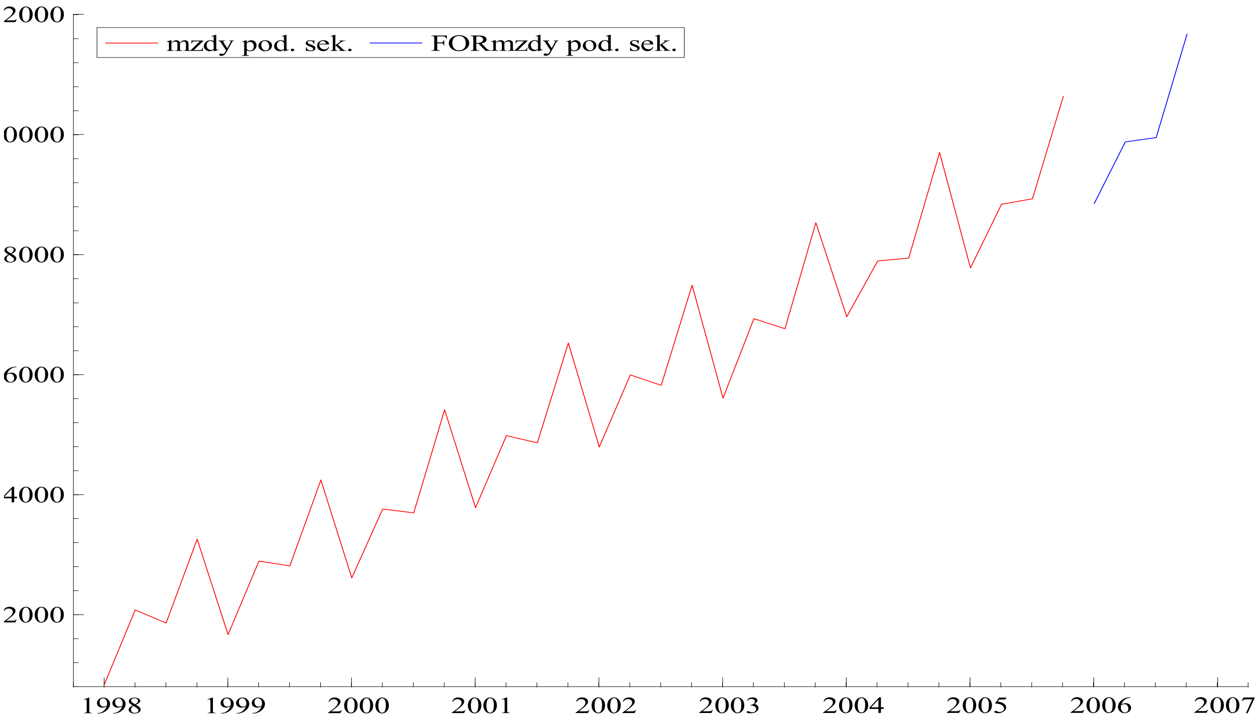
Ve výše uvedené tabulce je vidět, že nejvhodnějším modelem je podle Akeikeho kritéria model SARIMA (001)(110) s konstantou.

$$y_t = c_t + a_t - \theta_1 * a_{t-1} + \Theta_1 y_{t-S} = 1011{,}6687 + a_t - (-0{,}3922) * a_{t-1} + (-0{,}3772) * y_{t-4}$$

Předpovědi

```
----------------------------
                    Standard
  Date    Forecast     Error
----------------------------
2006.1    18844.99   119.610
2006.2    19872.82   130.066
2006.3    19944.97   130.066
2006.4    21671.97   130.066
----------------------------
```

V následujícím grafu je vidět hodnoty původní časové řady (červená křivka) a hodnoty předpovědí (modrá křivka).



Použitá literatura:

Arlt, J.;Arltová, M.: Ekonomické časové řady; Grada, Praha 2007