

Workshop - State-of-the-art statistical software
commonly used in applied economics
EUB-2013 International Conference, București, 4-5 April 2013

STUDYING THE VOLATILITY OF THE ROMANIAN INVESTMENT FUNDS WITH THE ARCH AND GARCH MODELS USING THE “R” SOFTWARE

Ciprian Antoniaade ALEXANDRU
Senior Lecturer at Ecological University of Bucharest
alexciopro@yahoo.com

R - o nouă provocare la nivel academic

De ce R?

- Este un mediu de analiza a datelor dezvoltat de statisticieni pentru statisticieni
- Mediu de programare creat de doi academicieni în 1993 din New Zealand și pus la dispoziția comunității internaționale în 1996
- Este un software de tip open-source
- Are interfețe grafice tot mai bune: RStudio, Deducer, Revolution Analytics, Red-R, JGR (Java GUI for R), SciViews-R
- În aproximativ trei ani, numărul de utilizatori R îl va depăși pe cei de SAS și SPSS

RStudio

```

1 bet=read.table("F:\\My Documents\\c\\iprian\\sesiuni\\2012\\ase
2 head(bet)
3
4 # start model selection
5 arch.spec = ugarchspec(variance.model = list(garchorder=c(1,1
6 bet.arch.fit = ugarchfit(spec=arch.spec, data=bet, solver.con
7 bet.arch.fit
8
9
10 # cclean data
11 bet.cclean = Return.cclean(bet, method="boudt")
12 bet.cclean.arch.fit = ugarchfit(spec=arch.spec, data=bet.cclean
13 bet.cclean.arch.fit
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101 (Top Level)

```

Console

```

Joint Statistic: 1.07 1.24 1.6
Individual Statistic: 0.35 0.47 0.75

Sign Bias Test
-----
t-value prob sig
Sign Bias 0.6712 0.50211
Negative Sign Bias 1.8305 0.06725 *
Positive Sign Bias 0.7770 0.43719
Joint Effect 6.2044 0.10208

Adjusted Pearson Goodness-of-Fit Test:
-----
group statistic p-value(g-1)
1 20 135.6 1.279e-19
2 30 166.0 3.821e-21
3 40 168.3 5.391e-18
4 50 186.9 5.599e-18

Elapsed time : 0.703125

```

Workspace

Data	Variables
bet	3800 obs. of 1 variables
betc	3662 obs. of 1 variables
betfi	3009 obs. of 1 variables

Values

arch.spec	UGARCHspec[1]
bet.arch.fit	UGARCHfit[1]

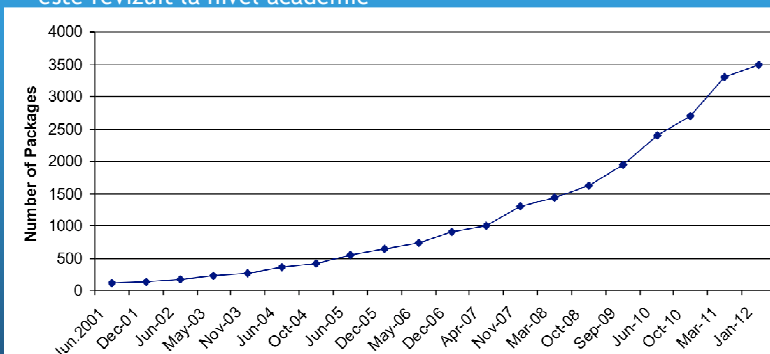
Files Plots Packages Help

Install Packages Check for Updates

- mgcv Mixed GAM Computation Vehicle with GCV/AIC/REML smoothness estimation
- nlme Linear and Nonlinear Mixed Effects Models
- nnet Feed-forward Neural Networks and Multinomial Log-Linear Models
- numDeriv Accurate Numerical Derivatives
- parallel Support for Parallel computation in R
- PerformanceAnalytics Econometric tools for performance and risk analysis.
- Rcpp Seamless R and C++ Integration
- RcppArmadillo Rcpp integration for Armadillo templated linear algebra library
- robustbase Basic Robust Statistics
- rpart Recursive Partitioning
- Rsolnp General Non-linear Optimization
- rugarch Univariate GARCH models
- snow Simple Network of Workstations
- snowfall Easier cluster computing (based on snow).

Evoluția numărului de Pachete R

- R se poate extinde liber prin pachete și programe create de utilizatori
- Orice pachet dezvoltat este rezultatul unui proiect de cercetare și este revizuit la nivel academic



Sources: <http://r4stats.com/articles/popularity/> and http://journal.r-project.org/archive/2009-2/RJournal_2009-2_Fox.pdf

Din literatura de specialitate...

- ARCH [1] și GARCH [2] (Engle, 1982)
- „cozile groase” și clusterizarea volatilității pot fi surprinse de modelele de tip GARCH.
- modelele de tip ARCH pun în evidență dispersia condiționată (σ_t) a randamentelor prin metoda probabilității maxime (maximum likelihood)

Analiza seriilor de date financiare...

- ARCH(q), unde q ia valori între 1 și 5, iar σ_t este determinat în funcție de valorile trecute, pătratice ale lui q .
- în modelul GARCH(p, q) dependențele adiționale sunt permise pentru p laguri ale valorilor trecute ale σ_t . Pentru testarea seriilor de date vom utiliza modelul GARCH (1,1), cel mai potrivit model pentru serii de timp financiare (Bollerslev, 1986) (Taylor, 1987)
- de la apariția modelului GJR-GARCH al lui Glosten et al. (1993) și dezvoltat de Brailsford și Faff (1996) s-a arătat că GJR-GARCH este mai potrivit decât GARCH în explicarea indicilor de acțiuni

Modelul ARCH

- Robert Engle a propus modelul ARCH (AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity) pentru modelarea corelației seriale din pătratul valorilor reziduale, sau heteroschedasticitate (Engle, 1982)

$$y_t = E_{t-1}[y_t] + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t = z_t \sigma_t$$

$$\sigma_t^2 = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + a_p \varepsilon_{t-p}^2$$

Modelul univariat ARFIMAX

- Modelul GARCH permite să definim dinamica pentru media condiționată pornind de la modelul general ARFIMAX la care se adaugă efectele ARCH-în-medie introduse de Engle în anul 1987. Completarea ARFIMAX-ARCH-în-medie poate fi definită în mod formal astfel:

$$\Phi(L)(1-L)^d (y_t - \mu_t) = \theta(L)\varepsilon_t$$

$$\mu_t = \mu + \sum_{i=1}^{m-n} \delta_i x_{i,t} + \sum_{i=m-n+1}^m \delta_i x_{i,t} \sigma_t + \xi \sigma_t^k$$

Modelul GARCH

- La modelele GARCH, funcția de densitate este de obicei scrisă în ceea ce privește parametrii de localizare și de scară, pentru a da normalizat media zero și varianța unitate

$$\alpha_t = (\mu_t, \sigma_t, \omega)$$

$$\mu_t = \mu(\theta, x_t) = E(y_t | x_t)$$

$$\sigma_t^2 = \sigma^2(\theta, x_t) = E((y_t - \mu_t)^2 | x_t)$$

Modelul Standard GARCH (‘sGARSCH’)

- Modelul standard GARCH (Bollerslev, 1986):

$$\sigma_t^2 = \left(\omega + \sum_{i=1}^m \zeta_j v_{jt} \right) + \sum_{j=1}^q \alpha_j \varepsilon_{t-j}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

$$\bar{\sigma}^2 (1 - \hat{P}) - \sum_{j=1}^m \zeta_j \bar{v}_j$$

Aplicarea modelelor

- Funcțiile disponibile în pachetul ruGarch au fost aplicate asupra cursului de închidere al societății de investiții Fondul Proprietatea, simbolul FP.
- FP poate fi considerat un indice pentru sectorul energetic din România deoarece societatea are în portofoliu multe societăți listate și nelistate, foarte reprezentative pentru această industrie.

Aplicarea modelelor

- Serii de date pentru valorile zilnice de închidere au fost următoarele:
- FP: 544 de observații din perioada: 25.01.2011 - 29.03.2013

Principalele valori statistice, în valori nominale

	FP
Observations	544.0000
NAs	0.0000
Minimum	0.4151
Quartile 1	0.4750
Median	0.5292
Arithmetic Mean	0.5253
Geometric Mean	0.5241
Quartile 3	0.5800
Maximum	0.6495
SE Mean	0.0026
LCL Mean (0.95)	0.5202
UCL Mean (0.95)	0.5304
Variance	0.0036
Stdev	0.0604
Skewness	-0.0412
Kurtosis	-1.0505

Valorile statistice pentru rentabilitățile logaritmice

	log return
Observations	543.0000
NAs	1.0000
Minimum	-0.0729
Quartile 1	-0.0058
Median	0.0000
Arithmetic Mean	-0.0001
Geometric Mean	-0.0002
Quartile 3	0.0064
Maximum	0.0560
SE Mean	0.0006
LCL Mean (0.95)	-0.0012
UCL Mean (0.95)	0.0011
Variance	0.0002
Stdev	0.0140
Skewness	-0.2204
Kurtosis	3.2887

Testarea modelelor

	arch1	arch2	arch3	arch4	arch5	garch11
Akaike	-5.7843	-5.8222	-5.8356	-5.8332	-5.8344	-5.8406
Bayes	-5.7605	-5.7906	-5.7960	-5.7858	-5.7790	-5.8089
Shibata	-5.7843	-5.8223	-5.8358	-5.8335	-5.8348	-5.8407
Hannan-Quinn	-5.7750	-5.8098	-5.8201	-5.8147	-5.8128	-5.8282

Testarea modelelor ARCH(1), ARCH(2), ARCH(3), ARCH(4), ARCH(5) și GARCH(1,1) nu s-a realizat cu succes din cauza problemelor de convergență și am realizat o eliminare a valorilor extreme din seria de date. După această procedură ambele modele au fost furnizat informații relevante.

Estimarea parametrilor

Optimal Parameters

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
mu	0.000066	0.000531	0.12372	0.901535
omega	0.000026	0.000011	2.45259	0.014183
alpha1	0.165852	0.050014	3.31610	0.000913
beta1	0.697460	0.091472	7.62481	0.000000

Robust Standard Errors:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
mu	0.000066	0.000538	0.12229	0.902670
omega	0.000026	0.000018	1.45923	0.144501
alpha1	0.165852	0.073800	2.24733	0.024619
beta1	0.697460	0.152474	4.57428	0.000005

- Suma coeficienților este subunitară, $\alpha_1 + \beta_1 = 0.863312$, condiție necesară pentru ca procesul să se întoarcă la medie (să fie *mean reverting*). În cazul în care suma coeficienților ARCH și GARCH ar fi fost supraunitară seria nu putea fi modelată prin GARCH. Valoarea foarte apropiată de 1 arată că procesele ce generează aceste serii se întorc la medie foarte încet.
- Coeficienții estimați din ecuația dispersiei sunt statistic semnificativi la valori foarte mici pentru *p-value*, doar pentru α_1 și β_1 .

Testul LM (Lagrange multiplier)

ARCH LM Tests

	Statistic	DoF	P-Value
ARCH Lag[2]	0.5573	2	0.7568
ARCH Lag[5]	1.2560	5	0.9394
ARCH Lag[10]	5.5593	10	0.8508

- Testul LM (Lagrange multiplier), prin care se poate demonstra existența altor efecte ARCH rămase în valorile reziduale, nu verifică ipoteza nulă pentru lag-urile 2, 5 și 10.

Testul Q-statistic

Q-Statistics on Standardized Residuals

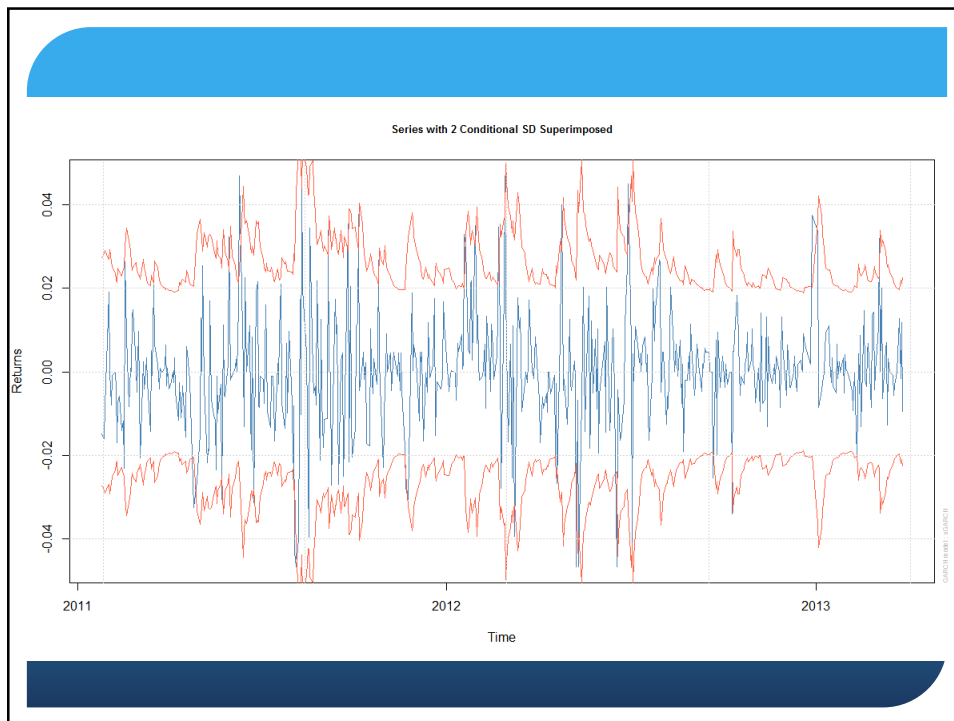
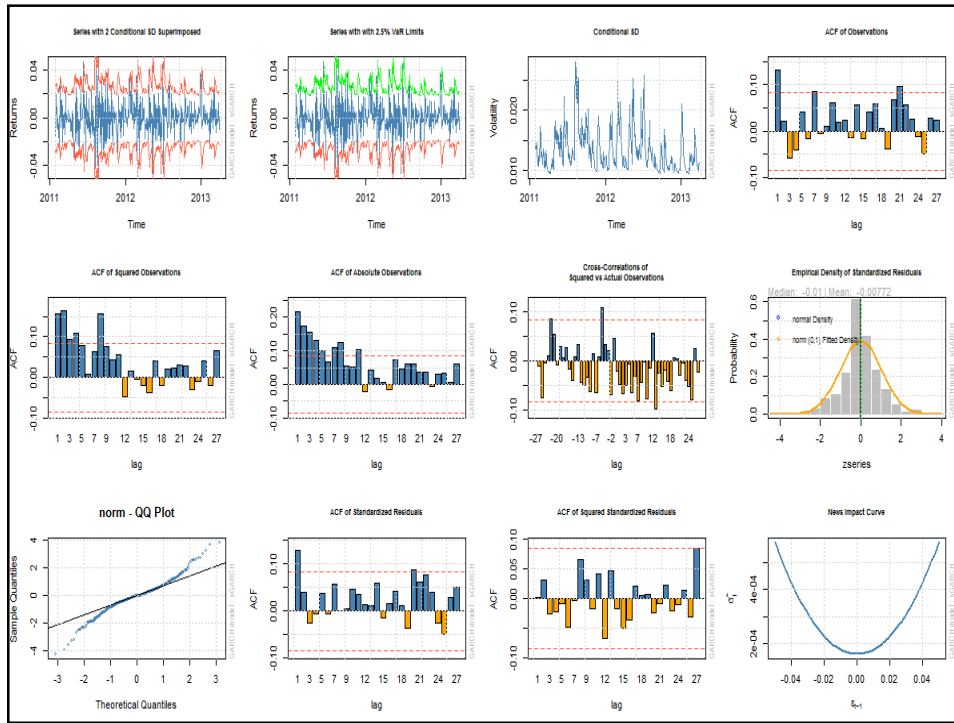
	statistic	p-value
Lag10	14.54	0.1498
Lag15	17.77	0.2747
Lag20	23.87	0.2480

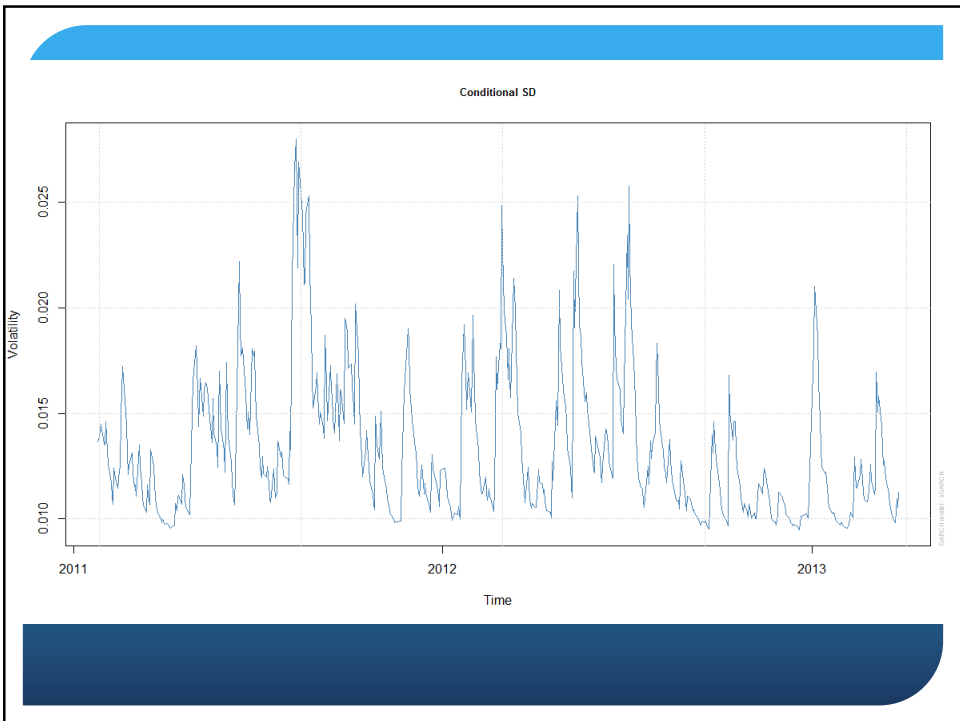
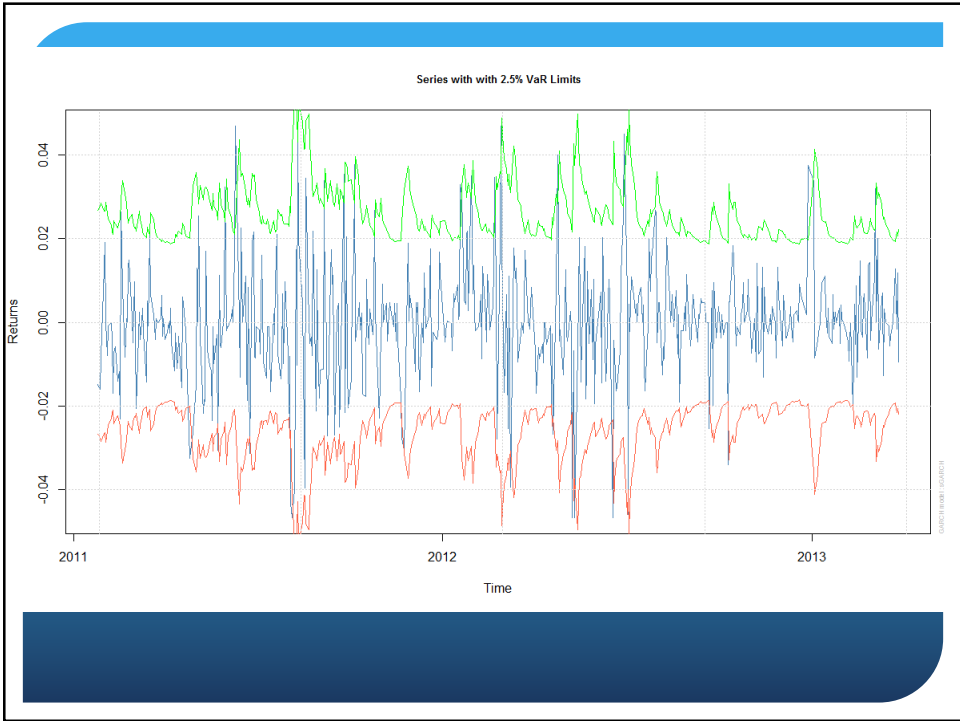
H0 : No serial correlation

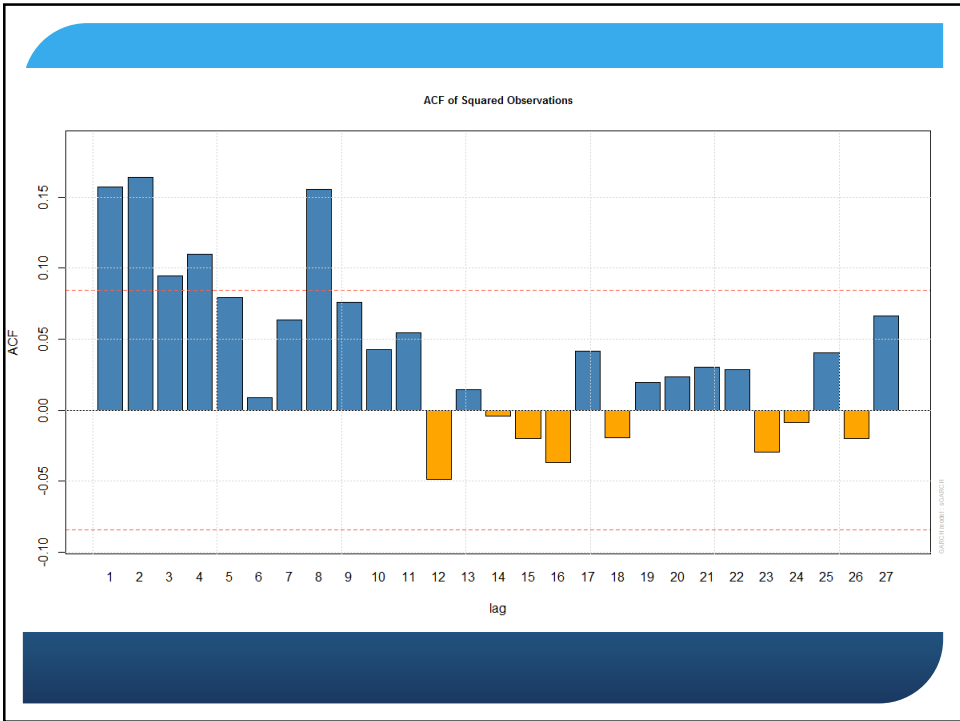
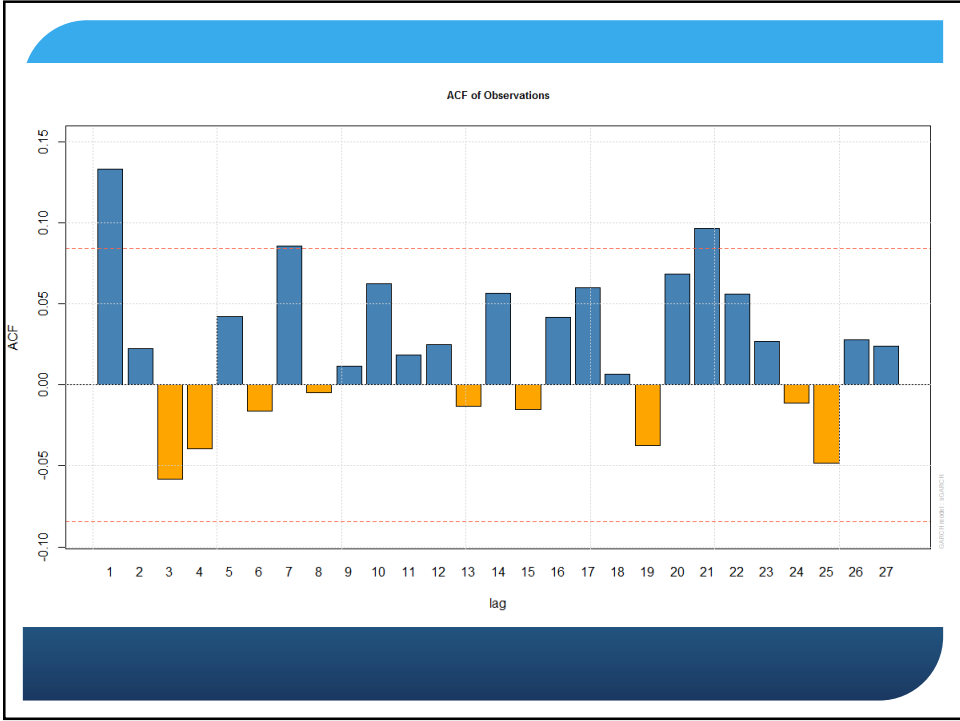
Q-Statistics on Standardized Squared Residuals

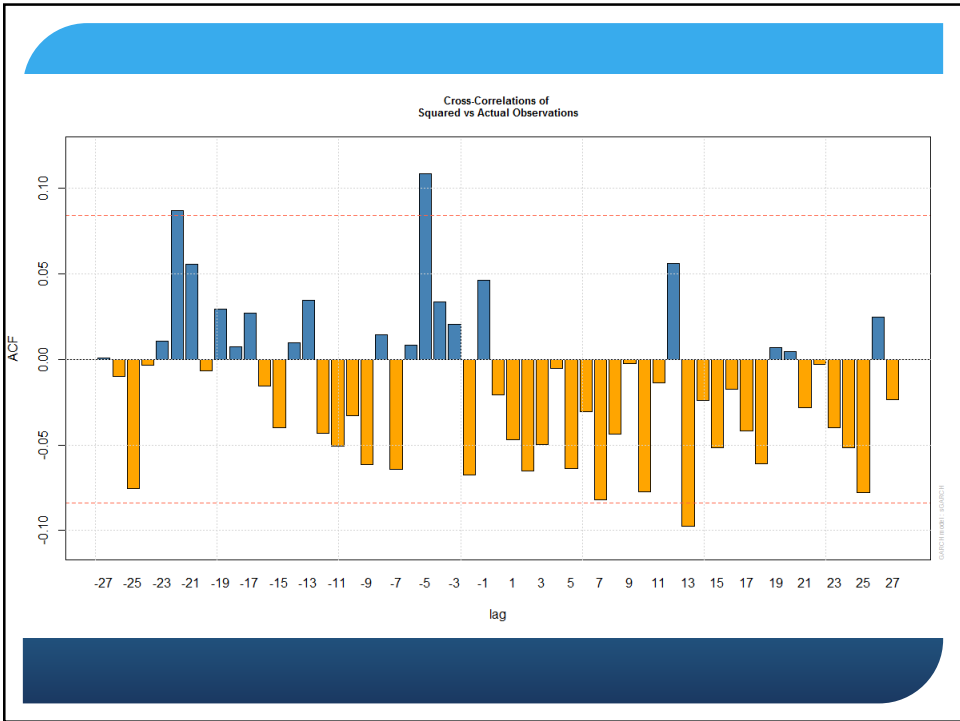
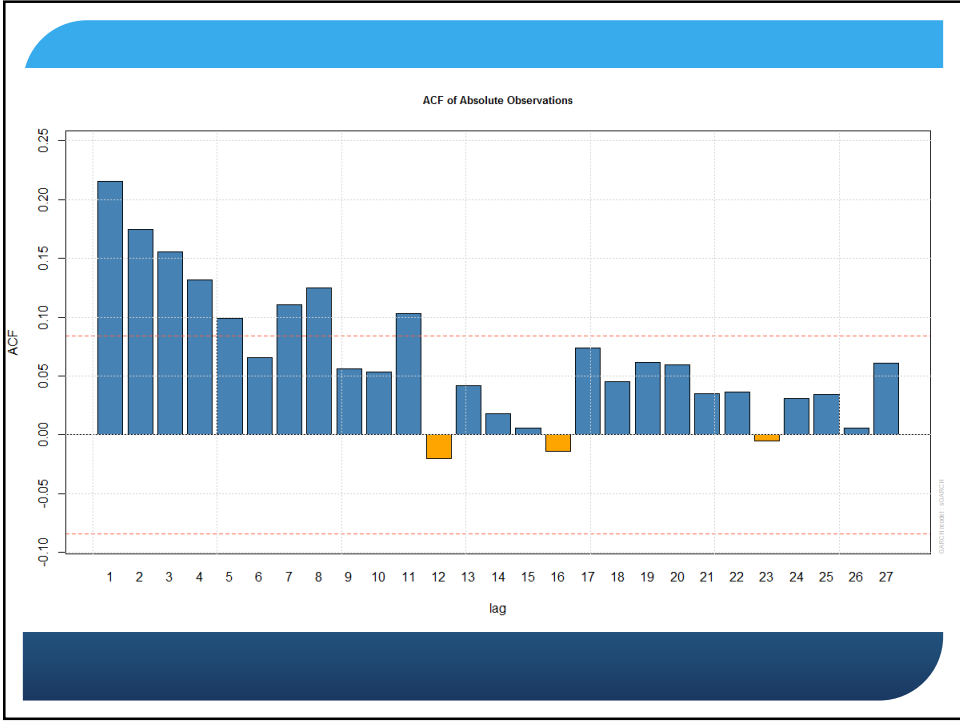
	statistic	p-value
Lag10	5.504	0.8551
Lag15	11.740	0.6986
Lag20	13.044	0.8755

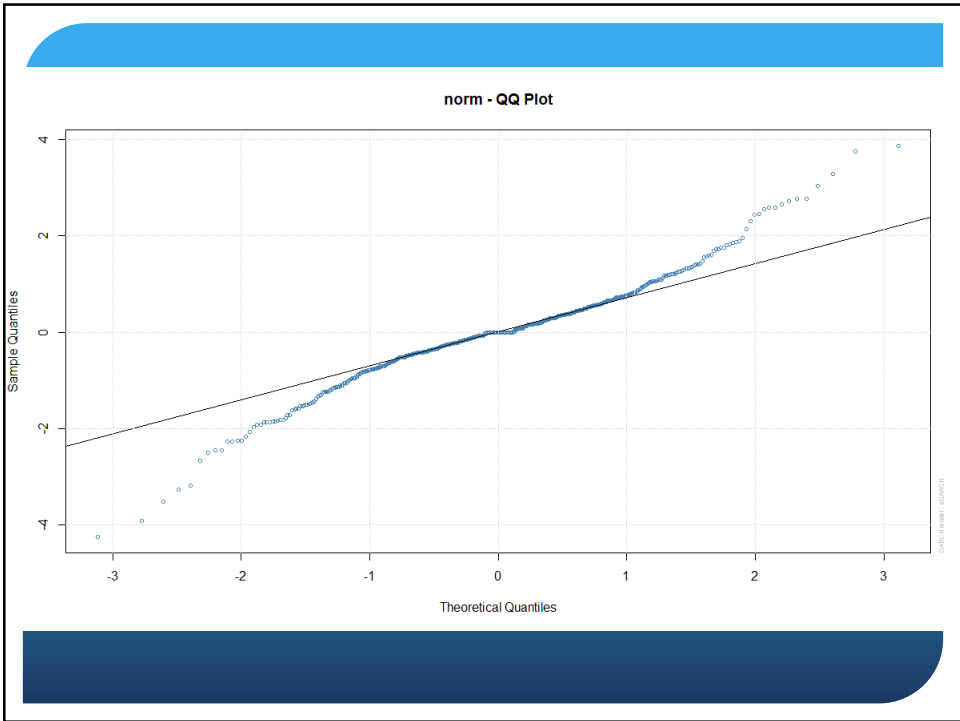
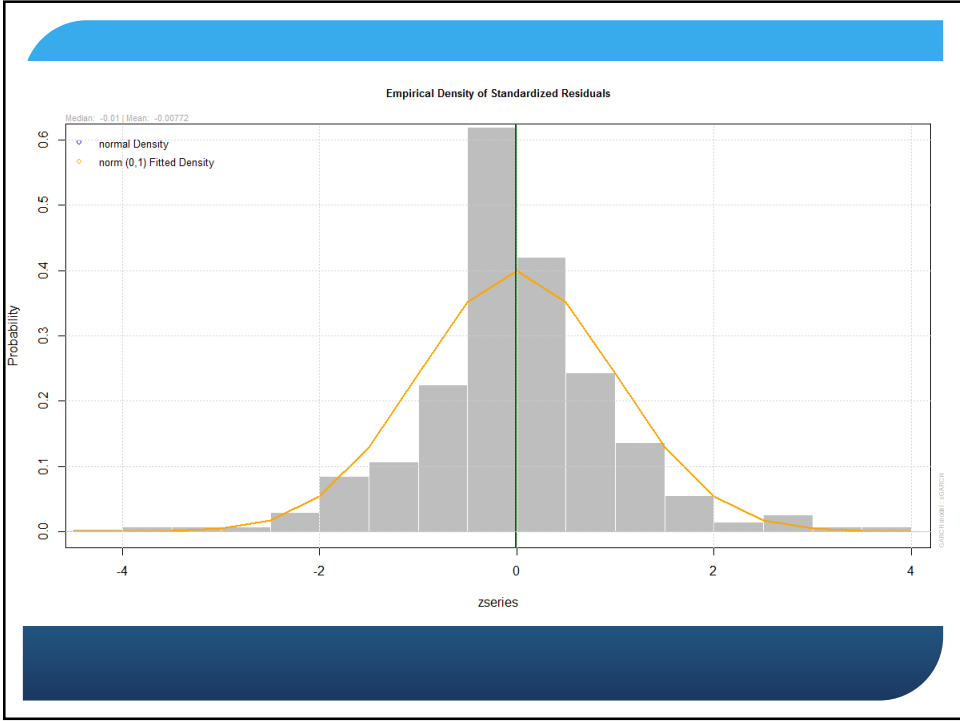
- Testul Q-statistic corespunzător ipotezei nule arată că există autocorelație între valorile reziduale pentru lag-urile 10, 15 și 20.

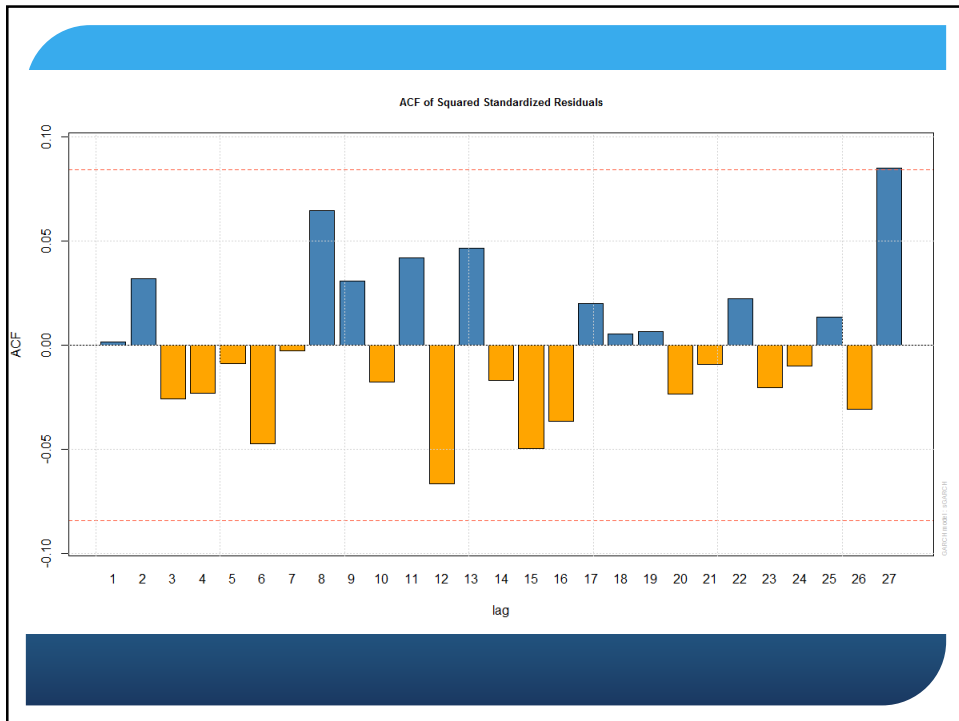
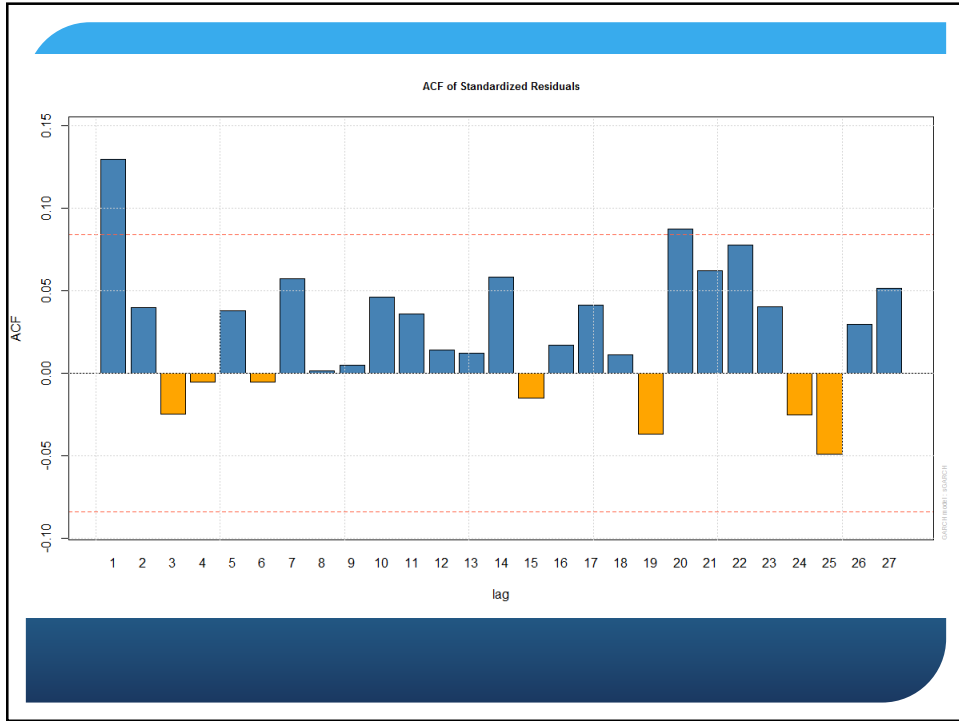


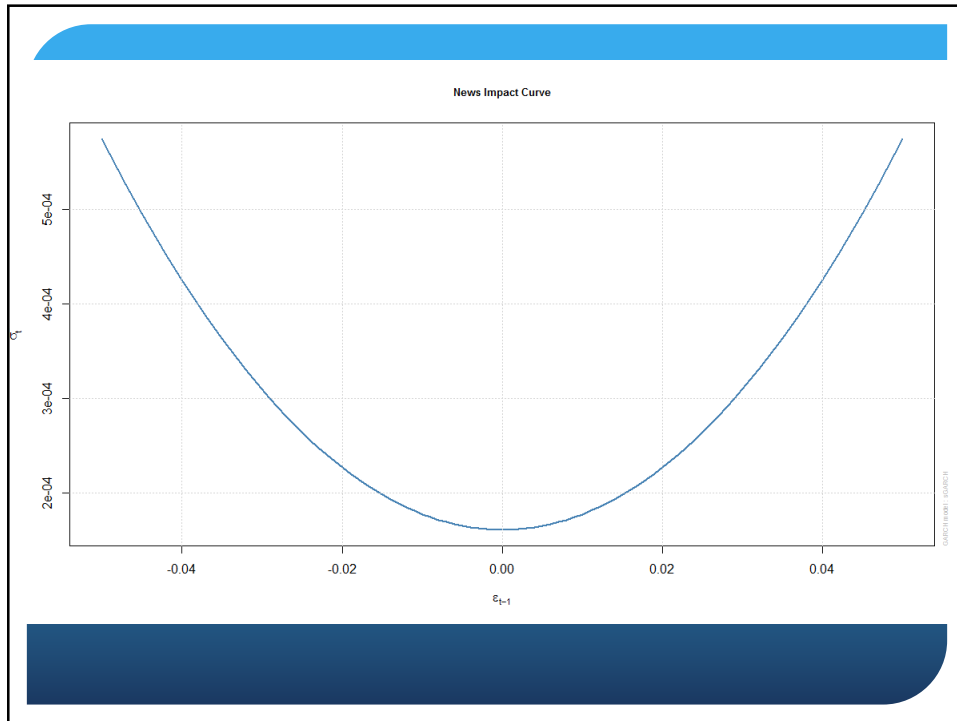












Concluzii

- Modelul GARCH(1,1) este cel mai potrivit pentru seria de date a FP, dar rezultatele nu testează ipotezele.

Concluzii

- “R is the most powerful and flexible statistical programming language in the world”. - Norman Nie, co-founder of SPSS in the late 1960's, currently, CEO and president of Revolution Analytics, a company that provides commercialized versions of R programs
- Universitatea Washington, prin prof. Eric Zivot și Robert Richards, utilizează pachetul ruGARCH și R pentru cursul *Financial Econometrics and Quantitative Risk Management*
- La nivel mondial, R se utilizează tot mai des în Institutelor oficiale de statistică.
- Companii care utilizează R: Pfizer, Shell, Facebook, Google, Mozilla, Times, The New York Times, The Economist, NewScientist, Lloyd's, Bing, Johnson&Johnson

Noi utilizatori în România

- Pentru moment în România...
 - Există un mic grup de utilizatori în INS implicați instituțional în *small area estimation* pe baza tehnicilor R.
 - la Facultatea de Științe Economice din Universitatea Ecologică, din anul 2012, utilizăm R ca aplicație pentru *Managementul Portofoliului*.
 - există sporadic și încercări personale de utilizare a R.

Mulumim!

Daca doriti sa va alaturati echipei
din R-omania ne puteti contacta
la: romanian.r.team@gmail.com

Romanian Team