

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
EKONOMIKAS UN VADĪBAS FAKULTĀTE
Ekonometrijas un biznesa informātikas katedra

AKCIJU IENESĪGUMA VOLATILITĀTES MODELĒŠANA UN PROGNOZĒŠANA

Volatility modelling and forecasting of asset return

MAĢISTRA DARBS

Ekonomikas maģistra studiju programma, matemātiskās ekonomikas virziens

Autors: **Madara Jēkabsone**

Studenta apliecības nr.: mj09057

Darba vadītājs: Dr. oec., asoc. prof. Edgars Brēķis

RĪGA 2015

ANOTĀCIJA

Maģistra darbā ir veikta analīze par akciju volatilitātes transmisijas mehānismu laikā pieciem lielākajiem pēc pārdošanas apjoma informāciju tehnoloģiju un servisa uzņēmumiem Eiropā un pieciem šādiem uzņēmumiem ASV, izmantojot GARCH saimes modeļus. Darba empīriskajā daļā tiek izmantoti dati par laika periodu 01.01.2002. - 23.02.2015., un veidoti GARCH, TGARCH, EGARCH modeļi ar dažādām p un q kārtām, lai noskaidrotu modeli, kurš precīzāk spēj prognozēt akciju ienesīguma volatilitāti. Rezultāti liecina, ka parauga ietvaros veiktajai prognozēšanai Eiropas uzņēmumiem labākie ir EGARCH un GARCH modeļi, bet ASV uzņēmumiem – TGARCH un EGARCH. Savukārt veicot prognozi ārpus parauga, Eiropas uzņēmumiem labākais ir GARCH, bet ASV uzņēmumiem - TGARCH un GARCH modeļi.

Atslēgvārdi:

Volatilitātes modelēšana un prognozēšana, ARMA, GARCH, TGARCH. EGARCH, informāciju tehnoloģijas un serviss

ANNOTATION

The master thesis provides an analysis about transmission mechanism of asset returns' volatility for five largest (by sales) information technology and service companies in USA and five companies in Europe. GARCH models are used for this purpose. Empirical part of this study covers data for period from 01.01.2002. to 23.02.2015.. Various GARCH, TGARCH, EGARCH models with different p and q orders were made in order to find out which model shows best performance to forecast volatility of asset returns. Results show that in-sample forecasting best model for companies from Europe were EGARCH and GARCH models, for USA – TGARCH and EGARCH. In out-of-sample forecasting GARCH model showed the best performance among compared models for companies from Europe, but TGARCH and GARCH models were the best in case of USA.

Key phrases:

Volatility modelling and forecasting, ARMA, GARCH, TGARCH. EGARCH, information technology and service

SATURS

Saturs.....	4
Ievads.....	6
1. Volatilitātes modelēšana.....	8
1.1. Volatilitātes novērtēšanas modeļu attīstība.....	8
1.2. Būtiskākie finanšu datiem piemītošie efekti.....	9
1.3. Volatilitātes novērtēšanas modeļi.....	9
1.3.1. ARMA(p,q) modelis.....	10
1.3.2. ARCH(p) modelis.....	11
1.3.3. GARCH(1,1) modelis.....	12
1.3.4. GARCH(p,q) modelis.....	13
1.3.5. GJR-GARCH un TGARCH modeļi.....	14
1.3.6. EGARCH jeb eksponenciālais GARCH modelis.....	15
1.4. Kopsavilkums.....	16
2. tendences informācijas tehnoloģiju akciju tirgos.....	17
2.1. S&P 500 un STOXX Europe 600 indeksi.....	17
2.2. Informāciju tehnoloģiju uzņēmumu raksturojums un analīze.....	22
2.3. Eiropas un Amerikas Savienoto Valstu informāciju tehnoloģiju un servisa uzņēmumu akciju tirgus attīstība un tendences.....	31
3. Informāciju tehnoloģijas nozares uzņēmumu akciju ienesīguma volatilitātes novērtējums. 36	
3.1. Izmantotie dati.....	36
3.2. Metodoloģija.....	41
3.2.1. GARCH modelis Accenture akciju ienesīguma datiem.....	41
3.2.2. TGARCH modelis Accenture akciju ienesīguma datiem.....	47
3.2.3. EGARCH modelis Accenture akciju ienesīguma datiem.....	50
3.3. Rezultāti.....	52
3.3.1. Accenture.....	53
3.3.2. Capgemini.....	54
3.3.3. Atos SE.....	55
3.3.4. Computacenter.....	56
3.3.5. Bechtle AG.....	57
3.3.6. IBM.....	58
3.3.7. Xerox.....	59
3.3.8. Computer Science Corporation.....	60

3.3.9. NCR Corporation.....	61
3.3.10. Fidelity National Information Services.....	62
3.4. Kopsavilkums.....	64
Secinājumi un priekšlikumi.....	67
Izmantotās literatūras un avotu saraksts.....	68
Pielikumi.....	75
1. pielikums. ARCH efekta pārbaude Accenture datiem, 4 novērojumi.....	75
2. pielikums. Eiropas un ASV informāciju tehnoloģiju un servisu uzņēmumu minimālās un maksimālās akciju slēgšanas cenu dienas periodā no 01.01.2002 līdz 23.02.2015.....	75
3. pielikums. Capgemini tabulas.....	76
4. pielikums. Atos SE tabulas.....	81
5. pielikums. Computacenter tabulas.....	86
6. pielikums. Bechtle AG tabulas.....	91
7. pielikums. IBM tabulas.....	96
8. pielikums. Xerox tabulas.....	101
9. pielikums. Computer Science Corporation tabulas.....	106
10. pielikums. NCR Corporation tabulas.....	111
11. pielikums. Fidelity National Information Services tabulas.....	116
DOKUMENTĀRĀ LAPA.....	121

IEVADS

Akciju ienesīguma volatilitātes jeb svārstīguma modelēšanas un prognozēšanas loma, izmantojot ekonometriskos modeļus, pēdējās dekādēs ir pieaugusi. Spēja prognozēt akciju ienesīguma volatilitāti ir svarīga, jo tai ir liela ietekme ne tikai uz starptautiskās tirdzniecības apjomiem, veiktajām un saņemtajām investīcijām un turpmākajiem lēmumiem, bet arī uz uzņēmumu un valstu konkurētspēju pasaules tirgū, labklājību. Plašā nozīmē – uzņēmumi vēlas veiksmīgi kontrolēt sava riska profilu. Finanšu tirgū šai kontrolei ir pat vēl lielāka nozīme, jo liels skaits finanšu uzņēmumu ir piedzīvojuši ievērojamus zaudējumus pēdējās dekādēs.

Šis fakts ir veicinājis milzīgu literatūras pieplūdumu saistībā ar ienesīguma volatilitātes modelēšanas un prognozēšanas jautājumiem. Laika gaitā tehnoloģiju attīstība mijiedarbojoties ar datu pieejamību par arvien īsākiem ienesīguma periodiem ļāva pārfokusēties no ceturkšņa un mēneša datu modelēšanas uz nedēļas un dienas ienesīguma modelēšanu, padarot analīzi pieejamāku. Līdz ar datu pieejamības palielināšanos, ir notikuši vairāki uzlabojumi ne tikai tāpēc, ka tagad modeļi var izstrādāt prognozes datiem, kuru novērojumi ir veikti katru dienu vai vēl smalkākā skalā un bieži vien ir neregulāri intervālā¹ (*high-frequency data*), bet arī tāpēc, ka šie modeļi parasti piedāvā precīzākas prognozes mēnešu un ceturkšņu periodiem, nekā modeļi, kuros izmantoti tikai mēneša dati.

Informāciju tehnoloģiju un servisa nozare ir kļuvusi par vienu no stabilākajām nozarēm pasaulē. Informāciju tehnoloģiju nozarei, vairāk kā jebkurai citai nozarei vai ekonomikas aspektam, vērojams produktivitātes pieaugums, it īpaši attīstītajās pasaules valstīs – tieši tāpēc informāciju tehnoloģijas ir galvenais virzītājspēks pasaules ekonomikas izaugsmē. Pēdējos gados ir novēroti ievērojami uzlabojumi mobilo telefonu, interneta un platjoslas savienojumu piekļuvē, pieaug uzsvars uz informāciju tehnoloģiju piegādi veselības aprūpes, izglītības un citos sektoros, kā arī uz specializētu lietojumprogrammu izstrādi. Informāciju tehnoloģiju tirgu, tāpat ka citus tirgus, ietekmē dažādi notikumi pasaulē, tāpēc ir svarīgi noskaidrot, cik lielā mērā ir iespējams prognozēt akciju ienesīgumu.

Pētījuma mērķis, uzdevumi. Maģistra darba mērķis ir izpētīt akciju volatilitātes transmisijas mehānismu laikā. Minētā mērķa sasniegšanai ir izvirzīti šādi darba uzdevumi:

1. izpētīt zinātniskos darbus un publikācijas par akciju ienesīguma volatilitātes modelēšanu un prognozēšanu, iepazīties ar problēmām, ar kādām saskārušies pētnieki;
2. izmantojot ekonometrisko literatūru, iepazīties un izpētīt ARCH, GARCH modeļu un

¹ Zivot, E., *Analysis of High Frequency Financial Data: Models, Methods and Software. Part I: Descriptive Analysis of High Frequency Financial Data with S-PLUS.*, 2005, pp. 1

to modifikāciju īpašības;

3. izvērtēt analīzei piemērotākos datus, kā arī veikt nepieciešamo datu apstrādi;

4. balstoties uz iegūtajiem pamatrādītājiem un izmantojot GARCH modeli un tā modifikācijas, modelēt akciju ienesīguma svārstīgumu un izpētīt, cik lielā mērā ir iespējams to prognozēt;

5. pamatojoties uz gūtajiem rezultātiem, izdarīt secinājumus par piemērotāko modeli apskatītajiem datiem.

Pētījumā izmantotās metodes. Lai sasniegtu uzstādītos darba mērķus, darba izstrādē tika izmantota zinātniskās literatūras analīze, statistiskās un ekonometriskās analīzes metodes. Pētījuma īstenošanai tika izmantotas vairākas kvantitatīvās metodes un datu apstrādes statistiskās metodes, lai analizētu pētījumā iegūtos rezultātus. Aprēķini un modelēšana tika veikti ar Eviews 7 un Microsoft Excel datu apstrādes programmām. Šīs programmas tika lietotas, jo, autoresprāt, tās šķita vispiemērotākās un tās pilda visas pētījumam nepieciešamās funkcijas.

Pētījuma struktūra. Pētāmais jautājums tiek izklāstīts četrās nodaļās. Darba pirmā nodaļa ir literatūras un teorijas apskats, jo uz teorētiskā pamatojuma bāzes tiek būvētas visas pārējās nodaļas, tāpēc nodaļā tiek aprakstīti dažādi modeļi un pamatots, kuri modeļi un kāpēc tiks izmantoti turpmākajā pētījumā. Otrā nodaļa paredzēta akciju tirgus tendenču un attīstības noskaidrošanai, salīdzināšanai un analīzei, tāpēc, ka tirgus tendenču kopumā izziņāšana veicina izpratni par pētāmo jautājumu un sasaistās ar darba trešo nodaļu un palīdz izskaidrot, piemēram, izlecošās vērtības. Trešajā nodaļā pievēršas analīzes metodoloģijai, lai atrastu piemērotāko modeli konkrētajiem datiem. Ceturtā nodaļa darbā izveidota, lai apkopotu pētījumā noskaidroto, kas ir pamats autores sniegtajiem priekšlikumiem darba noslēgumā.

Pētījuma periods un datu kopa. Autore aplūko 5 Amerikas Savienotajās Valstīs bāzētu informācijas tehnoloģiju un servisa uzņēmumu un 5 Eiropā bāzētu informācijas tehnoloģiju uzņēmumu akciju nedēļas ienesīgumus periodā no 2002. gada 1. janvāra līdz 2015. gada 23. februārim, tādējādi par katru aplūkoto uzņēmumu ir 682-686 novērojumi. Šī perioda izvēle tiek pamatota ar datu pieejamību tiešsaistē, izvēlēts laika periods, par kuru pieejami dati par visiem izvēlētajiem 10 uzņēmumiem.

1. VOLATILITĀTES MODELĒŠANA

1.1. Volatilitātes novērtēšanas modeļu attīstība

Kopš ar ARCH jeb autoregresīvo nosacītās heteroskedisticitātes modeli iepazīstināja R.F. Engle 1982. gadā², bet 1986. gadā vispārināto autoregresīvo nosacītās heteroskedisticitātes modeli – GARCH – neatkarīgos pētījumos patstāvīgi definējuši T.Bollerslev³ un Taylor, un 1991. gadā Nelson⁴ izveidojis eksponenciālo autoregresīvo nosacītās heteroskedisticitātes modeli – EGARCH, šie modeļi izmantoti volatilitātes pētīšanai un prognozēšanai. ARCH un GARCH modeļus, tāpat kā šo modeļu pastāvošās dažādās modifikācijas nereti izmanto akciju vai valūtas kursu pētīšanai⁵. GARCH modeļiem piemīt laba prognozēšanas spēja salīdzinājumā ar citiem modeļiem, kas kalpo par iemeslu tik sastopamai modeļa lietošanai pētnieku aprindās.

GARCH saimes modeļi ir sava veida “spēkstacija” akciju riska un svārstīguma mērīšanā. Ar GARCH metodēm pēta, kā funkcijas pagātnes ienesīgums, t.i., kāda konkrēta finanšu laikrinda, būtu jākonstruē un jāattēlo nākamajā momentā⁶. Ar šo metodi ir iespējams arī prognozēt ienesīguma volatilitāti, un šī pieeja tiek izmantota arī šajā pētījumā.

Pieejamas daudzas GARCH modeļu modifikācijas, un lietoti dažādi pieņēmumi par sadalījumiem. Hulls un Vaits (1998)⁷ uzskatīja, ka liela nozīme ir sadalījuma pielāgošanai modeļiem, kuros kā datus izmanto pagātnes vērtības, lai prognozētu nākotnes vērtības. Savukārt Mittniks, Paolella un Račevs (2000)⁸ uzskatīja, ka vairāk asimetrisks sadalījums, piemēram, Stjūdenta t-sadalījums, uzlabo volatilitātes aprēķinu precizitāti. Salīdzinot vairākus GARCH modeļus, So un Yu (2006)⁹ uzskatīja, ka “resnās astes” sadalījumi pārspēj normālkļūdas modeļus, izmantojot dienas datus. Datu, kuru novērojumi veikti vairākas reizes vienas dienas ietvaros, lietojamībai, no vienas puses, ir vērā ņemama nozīme, kad izmanto GARCH modeļus akciju ienesīguma prognozēšanā. Taču raugoties no otras puses – kad skaitļo risku vienai dienai uz priekšu, GARCH modeļu sniegums dienas un smalkāk

2 Engle, Robert F., *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation*. *Econometrica* 50, 1982, pp. 987-1007.

3 Bollerslev, T., *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*. *Journal of Econometrics* 31, 1986, pp 307-327.

4 Nelson, D. B., *Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach*. *Econometrica*, 1991, pp 347-370.

5 Zandersons J., *Valūtas apmaiņas kursu volatilitātes prognozēšana un simulēšana*. Latvijas Universitāte, Rīga, 2013. 7. lpp

6 Hull, J. C., *Options, Futures and Other Derivatives*, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 2000.

7 Hull, J., & White, A., *Value at Risk when Daily Changes in Market: Variables are not Normally Distributed*. *Journal of Derivatives* 5, 1998, pp 9-19.

8 Mittnik, S., Paolella, M., & Rachev, S. T., *Diagnosing and treating the fat tails in financial return data*. *Journal of Empirical Finance* 7, 2000, pp 389-416.

9 So, M. K., & Yu, P. L., *Empirical analysis of GARCH models in value at risk estimation*. *International Financial Markets, Institutions and Money*, 2006, pp 180-197.

sadalītiem datiem tiek uzskatīts par līdzvērtīgu (Giot & Laurent, 2004¹⁰).

Risku var iedalīt vairākās apakškategorijās – stratēģiskais, darbības un finanšu risks. Šajā darbā autore pievēršas akciju tirgus riskam un svārstīgumam jeb finanšu riskam.

1.2. Būtiskākie finanšu datiem piemītošie efekti

Standarta GARCH modelis pieņem, ka pozitīvām un negatīvām ziņām ir simetrisks efekts uz volatilitāti. Taču praksē, it īpaši saistībā ar akciju ienesīgumiem, šo pieņēmumu nereti pārkāpj – volatilitāte vairāk palielinās pēc sliktām, kā labām ziņām. Šo sauc par sviras efektu (*leverage effect*). Pirmo reizi šo terminu lietoja F. Bleks 1976. gadā, sakot, ka “kritums uzņēmuma vērtībā radīs negatīvu ienesīgumu un parasti palielinās akciju sviras efektu. [...] Līdz ar to, kāpums parāda/ kapitāla attiecībā nozīmē akciju volatilitātes palielināšanos.”¹¹

Finanšu datiem mēdz piemist “resnas astes” (*fat tail*), kas pēc būtības ir statistikā sadalījuma fenomens. Salīdzinājumā ar normālo zvanveida sadalījumu, ir novērojamākas resnākas astes. Grafiski resnās astes ir novērojamas gadījumos, kad ir daudz notikumi vai vērtības, kas atrodas nomaļus no vidējās vērtības, tādējādi biežāk radot augstas un zemas vērtības. Pēc teorijas finanšu tirgos tiek sagaidīts normālais sadalījums, taču realitātē sadalījums nav tik nevainojams, jo cilvēku rīcība bieži var atšķirties no prognozētās, kas tad arī rada resno astu sadalījumu. Piemēram, dienas vai mēneša ienesīgumiem, kas lietoti arī šajā pētījumā, sadalījuma līkne nereti ir plakanāka, mazāk atbilstīga normālam sadalījumam, taču ar vairāk izlecošām vērtībām.¹²

Lietderīgi ir aplūkot arī volatilitātes klāsterēšanos (*volatility clustering*), kas attiecās uz novērojumiem, kur, kā atzīmēja B. Mandelbrots 1963.gadā, “lielām izmaiņām seko lielas izmaiņas, un mazām izmaiņām seko mazas.”¹³

1.3. Volatilitātes novērtēšanas modeļi

Finanšu tirgus datiem nereti piemīt volatilitātes klāsterēšanās, kur datu laikrindā ir novērojami periodi ar augstu un zemu volatilitāti. Principā tieši laikā mainīga volatilitāte finanšu un ekonomikas datiem ir biežāk novērojama kā konstanta volatilitāte, līdz ar to precīzai un korektai volatilitātes modelēšanai ir būtiska nozīme, it īpaši finanšu inženierijā.

Pastāv divas visplašāk lietotās volatilitātes modeļu pamatklases. Pirmā tipa klases

¹⁰ Giot, P., & Laurent, S., *Modelling daily Value-at-Risk using realized volatility and ARCH type models*. Journal of Empirical Finance 11, 2004, pp 379-398.

¹¹ Black, F, Studies in stock price volatility changes, *Proceedings of the 1976 Meeting of the Business and Economic Statistics Section*, American Statistical Association, 1976, pp. 177-181.

¹² Robb, J.A., Financial Fat Tail Definition, <http://www.fattails.ca/> - skatīts 06.04.2015.

¹³ Mandelbrot, B. B., *The Variation of Certain Speculative Prices*, The Journal of Business 36, No. 4, 1963, pp. 394-419

modeļi definē volatilitāti kā funkciju, kas satur ne tikai novērojumus. Šos modeļus mēdz saukt par latentās vai stohastiskās volatilitātes modeļiem. Latentās volatilitātes modeļi var tikt patvaļīgi izstrādāti ar strukturālajiem lūzumpunktiem patvaļīgos laika momentos, kā arī ar patvaļīgām amplitūdām, vairākiem faktoriem, lēcieniem un “resnās astes” šokiem, un vispārīgu veidu nonlinearitātēm. Šādus modeļus parasti var simulēt, taču ir grūti tos novērtēt un prognozēt.¹⁴ Otrā tipa modeļi definē nosacīto dispersiju kā funkciju no novērojumiem. Visvienkāršākie piemēri šai klasei ir ARCH (auto regresīvais nosacītās heterosceditātes) modelis un GARCH (vispārīgais auto regresīvais nosacītās heterosceditātes) modelis, kuri detalizētāk tiks aplūkoti šīs nodaļas turpmākajās apakšnodaļās.

1.3.1. ARMA(p,q) modelis

Autoregresīvais slīdošā vidējā (ARMA) modelis ir matemātisks modelis ar autokorelāciju laicindā. ARMA modeļi tiek plaši izmantoti hidroloģijā, dendrahronoloģijā, ekonometrijā un citās nozarēs. Ar šiem modeļiem var modelēt datus; tas var palīdzēt izprast fizikālo sistēmu, atklājot kādu iemeslu par fizikālo procesu, kas rada noturību pētāmajā laicindā. ARMA modeļi var tikt izmantoti arī lai laicindas uzvedības prognozēšanai atkarībā no pagātnes vērtībām. Šādas prognozes var tikt izmantotas kā bāze, novērtējot pārējo mainīgo iespējamo nozīmīgumu. Vēl viens ARMA modeļu pielietojums ir simulācijas, ar kuru palīdzību var ģenerēt laicindas ar tādu pašu struktūru, kā novērotajai laicindai.

ARMA(p,q) modelis sniedz nelielu aprakstu par vāji stacionāru stohastisku procesu divu polinomu gadījumā – viens polinoms AR(p) autoregresijai, bet otrs MA(q) polinoms apzīmē slīdošo vidējo. Vispārīgais ARMA(p,q) modelis tika aprakstīts 1951.gadā P. Vittla disertācijā “Hipotēžu pārbaude laicindu analīzē”.¹⁵

Autoregresīvo AR(p) modeli var uzrakstīt ar sekojošu vienādojumu:

$$y_t = c + \sum_{i=1}^p \alpha_i y_{t-i} + \epsilon_t, \quad (1.1)$$

kur c – konstante, p – autoregresīvās daļas kārtā, α_i – koeficienti, bet ϵ_t – baltā trokšņa process (*white noise* – patvaļīga izlase no normāli sadalītas kopas ar konstantu vidējo vērtību un konstantu standartnovirzi). Slīdošā vidējā modeli MA(q) izsaka šāds vienādojums:

¹⁴ Engle, R.F, Patton, A.J, *What good is a volatility model?* Quantitative finance, Volume 1, Institute of Physics publishing, research paper, 2001, pp 237 -245

¹⁵ Whittle, P., *Hypothesis Testing in Time Series Analysis*. 1951. Almqvist and Wicksell. Whittle, P., *Prediction and Regulation*. English Universities Press, 1963

$$y_t = \mu + \sum_{j=1}^q \beta_j \epsilon_{t-j} + \epsilon_t, \quad (1.2)$$

kur μ ir y_t sagaidāmā vērtība, q – slidošā vidējā daļas kārtā, β_j – modeļa koeficienti, ϵ_{t-j} un ϵ_t – baltā trokšņa procesi. Apvienojot abus šos modeļus vienā, iegūst ARMA(p,q) modeli (ω – konstante):

$$y_t = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i y_{t-i} + \sum_{j=1}^q \beta_j \epsilon_{t-j} + \epsilon_t. \quad (1.3)$$

Literatūrā šim modelim ir atrodams diezgan plašs publikāciju klāsts ar dažādiem pielietojumiem, tajā skaitā arī ekonomikas jomā. Tā, piemēram, B. Maity un B. Chatterjee savā 2012. gadā publicētajā rakstā aplūko Indijas iekšzemes kopprodukta (IKP) pieauguma tempu.¹⁶ Viņu pētījuma mērķis bija divējāds – atklāt apslēptas datu īpašības un prognozēt Indijas IKP un tā pieauguma tempu 10 gadu periodam. Līdzīgi arī Y. Lu modelēja un prognozēja Ķīnas IKP savā 2009. gada publikācijā.¹⁷ Savukārt W.S.Chan, M.W.NG un H.Tong pētīja ekonomiskās svārstības, konkrētāk, cenu inflāciju Lielbritānijā laika posmā no 1265. līdz 2000.gadam.¹⁸

1.3.2. ARCH(p) modelis

ARCH modelis laikrindām tiek lietots, lai raksturotu mainīgo, iespējams volatilo, dispersiju. Šos modeļus lieto gadījumos, kad ir pamats uzskatīt, ka jebkurā laika momentā kļūdas izteiksmei būs raksturīgs lielums vai dispersija. Konkrēti ARCH modeļi pieņem, ka pašreizējā kļūdas izteiksme vai inovācija (*innovation* – starpība starp novērotajām vērtībām laikā t un optimālo prognozi šai vērtībai, balstītu uz informāciju, kas pieejama pirms laika t) ir funkcija iepriekšējā perioda kļūdas izteiksmes lielumā. Lai gan ARCH modeļus teorētiski ir iespējams izmantot, lai aprakstītu pakāpeniski laikā pieaugošu dispersiju, visbiežāk šie modeļi tiek lietoti situācijās, kurās var būt īslaicīgi periodi ar paaugstinātu dispersiju.

ARCH modelis var tikt pierakstīts, izmantojot trīs vienādojumus – ienesīguma vidējās vērtības vienādojumu, kļūdas vienādojumu un nosacītās dispersijas vienādojumu:

$$r_t = \mu + u_t \quad (1.4)$$

16 Maity, B., Chatterjee, B., *Forecasting GDP growth rate of India: An empirical study*, International Journal of Economics and Management Sciences, Vol.1, Np. 9, 2012, pp 52-58, <http://omicsonline.com/open-access/forecasting-gdp-growth-rates-of-india-an-empirical-study-2162-6359-1-082.pdf?aid=17205>; skatīts 22.04.2015

17 Lu, Y., *Modeling and forecasting China's GDP data with time series models*, Högskolan Dalarna, Department of Economics and Society, 2009, http://www.statistics.du.se/essays/D09_Lu_Yang.pdf; skatīts 22.04.2015

18 Chan, W.S., NG, M.W., Tong, H., *On a simple graphical approach to modelling economic fluctuations with an application to UK price inflation 1265-2000*, London School of Economics and Political Science, research paper, <http://www.lse.ac.uk/statistics/documents/researchreport79.pdf>; skatīts 23.04.2015

$$u_t = \sigma_t \epsilon_t, \epsilon_t \sim iid(0,1) \quad (1.5)$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i u_{t-i}^2, \quad (1.6)$$

kur r_t – ienesīgums, μ – ienesīguma vidējā vērtība, u_t – kļūda, ϵ_t – baltā trokšņa process, σ_t – kļūdas locekļa standartnovirze (σ_t^2 – kļūdas locekļa nosacītā dispersija, konstante $\omega > 0$ un $\alpha_i \geq 0, i > 0$, p – ARCH novērojumu skaits.

ARCH modeļa praktiskie pielietojumi literatūrā ir atrodami vairāki. Tā, piemēram, D. Hassan Abdel Hady (2014) centās noskaidrot, kādi GARCH saimes modeļi vislabāk apraksta, t.i., modelē volatilitāti Ēģiptes farmācijas kompāniju dienas logaritmētajiem ienesīguma datiem.¹⁹ Pētījuma rezultāti atklāja, ka priekš vienas kompānijas ARCH modelis bija vislabākais, jo datos netika novērots ARCH efekts un nepastāvēja autokorelācija, kamēr citām divām kompānijām par labākajiem modeļiem tika atzīti TGARCH(p,q) un EGARCH(p,q) modeļi. Savukārt Ganas Universitātes pētnieki E.N.N.Nortey, B. Mbeah-Baiden, J.B. Dasah, F.O.Mettle modelēja inflācijas rādītāju Ganā, salīdzinot vairākus ARCH, GARCH un EGARCH modeļus. Par piemērotāko tika atzīts EGARCH(1,2), ar vidējās vērtības vienādojumu ARIMA(3,1,2).²⁰ Tāpat arī zinātnieku grupa no Austrālijas – A.Valadkhani, A.P.Layton, N.D. Kuranaratne – pētīja Austrālijas eksporta cenu volatilitāti ar dažādiem ARCH un GARCH modeļiem.²¹ Pētījumā GARCH(1,1) modelis, kas papildināts ar diviem mainīgajiem (pasaules eksporta cenu indeksu un attiecību starp kopējo eksportu un pakalpojumu un servisu eksportu, kas nav primārās nozares radīti), izrādījās piemērotākais. Šie divi papildus mainīgie uztvēra gan globālos faktorus, gan attiecīgi valsts specifiskās īpašības, kas ietekmē Austrālijas eksporta cenas un volatilitāti.

1.3.3. GARCH(1,1) modelis

Vispārīgais auto regresīvais nosacītās heterosceditātes (GARCH) modelis ir ARCH modeļa paplašinājums. Šis modelis izmanto pagātnes novērojumu kvadrātu vērtības un

19 Hassan Abdel Hady, D., *Modelling volatility with GARCH family models: An application to daily stock log-returns in Pharmaceutical companies*. Pensee Journal, Vol 76, No 9, September 2014, pp. 52 - 66, http://www.academia.edu/10167218/Modeling_Volatility_with_GARCH_Family_Models_An_Application_to_Daily_Stock_Log-returns_in_Pharmaceutical_Companies ; skatīts 26.04.2015.

20 N.N.Nortey, E., Mbeah-Baiden, B., B.Dasah, J., O.Mettle, F., *Modelling Rates of Inflation in Ghana: An Application of ARCH Models*. Current Research Journal of Economic Theory, 2014, pp. 16 – 21 <http://www.maxwellsci.com/print/crjet/v6-16-21.pdf> ; skatīts 26.04.2015.

21 Valadkhani, A., Layton, A.P., Kuranaratne, N.D., *Export Price Volatility in Australia: An Application of ARCH and GARCH Models*, Working papers 05-11, Department of Economics, University of Wollongong, 2005, <http://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1118&context=commwkpapers> ; skatīts 26.04.2015.

pagātnes dispersijas, lai modelētu dispersiju laikā t .

GARCH(1,1) modelis ir visvienkāršākais un robustākais no volatilitātes modeļu saimes, taču neraugoties uz to, modeli var paplašināt un veikt dažādus pārveidojumus. Tas var tikt vispārināts līdz GARCH(p,q) modelim, tas ir, modelim ar papildus novēlojumiem. Šādi augstākas kārtas modeļi bieži ir noderīgi, lietojot dienas datus par vairākām dekādēm vai stundu datus gada garumā.²² GARCH(1,1) modelim vidējās vērtības un kļūdas vienādojumi ir analogiski kā (1.4) un (1.5), atšķiras nosacītās dispersijas vienādojums:

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha u_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2, \quad (1.7)$$

kur $\omega > 0$, $\alpha \geq 0$, $\beta \geq 0$.

Lai gan GARCH(1,1) modelis ir paredzēts viena perioda prognozēšanai, ir iespējams izveidot divperiodu prognozi, balstoties uz viena perioda prognozi, kā rezultātā, atkārtojot šo soli, var tikt veidotas ilga laika prognozes. GARCH(1,1) divu periodu prognoze ir nedaudz tuvāka ilgtermiņa vidējai dispersijai kā vienperioda prognoze, līdz ar to ilga laika prognoze periodiem neatšķiras līdz kamēr $\alpha + \beta < 1$.²³

Literatūrā ir atrodami vairāki pētījumi, kuros salīdzināti dažādi volatilitātes modelēšanas modeļi. Tā, piemēram, P. R. Hansen un A. Lunde veiktajā pētījumā, kurā izmantotas IBM akciju cenas un dienas maiņas kursa dati, tika salīdzināti 330 dažādi modeļi, tajā skaitā GARCH(1,1). Autoru analīzes rezultāti nenorāda uz kādu vienu konkrētu veiksmīgāko modeli, jo katram datu komplektam cits modelis bija piemērotākais. Taču pētījumā tika novērots, ka šie labākie modeļi nepiedāvāja ievērojami labāku prognozi kā GARCH(1,1) modelis.²⁴ Nereti tieši šī iemesla dēļ pētījumos netiek aplūkoti augstāku kārtu GARCH modeļi, kā tas arī darīts K. Wongkhae, S.Sriboonchitta, K.Chokethaworn un C.Chaiboonsri pētījumā, kurā tika modelēts tūristu pieprasījums Taizemē un Singapūrā.²⁵

1.3.4. GARCH(p,q) modelis

GARCH(p,q) pierakstā (p,q) pirmais skaitlis p ir attiecināms uz autoregresīvo novēlojumu jeb ARCH izteiksmi, kas parādās vienādojumā, bet otrais skaitlis q attiecās uz iekļautajiem vidējā slidošā novēlojumiem, kurus mēdz saukt arī par GARCH izteiksmi.

22 Engle, R, *The Use of ARCH/GARCH models in applied econometrics*. Journal of Economic Perspectives, Volume 15, Number 4, 2001, pp. 157-168

23 Turpat, pp. 160.

24 Hansen, P. R, Lunde, A, *A comparison of volatility models: Does anything beat a GARCH(1,1)?*, Working Paper Series No.84, Centre for Analytical Finance, University of Aarhus, 2001, pp. 1-51

25 Wongkhae, K., Sriboonchitta, S., Chokethaworn, K., Chaiboonsri, C., *Modelling the Tourists Demand to Thailand and Singapore. A Copula based GARCH approach*, Chiang Mai University, http://www.academia.edu/8339110/Modeling_the_Tourists_Demand_to_Thailand_and_Singapore_A_Copula_Based_GARCH_Approach; skatīts 23.04.2015.

GARCH(p,q) modelim vidējās vērtības un kļūdas vienādojumi ir analogiski kā (1.4) un (1.5), atšķiras nosacītās dispersijas vienādojums:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2, \quad (1.8)$$

Literatūrā atrodami vairāki piemēri ar GARCH(p,q) modeļa pielietojumiem, kuros lietoti augstāku kārtu modeļi, neskaitot (1,1). Viens no tiem ir M.Casas un E.Cepeda pētījums (2008) par ARCH, GARCH, EGARCH modeļiem saistībā ar finanšu laikrindām, konkrētāk, tika analizētas *Gillete* akciju cenas un ienesīgumi. Autori pētījumā secināja, ka GARCH(1,2) vislabāk izskaidro akciju cenas, bet EGARCH(2,1) – akciju ienesīgumus.²⁶ Vēl viens piemērs augstāku kārtu GARCH pielietojumam ir 2013. gada pētījums, kura autori ir M.Puspa Rahma, M.Azmi Omar un S.H.Kassim. Autori pētīja malaiziešu sukuku (sukuki – islāma ekvivalents obligācijām²⁷) spredu ietekmējošos faktoros.²⁸ Pētījums atklāja, ka 2/5 sukuku spredu piemērotāks bija GARCH(1,2), bet pārējai daļai – GARCH(1,1) modelis.

1.3.5. GJR-GARCH un TGARCH modeļi

GJR jeb Glosten-Jagannathan-Runkle GARCH modelis, kurš tika izveidots 1993.gadā, modelē asimetriju ARCH procesā. Modeļi var pierakstīt, izmantojot vienādojumus (1.4) un (1.5), papildinot tos ar atšķirīgu trešo – nosacītās dispersijas – vienādojumu:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 + \sum_{k=1}^r \gamma_k u_{t-k}^2 I_{t-k}, \quad (1.9)$$

kur $I_{t-k} = \begin{cases} 1, & \text{ja } u_{t-i} < 0 \\ 0, & \text{ja } u_{t-i} \geq 0 \end{cases}$.

Labajām ziņām ($u_{t-i} > 0$) ietekme uz nosacīto dispersiju ir α_i , bet sliktajām ziņām ($u_{t-i} < 0$) ietekme uz nosacīto dispersiju ir $\alpha_i + \gamma_i$. Gadījumā, ja $\gamma_i > 0$, tad sliktās ziņas palielina volatilitāti, un mēdz teikt, ka pastāv *i*-tās kārtas sviras efekts. Savukārt, ja $\gamma_i \neq 0$, tad ziņu efekts ir asimetrisks.²⁹

Pastāv ļoti cieša līdzība starp TGARCH modeli un iepriekš apskatīto GJR-GARCH modeli. GJR-GARCH modelis ir dispersijas procesa rekursīvs vienādojums, bet TGARCH ir

26 Casas, M., Cepeda, E., ARCH, GARCH and EGARCH Models: Applications to Financial Series, Cuadernos de Economía, Vol. 27., No. 48, 2008, pp. 287 - 320

27 Islamic Development Bank *What is Sukuk?*

<http://thatwhy.isdb.org/irj/go/km/docs/documents/IDBDevelopments/Internet/thatwhy/en/sukuk/what-is-sukuk.html>; skatīts 26.04.2015.

28 Puspa Rahman, M., Azmi Omar, M., Kassim, S. H., An Application of GARCH Modeling on the Malaysian Sukuk Spreads. *Journal of Islamic Finance*, Vol. 2, No. 2, 2013, pp. 26 - 37

29 Foscolo, E, *Analysis of Financial Time Series with Eviews*, pp. 12, http://www.rimini.unibo.it/fanelli/EViews_Lab.pdf; skatīts 03.04.2015.

tā pati rekurentā sakarība, tikai pielietota standartkļūdas procesam³⁰:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i (|u_{t-i}| - \gamma_i u_{t-i}) + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (1.10)$$

Literatūrā atrodami vairāki pētījumi gan ar TGARCH, gan GJR modeļiem. S.Alamasi Monfared un D.Enke pētījumā (2014) izmanto GJR neironu tīkla modeli volatilitātes prognozēšanai. Autori klasisko GJR modeli modificēja, izmantojot trīs populārākos neironu tīklu modeļus, tādējādi uzlabojot GJR(1,1) sniegumu.³¹ Savukārt Z.Alam un A.Rahman pētījumā (2012) par Bangladešas un USD valūtas kursu volatilitātes modelēšanu TGARCH modelis tika atzīts par labāko modeli ārpus parauga (*out-of-sample*) prognozēšanā bez transakcijas izmaksām, kā arī tas pārspēja citus modeļus parauga (*in-sample*) un ārpus parauga (*out-of-sample*) prognozēšanā, ja transakciju izmaksas tiek ņemtas vērā.³²

1.3.6. EGARCH jeb eksponenciālais GARCH modelis

EGARCH modelis, ar kuru D. B. Nelsons iepazīstināja 1991. gadā, ir GARCH modeļa modifikācija, kura modelē nosacītās dispersijas procesa logaritmu.³³ Turklāt EGARCH modelim ir papildus nosacījumi sviras efektam, lai varētu attēlot asimetriju volatilitātes klāstros. EGARCH(p,q) modeli ir p ARCH koeficienti, kas saistīti ar novēloto standartizēto inovāciju apjomu, q GARCH koeficienti, kas saistīti ar novēloto dispersijas logaritmu nosacījumiem, kā arī r sviras koeficienti, kas saistīti ar novēlotajām standartizētajām inovācijām. EGARCH modeli var pierakstīt ar tādiem pašiem vienādojumiem kā (1.4), (1.5) un:

$$\log(\sigma_t^2) = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i \left| \frac{u_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \right| + \sum_{j=1}^q \beta_j \log(\sigma_{t-j}^2) + \sum_{k=1}^r \gamma_k \frac{u_{t-k}}{\sigma_{t-k}} \quad (1.11)$$

Nosacītās dispersijas logaritms nosaka, ka sviras efekts ir eksponenciāls un ka nosacītās dispersijas prognozes noteikti būs nenegatīvas. Sviras efekta esamību datus var pārbaudīt ar hipotēzes $\gamma_i < 0$ palīdzību. Ja $\gamma_i \neq 0$, tādā gadījumā iespaids ir asimetrisks.³⁴

Literatūrā ir atrodami plaša skaita raksti un pētījumi ar EGARCH modeļu

30 Ali, G., *EGARCH, GJR-GARCH, TGARCH, AVGARCH, NGARCH, IGARCH and APARCH Models for Pathogens at Marine Recreational Sites*, Journal of Statistical and Econometric Methods, vol. 2, no.3, 2013, pp. 57-73

31 Almasi Monfared, S., Enke, D., *Volatility Forecasting Using A Hybrid GJR-GARCH Neural Network Model*, Procedia Computer Science, Volume 36, 2014, pp 246 – 253

32 Alam, Z., Rahman, A., *Modelling Volatility of the BDT/USD Exchange Rate with GARCH model*. International Journal of Economics and Finance, Vol. 4, No. 11, 2012, pp. 193 - 204

33 Cizek, P, Härdle, W, Weron R, *Statistical Tools for Finance and Insurance*. Extensions of the GARCH Model, 2005. http://sfb649.wiwi.hu-berlin.de/fedc_homepage/xplore/tutorials/sfehtmlnode67.html; skatīts 06.04.2015.

34 Foscolo, E, *Analysis of Financial Time Series with Eviews*, pp. 12, http://www.rimini.unibo.it/fanelli/EViews_Lab.pdf; skatīts 06.04.2015.

pielietojumiem. Viens no tiem ir H. Ezzata 2012. gadā publicētais pētījums par volatilitātes modelēšanu dienas ienesīgumiem masveida triecienu (šoku) periodā Ēģiptē.³⁵ Autori darbā izmanto četru Ēģiptes akciju tirgus indeksus, un EGARCH modeļa lietošanas pamatojums volatilitātes modelēšanai bija izpētīt ilgtermiņa efektu, kā arī sviras efektu. Kā vēl viens piemērs EGARCH veiksmīgai pielietošanai jāmin slovāku pētnieku V.Gazda un T.Výrost veikums, kurā autori prognozēja Slovākijas akcijas indeksa (SAX) volatilitāti, izmantojot GARCH, TGARCH, EGARCH modeļus (2003).³⁶ Vislabāko rezultātu šajā pētījumā uzrādīja EGARCH modelis, kurš noteica asimetrijas efekta klātbūtni datos.

1.4. Kopsavilkums

Lielāko daļu no šajā nodaļā apskatītajiem modeļiem vēlāk aplūkosim pētījuma empīriskajā daļā. Tikš aplūkots ARMA(p,q) modelis ar dažādām p un q kārtām, kas būs par pamatu GARCH saimes modeļiem, jo, kā noskaidrojām, GARCH saimes modeļi sastāv no vidējās vērtības un kļūdu dispersijas vienādojumiem. Labākais ARMA(p,q) tiks pieņemts kā vidējās vērtības vienādojums, kas tiks izmantots visu pārējo modeļu veidošanā. Salīdzināšanas nolūkos tiks aplūkoti ARCH(1), GARCH(p,q), TGARCH(p,q) un EGARCH(p,q) modeļi ar dažādām p un q kārtām. GARCH(p,q) modeļi tiks apskatīti, jo tas ir vispārīgais gadījums un no tā tiek atvasināti citi modeļi. TGARCH(p,q) un EGARCH(p,q) modeļi tiks aplūkoti, jo abi šie modeļi spēj attēlot un modelēt asimetriju datos, ko savukārt nespēj vispārīgais GARCH(p,q).

35 Ezzat, H., The Application of GARCH and EGARCH in modelling the volatility of Daily Stock Returns During Massive Shocks: The Empirical Case of Egypt, MPRA Paper No. 50530, 2012, http://mpra.ub.uni-muenchen.de/50530/1/MPRA_paper_50530.pdf ; skatīts 24.04.2015.

36 Gazda, V., Výrost, T., Application of GARCH models in forecasting the volatility of the Slovak share index (SAX). BIATEC, Volume XI, 2/2003, pp 17 – 20; http://www.nbs.sk/img/Documents/BIATEC/BIA02_03/17_20.pdf skatīts 26.04.2015.

2. TENDENCES INFORMĀCIJAS TEHNOLOĢIJU AKCIJU TIRGOS

Akciju tirgus tendences kopumā palīdz novērot akciju tirgus indeksu. Akciju tirgus indekss ir mērījumu vērtība akciju tirgus segmentam. Tas tiek aprēķināts no izvēlēto akciju tirgus cenām (parasti – vidējais svērtais lielums), un ar šo instrumenta palīdzību investori un finanšu vadītāji raksturo tirgu, salīdzina ienesīgumu konkrētiem ieguldījumiem. Šajā pētījumā tiek pētīti informāciju tehnoloģiju un servisa uzņēmumi no ASV un Eiropas, tāpēc šajā nodaļā kopējo tirgus tendenču noteikšanai tiks aplūkots S&P 500 indekss, kas raksturo ASV akciju tirgu, un STOXX Europe 600 indekss, kas savukārt raksturo Eiropas akciju tirgu. Tāpat tiks sniegts pētījumā iekļautā uzņēmuma apraksts un piedāvāto produktu un pakalpojumu klāsts, kā arī aprakstīts informāciju tehnoloģiju tirgus un tā tendences.

2.1. S&P 500 un STOXX Europe 600 indeksi

S&P 500 jeb *Standard & Poor's 500* ir ASV akciju tirgus indekss, kas balstīts uz 500 lielo uzņēmumu, kas kotēti Ņujorkas (NYSE) Biržā vai NASDAQ, tirgus kapitalizāciju. S&P 500 indeksa sastāvdaļas un to svars noteikts ar S&P Dow Jones indeksu. Šis indekss atšķiras no citiem amerikāņu akciju tirgus indeksiem ar tā daudzveidīgo konsistenci un vērtēšanas metodiku. S&P 500 indekss ir viens no biežāk lietotajiem akciju indeksiem un daudzi to uzskata par vienu no labākajiem indeksiem, kas reprezentē ASV akciju tirgu.³⁷ Nacionālais Ekonomisko pētījumu birojs klasificējis šo indeksu kā norādošo biznesa ciklu indikatoru.³⁸ S&P 500 izstrādāja un uztur *S&P Dow Jones Indices* – kopuzņēmums, no kura lielākā daļa pieder uzņēmumam *McGraw Hill Financial*. S&P 500 ir brīvi peldošā kapitalizācijas svērtā indekss.³⁹ *S&P Dow Jones Indices* publicē daudzus akciju tirgus indeksus, piemēram, *Dow Jones Industrial Average*, *S&P MidCap 400*, *S&P SmallCap 600*, *S&P Composite 1500*.

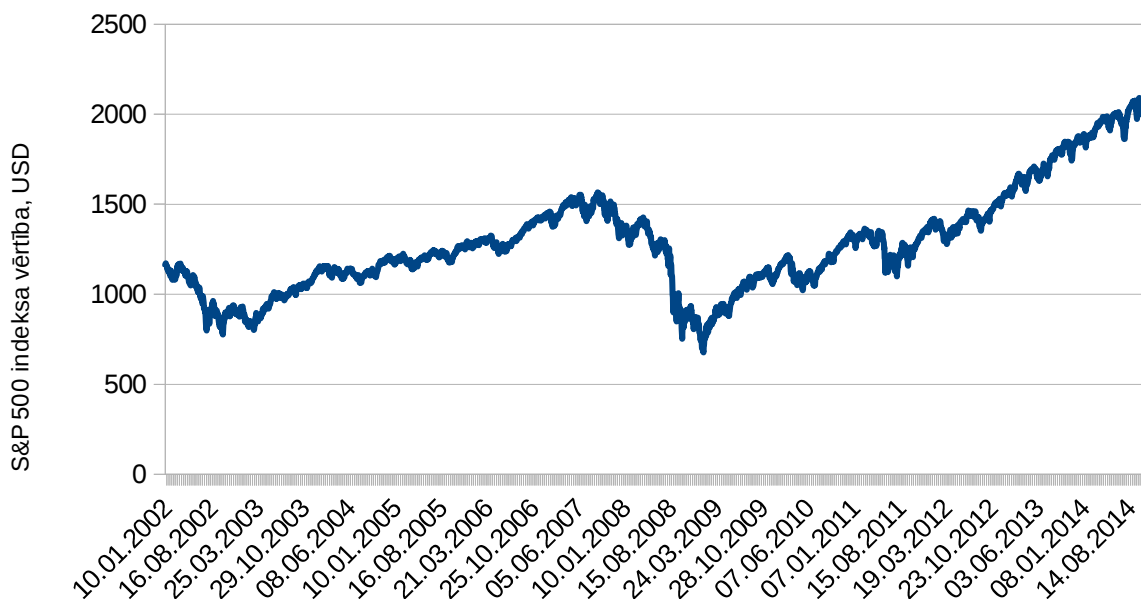
Tikmēr *STOXX Europe 600* ir akciju tirgus indekss Eiropas tirgum. Indeksu izveidoja *STOXX Ltd.*, bet ar indeksa uzturēšanu nodarbojās *Deutsche Börse Group* (Vācijas Biržas grupa) and *SIX Group*. *STOXX Europe 600* indekss ir atvasināts no *STOXX Europe Total Market* indeksa un ir apakškopa no *STOXX Global Index 1800*. Šajā indeksā ir fiksēts komponentu skaits – tas reprezentē 600 lielas, vidējas un mazas kapitalizācijas uzņēmumus no 18 Eiropas valstīm (Austrija, Beļģija, Čehija, Dānija, Somija, Francija, Vācija, Grieķija, Īrija, Itālija, Luksemburga, Nīderlande, Norvēģija, Portugāle, Spānija, Zviedrija, Šveice,

³⁷ Investopedia, Standard & Poor's 500 Index – S&P 500, <http://www.investopedia.com/terms/s/sp500.asp> ; skatīts 20.05.2015

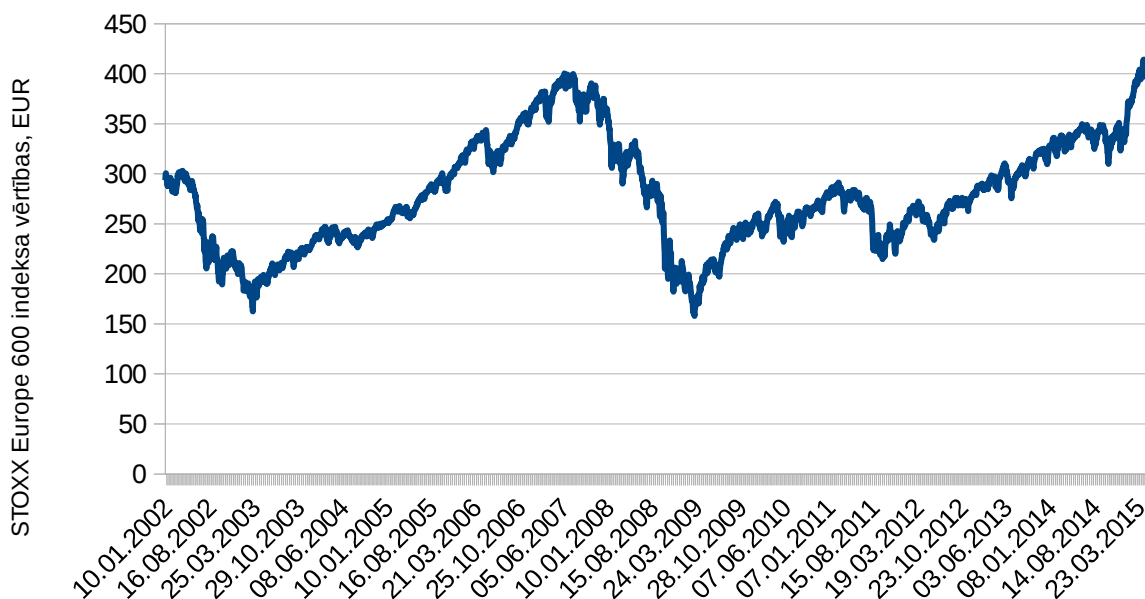
³⁸ Renshaw, E., *The Stock Market, Oil Price Shocks, Economic Recessions and the Business Cycle With An Emphasis on Forecasting. Some Featured highlights*. State University of New York at Albany, 2002. http://www.albany.edu/cer/bc/bc_essays.html ; skatīts 20.05.2015.

³⁹ Standard & Poor's mājaslapa, S&P U.S. Indices Methodology, <http://us.spindices.com/indices/equity/sp-500> ; skatīts 20.05.2015.

Lielbritānija),⁴⁰ kas sadalītas 19 “supersektoros” saskaņā ar ICB nozaru klasifikatoru. Indekss tiek svērts saskaņā ar brīvi peldošo tirgus kapitalizāciju, bāzes datums – 1991. gada 31. decembris; indeksu pārskata ik ceturksni.



2.1. att. S&P 500 indeksa vērtības posmā no 01.01.2002 – 23.02.2015⁴¹



2.2. att. STOXX Europe 600 indeksa vērtības posmā no 01.01.2002 – 23.02.2015⁴²

40 STOXX mājaslapa, STOXX Europe 600: http://www.stoxx.com/indices/index_information.html?symbol=SXXP; skatīts 20.05.2015.

41 Avots: autores veidots, izmantojot dienas datus S&P 500 indeksam par laika posmu 01.01.2002 – 23.02.2015) no Yahoo! Finance, S&P 500 : <http://finance.yahoo.com/q/hp?s=^GSPC+Historical+Prices>; skatīts 19.05.2015.

42 Avots: autores veidots, izmantojot dienas datus STOXX Europe 600 indeksam par laika posmu 01.01.2002 – 23.02.2015) no STOXX, STOXX Europe 600 : http://www.stoxx.com/indices/index_information.html?symbol=SXXP; skatīts 20.05.2015.

Attēlos 2.1 un 2.2 redzamas abu indeksu vērtības laika posmā no 2002. gada 1.janvāra līdz 2015. gada 23. februārim. Attēlos novērojamas kopīgas tendences – kritumi indeksa vērtībās ap 2002., 2008. un 2011. gadu; maksimumi ap 2007., 2011. un 2015. gadu.

2002. gadā novērotais indeksu vērtību kritums varētu tikt skaidrots ar 2000. gada sākuma recesiju, kas galvenokārt bija jūtama attīstītajās valstīs. Eiropas Savienībā recesija bija jūtama 2000. un 2001. gadā, kamēr ASV tā sasniedza 2002. un 2003. gadā. Šo recesiju prognozēja vairāki ekonomisti, jo 90. gadu uzplaukums (roku rokā ar zemu inflāciju un zemu bezdarba līmeni) jau 1997. gadā izraisīja Āzijas finanšu krīzi. Tomēr daži ASV ekonomisti 2000.gada sākuma recesiju neklasificē kā recesiju, jo netika novēroti divi secīgi ceturkšņi ar negatīvu augsmi. Var novērot, ka *STOXX Europe 500* indeksa laikrinda šajā laika periodā ir daudz robaināka un ar asāku kritumu, kamēr *S&P 500* kritums nav tik ievērojams.

Otrās tūkstošgades sākums saistās arī ar informāciju tehnoloģiju burbuļa plīšanu, kura rezultātā dažas kompānijas zaudēja lielu daļu no tirgus kapitalizācijas, taču palika stabilas un ienesīgas, piemēram, *Cisco*.⁴³ Tikmēr citiem uzņēmumiem izdevās atgūties un pārsniegt pirms informācijas tehnoloģiju burbuļa sasniegtos rādītājus, piemēram, *Amazon.com*⁴⁴ un *eBay.com*.

Pastāv versija, ka ASV Federālo rezervju daudz apspriestā priekšsēdētāja A.Grīnspara (amatā no 11.08.1987. līdz 31.01.2006.) (galvenais strīdu jautājums – federālo rezervju samazināšana līdz 1% gandrīz gada garumā, kas, saskaņā ar Austrālijas teorētiķiem, finanšu sistēmā iepludināja lielu daudzumu “vieglu”, uz kredīta balstītu, naudu un radīja ekonomikas pārkaršanu⁴⁵) darbībām laika posmā no 2002. līdz 2004. gadam patiesībā motivācija bija “izvest” ASV no 2000. gada sākuma gadu recesijas, kuru savukārt izraisīja informāciju tehnoloģiju burbuļa pārsprāgšana, lai gan tagad ir redzams, ka ar šādām metodēm A. Grīnsparam izdevās finanšu krīzi tikai aizkavēt, nevis novērst.⁴⁶

2007. gada beigās līdz pat 2009. gadam pasauli skāra augsta riska hipotekāro kredītu krīze, kuru ierosināja lielais mājokļu cenu kritums, kā rezultātā tika veiktas dažādas ar hipotekāro kredītu saistītas nolaidības un ierobežojumi, kā arī notika mājokļu vērtspapīru devalvācija. Dzīvojamo ēku investīciju kritums uzskatāms par lejupslīdes sākumu, kam sekoja mājsaimniecību izdevumu samazinājums un uzņēmumu investīciju samazinājums. Izdevumu samazināšana bija jūtāmāka tajos rajonos, kuros bija augsti mājsaimniecību parādi apvienojumā ar lielākiem mājokļu cenu kritumiem.⁴⁷ Mājsaimniecību parāda ekspansija tika

43 Galbraith, J. K., Hale T., *Income Distribution and the Information Technology Bubble*. University of Texas Inequality Project Working Paper, 2004.

44 Yahoo! Finance: <http://chart.finance.yahoo.com/z?s=AMZN&t=my&l=off&z=1> ; skatīts 15.04.2015.

45 Polleit, T., *Manipulating the Interest Rate: a Recipe for Disaster* Mises Institute, 2007, <https://mises.org/library/manipulating-interest-rate-recipe-disaster> ; skatīts 10.05.2015.

46 Pettifor, A., *America's financial meltdown: lessons and prospects*. OpenDemocracy. 2008

47 Mian, A., Sufi, A., *House of debt*. University of Chicago, 2014 <http://www.wsj.com/articles/book-review->

“finansēta” ar hipotekāri nodrošinātiem vērtspapīriem (*mortgage-backed securities*) un nodrošinātām parādsaistībām (*collateralized debt obligations*), kas sākotnēji piedāvāja pievilcīgu ienesīgumu hipotekāro kredītu augsto procentu likmju dēļ, tomēr zemā kredītu kvalitāte galu galā izraisīja masveida parādsaistību neizpildi.⁴⁸ Kaut krīzes elementi sāka kļūt redzami 2007. gadā, vairākas lielas finanšu iestādes sabruka 2008. gada septembrī ar ievērojami iedragātu kredītplūsmu uzņēmumiem un patērētājiem,⁴⁹ piemēram, *Lehman Brothers*, kas pasludināja bankrotu, nespējot atrast pircēju. Šis varētu būt skaidrojums 2008. gada tirgus akciju indeksu kritumam.

2009. gada februārī ASV uzsāka Amerikas atveseļošanās un re-investīciju programmu (*American Recovery and Reinvestment Act of 2009 – ARRA*), kuras galvenie mērķi bija saglabāt esošās darba vietas un radīt jaunas, sniegt īslaicīgas palīdzības programmas tiem, kurus visspēcīgāk ietekmēja lejupslīde (dažādi sociālie pabalsti un papildus bezdarbnieku pabalsti), un ieguldīt līdzekļus infrastruktūrā, izglītībā, veselības aprūpē un atjaunojamā enerģijā, tādējādi stimulējot ekonomiku. ARRA loģiskais pamatojums tika ņemts no Keinsa makroekonomikas teorijas, kas apgalvo, ka, lai saglabātu darba vietas un apturētu turpmāko ekonomisko lejupslīdi, valdībai lejupslīdes laikā vajadzētu līdzsvarot samazinājumu privātā sektora izdevumos ar pieaugumu publiskā sektora izdevumos. Tiesa gan, neilgi pēc šī lēmuma pieņemšanas 2008. gada Nobela prēmijas ekonomikā laureāts Pols Krugmans atbalstīja to, bet tai pat laikā kritizēja par pārāk vāju, jo programma “pat nenosedz vienu trešdaļu no (izdevumu) plaisas”.⁵⁰

Tikmēr Eiropā sākot no 2009. gada beigām sākās Eirozonas jeb Eiropas parādu krīze, kas notikusi vairākās eirozonas dalībvalstīs. Šīs valstis nespēja atmaksāt vai refinansēt valsts parādu vai izglābt parādos nonākušās bankas saskaņā ar savas valsts nacionālo pārraudzību, neiejaucoties trešajām personām, piemēram, Starptautiskajam Valūtu Fondam vai Eiropas Centrālajai Bankai. Vadošās Eiropas valstis, bažās par banku maksātspēju valsts parāda dēļ, īstenoja virkni ar finanšu atbalsta pasākumiem, piemēram, Eiropas Finanšu stabilitātes fondu un Eiropas Stabilitātes mehānismu. Laikā no 2010. - 2012. gadam kļuva acīmredzams, ka četrām no astoņpadsmit eirozonas valstīm (Grieķijai, Īrijai, Portugālei un Kiprai), saskaroties ar nemainīgi negatīvu augsmes perspektīvu un arvien pieaugošu valdības parādu, bija grūtības vai nespēja atmaksāt valsts parādu bez atbalsta no iepriekš minētajām institūcijām. Taču

[house-of-debt-by-atif-mian-and-amir-sufi-1401317803](#) ; skatīts 14.05.2015.

48 Lemke, T. P., Lins, G. T., Picard, M. E., *Mortgage-Baked Securities*. Chapter 3, Thomson West, 2013

49 Zandi, M., *Mark Zandi on Financial Shock to Financial Panic*. Financial Time Press, 2012,

<http://www.ftpress.com/articles/article.aspx?p=1944877> ; skatīts 14.05.2015.

50 *Nobel Laureate Paul Krugman: Too Little Stimulus in Stimulus Plan.*, Wharton University of Pennsylvania, 2009, <http://knowledge.wharton.upenn.edu/article/nobel-laureate-paul-krugman-too-little-stimulus-in-stimulus-plan/> ; skatīts 15.05.2015.

2014. gada jūlijā Īrija un Portugāle bija veiksmīgi pabeigušas savu glābšanas programmu, t.i., uzlabots strukturālais deficīts kombinācijā ar atgrieztu ekonomisko izaugsmi nodrošināja pilnīga tirgus pieejamības atgūšanu. Grieķija un Kipra tikai daļēji ieguva piekļuvi tirgum, un viņu glābšanas programma ir pagarināta līdz 2016. gada martam. Tika izstrādātas vairākas ekonomiskās reformas un atveseļošanās priekšlikumi. Tā piemēram, reforma par banku tiešajiem aizdevumiem un banku regulācijām, kas atspoguļojās ar ilgtermiņa obligāciju ienesīguma samazināšanos, kas izdotas tādās dalībvalstīs kā Itālija un Spānija, un eiro vērtības pieaugumā.⁵¹ Izskanējuši arī priekšlikumi palielināt investīciju daudzumu un samazināt taupības pasākumus, palielināt valstu konkurētspēju (Eiro-Plus jeb Konkurētspējas pakts).

2011. gada augusta kritums akciju tirgū bija jūtams biržās ASV, Tuvajos Austrumos, Eiropā un Āzijā. Tas bija saistīts ar bažām par Eiropas valstu parādu krīzi saistībā ar Spāniju un Itāliju, kā arī bažām par Francijas AAA kredītreitinga noslīdēšanu, lēno ekonomisko izaugsmi ASV un ASV kredītreitinga pazemināšanu. *Standard & Poor's* 2011. gada 6. augustā pirmo reizi kopš 1941. gada⁵² samazināja ASV kredītreitingu no AAA uz AA+, ar varbūtību, ka tas tiks turpmāk vēl samazināts.⁵³ 2011. gada 4. augustā Japānas valdība iejaucās valūtas tirgos, lai palīdzētu sasniegt un uzturēt maiņas kursu; Francijā 18. augustā *CAC40* indekss noslīdēja par 5.5%, Vācijas *DAX* indekss par 5.8%; Lielbritānijas *FTSE 100* indekss nokrita par 4.5%. Savukārt Šveice un Japāna saskārās ar valūtas pārvērtēšanu, jo daudzi ieguldītāji un tirgotāji veica ieguldījumus gan zeltā, gan ārvalstu valūtā – Šveices frankos un Japānas jēnās –, kas uzskatāmas par drošām.⁵⁴ Šīm divām valstīm bija nepieciešams vājināt valūtu. Tīkmēr ASV *S&P 500* 8. augustā nokrita par 6.7%, Kanādā Toronto Birža zaudēja 3.4%⁵⁵, Brazīlijā *Bovespa* indekss nokrita par 8.08%.

Kā tika minēts iepriekš, ASV tirgus indeksa *S&P 500* laikrinda visa perioda garumā vizuāli izskatās gludāka kā Eiropas tirgus indeksa *STOXX Europe 600* laikrinda, kurai vērojama lielāka svārstību amplitūda. Tas savukārt liek vedināt uz domu, ka ir ļoti iespējams, ka šī pētījuma empīriskajā daļā atklāsies, ka Eiropas informāciju tehnoloģiju akciju volatilitātes prognozēšanai labāk aprakstošais modelis varētu būt atšķirīgs, kāds tas būs ASV uzņēmumiem.

51 Steven Erlanger; Paul Geitner, *Europeans Agree to Use Bailout Fund to Aid Banks. The New York Times*, 2002

52 Puzanghera, J., *S&P downgrades U.S. credit rating*. Los Angeles Times, 2011. <http://articles.latimes.com/2011/aug/06/business/la-fi-us-debt-downgrade-20110806> ; skatīts 20.05.2015.

53 Detrixhe, J., *U.S. Credit Rating Affirmed as Moody's, Fitch Warn of Downgrade on Deficit*. Bloomberg, 2011. <http://www.bloomberg.com/news/articles/2011-08-02/u-s-aaa-rating-faces-moody-s-downgrade-on-debt-economic-slowdown-concern> , skatīts 20.05.2015.

54 Aldrick, P., *Japan follows Switzerland by weakening currency*. The Telegraph, 2011

55 TMX Group, *Toronto Stock Exchange August/July 2011 History*, 2011

2.2. Informāciju tehnoloģiju uzņēmumu raksturojums un analīze

Lai sasniegtu darba mērķi – izpētīt akciju volatilitātes transmisijas mehānismu laikā –, tiks empīriski aplūkoti un analizēti akciju slēgšanas cenu dati desmit dažām kompānijām, kas pārstāv informāciju tehnoloģiju un servisa nozari. Lai rastos pilnvērtīgāks priekšstats, turpmākajā apakšnodaļā aplūkoti pētījumā iekļautie uzņēmumi, to dibināšana, piedāvātie pakalpojumi un aptuvenais darbības virziens.

Pasaulē lielākā konsultāciju firma (pēc ieņēmumiem) **Accenture** piedāvā labi sabalansētu vadības konsultāciju portfeli, tehnoloģiju un biznesa procesu ārpalpojumu (*business process outsourcing*) servisu vairākām vadošajām kompānijām un valsts organizācijām visā pasaulē. Korporatīvie klienti aptver plaša spektra nozares – sākot no mazumtirdzniecības līdz komunikāciju sektoram. Uzņēmuma komunikāciju, mediju un tehnoloģiju segments piedāvā uzņēmējdarbības un nozarei pielāgotus pakalpojumus tīkla inženierzinātnēs un integrācijā, IP tīkla migrāciju, nodrošina tiešsaistes klientu un uzņēmuma attiecību vadības pakalpojumu, kā arī pārveido apraides platformas uz digitālo formātu. *Accenture* finanšu pakalpojumu segments piedāvā pakalpojumus, lai palīdzētu klientiem uzlabot rentabilitāti, audzēt savu klientu bāzi, pārvaldīt riskus un pārveidot savu darbību. Šis segments kalpo banku, kapitāla tirgus un apdrošināšanas nozarēm. Veselības un sabiedrisko pakalpojumu segments sniedz veselības vadības un administrēšanas pakalpojumus, veselības informāciju tehnoloģiju sistēmu veselības aprūpes pakalpojumu sniedzējiem, kā arī dažādus pakalpojumus valdībām. Savukārt uzņēmuma produktu segments sniedz risinājumus gaisa, kravas, ceļojumu, automobiļu, patēriņa preču un servisu jautājumos, infrastruktūrā un transportā, dabaszinātnēs un mazumtirdzniecības nozarēs. *Accenture* resursu segments palīdz ķīmiskās rūpniecības uzņēmumiem izstrādāt un īstenot jaunas biznesa stratēģijas, vadīt sarežģītas pārmaiņu iniciatīvas, integrēt procesus un tehnoloģijas; enerģētikas klientiem – optimizēt ražošanu, pārvaldīt ogļūdeņražu un ne- ogļūdeņražu piegādes ķēdes, racionalizēt tirdzniecības operācijas.⁵⁶ Klienti izmanto *Accenture* pakalpojumus, ienākot jaunos tirgos, palielinot esošo tirgu, uzlabojot darbības rādītājus un piegādājot jaunus produktus tirgum.⁵⁷ *Accenture* ir dibināts 1989. gadā, bet kopš 2009. gada 1. septembra reģistrēts Dublinā, Īrijā.

Accenture pirmsākumi meklējami 1953. gadā, kad *Accenture* bija biznesa un tehnoloģiju konsultācijas nodaļa grāmatvedības firmai *Arthur Andersen* (dibināts 1913. gadā, Čikāgā). Šajā gadā *Arthur Andersen* vērsās *General Electric*, lūdzot automatizēt algu apstrādes procesu un izstrādāt to atbilstoši kompānijas vajadzībām. *Arthur Andersen* ieteica uzstādīt UNIVAC I datoru un printeri, kas uzskatāms par pirmo komerciāli piederoša datora uzstādīšanu Amerikas

⁵⁶ Yahoo! Finance. ACN : <http://finance.yahoo.com/q/pr?s=ACN+Profile> ' skatīts 16.05.2015.

⁵⁷ Accenture Company Profile – Yahoo! Finance : <http://biz.yahoo.com/ic/43/43516.html> ; skatīts 16.05.2015.

Savienotajās Valstīs 1954. gadā. 1989. gadā *Arthur Andersen* un *Andersen Consulting* kļuva par diviem dažādiem uzņēmumiem. *Arthur Andersen* palielināja grāmatvedības pakalpojumu izmantošanu, lai palīdzētu iegūt klientus vairāk ienesīgajam *Andersen Consulting* biznesam. Gadu gaitā spriedze starp šiem abiem uzņēmumiem pieauga un 2000. gadā *Andersen Consulting* lauza visus līgumus ar *Arthur Andersen*⁵⁸, un sākot no 2001. gada 1. janvāra nosaukums tika nomainīts uz *Accenture*⁵⁹. *Accenture* ir darināts no vārdu salikuma "accent on the future", kas nozīmē "nākotnes akcents". Ņujorkas biržā (*NYSE*) uzņēmuma akcijas pirmo reizi tika kotētas 2001. gada 19. jūlijā. *Accenture* kopš 2011. gada 5. jūlija ir arī *S&P 500* indeksa komponente. *Accenture* tiešie konkurenti ir *Deloitte Consulting LPP*, *HP Enterprise Services LCC*, *IBM*.

Capgemini ir franču daudz nacionāla vadības konsultāciju kompānija, kas atrodas Parīzē, Francijā, to dibinājis S. Kampfs 1967. gadā. *Capgemini* sniedz konsultāciju, tehnoloģiju, profesionālo un ārpakalpojumu servisu. Kompānijas pakalpojumi ietver lietojumprogrammu dzīves cikla pakalpojumus, lietojumprogrammu ārpakalpojumu servisu, biznesa analītiku un lielo datu risinājumus, kā arī cita veida pakalpojumus. Uzņēmums piedāvā arī biznesa informācijas vadības, biznesa procesu vadības pakalpojumus un ārpakalpojumus, mākonpakalpojumus, finanses un grāmatvedību, inženierzinātnes, videi draudzīgos informāciju tehnoloģiju pakalpojumus. Klāt visam minētajam, *Capgemini* piedāvā arī infrastruktūras pakalpojumus: mobilos risinājumus, platformveida iepirkumu pakalpojumus, informāciju tehnoloģiju pakalpojumu integrācijas risinājumus. Uzņēmuma piedāvāto pakalpojumu vidū ir arī piegādes ķēdes vadības pakalpojumi, kvalitātes nodrošināšanas un testēšanas pakalpojumi, tā plāno, projektē un izstrādā informāciju tehnoloģiju sistēmas un lietojumprogrammas, sniedz atbalstu informācijas tehnoloģiju komandām klientu uzņēmumos. *Capgemini* piedāvā savus pakalpojumus dažādās nozarēs, tostarp aviācijas un aizsardzības, automobiļu, banku, mazumtirdzniecības, izplatīšanas un transportēšanas, finanšu, veselības aprūpes, apdrošināšanas, naftas un gāzes, publiskā sektora, telekomunikāciju, mediju un izklaides nozarēs.⁶⁰ Kompānija darbojas Ziemeļamerikā, Dienvidamerikā, Eiropā, Āzijā un Klusā Okeāna valstīs. *Capgemini* pirmo reizi kotējās Parīzes *Euronext Paris* biržā⁶¹ 2000.gada 3. janvārī.

58 Mitchell, M., (August 8, 2000). *Arbitrator's Ruling Goes Against Accounting Arm : Consultants Win Battle Of Andersen*. The New York Times (New York City: The New York Times Company)., 2000.

<http://www.nytimes.com/2000/08/08/business/worldbusiness/08iht-consult.2.t.html> ; skatīts 16.05.2015;

59 InformationWeek, *Andersen Consulting Changing Name to Accenture*. 2000.

www.informationweek.com/andersen-consulting-changing-name-to-accenture-/d/d-id/1009400? ; skatīts 16.05.2015;

60 Yahoo! Finance: CAP.PA, <http://finance.yahoo.com/q/pr?s=CAP.PA+Profile> ; skatīts 16.05.2015;

61 Autores piezīme: vēsturiskā Parīzes akciju birža (*Paris Bourse*) kopš 2000. gada zināma kā *Euronext Paris*

Arī *Atos SE* tāpat kā *Capgemini* ir starptautiska informāciju tehnoloģiju servisa kompānija, kas reģistrēta Bezonsā, Francijā 1988. gadā. *Atos SE* piedāvā lietojumprogrammu pārvaldības pakalpojumus, konsultācijas, biznesa integrāciju un biznesa procesu risinājumus, civilās un nacionālās drošības risinājumus, kā arī mākoņservisa pakalpojumus. Uzņēmums sniedz arī konsolidēšanas, kiberdrošības, datu centra, pārvaldes infrastruktūras, plašsaziņas līdzekļu, ražošanas izpildes sistēmu un ražošanas vadības risinājumus, daudzkanālu un mobilās, tīkla un komunikāciju darbības atbalsta sistēmas, informāciju tehnoloģiju un biznesa procesu ārpakalpojumus, produktu dzīves cikla pārvaldi, *SAP* biznesa programmatūras procesu un industrijas pakalpojumus, sociālās sadarbības un ilgtspējības ripinājumus. Bez iepriekš nosauktā *Atos SE* nodarbojās arī ar nodokļu, valsts kases un muitas jautājumu risinājumiem, *Telco* tīkla produktiem un to testēšanu, nodrošina uzņēmumu programmatūras un e-maksājumu pakalpojumus. Uzņēmums savus pakalpojumus piedāvā enerģētikas un komunālo pakalpojumu sektoram, ražošanas, mazumtirdzniecības, publiskajam sektoram, veselības aprūpes, transporta, telekomunikāciju, mediju un tehnoloģiju nozarēm. *Atos SE* ir stratēģiskā alianse ar tādām kompānijām kā *Cisco*, *Dell*, *Hitachi*, *Microsoft*, *Oracle*, *SAP*, *Siemens*, bet stratēģiskās biznesa partnerattiecības ar *HP* un *IBM*.⁶² *Atos SE* ir atpazīstams ar šādiem zīmoliem – *Bull*, *Worldline*, *Canocopy*, *BlueKiwi*, *Atos Consulting*, *Atos Worldgrid* un *Yunano*.⁶³ *Atos SE* pirmo reizi kotējās Parīzes *Euronext Paris* Biržā 2000.gada 3. janvārī.

Kā pieminēšanas vērts fakts jāmin, ka *Atos SE* kopš 2001. gada ir Olimpisko un Paralimpisko spēļu oficiālais informāciju tehnoloģiju partneris vismaz līdz pat 2020. gadam.⁶⁴ Turklāt *Atos SE* ir viens no 11 lielākajiem Olimpisko spēļu sponsoriem kopš 2001. gada.⁶⁵

Savukārt ***Bechtle AG*** ir vācu informāciju tehnoloģiju servisa kompānija, kas 1983. gadā dibināta Nekārsulmā, Vācijā. *Bechtle AG* ar saviem meitasuzņēmumiem sniedz informāciju tehnoloģiju un informāciju tehnoloģiju e-komercijas pakalpojumus Vācijā un starptautiskā mērogā. Uzņēmums darbojas divos lielos segmentos – informāciju tehnoloģiju sistēmu mājas un pārvaldījumu pakalpojumi, un informāciju tehnoloģiju e-komercijas pakalpojumi. Pirmais no minētajiem diviem segmentiem piedāvā informāciju tehnoloģiju konsultācijas, aparatūru un programmatūru, projektu plānošanu un izpildi, sistēmu integrāciju, informāciju tehnoloģiju pakalpojumus un apmācības, mākoņpakalpojumus, kā arī informāciju tehnoloģiju ekspluatācijas pakalpojumus. Šis segments nodrošina klienta pārvaldību, serverus un datu

62 Yahoo! Finance: ATO.PA , <http://finance.yahoo.com/q/pr?s=ATO.PA+Profile> ; skatīts 17.05.2015.

63 Atos mājaslapa, <http://atos.net/en-us/home/we-are/company-profile/our-brands.html> ; skatīts 17.05.2015.

64 Groshmann, K, *IOC extends sponsor deal with Atos to 2020*, Reuters, 2014, <http://uk.reuters.com/article/2014/02/08/us-olympics-atos-idUKBREA170M420140208> ; skatīts 17.05.2015.

65 FACTBOX, *Olympics-Who are the global sponsors?* , Reuters, 2012, <http://www.reuters.com/article/2012/07/17/oly-sponsors-top-adv-idUSL6E8IHH0020120717> ; skatīts 17.05.2015.

uzglabāšanas ierīces, tīklus, virtualizāciju, informāciju tehnoloģijas drošību, programmatūru, apkopi un remontu, kā arī ārpakalpojumus. Savukārt informāciju tehnoloģiju e-komercijas segments ir saistīts ar interneta risinājumiem, katalogiem, telemārketinga darbībām saskaņā ar *ARP*, *Claxan*, *Comsoft* un *Bechtle* tiešajiem zīmoliem. E-komercijas segments nodrošina dažādu produktu klāstu, tai skaitā aparatūru, programmatūru, perifērijas un aksesuārus. Šis segments piedāvā arī e-iekirkumus un mārketinga pakalpojumus; programmatūras licences ietver klienta vēlmēm pielāgotus programmatūras produktus un risinājumus; tiek piedāvāti arī programmatūras aktīvu pārvaldības risinājumi. Uzņēmums galvenokārt apkalpo klientus, kas pārstāv rūpniecības, tirdzniecības, publiskā un finanšu sektora nozares.⁶⁶ *Bechtle AG* akcijas pirmo reizi Frankfurtes Biržā (*XETRA*) kotējās 2000. gada 30. martā.

Computacenter ir uzņēmums, kuru 1981. gadā Hatfieldā, Lielbritānijā dibināja P. Hulme un P. Ogdens, un kas kopā ar saviem meitasuzņēmumiem sniedz informāciju tehnoloģijas infrastruktūras pakalpojumus un risinājumus Lielbritānijā, Vācijā, Francijā, Beļģijā, Luksemburgā, Nīderlandē, Šveicē, ASV. 1990. gadā uzņēmums atvēra Eiropā lielāko datoru "outlet" ("outlet" - veikals, kurā pārdod konkrēta ražotāja vai vairumtirgotāja preces, nereti ar pazeminātām cenām), 1991. gadā laikraksts *The Independent* raksturoja *Computacenter* kā vienu no visātrāk augošajām neatkarīgajām kompānijām Lielbritānijā, un jau 1994. gadā *Computacenter* bija izaugusi par lielāko privāto informāciju tehnoloģiju kompāniju Lielbritānijā.⁶⁷ 2012. gadā kompānija saņēma visaugstāko rezultātu *KPMG* veiktajā aptaujā starp Lielbritānijas informāciju tehnoloģiju servisa pakalpojumu sniedzējiem par klientu apmierinātību un inovācijām. *Computacenter* akcijas pirmo reizi Londonas biržā (*LSE*) kotējās 1998. gada 21. maijā, un uzņēmums ir sastāvdaļa no *FTSE 250* indeksa (*FTSE 250* indekss – kapitalizācijas-svērtais indekss, kas sastāv no 101. līdz 350. lielākajiem uzņēmumiem, kas kotējas Londonas Biržā). Uzņēmums piedāvā fizisko infrastruktūru, programmatūru, informāciju tehnoloģiju transformācijas, datu centru, mākoņservisu, vienotu komunikāciju un sadarbību, tīkla pakalpojumus, konsultācijas, programmatūras aktīvu pārvaldību, drukas pakalpojumus un risinājumus, informāciju tehnoloģiju aktīvu pārvaldību, starptautisko zvanu centru un informācijas tehnoloģiju lietojumprogrammu pakalpojumus. *Computacenter* sniedz risinājumus kā publiskajam, tā privātajam sektoram, kā arī mazumtirdzniecības un e-spēļu nozarēm.⁶⁸ *Computacenter* konkurenti ir *Fujitsu*, *Getronics*, *Capgemini*, *Computer Science Corporation*, kā arī tālākpārdevējs *Specialist Computer*

66 Yahoo! Finance: BC8.DE, <http://finance.yahoo.com/q/pr?s=BC8.DE+Profile> ; skatīts 17.05.2015 .

67 Computacenter mājaslapa, http://www.computacenter.com/who_we_are/company_history.asp ; skatīts 18.05.2015.

68 Yahoo! Finance: CCC.L , <http://finance.yahoo.com/q/pr?s=CCC.L+Profile> ; skatīts 18.05.2015.

Centres. *Computacenter* klientu vidū ir uzņēmumi, kas pārstāv dažādas nozares – aviācija, banku un finanšu sektori, loģistikas uzņēmumi, plašsaziņas līdzekļi, mediji un telekanāli, valdības iestādes un universitātes, ražošanas uzņēmumi, lielveikalu ķēdes.

Patlaban *Computacenter* ir galvenais biznesa partneris un sponsors Regbija Spēlētāju Apbalvojumu Pusdienām, kuras rīko Regbija Spēlētāju Asociācija, kā arī sponsors Hertforšīras ugunsdzēsības un ugunsglābšanas dienestam, kur viņi finansiāli atbalsta vienu no 17 suņiem, kurus Lielbritānijā izmanto paātrinātas dedzināšanas atklāšanai.

IBM ir amerikāņu daudz nacionāla tehnoloģiju un konsultāciju kompānija, kuras galvenā mītne atrodas Armonkā, Ņujorkā. *IBM* 1911. gada 16. jūnijā dibināja Č.R. Flints. *IBM* ražo un pārdod datoru aparāturu un programmatūru, kā arī piedāvā infrastruktūras, uzturēšanas un konsultāciju pakalpojumus, sākot no lieldatoriem līdz pat nanotehnoloģijām.

19. gadsimta 80. gados parādījās trīs tehnoloģijas, kas galu galā veidoja *IBM* jeb *Internation Business Machines* – 1885. gadā J. E. Pitrats patentēja skaitļošanas skalu⁶⁹, 1888. gadā A. Dejs izgudroja zvana ciparnīcas diktofonu⁷⁰, 1889. gadā H. Hollerits patentēja elektrisko tabulēšanas mašīnu⁷¹ un V. Bundijs izgudroja pulksteni, ar kura palīdzību uz papīra lentes reģistrēt darbinieku ierašanās un prom došanās laiku.⁷² 1911. gada 16. jūnijā šīs tehnoloģijas un to attiecīgās kompānijas apvienoja Č.R. Flints, lai veidotu Skaitļošanas-tabulēšanas-ierakstīšanas kompāniju *C-T-R* (*Computing-Tabulating-Recording*). Kompānija koncentrējās uz liela mēroga pielāgotiem tabulēšanas risinājumu nodrošināšanu uzņēmumiem, atstājot citiem tirgū vietu nelielajiem biroja produktiem. Pateicoties T. Dž. Vatsona prasmīgajai darbībai (Watsons kļuva par *IBM* prezidentu sākot no 1914. gada nogales) uzņēmums paplašināja savu darbību Eiropā, Dienvidamerikā, Āzijas valstīs un Austrālijā, un 1924. gadā tika pārsaukts par *IBM*, atsaucoties, ka uzņēmuma nosaukumam ir jāskan ar “izaugsmi un paplašināšanos darbībās”.⁷³

IBM globālo tehnoloģiju pakalpojumu segments nodrošina informācijas tehnoloģijas infrastruktūras un biznesa procesu pakalpojumus, piemēram, ārpakalpojumi, apstrāde, integrētās tehnoloģijas, mākoņpakalpojumi un tehnoloģiju atbalsts. Šī segmenta ietvaros tiek piedāvātas konsultācijas un sistēmas integrācijas pakalpojumi stratēģijas un transformācijas jautājumos, specializētas lietojumprogrammas, to uzturēšana un atbalsta nodrošināšana,

69 Asward, E., Meredith, M, *Images of America: IBM in Endicott*. Arcadia Publishing, 2005, pp. 39

70 UK Science Museum, *Dey dial recorder, early 20th century*. <http://www.scienceandsociety.co.uk/results.asp?image=10204421> ; skatīts 18.05.2015.

71 Columbia University, *Hollerith 1890 Census Tabulator*, <http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/census-tabulator.html> ; skatīts 18.05.2015.

72 Florida Time Clock, Employee Punch Clock, <http://www.floridatimeclock.com/employee-punch-clocks.htm> ; skatīts 18.05.2015.

73 *IBM* mājaslapa, http://www-03.ibm.com/ibm/history/history/decade_1920.html ; skatīts 18.05.2015

analītika. *IBM* programmatūras segments nodrošina starpprogrammatūru un operētājsistēmas programmatūru (tostarp *WebSphere*), informācijas pārvaldības programmatūru, kas ļauj klientiem integrēt, pārvaldīt un analizēt datus no dažādiem avotiem. Šis segments piedāvā arī *Watson Solutions* programmatūru, kas mijiedarbojas dabīgā valodā, apstrādā lielos datus un mācās no cilvēku mijiedarbības ar datoriem. *IBM* programmatūru segments strādā arī ar programmatūru izstrādi lietojumprogrammām, mobilo drošību un mobilo ierīču vadību. Savukārt sistēmas un tehnoloģiju segments piedāvā infrastruktūras tehnoloģiju, pusvadītāju tehnoloģiju produktus un iepakojuma risinājumus. Uzņēmuma globālais finansējuma segments piedāvā līzingu un aizdevumus, komerciālo finansēšanu dīleriem un tirgotājiem.⁷⁴

2013. gadā *IBM* veltīja 6.3 miljardus USD zinātnei un attīstībai; atpazīstamākie *IBM* izgudrojumi ir bankomāts, diskešdzinis, cietais disks, perforators, magnētiskās joslas karte un virtuālā mašīna. Ne velti *IBM* darbinieki ir ieguvuši 5 Nobela prēmijas.⁷⁵ Pirmo reizi Ņujorkas Biržā (*NYSE*) *IBM* akcijas kotējās 1962. gada 2. janvārī; *IBM* ir *Dow Jones Industrial Average* un *S&P 500* indeksu komponente. *IBM* tiešie konkurenti ir *Accenture*, *Hewlett-Packard Company*, *Microsoft Corporation*.

Xerox dibināta 1906. gadā Ročesterā (toreiz ar nosaukumu *The Haloid Company*), taču patlaban kompānija atrodas Norvalkā, Konektikutā. *Xerox* ir daudznacionāla dokumentu pārvaldības kompānija, kas ražo un pārdod virkni melnbalto un krāsu printeru, daudzfunkcionālas sistēmas, kopētājus, digitālās ražošanas iespiedmašīnas un saistītos konsultāciju pakalpojumus un piederumus. Tikai 1961. gadā kompānija tika pārsaukta mūsdienās pazīstamajā vārdā.⁷⁶

Pētnieki no *Xerox* un uzņēmumam piederošā Palo Alto Pētniecības Centra izgudroja vairākus nozīmīgus personālā datora elementus, piemēram, darbvirsma metaforu *GUI* (*GUI* – grafiska lietotāja saskarne), datorpeļi⁷⁷, galddatoru⁷⁸. Toreizējā valde tikai rauca pieri par šiem elementiem, un lika *Xerox* inženieriem dalīties tajos ar *Apple* tehniķiem. Funkcijas tika pārņemtas *Apple* produkcijā, vēlāk arī *Microsoft*. Daļēji pateicoties šim, šie divi uzņēmumi vēlāk duopolizēja personāldatoru pasauli.⁷⁹ *Xerox* akcijas Ņujorkas Biržā (*NYSE*) pirmo reizi kotējās 1977. gada 3.janvārī. Arī *Xerox* ir *S&P 500* indeksa komponente tāpat kā *IBM* un *Accenture*. *Xerox* tiešie konkurenti ir *Accenture*, *Canon Inc.* un *Hewlett-Packard Company*.

74 Yahoo! Finance: *IBM*, <http://finance.yahoo.com/q/pr?s=IBM+Profile> ; skatīts 18.05.2015.

75 *IBM* mājaslapa, http://www-03.ibm.com/ibm/history/reference/faq_0000000511.html ; skatīts 18.05.2015.

76 *Xerox* mājaslapa, <http://www.xerox.com/about-xerox/company-facts/enus.html> ; skatīts 18.05.2015.

77 Shah, D., *The first computer mouse. New launches*, 2007, http://newlaunches.com/archives/the_first_computer_mouse.php ; skatīts 18.05.2015.

78 *The Graphic User Interface. Time for a Paradigm Shift?* Sensomatic, <https://www.sensomatic.com/chz/gui/history.html> ; skatīts 18.05.2015.

79 Landley, R., *How Xerox Forfeited the PC War. The Motley Fool*, 2000, <http://www.fool.com/news/foth/2000/foth000918.htm> ; skatīts 18.05.2015.

Xerox uzņēmuma pakalpojumu segments piedāvā dažādus biznesa procesu ārpalpojumus, piemēram, klientu apkalpošanu, darījumu apstrādi, cilvēkresursu, komunikācijas, mārketinga konsultācijas un analītikas pakalpojumus, kā arī finanšu, grāmatvedības un iepirkumu pakalpojumus. Šis segments nodrošina biznesa procesu ārpalpojumus veselības aprūpes, transporta, finanšu, mazumtirdzniecības un telekomunikāciju jomās; dokumentu ārpalpojumus, tostarp pārvaldītus un centralizētus drukas pakalpojumus. Kompānijas dokumentu tehnoloģijas segments piedāvā darbvirsmas melnbaltos, krāsainos un daudzfunkciju printerus, kopētājus, digitālās iespiedmašīnas, gaismas ražošanas ierīces; un produkcijas drukāšanu un izdevējdarbības sistēmas grafiskajam komunikāciju tirgum un lieliem uzņēmumiem. Visbeidzot trešais uzņēmuma segments pārdod papīru, plaša formāta sistēmas, elektroniskās prezentācijas sistēmas. *Xerox* pārdod savus produktus un pakalpojumus tieši klientiem, neatkarīgiem aģentiem, dīleriem, tālāktirgotājiem, sistēmu integratoriem.⁸⁰

Computer Science Corporation (CSC) R. Nuts un F. Džons Losandželosā, ASV, dibināja 1959. gada aprīlī.⁸¹ Patlaban *CSC* galvenā mītne atrodas Virdžīnijas štatā, ASV. Sākotnēji *CSC* piedāvāja programmēšanas rīkus, piemēram, kompilatoru un montāžas programmatūru. 20. gadsimta sešdesmitajos *CSC* piedāvāja programmatūras rakstīšanas pakalpojumus lielākajiem datoru ražotājiem, piemēram, *IBM* un *Honeywell*, kā arī nodrošināja savus pirmos valsts sektora kontraktus, tajā skaitā ar *NASA*.

Uzņēmums darbojās trīs segmentos vai sektoros – globālā biznesa pakalpojumi, globālie infrastruktūras pakalpojumi un Ziemeļamerikas valsts sektors. Globālā biznesa pakalpojumu segments piedāvā tehnoloģiskos risinājumus, tai skaitā konsultācijas, lietojumprogrammu pakalpojumus un programmatūru. Šis segments piedāvā optimizēt klientu lietojumprogrammu portfeli, informācijas ieguves stratēģiju un pakalpojumus, rūpniecības programmatūru, biznesa procesu pakalpojumus, ārpalpojumu servisu galvenokārt apdrošināšanas, banku, veselības aprūpes un dabaszinātņu nozarēm. Kā arī konsultāciju pakalpojumus, kas palīdz komerciālām organizācijām, publiskā sektora struktūrām un vietējiem uzņēmumiem ieviest inovācijas, pārveidot un izveidot ilgtspējīgu un konkurētspējīgu biznesu. Infrastruktūras segments sniedz virtuālās darbvirsmas risinājumus un pārvaldi, vienotu komunikācijas sistēmu, datu centra vadību, nodrošina kiberdrošību, piedāvā datu uzglabāšanas un pārvaldīšanas risinājumus komerciālajiem klientiem. Šis segments piedāvā arī nākamās paaudzes mākoņpakalpojumus un privātos mākoņrisinājumus, piemēram, *CloudMail*. Savukārt Ziemeļamerikas valsts sektors nodrošina informāciju

⁸⁰ Yahoo! Finance: *XRX*, <http://finance.yahoo.com/q/pr?s=XRX+Profile>, skatīts 18.05.2015.

⁸¹ *CSC* majaslapa, http://www.csc.com/about_us/ds/40546-our_history, skatīts 18.05.2015.

tehnoloģiju pakalpojumus un ar operācijām saistītos pakalpojumus ASV Aizsardzības departamentam, ASV federālās valdības pilsoniskajām aģentūrām, Federālajam Izmeklēšanas Birojam, kā arī citām valstīm un pašvaldībām. 2012. gadā 36% no CSC kopējiem ieņēmumiem sastādīja ASV Federālie kontrakti.⁸²

CSC akcijas Ņujorkas Biržā (*NYSE*) pirmo reizi kotējās 1968. gada beigās.. CSC ir *S&P 500* indeksa komponente. Uzņēmuma tiešie konkurenti ir *Accenture*, *HP Enterprise Services LLC*, *IBM Global Services*.

NCR Corporation jeb *National Cash Register* dibināts 1884. gadā (1900. gadā apvienota) Deitonā, Ohajo. Patlaban galvenā mītne atrodas Dulūtā, Džordžijas štatā, ASV. Uzņēmums savu darbību uzsāka kā *National Manufacturing Company* ar mērķi pārdot un ražot pirmos mehāniskos kases aparātus, kas tika izgudroti 1979. gadā. 1884. gadā uzņēmumu pārpirka brāļi Pattersoni un pārsauca to par *National Cash Register Company*. Brāļi NCR izveidoja par vienu no pirmajām modernajām ASV kompānijām, iepazīstinot ar jaunām, agresīvām pārdošanas metodēm un biznesa tehnikām. Pattersoni 1883. gadā nodibināja pirmo pārdošanas apmācības skolu, sniedzot darbiniekiem visaptverošu sociālās labklājības programmu. NCR sākotnēji strādāja T. Dž. Vatsons, un tajā laikā iepazīstināja savu pārdošanas daļu ar devīzi “THINK” jeb “DOMĀ”, taču Vatsons kopā ar “THINK” devīzi 1914. gadā pameta uzņēmumu un pievienojās *IBM*, kurā drīzi vien kļuva par prezidentu.

NCR, kā jau tehnoloģiju kompānija, piedāvā risinājumus un pakalpojumus, kas ļauj uzņēmumiem sadarboties un veikt darījumus ar saviem klientiem visā pasaulē. Uzņēmums darbojas caur četriem segmentiem: finanšu pakalpojumi, mazumtirdzniecības risinājumi, viesmīlības un jaunās, attīstošās nozares. Uzņēmums piedāvā uz finansēm orientētas pašapkalpošanās tehnoloģijas, piemēram, bankomātus, biļešu pārdošanas automātus, programmatūras risinājumus, naudas apsaimniekošanu un video novērošanas programmatūru, kā arī uz klientiem vērstu digitālo banku pakalpojumus un profesionālis pakalpojumus, kas saistīti ar bankomātu drošību, programmatūru un bankas filiāļu optimizāciju. NCR arī nodrošina mazumtirdzniecības un viesmīlības orientētas tehnoloģijas, piemēram, tirdzniecības vietu termināļus un programmatūru tirdzniecības vietās, svītrkodu skeneri un citus mazumtirdzniecībai raksturīgus pakalpojumus; pašapkalpošanās kioskus un ar tām saistītās programmatūras; datortehniku, programmatūru, profesionālos un atbalsta pakalpojumus. Bez tam, kompānija attīsta, ražo un tirgo divpusējo termālo papīru, bankomātiem domātos papīra ruļļus, tintes un lāzera printeru piederumus, termiskās un tintes lentes, etiķetes, lāzera

82 ComputerWeekly, *CSC's outsourcing journey has brought it full circle*. pp. 3., http://docs.media.bitpipe.com/io_10x/io_102267/item_674002/CWE_prem_CSC_update_220413_FINAL.pdf; skatīts 18.05.2015.

piederumus, foto un prezentācijas dokumentus, sniedz tirdzniecības vietu risinājumus. Bez visa iepriekš minētā *NCR* nodrošina uzturēšanas un atbalsta pakalpojumus, sistēmas pārvaldību, programmatūru kā pakalpojumu, tiešsaistes, mobilo un transakciju pakalpojumus un lietojumprogrammas, kā arī uzņēmums pārdod trešo personu tīkla produktus un ar to saistītos piedāvājumus telekomunikāciju un tehnoloģiju nozarēs. Uzņēmums sniedz savus pakalpojumus finanšu nozarei, mazumtirdzniecībai, ceļošanas un viesmīlības nozarēm, kā arī ražošanas nozarei.⁸³

NCR Ņujorkas Biržā (*NYSE*) pirmo reizi kotējās vēl pirms 1991. gada, kad *NCR* tika iekļauts *AT&T* sastāvā. 1996. gada 11. decembrī *NCR* atguva neatkarību un atkal atrodas Ņujorkas Biržā; uzņēmuma tiešie konkurenti ir *Hewlett-Packard Company*, *IBM* un *Wincor Nixdorf Aktiengesellschaft*. 2000. gada janvārī *NCR* tika iekļauts *S&P 500* indeksā.

Fidelity National Information Services jeb *FIS* dibināta 1968. gadā Džeksonvillā, Floridā. Toreiz kompānija bija *Systematics*TM sastāvā, un izmantojot savu galveno apstrādes sistēmu ar tādu pašu nosaukumu – *Systematics* – ātri kļuva par pasaulē atzītu tehnoloģisko risinājumu sniedzēju finanšu iestādēm. 1990. gadu sākumā *ALLTEL* informācijas pakalpojumi pārpirka *Systematics* un *Computer Power, Inc.*, taču 2003. gadā Santa Barbarā, Kalifornijā reģistrētais apdrošināšanas “milzis” *Fidelity National Financial* nopirka *ALLTEL* informācijas pakalpojumu finanšu nodaļu, un pārsauca par *Fidelity Information Services*.⁸⁴

FIS piedāvā banku un maksājumu tehnoloģijas, konsultācijas un ārpalpojumu risinājumus visā pasaulē. Uzņēmuma finanšu risinājumu segments piedāvā kodola apstrādes programmatūras lietojumprogrammas banku procesiem, mazumtirdzniecības banku darbības piegādes programmas, kas ļauj finanšu iestādēm integrēt un pilnveidot uz klientiem vērstas darbības. Šis segments nodrošina arī administratīvos procesus, riska pārvaldību, tehnoloģiju un informāciju tehnoloģiju transformēšanas pakalpojumus un risinājumus. *FIS* maksājumu risinājumu segments nodrošina elektroniskās naudas pakalpojumus, kas ietver norēķinu un karšu pārvaldības risinājumus finanšu institūcijām, kas laiž apgrozībā kartes. Tāpat arī tiek nodrošināti bankomātu un PIN bāzes debeta tīklu piekļuves pakalpojumi, karšu risinājumi, e-maksājumu risinājumi, slēgtā cikla dāvanu karšu risinājumi un lojalitātes programmas. *FIS* starptautisko risinājumu segments piedāvā maksājumu risinājumus, maksājumu apstrādi un komutācijas pakalpojumus, priekšapmaksas un debetkaršu apstrādi, programmatūras licenzēšanu un uzturēšanu, lietojumprogrammu pārvaldību, telpu apsaimniekošanas un konsultāciju pakalpojumus.⁸⁵

83 Yahoo! Finance: *NCR*, <http://finance.yahoo.com/q/pr?s=NCR+Profile> ; skatīts 18.05.2015.

84 *FIS* mājaslapa, <http://www.fisglobal.com/aboutfis-ourcompany> ; skatīts 19.05.2015.

85 Yahoo! Finance: *FIS*, <http://finance.yahoo.com/q/pr?s=FIS+Profile> ; skatīts 19.05.2015.

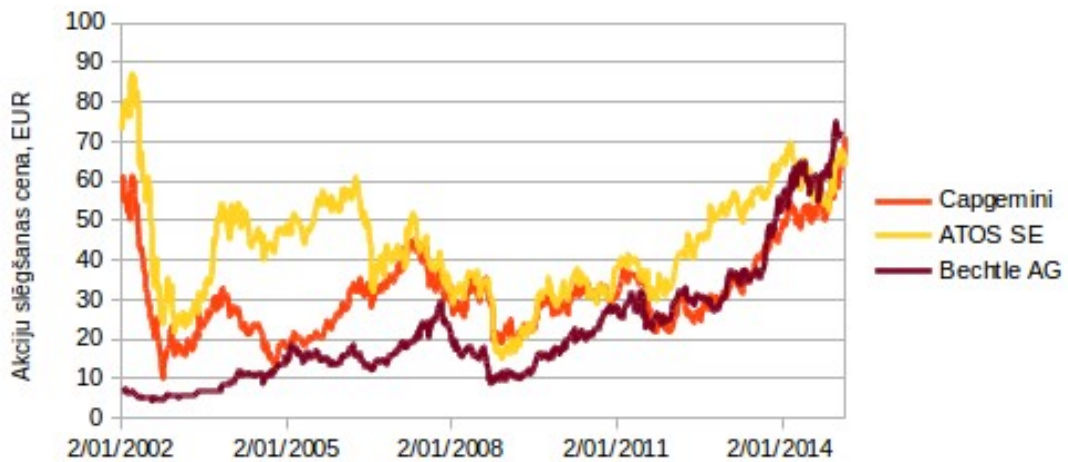
FIS Ņujorkas Biržā (*NYSE*) pirmo reizi kotējās 2001. gada 20.jūnijā; uzņēmuma tiešie konkurenti ir *DST Systems Inc.*, *Fiserv Inc.* un *SunGard Data Systems Inc.*. *FIS* ir S&P 500 indeksa sastāvdaļa.

2.3. Eiropas un Amerikas Savienoto Valstu informāciju tehnoloģiju un servisa uzņēmumu akciju tirgus attīstība un tendences

Informācijas tehnoloģiju (IT) nozare ir kļuvusi par vienu no stabilākajām nozarēm pasaulē. IT nozarei, vairāk kā jebkurai citai nozarei vai ekonomikas aspektam, vērojams produktivitātes pieaugums, it īpaši attīstītajās pasaules valstīs. Tieši tāpēc IT ir galvenais virzītājspēks pasaules ekonomikas izaugsmē. Šo strauji augošo nozari raksturo apjoma radīti ietaupījumi un nepiesātināms pieprasījums gan no patērētājiem, gan uzņēmumiem. Informāciju un komunikāciju tehnoloģijas turpina pārveidot mūsu sabiedrību. Pēdējos gados ir novēroti ievērojami uzlabojumi mobilo telefonu, interneta un platjoslas savienojumu pieklūvē. Šīs tendences pakāpeniski palīdz nojaukt šķēršļus mērķa, kuru noformulēja pasaules līderi Pasaules Informācijas Sabiedrības Sammitā, sasniegšanai – “informāciju sabiedrība visiem”. Šāda sabiedrība ir atkarīga no programmatūras. Pieaug uzsvars uz informāciju un komunikāciju tehnoloģiju piegādi valdības, veselības aprūpes, izglītības un citos sektoros, kur aug pieprasījums pēc pielāgotām lietojumprogrammām. Tādēļ valstīm ir nepieciešama spēja adaptēties, pielāgoties un izstrādāt attiecīgu programmatūru; šāda spēja pielāgoties ir nepieciešama arī veiksmīgas tehnoloģiju nodošanas veicināšanai.⁸⁶

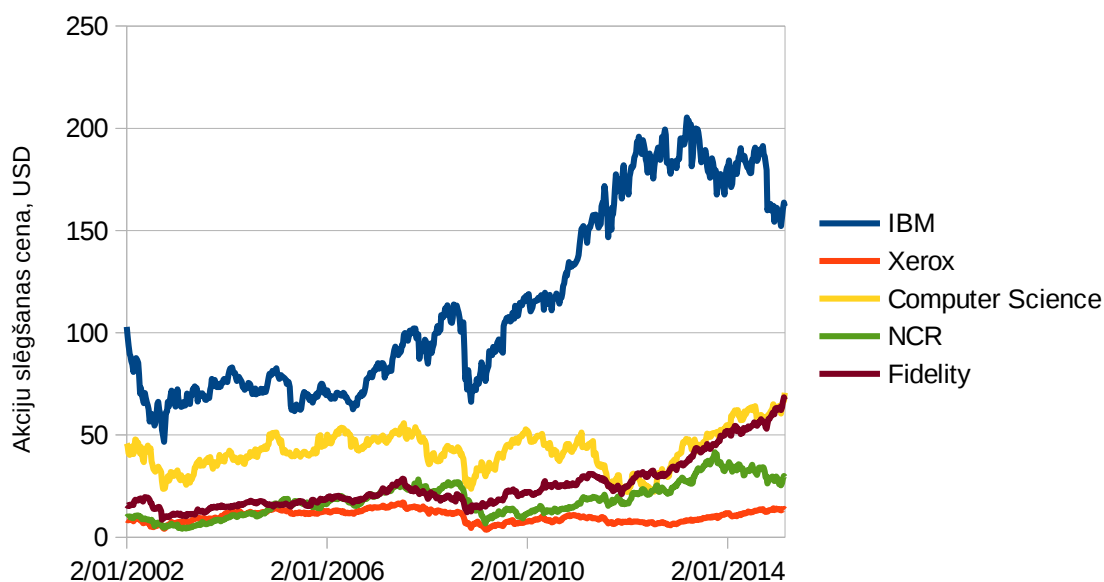
Attēlos 2.3. un 2.4. redzamas akciju slēgšanas cenu laikrindas ASV un Eiropas informāciju un servisa tehnoloģiju uzņēmumiem par laika posmu no 2002.gada 1. janvāra līdz 2015. gada 23. februārim. Attēlos novērojama kopīgas tendences līdzīgas tām, kādas tās tika novērotas ar *S&P 500* un *STOXX Europe 600* indeksiem – ap 2002. un 2008. gadu akciju cenās vērojams straujš vai ne tik straujš kritums, pēc kā vērojama akciju cenu paaugstināšanās. Taču tikai ASV bāzētajiem *IBM* un *NCR* pēdējos gados vērojama tendence akciju cenām samazināties, kamēr pārējām pētījumā apskatītajām kompānijām akciju cenas arvien turpina augt. Atšķirībā no tirgus indeksiem nav tik izteikti un viennozīmīgi vērojams kritums akciju cenās ap 2011. gada augustu.

⁸⁶ United Nations conference on trade and development, *Information Economy Report 2012. The Software Industry and Developing Countries*. http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/ier2012overview_en.pdf ; skatīts 10.05.2015.



2.3. att. Eiropā bāzētu informācijas tehnoloģiju un servisa uzņēmumu akciju slēgšanas cenas laika posmā no 2002. gada 1.janvāra līdz 2015. gada 23.februārim⁸⁷

⁸⁷ Avots: autores veidots, izmantojot akciju slēgšanas cenas nedēļas datus (uzņēmumiem ACN, CAP.PA, ATO.SE, BC8.DE, CCC.L par laika posmu 01.01.2002 – 23.02.2015) no Yahoo! Finance, <http://screener.finance.yahoo.com/b?sc=824&b=1&z=re&db=stocks&vw=4> ; skatīts 10.03.2015.



2.4. att. Amerikas Savienotajās Valstīs bāzētu informācijas tehnoloģiju un servisa uzņēmumu akciju slēgšanas cenas laika posmā no 2002. gada 1.janvāra līdz 2015. gada 23.februārim⁸⁸

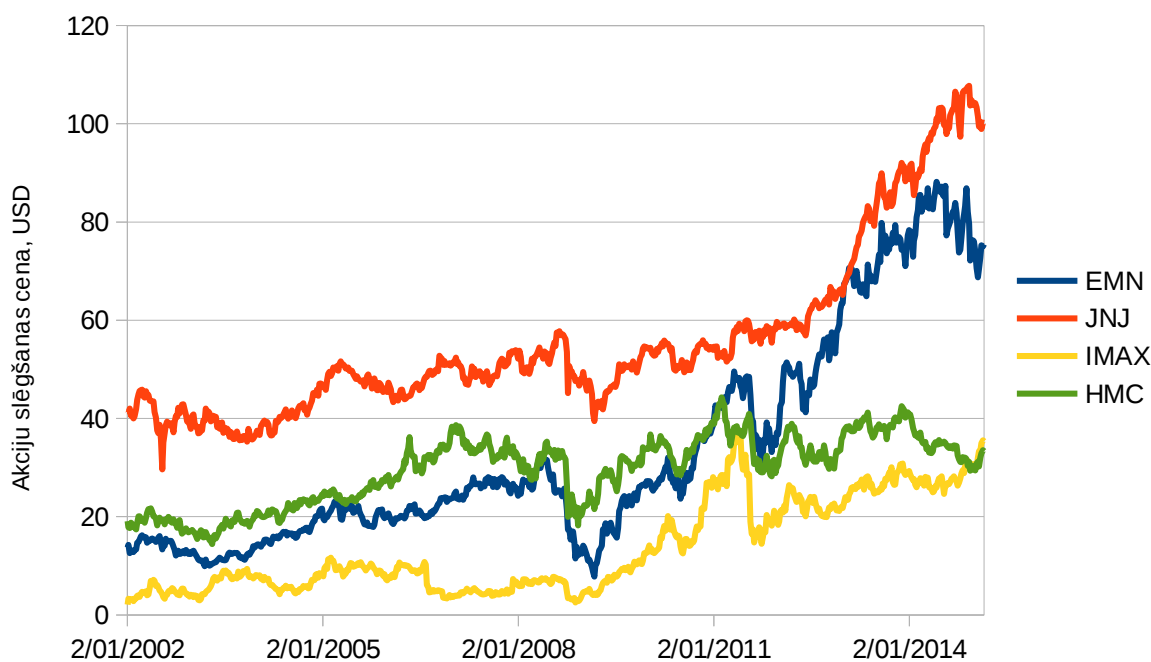
Apskatot situāciju nedaudz tuvāk, atklājās, ka Eiropā bāzētajiem uzņēmumiem akciju cenu minimums tika sasniegts vai nu 2002. gadā (CAP.PA, ACN, BC8.DE), vai 2008. gadā (CCC.L, ATO.SE), taču ASV bāzētajiem uzņēmumiem akciju cenu minimālās vērtības novērotas posmā starp 2002. un 2004. gadu (FIS, IBM, NCR, XRX) un 2011. gadā (CSC). Savukārt maksimālās akciju slēgšanas cenas Eiropas uzņēmumiem reģistrētas posmā 2014.-2015. gads (CCC.L, CAP.PA, ACN, BC8.DE) un tikai vienam uzņēmumam augstākā akciju cena bijusi 2002. gadā (ATO.SE). ASV uzņēmumiem maksimālās akciju slēgšanas cenas novērotas 2006. gadā (XRX) un periodā starp 2013.-2015. gadu (CSC, FIS, IBM, NCR). Tātad Eiropā bāzētajiem informāciju tehnoloģiju un servisa uzņēmumiem minimālās akciju cenas bijušas 2002. un 2008. gadā, bet augstākās – pārsvarā 2014. un 2015. ASV bāzētajiem informāciju tehnoloģiju un servisa uzņēmumiem minimālās akciju cenas pārsvarā novērotas 2002. - 2004. gadā, bet maksimālās – pārsvarā no 2013. - 2015. gadam. Detalizētu tabulu skatīt 2. pielikumā.

2002. gadā novērotās zemākās akciju cenas Eiropā, kā arī ASV tika aprakstītas 2.1 nodaļā, tāpat arī 2008. gada kritums akciju cenās skaidrojams ar notikumiem pasaulē un iepriekš jau tika apskatīts.

Spriežot pēc uzņēmumu laikrindām, tad no ASV uzņēmumiem uz 2011. gada augusta kritumu akciju tirgū visspēcīgāk reaģēja *Computer Science Corporation*, ko savukārt varētu skaidrot ar uzņēmuma specifiku. Lielu daļu no uzņēmuma ieņēmumiem sastāda valdības

⁸⁸ Avots: autores veidots, izmantojot akciju slēgšanas cenas nedēļas datus (uzņēmumiem IBM, XRX, CSC, NCR, FIS par laika posmu 01.01.2002 – 23.02.2015) no Yahoo! Finance, <http://screener.finance.yahoo.com/b?sc=824&b=1&z=re&db=stocks&vw=4> ; skatīts 10.03.2015.

kontrakti, taču 2011. gada 6. augustā tika samazināts ASV kredītreitings uz AA, kas atsaucās uzņēmuma akciju vērtībās. Aplūkojot Eiropas uzņēmumu laicrindu ap 2011. gadu, jāsaprot, ka reakcija uz tā laika notikumiem pasaulē ir izteiktāka. Vislielākais kritums redzams *Capgemini* un *Computacenter* uzņēmumiem. *Computacenter* ir reģistrēts Lielbritānijā un iekļauts *FTSE 250* indeksā, taču 2011. gadā *FTSE 250* radniecīgais indekss *FTSE 100* reaģēja uz negatīvajiem notikumiem un nokritās par 4.5%. Savukārt *Capgemini* ir Francijā reģistrēts uzņēmums, un arī Francija šajā laikā izjuta tirgus svārstības, kad *CAC40* indekss divu nedēļu laikā nokritās par 20%.⁸⁹



2.5. att. Citu nozaru uzņēmumu akciju slēgšanas cenas laika posmā no 2002. gada 1.janvāra līdz 2015. gada 23.februārim⁹⁰

Lai uzskatāmāk parādītu, kā un kad informāciju tehnoloģiju nozares tendences atšķiras no citu nozaru tendencēm, tiek aplūkoti četri dažādu sektoru uzņēmumi – ASV reģistrēta ķīmikāliju ražošanas un pārdošanas kompānija *Eastman Chemical Co (EMN)*, ASV reģistrēta zāļu ražošanas kompānija *Johnson & Johnson (JNJ)*, Kanādā reģistrētais izklaides tehnoloģiju biznesa uzņēmums *IMAX Corporation (IMAX)* un Japānā reģistrētais mašīnu ražotājs *Honda Motor Co., Ltd. (HMC)*. Uzņēmumu akciju cenu slēgšanas (nedēļas dati) laicrindas redzamas attēlā 2.5. Šajā attēlā redzams, ka šo nozaru pārstāvjiem pretstatā iepriekš apskatītajam (gan abiem tirgus indeksiem, gan ASV un Eiropā reģistrētajām kompānijām), nav jūtams straujš kritums akciju cenās 2002. gadā, atskaitot *Johnson & Johnson*, kam ir novērojams viens negatīvs “pīķis”. 2008. gada kritums akciju cenās ir kopīgs gan indeksiem, gan informāciju

89 Gatinois, C., *La spéculation accusée de faire chuter les actions des banques*. Le Monde, 2011

90 Avots: autores veidots, izmantojot akciju slēgšanas cenas nedēļas datus (uzņēmumiem EMN, JNJ, IMAX, HMC par laika posmu 01.01.2002 – 23.02.2015) no Yahoo! Finance; skatīts 19.05.2015.

tehnoloģiju uzņēmumiem, gan šiem četriem dažādu nozaru pārstāvjiem. 2011. gada augusta akciju tirgus kritums novērojams trim no četriem uzņēmumiem, un tikai *Johnson & Johnson* nav novērojama izteikti negatīva reakcija. *Johnson & Johnson* mēreno, t.i., salīdzinoši gludo laikrindu varētu izskaidrot ar nozares specifiku. Medicīna un medicīnas pakalpojumi ir pieprasīti praktiski vienmēr, piemēram, informāciju tehnoloģiju burbuļi to tik ļoti neskar, un, kā zināms, tad sabiedrība, it īpaši Eiropā, noveco, līdz ar to pieaug veselības aprūpes pieprasījums. Turpretī izklaides nozare (uzņēmums *IMAX* 2.5. attēlā) visdrīzāk patērētājam nebūs pirmās prioritātes, tāpēc asāk reaģē uz izmaiņām tirgū.

3. INFORMĀCIJU TEHNOLOĢIJAS NOZARES UZŅĒMUMU AKCIJU IENESĪGUMA VOLATILITĀTES NOVĒRTĒJUMS

3.1. Izmantotie dati

Pētījumā tika izmantoti akciju slēgšanas cenas nedēļas dati no *Yahoo! Finance* mājaslapas <http://finance.yahoo.com/> (<http://screener.finance.yahoo.com>) par 5 lielākajiem (pēc pārdošanas apjoma) informāciju tehnoloģiju un servisa uzņēmumiem Amerikas Savienotajās Valstīs – *IBM* (uzņēmuma apzīmējums mājaslapā – IBM, dati USD valūtā), *Xerox Corporation* (XRX, USD), *Computer Sciences Corporation* (CSC, USD), *NCR Corporation* (NCR, USD), *Fidelity National Information Services* (FIS, USD) – un 5 lielākajiem šāda veida uzņēmumiem, kas bāzēti Eiropā – *Accenture* (ACN, USD), *Capgemini* (CAP.PA, EUR), *Atos SE* (ATO.PA, EUR), *Computacenter* (CCC.L, GBP), *Bechtle AG* (BC8.DE, EUR). Apskatītais laika posms ir no 2002. gada 1. janvāra līdz 2015. gada 23. februārim. Visa datu kopa tika sadalīta divās daļās: laika posmā no 2002.gada 1. janvāra līdz 2013. gada 25. februārim un laika posmā no 2013.gada 26. februāra līdz 2015. gada 23. februārim. Modelis tiks izveidots izmantojot garākā laika posma datus (01.01.2002 – 25.02.2013), taču īsākā laika posma dati (26.02.2013 – 23.02.2015) tiks izmantoti prognozēšanai, lai noskaidrotu, cik veiksmīgi izveidotais modelis apraksta datus. Datu analīze tika veikta ar *Eviews 7* un *Microsoft Excel* datu apstrādes programmām

Nedēļas ienesīgums tiek aprēķināts pēc formulas:

$$R_t = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1}) = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right), \quad (3.1)$$

kur P_t – nedēļas akciju slēgšanas cena, P_{t-1} – iepriekšējās nedēļas akciju slēgšanas cena.

Tabulā 3.1. apkopota Eiropas informāciju tehnoloģiju un servisa uzņēmumu akciju ienesīgumu laikrindu statistika.

Accenture asimetrijas koeficients (-0.346156) neatbilst normālajam sadalījumam, tam būtu jābūt tuvu nullei. Asimetrijas koeficients šajā gadījumā sniedz informāciju, ka zars jeb aste ir nobīdīta uz kreiso pusi. Ekscesa koeficients (6.430133) liecina, ka zvans ir vairāk izstiepts uz augšu, jo šim koeficientam būtu jābūt 3, taču Jarque-Bera koeficienta p-vērtība 0.0000 liek noraidīt nulles hipotēzi par normālo sadalījumu. Laikrindas stacionaritāte tika pārbaudīta, izmantojot vienības saknes Augmented-Dickey-Fuller (ADF) testu. ADF testa statistikas p-vērtība 0.0000 liek noraidīt nulles hipotēzi, ka laikrinda satur vienības sakni, līdz ar to secinām, ka rinda ir stacionāra.

Eiropā bāzētu informāciju tehnoloģiju un servisa uzņēmumu akciju ienesīguma statistikas apkopojums (01.01.2002. – 23.02.2015.)*

	ACN	CAP.PA	ATO.PA	CCC.L	BC8.DE
Novērojumi	685	686	685	686	682
Vidējā vērtība	0.002048	0.000242	-0.000312	0.001505	0.003491
Mediāna	0.003181	0.000000	0.001416	0.003514	0.003704
Max	0.168594	0.322657	0.231063	0.359717	0.145712
Min	-0.238796	-0.327318	-0.287183	-0.188052	-0.22643
Stand.novirze	0.040959	0.057009	0.054061	0.056734	0.047047
Asimetrijas koef.	-0.346156	-0.235719	-0.596897	0.309421	-0.613766
Ekscesa koef.	6.430133	7.680358	8.22116	6.371151	5.163591
Jarque-Bera (p-vērtība)	349.4959 (0.00)	632.4922 (0.00)	818.7364 (0.00)	335.7864 (0.00)	175.8412 (0.00)
Kļūdu kvadrātu summa	1.063656	2.226276	1.999071	2.204804	1.50735
ADF tests (p-vērtība)	-28.70056 (0.00)	-26.38302 (0.00)	-27.24327 (0.00)	-28.52073 (0.00)	-27.15684 (0.00)

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Capgemini datu laikrindas asimetrijas koeficients ir -0.235719, ekscesa koeficients 7.680358 – , kas neatbilst normālajam sadalījumam, Jarque-Bera koeficienta p-vērtība liek noraidīt hipotēzi par normālo sadalījumu, Vienības saknes ADF testa statistikas p-vērtība liecina, ka rinda ir stacionāra un var tikt izmantota tālākai modelēšanai.

Atos SE dati parāda, ka laikrinda neatbilst normālajam sadalījumam – ekscesa koeficients 8.22116, asimetrijas koeficients -0.59689 , kā arī Jarque-Bera koeficienta varbūtība liek noraidīt hipotēzi par normālo sadalījumu. ADF vienības saknes testa varbūtība liecina, ka rinda ir stacionāra un tālākie pārveidojumi nav nepieciešami.

Līdzīgi arī *Computacenter* laikrinda ir stacionāra, ko var secināt pēc vienības saknes ADF testa p-vērtības. Taču laikrinda tāpat kā iepriekšējos gadījumos neatbilst normālajam sadalījumam: sadalījuma zars ir nobīdīts nedaudz pa labi (asimetrijas koeficients 0.309421), un izstiepts uz augšu (ekscesa koeficients 6.371151). Turklāt Jarque-Bera koeficienta p-vērtība 0.0000 liek noraidīt nulles hipotēzi par normālo sadalījumu

Arī *Bechtle AG* dati parāda, ka akciju ienesīguma laikrinda neatbilst normālajam sadalījumam (ekscesa koeficients 5.163591, asimetrijas koeficients -0.613766 neatbilst normālajam sadalījumam). Jarque-Bera koeficienta p-vērtība 0.0000 liek noraidīt hipotēzi par normālo sadalījumu.

Tabulā 3.2. apkopota Amerikas Savienotajās Valstīs bāzētu informāciju tehnoloģiju un servisa uzņēmumu akciju ienesīgumu laikrindu statistika.

3.2. tabula

Amerikas Savienotajās Valstīs bāzētu informāciju tehnoloģiju un servisa uzņēmumu akciju ienesīgumu statistikas apkopojums (01.01.2002. – 23.02.2015.)*

	IBM	XRX	CSC	NCR	FIS
Novērojumi	686	686	686	686	686
Vidējā vērtība	0.000661	0.000659	0.000665	0.001545	0.002154
Mediāna	0.000782	0.002446	0.00256	0.002553	0.001741
Max	0.149938	0.285491	0.232455	0.18477	0.219001
Min	-0.16455	-0.401582	-0.220987	-0.316449	-0.394579
Stand.novirze	0.033113	0.0519	0.04563	0.051739	0.039382
Asimetrijas koef.	-0.420143	-1.062484	-0.345345	-0.973713	-1.2219
Ekscesa koef.	6.879113	12.34854	6.267981	8.036223	20.47117
Jarque-Bera (p-vērtība)	450.2904 (0.00)	2627.112 (0.00)	318.8973 (0.00)	833.3759 (0.00)	8895.536 (0.00)
Kļūdu kvadrātu summa	0.751104	1.845104	1.426245	1.833662	1.062408
ADF tests (p-vērtība)	-26.77996 (0.00)	-27.54311 (0.00)	-25.63593 (0.00)	-25.84468 (0.00)	-27.4466 (0.00)

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

IBM asimetrijas koeficients (-0.420143) neatbilst normālajam sadalījumam, tam būtu jābūt tuvu nullei. Asimetrijas koeficients sniedz informāciju, ka sadalījuma zars ir nedaudz nobīdīts uz kreiso pusi. Ekscesa koeficients (6.879113) liecina, ka zvans ir vairāk izstiepts uz augšu (šim koeficientam būtu jābūt 3). Jarque-Bera koeficienta p-vērtība 0.0000 liek noraidīt nulles hipotēzi par normālo sadalījumu. ADF testa statistikas p-vērtība 0.0000 liek noraidīt nulles hipotēzi, ka laikrinda satur vienības sakni, līdz ar to secinām, ka rinda ir stacionāra un nav nepieciešami turpmāki pārveidojumi.

Xerox Corporation akciju ienesīguma laikrinda ir stacionāra, par ko liecina ADF testa koeficienta p-vērtība, kas ir 0.0000. Taču dati neatbilst normālajam sadalījumam, par ko varam secināt pēc asimetrijas koeficienta (-1.062484), kas ievērojami pārsniedz 0, ekscesa koeficienta 12.34854, kas ir trīsreiz lielāks, kā būtu jābūt normālā sadalījuma gadījumā, un Jarque-Bera koeficienta p-vērtība 0.0000 liek noraidīt hipotēzi par normālo sadalījumu.

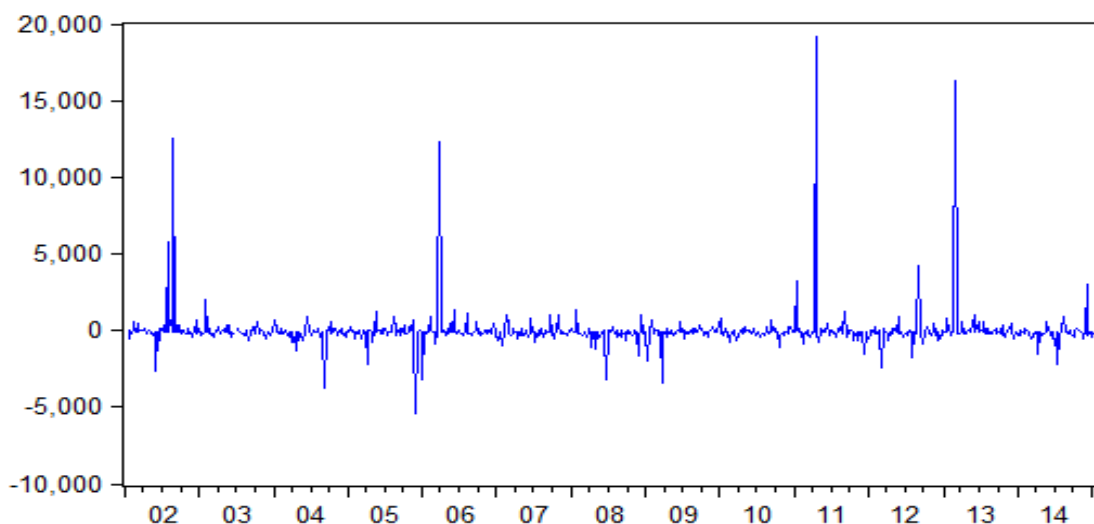
Computer Science Corporation asimetrijas koeficients (-0.345345) norāda, ka sadalījuma aste ir nobīdīta uz kreiso pusi un neatbilst normālajam sadalījumam. Tāpat arī augstais ekscesa koeficients (6.267981) liecina par datu neatbilstību normālajam sadalījumam, un Jarque-Bera koeficienta p-vērtība 0.0000 liek noraidīt nulles hipotēzi par normālo sadalījumu. Savukārt DF testa koeficienta p-vērtība liek noraidīt nulles hipotēzi, ka laikrinda satur vienības sakni, tātad laikrinda ir stacionāra.

NCR Corporation akciju ienesīguma laikrinda ir stacionāra (ADF testa koeficienta p-

vērtība 0.0000), taču dati neatbilst normālajam sadalījumam (ekscesa koeficients 8.036223, asimetrijas koeficients -0.973713, Jarque-Bera koeficienta p-vērtība 0.0000).

Tāpat arī *Fidelity National Information Services* dati parāda, ka laikrinda ir stacionāra (ADF testa koeficienta p-vērtība 0.0000), taču dati neatbilst normālajam sadalījumam (ekscesa koeficients 20.47117, asimetrijas koeficients -1.2219, Jarque-Bera koeficienta p-vērtība 0.0000).

Ienesīguma laikrindām tika aplūkota rindas dinamika laikā, konkrētāk, procentuālās izmaiņas. Ienesīguma procentuālās izmaiņas tiek aplūktas, jo šādā veidā dati tiek attēloti saspīestāk, ar mazāk svārstībām, salīdzinājumā, ja aplūko vienkāršu rindas dinamiku laikā. Procentuālās izmaiņas atļauj novērot iespējamo datu klāsterēšanos, vienlaicīgi dodot iespēju novērot potenciālos izlecošos datu punktus, kas redzams attēlā 3.1., kur *Accenture* akciju ienesīguma laikrindā ir novērojami četri potenciālie izlecošie datu punkti: 2002. gada 26. augusts, 2006. gada 27. marts, 2011. gada 18. aprīlis un 2013. gada 4. marts.



3.1. att. *Accenture* akciju ienesīguma laikrindas procentuālās izmaiņas⁹¹

2002. gada izlecošā vērtība varētu tik skaidrota ar otrās tūkstošgades sākumā piedzīvoto informāciju tehnoloģiju burbuli; 2006. gada 27. marta izlecošā vērtība saistās ar uzņēmuma noslēgto 5 gadu kontraktu ar ASV Gaisa spēkiem 79 miljonu ASV dolāru vērtībā; 2011. gada 18. aprīļa izlecošā vērtība saistīta ar brīdinājumu par ASV kredītreitinga pazemināšanu; 2013. gada 4. marta izlecošo vērtību ir diezgan grūti izskaidrot. 2013. gada 4. martā tiek ziņots par negatīvu izdevumu samazināšanas ietekmi ASV, īstenotajiem budžeta samazinājumiem un ka

91 Avots: autores veidots, izmantojot izmantojot akciju slēgšanas cenas nedēļas datus uzņēmuma ACN (par laika posmu 01.01.2002 – 23.02.2015) no Yahoo! Finance, <http://screener.finance.yahoo.com/b?sc=824&b=1&z=re&db=stocks&vw=4>; skatīts 10.03.2015, izmantojot Eviews 7

industriālie tirgi šajā dienā bija vienīgie zaudētāji.⁹²

Analogiski tika apskatītas visu uzņēmumu laikkrindas, un potenciālo izlecošo vērtību apkopojums ir atrodams tabulā 3.3.

3.3. tabula

Potenciālās izlecošās vērtības*	
	Potenciālās izlecošās vērtības
ACN	26.08.2002 ; 27.03.2006 ; 18.04.2011 ; 04.03.2013
CAP.PA	07.04.2003 ; 28.07.2003 ; 26.09.2005 ; 24.09.2007 ; 11.07.2011
ATO.PA	01.09.2003 ; 09.06.2008 ; 04.06.2012 ; 23.07.2012
CCC.L	28.06.2004 ; 26.02.2007
BC8.DE	30.04.2007 ; 31.08.2009 ; 20.09.2010 ; 09.05.2011 ; 10.11.2014
IBM	21.01.2013
XRX	13.05.2002 ; 24.11.2003 ; 11.04.2005 ; 04.08.2008
CSC	08.12.2003 ; 16.04.2007 ; 31.08.2009 ; 13.12.2010 ; 07.11.2011
NCR	16.07.2007 ; 14.01.2013 ; 02.12.2013
FIS	03.03.2008 ; 16.07.2012 ; 29.04.2013 ; 10.11.2014

*Darba autores veidota tabula, izmantojot datus no Yahoo! Finance un Eviews 7

Accenture potenciālās izlecošās vērtības tikko tika jau izskaidrotas. Tāpat arī daļa no potenciālajām izlecošajām vērtībām var tikt saistīta ar 2. nodaļā aprakstītajām tirgus tendencēm un attīstību (informāciju tehnoloģiju burbulis, 2007. - 2009. gada hipotekāro kredītu krīze, 2009. gada Eirozonas krīze, 2011. gada augusta akciju tirgus kritums), tāpēc saistībā ar minētajiem gadskaitļiem lieki netiks atkārtots jau aprakstītais, bet gan izskaidrotas izlecošās vērtības notikumiem, kas nav minēti 2. nodaļā. *Capgemini* abas 2003. gada vērtības ir diezgan grūti izskaidrot, jo nav pieejama informācija par šiem datumiem. 26.09.2005 gada vērtība varētu būt saistīta Ziemeļamerikas veselības konsultāciju prakses pārdošanu, smagu finansiālo zaudējumu dēļ.⁹³ *Atos SE* 2003. gada 1. septembra vērtība skaidrojama ar faktu, ka uzņēmums noslēdza vienošanos ar savu lielāko klientu *Philips* uz vēl trim gadiem.⁹⁴ 2012. gada jūnija un jūlija vērtība saistīta ar *UK Border Agency* izpilddirektora paziņojumu, ka *Atos SE* bijis atbildīgs par apjomīgajiem aģentūras informāciju tehnoloģijas sistēmas pārtraukumiem pēdējo mēnešu laikā.⁹⁵ *Computacenter* 2004. gada vērtībai netika atrasts loģisks pamatojums; 2007. gada vērtība izskaidrota 2. nodaļā un sasaistās ar hipotekāro kredītu krīzi. *Bechtle AG* 2014. gada novembrī ziņoja par vērā ņemamu augsmi,⁹⁶ taču nekāds konkrētāks pamatojums izlecošai vērtībai nav atrodams. *IBM* 2013. gada 21. janvāra zemā

92 Zacks mājaslapa, <http://www.zacks.com/stock/news/93875/stock-market-news-for-march-4-2013> ; skatīts 21.05.2015.

93 Accenture mājaslapa, Newsroom: http://newsroom.accenture.com/article_display.cfm?article_id=4221 ; skatīts 21.05.2015.

94 Atos Origin, *Half-Year Report 2003*, pp. 8, <https://atos.net/content/dam/global/documents/investor-financial-reports/atos-origin-half-year-report-2003.pdf> ; skatīts 21.05.2015.

95 Leach, A., *The Great Border Agency IT Crash: Just who was responsible?* The Register, 2012

96 DGAP.DE mājaslapa: <http://meldeschwellen.org/dgap/News/corporate/bechtle-reports-significant-growth/?companyID=396&newsID=823461> ; skatīts 21.05.2015.

vērtība ir saistīta ar uzņēmuma lēmumu atteikties no savas 2013. gada prēmijas.⁹⁷ Xerox 2005. gada aprīļa izlecošā vērtība saistīta ar 10 miljonu ASV dolāru civilā soda apmaksu.⁹⁸ Computer Sciences Corporation 2007. - 2011. gada vērtības iespējams ir saistītas ar krāpšanas izmeklēšanu kompānijas grāmatvedības praksē Dānijā un Austrālijā, kā arī ar 2009. gada 31. augusta iekšējās informācijas ļaunprātīgu izmantošanu, iegādājoties COVANSYS CORPORATION.⁹⁹ ¹⁰⁰ NCR Corporation 2013. gada 14. janvāra vērtībai netika atrasts loģisks izskaidrojums, taču šī paša gada 2. decembra izlecošā vērtība saistīta ar uzņēma noslēgto galīgo vienošanos par Digital Insight Corporation iegādi.¹⁰¹ Fidelity National Information Services 2012. gada 16. jūlija vērtība varētu būt saistīta ar 2 mēnešu ilgo sadarbību ar IBM, kas tika uzsākta 15. jūlijā.¹⁰² Taču 2013. gada 30. aprīļa vērtība nav izskaidrojama, bet 2014. gada 10. novembrī uzņēmums ziņo, ka “lielākā daļa pasaules tirgu sacentās klusā tirdzniecībā”, ar to domājot akciju tirgus indeksu pozitīvo pieaugumu šajā dienā.¹⁰³

Tā kā vairumā gadījumā, ieviešot fiktīvos mainīgos tika noskaidrots, ka izlecošās vērtības nav statistiski nozīmīgas, neviena no izlecošajām vērtībām netika izņemta no datiem.

3.2. Metodoloģija

Turpmākajās šīs nodaļas apakšnodaļās plašāk tiks aplūkota modeļa izveide Accenture akciju ienesīguma datiem; pārējām kompānijām modeļa izveide ir analogiska. Modelis tiek veidots, izmantojot datus par laika posmu no 2002.gada 1. janvāra līdz 2013. gada 25. februārim. Otrā perioda dati tiek izmantoti prognozēšanai, lai novērtētu, cik efektīvi modelis ar pirmā perioda datiem apraksta otro periodu. Kā tika minēts 1. nodaļas kopsavilkumā, tiks apskatīti ARMA(p,q), ARCH(1), GARCH(p,q), TGARCH(p,q) un EGARCH(p,q) modeļi ar dažādām p un q kārtām.

97 BBC, *IBM top executives to forgo bonuses as profits fall*. <http://www.bbc.com/news/business-25836875> ; skatīts 21.05.2015.

98 Staff, W., *KPMG and Xerox Settle Securities Lawsuit*. Accounting Today, 2008.

99 SEC mājaslapa, *SEC FILES INSIDER TRADING CHARGES RELATED TO ACQUISITION OF COVANSYS CORPORATION*. <https://www.sec.gov/litigation/litrelases/2009/lr21192.htm> ; skatīts 21.05.2015.

100 Despotovic, N., *CSC (Computer Sciences Corp) Accounting Fraud Extends to Australia*. BizCloudNetwork, 2011. <http://www.bizcloudnetwork.com/computer-sciences-corp-accounting-fraud-australia/> ; skatīts 21.05.2015.

101 NCR Corporation mājaslapa, *News: ncr-announces-fourth-quarter-2013-results* ; skatīts 21.05.2015.

102 IBM mājaslapa, <http://www-01.ibm.com/support/docview.wss?uid=tss1wp102138&aid=1> ; skatīts 21.05.2015.

103 FIS mājaslapa, *Daily Global Market Review, On 10 November 2014 – Most global markets rallied in a quite trading*. <http://www.fidelity.com.au/insights-centre/daily-global-market-review/on-10-november-2014-most-global-markets-rallied-in-quiet-trading/> ; skatīts 21.05.2015.

3.2.1. GARCH modelis Accenture akciju ienesīguma datiem

Kā pirmie tiks modelēti GARCH(p,q) modeļi, jo tas ir vispārīgais gadījums un no GARCH(p,q) modeļiem tiek atvasināti citi modeļi, piemēram, GJR-GARCH.

Tā kā GARCH saimes modeļi sastāv no vidējās vērtības un kļūdu dispersijas vienādojumiem, vispirms nepieciešams noteikt vidējās vērtības vienādojuma formu. Šim nolūkam tiek apskatīti vairāki autoregresīvie AR(p), slīdošā vidējā MA(q), kā arī autoregresīvā slīdošā vidējā ARMA(p,q) modeļi, kas apkopoti tabulā 3.4..

Jāvadās pēc principa, ka labs modelis būs tāds, kuram informācijas kritēriji (AIC – Akaikes informācijas kritērijs, SBC – Švarca-Beijesa informācijas kritērijs) ir vismazākie. Tad var salīdzināt, kuram modelim vislielākais R^2 , un mazākā kvadrātisko kļūdu summa (SSR). Akaikes informācijas kritērija un Švarca-Beijesa informācijas kritērija vērtības visiem apskatītajiem modeļiem ir negatīvas. Pozitīvas vērtības nozīmētu, ka modelis zaudē lielu daļu informācijas, kas ir ietverta datos. Informācijas kritēriji vismazākie ir ARMA(1,2), ARMA(3,2) un ARMA(3,3) modeļiem; no šiem trim modeļiem tikai ARMA(3,2) modelim koeficienti ir statistiski nozīmīgi (konstante – nav statistiski nozīmīga). Determinācijas koeficients nepārsniedz 5,5% nevienam no modeļiem, taču visaugstākais R^2 ir ARMA(3,3), taču ARMA(3,2) modelim tas būtiski neatšķiras, tāpat kā kvadrātisko kļūdu summa. Ņemot vērā visus rādītājus, turpmākai analīzei tiks ņemts ARMA(3,2) modelis, kuru var pierakstīt ar sekojošu vienādojumu, kur iekavās norādītas p vērtības:

$$\begin{aligned} R_t = & 0.002478 + 0.296782 R_{t-1} - 0.948276 R_{t-2} - 0.082058 R_{t-3} - \\ & (0.1068) \quad (0.0000) \quad (0.0000) \quad (0.0462) \\ & - 0.400298 u_{t-1} + 0.999836 u_{t-2} + u_t \\ & (0.0000) \quad (0.0000) \end{aligned} \tag{3.2}$$

3.4. tabula

Novērtēto ARMA(p,q) modeļu tabula Accenture datiem (01.01.2002. – 25.02.2013.)*

AR(p)	1	2	3	0	0	0	1	1	1	2	3	3	2	2	3
MA(q)	0	0	0	1	2	3	1	2	3	1	1	2	2	3	3
c (p vērtība)	0.002058 (0.2070)	0.002098 (0.1866)	0.001944 (0.2087)	0.002017 (0.2089)	0.002018 (0.1971)	0.002014 (0.1850)	0.002022 (0.1668)	0.002826 (0.0000)	0.002061 (0.1749)	0.002087 (0.1994)	0.001947 (0.2090)	0.002478 (0.1068)	0.002075 (0.2108)	0.002052 (0.1870)	0.001987 (0.1836)
a₁ (p vērtība)	-0.091944 (0.0268)	-0.095274 (0.0225)	-0.093551 (0.0246)				0.52622 (0.0573)	0.965855 (0.0000)	0.098666 (0.9223)	-0.670826 (0.1004)	-0.11876 (0.7702)	0.296782 (0.0000)	-0.787043 (0.0542)	0.08293 (0.6898)	1.15125 (0.0004)
a₂ (p vērtība)		-0.028141 (0.4992)	-0.027916 (0.5033)							-0.06048 (0.2610)	-0.030308 (0.5942)	-0.948276 (0.0000)	-0.189648 (0.5630)	-0.751994 (0.0000)	-1.250074 (0.0000)
a₃ (p vērtība)			-0.029418 (0.4786)								-0.030035 (0.4849)	-0.082058 (0.0462)			0.43435 (0.1517)
m₁ (p vērtība)				-0.097472 (0.0188)	-0.096326 (0.0209)	-0.095808 (0.0217)	-0.612277 (0.0174)	-1.082555 (0.0000)	-0.194644 (0.8474)	0.580716 (0.1553)	0.025478 (0.9503)	-0.400298 (0.0000)	0.704682 (0.0876)	-0.17778 (0.3971)	-1.254244 (0.0000)
m₂ (p vērtība)					-0.024516 (0.5557)	-0.022723 (0.5869)		0.082771 (0.0548)	-0.010604 (0.9202)			0.999836 (0.0000)	0.134328 (0.6837)	0.749944 (0.0000)	1.363523 (0.0000)
m₃ (p vērtība)						-0.028304 (0.4967)			-0.028019 (0.5706)					-0.109925 (0.0093)	-0.540643 (0.0701)
R²	0.00846	0.009381	0.009754	0.008939	0.009532	0.010236	0.009857	0.031263	0.01029	0.013767	0.009761	0.042552	0.014139	0.023323	0.053216
adj. R²	0.006745	0.005942	0.004578	0.007227	0.006105	0.00509	0.006425	0.026218	0.003405	0.008621	0.002849	0.034182	0.007269	0.0148	0.043267
SSR	1.060734	1.059171	1.048119	1.061085	1.06045	1.059696	1.05924	1.03634	1.058776	1.054482	1.048111	1.013404	1.054084	1.044265	1.002117
AIC	-3.459294	-3.455576	-3.460859	-3.460697	-3.457853	-3.455122	-3.457255	-3.475663	-3.450796	-3.456559	-3.457407	-3.487621	-3.453482	-3.459387	-3.495361
SBC	-3.444249	-3.432979	-3.430689	-3.445672	-3.435316	-3.425072	-3.434688	-3.445573	-3.413184	-3.426429	-3.419694	-3.442366	-3.41582	-3.414192	-3.442563
konst. stat.noz.	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	jā	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē
koef. Stat.noz.	jā	nē	nē	jā	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	jā	nē	nē	nē

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Tālāk secīgi nepieciešams pārbaudīt novērtētā ARMA(3,2) modeļa kļūdu normalitāti, autokorelāciju (izmanto Breusch-Godfrey Serial Correlation LM testu pie 2 novēlojumiem), un heterosceditāti (izmanto White testu). Veicot šos testus tika secināts, ka kļūdas nav normāli sadalītas, jo Jarque-Bera statistikas p vērtība ir 0.0000, kas liek noraidīt nulles hipotēzi par normālo sadalījumu, autokorelācijas Breusch-Godfrey testa F-statistikas p vērtība ir 0.80, tātad nevar noraidīt nulles hipotēzi, ka kļūdām nav autokorelācijas problēmas, taču White testa F-statistikas p vērtība, kas ir vienāda ar 0.0000, kas liek noraidīt nulles hipotēzi un secināt, ka kļūdām pastāv heterosceditātes problēmas.

Pirms GARCH modeļa izveides vēl nepieciešams pārliecināties, ka šīs klases modelis ir datiem piemērots, t.i., jāveic ARCH efekta pārbaude. Tiek veikts ARCH LM tests, mainot novēlojumu skaitu no 1 līdz 4. F-statistika ir statistiski nozīmīga (p-vērtība – 0.0000) pie jebkāda aplūkotā novēlojumu skaita, kas norāda par ARCH efekta klātbūtni datos. Programmas Eviews izdruka ar šo testu (ar novēlojumu skaitu 4) ir pievienota 1.pielikumā.

GARCH modeļa novērtēšanai izveido log-ticamības (*log-likelihood*) funkciju, un tiek atrasti parametri, kas funkciju maksimizē.¹⁰⁴ GARCH modeļu noteikšanai tika izmantots iteratīvais Marquardt algoritms. Novērtēto GARCH(p,q) apkopojums atrodams tabulā 3.5. Labākais modelis jāizvēlās pēc tāda paša principā kā labākais ARMA modelis. Vismazākie informācijas kritēriji ir GARCH(1,2) un GARCH(2,2) modeļiem. No šiem modeļiem priekšroka tiks dota GARCH(1,2) modelim, jo determinācijas koeficients ir lielāks, bet kļūdu kvadrātu summa – mazāka.

104 Brooks, C., *Introductory Econometrics for Finance*, Cambridge University Press, 2002. p 455 - 460.

Novērtēto GARCH(p,q) modeļu apkopojums Accenture datiem (01.01.2002. – 25.02.2013.)*

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(3,2)						
c (p vērtība)	0.004161 (0.004)	0.003792 (0.0061)	0.003108 (0.0000)	0.004392 (0.0017)	0.003329 (0.0347)	0.004845 (0.0004)
a₁ (p vērtība)	-0.221981 (0.7159)	0.6308 (0.9233)	0.440441 (0.0000)	0.607613 (0.9518)	-0.613937 (0.0000)	-1.742157 (0.0000)
a₂ (p vērtība)	0.054282 (0.8862)	-0.020129 (0.9961)	0.456258 (0.0000)	-0.026702 (0.9964)	-0.8873 (0.0000)	-1.048537 (0.0000)
a₃ (p vērtība)	-0.030152 (0.5772)	-0.00909 (0.9656)	0.043789 (0.3146)	-0.004179 (0.9884)	-0.050519 (0.1060)	-0.102231 (0.0237)
m₁ (p vērtība)	0.14099 (0.8158)	-0.708577 (0.9138)	-0.534155 (0.0000)	-0.683808 (0.9458)	0.556794 (0.0000)	1.6868 (0.0000)
m₂ (p vērtība)	-0.106731 (0.7534)	0.053993 (0.9907)	-0.457039 (0.0000)	0.05606 (0.9933)	0.905573 (0.0000)	0.920703 (0.0000)
Nosacītās dispersijas vienādojums						
ω (p vērtība)	0.00121 (0.0000)	0.0000492 (0.0031)	0.0000859 (0.0035)	0.0000384 (0.0279)	0.0000175 (0.0511)	0.0000595 (0.0562)
α₁ (p vērtība)	0.36344 (0.0000)	0.078921 (0.0000)	0.133375 (0.0000)	0.22043 (0.0000)		0.284408 (0.0000)
α₂ (p vērtība)				-0.161904 (0.0052)		-0.18091 (0.0145)
β₁ (p vērtība)		0.889729 (0.0000)	0.155168 (0.2957)	0.91636 (0.0000)	0.987582 (0.0000)	0.491204 (0.0182)
β₂ (p vērtība)			0.656998 (0.0000)			0.369074 (0.0285)
R²	0.005733	0.004108	0.029571	0.002056	0.027954	0.005694
adj. R²	-0.002959	-0.004597	0.021088	-0.006667	0.019457	-0.002998
SSR	1.052375	1.054094	1.027143	1.056266	1.028855	1.052416
AIC	-3.540293	-3.613319	-3.630413	-3.622908	-3.520286	-3.645463
SBC	-3.479953	-3.545437	-3.554988	-3.547482	-3.459946	-3.562495
Durbin-Watson	2.016838	2.020405	2.042506	2.019622	2.048389	2.054797

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Turklāt veicot pārbaudi par ARCH efekta klātbūtni izmantojot ARCH testu, tiek iegūta F-statistikas p-vērtība 0.50, tātad nulles hipotēzi noraidīt nevar, un ir izdevies novērst heterosceditātes problēmu, taču kļūdas joprojām nav normāli sadalītas (Jarque-Bera statistikas p vērtība 0.0000). GARCH(1,2) modeli var pierakstīt sekojošā vienādojumu formā:

$$\begin{aligned}
 R_t = & 0.003108 + 0.440441 R_{t-1} + 0.456258 R_{t-2} + 0.043789 R_{t-3} - \\
 & (0.000) \quad (0.0000) \quad (0.0000) \quad (0.3146) \\
 & - 0.534155 u_{t-1} - 0.457039 u_{t-2} + u_t \\
 & (0.0000) \quad (0.0000)
 \end{aligned}
 \tag{3.3}$$

$$u_t \sim N(0, \sigma^2) \quad (3.4)$$

$$\sigma_t^2 = 0.0000859 + 0.133375 u_{t-1} + 0.155168 \sigma_{t-1} + 0.656998 \sigma_{t-2} \quad (3.5)$$

(0.000) (0.0000) (0.0000) (0.3146)

kur u_t – kļūdas loceklis, σ_t – kļūdu dispersija. Visiem apskatītajiem GARCH modeļiem, kuros izmantoti novērojumi par laika periodu no 2002.gada 7. janvāra līdz 2013. gada 25. februārim, tiek veikta modeļu prognozēšana vispirms parauga ietvaros, tas ir, prognozē periodu no 2002.gada 7. janvāra līdz 2013. gada 25. februārim, kā arī tiek veikta ārpus parauga prognoze, tas ir, periodam no 2013. gada 26. februāra līdz 2015. gada 23. februārim. Prognozēšana parauga ietvaros un ārpus tā tiek veikts salīdzināšanas nolūkos, kā arī, lai noskaidrotu, kurš modelis uzrāda labākos rezultātus ārpus parauga un parauga prognozēšanā. Parauga ietvaros veiktās prognozēšanas apkopojums GARCH(p,q) modeļiem redzams 3.6. tabulā.

3.6. tabula

GARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums Accenture datiem*

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
RMSE	0.042843	0.042888	0.042601	0.04292	0.042519	0.042865
MAE	0.031146	0.031224	0.031009	0.031233	0.031009	0.03116
MAPE	118.5944	116.7829	113.3574	120.7936	113.6515	125.9832
TIC	0.909429	0.913843	0.906505	0.903471	0.883375	0.872985

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Modeļu savstarpējai salīdzināšanai un novērtēšanai tiek izmantota vidējās kvadrātiskās kļūdas kvadrātsakne (RMSE), vidējā absolūtā kļūda (MAE) un vidējā absolūtā procentuālā kļūda (MAPE) – jo mazākas ir šīs kļūdas, jo mazāka ir starpība starp modeļa novērtēto standartnovirzi un reālo nedēļas standartnovirzi, jo labāks ir modelis. MAE sniedz informāciju par to, cik lielas kļūdas var sagaidīt vidēji no prognozēm, taču dažreiz ir sarežģīti noteikt kļūdu relatīvo izmēru, t.i., atšķirt mazu no lielas kļūdas. Tāpēc aplūko MAPE, kas ļauj salīdzināt dažādu laikrindu prognozes dažādās skalās. Piemēram, salīdzināt precizitāti S&P 500 indeksa prognozei ar Dow Jones Industrial Average indeksa prognozi. Savukārt RMSE salīdzinājumā ar pārējiem kritērijiem ir daudz jūtīgāks pret retām jeb gadījuma lielām kļūdām. Tāpat arī skatās uz Tīla nevienlīdzības koeficientu (TIC) – šis koeficients norāda, cik labi laikrindas novērtētās vērtības tiek salīdzinātas ar attiecīgo laikrindu novēroto vērtību. Ja koeficients ir 1, tad tas nozīmē, ka prognozējums neatšķiras no naiva minējuma. 3.6. tabulā redzams, ka vismazākā RMSE ir GARCH(1,2) un GARCH(0,1), tāpat arī vismazākā MAE

un MAPE ir šiem diviem modeļiem. TIC viszemākie ir GARCH(2,1) un GARCH(2,2) modeļiem – attiecīgi 0.903471 un 0.872985. Ņemot vērā iepriekš nosauktos argumentus, labākā prognozētspēja ir modeļiem GARCH(1,2) un GARCH(0,1). Savukārt no šiem diviem modeļiem labākas ir GARCH(1,2) modelis. Lai gan TIC nav viszemākais, var novērot, ka GARCH(1,2) modelim TIC koeficients ir ļoti tuvs GARCH(2,1) TIC koeficientam. Tai pat laikā RMSE, MAE, MAPE ir vismazākie, līdz ar to šis modelis tomēr nedaudz pārspēj visus citus modeļus.

Ārpus parauga veiktās prognozēšanas apkopojums GARCH(p,q) modeļiem redzams 3.7. tabulā.

3.7. tabula

GARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums Accenture datiem*						
ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
RMSE	0.027257	0.027228	0.027189	0.027268	0.027172	0.027308
MAE	0.019894	0.019876	0.019886	0.019899	0.019769	0.019925
MAPE	133.3151	129.1422	113.2765	135.8878	111.919	143.1146
TIC	0.866956	0.87649	0.911803	0.86103	0.8742	0.849128

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Modeļu savstarpējai salīdzināšanai un novērtēšanai tiek izmantoti tie paši rādītāji, kas iepriekš - vidējās kvadrātiskās kļūdas kvadrātsakne, vidējā absolūtā kļūda, vidējā absolūtā procentuālā kļūda, Tīla nevienlīdzības koeficients. Jo mazākas vērtības šiem rādītājiem, jo modelis veiksmīgāk spēj modelēt datus periodam 26.02.2013. – 25.02.2015. Var ievērot, ka vismazākā RMSE un MAPE, tāpat kā iepriekš, ir GARCH(1,2) un GARCH(0,1), lai gan pārējiem modeļiem vidējā kvadrātiskā kļūdas kvadrātsakne ir salīdzinoši tuvu šo labāko modeļu uzrādītajām RMSE. MAE vismazākās ir GARCH(1,1) un GARCH(0,1), taču TIC – GARCH(2,1) un GARCH(2,2). Ņemot vērā visu iepriekš minēto, labākā prognozētspēja ir modeļiem GARCH(1,2) un GARCH(0,1). No šiem diviem modeļiem nedaudz labāks ir GARCH(0,1) modelis.

3.2.2. TGARCH modelis Accenture akciju ienesīguma datiem

TGARCH(p,q) modeļu izveidē lieto to pašu metodi un laika periodus, kādus lietoja GARCH(p,q) modeļiem, taču papildus tiek ieviests asimetrijas loceklis I_{t-1} un koeficients γ , kas notver sevī sviras efektu. Tāpat kā GARCH(p,q) modeļos, tika apskatīti dažādu kārtu modeļu, kas apkopoti tabulā 3.8. Labākā modeļa izvēles kritēriji ir tādi paši kā iepriekš – mazākās informācijas kritēriju vērtības, lielākā determinācijas koeficienta vērtība, mazākā kļūdu kvadrātu summa. Vismazākie informācijas kritēriji ir TGARCH(1,1) ar sliekšni 2,

TGARCH(1,2) ar sliekšni 2, TGARCH(2,1) ar sliekšni 2; no šiem modeļiem R^2 lielāks ir TGARCH(2,1) ar sliekšni 2. Kļūdu kvadrātu summa šim modelim nav vismazākā, taču tā stipri neatšķiras no pārējiem modeļiem. TGARCH(2,1) ar sliekšni 2 modelis ir šāds:

$$\begin{aligned}
 R_t = & 0.002826 - 1.82046 R_{t-1} - 1.12775 R_{t-2} - 0.102844 R_{t-3} + \\
 & (0.0461) \quad (0.0000) \quad (0.0000) \quad (0.0222) \\
 & + 1.734467 u_{t-1} + 0.969615 u_{t-2} + u_t \\
 & (0.0000) \quad (0.0000)
 \end{aligned} \tag{3.6}$$

$$u_t \sim N(0, \sigma^2) \tag{3.7}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_t^2 = & 0.0000679 - 0.0198035 u_{t-1}^2 - 0.015821 u_{t-2}^2 + 0.90475 \sigma_{t-1} + \\
 & (0.0013) \quad (0.6914) \quad (0.7349) \quad (0.0000) \\
 & + 0.442022 I_t u_{t-1}^2 - 0.2745 I_t u_{t-2}^2 \\
 & (0.000) \quad (0.0077)
 \end{aligned} \tag{3.8}$$

Novērtēto TGARCH(p,q) modeļu apkopojums Accenture datiem (01.01.2002. – 25.02.2013.)*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(3,2)								
c (p vērtība)	0.00233 (0.0782)	0.002748 (0.0364)	0.002341 (0.0934)	0.002814 (0.0397)	0.002837 (0.0385)	0.0028 (0.0488)	0.002826 (0.0461)	0.002832 (0.0455)
a₁ (p vērtība)	-0.353707 (0.6762)	0.068491 (0.8782)	-1.805501 (0.0000)	0.693601 (0.5875)	0.222117 (0.0499)	-1.823664 (0.0000)	-1.82046 (0.0000)	-1.819011 (0.0000)
a₂ (p vērtība)	-0.239365 (0.6678)	0.302189 (0.5891)	-1.101961 (0.0000)	-0.102691 (0.8819)	-0.783253 (0.0000)	-1.133974 (0.0000)	-1.12775 (0.0000)	-1.124418 (0.0000)
a₃ (p vērtība)	-0.056433 (0.3646)	0.01674 (0.8345)	-0.087671 (0.0476)	0.019934 (0.7635)	-0.095489 (0.0242)	-0.106764 (0.0142)	-0.102844 (0.0222)	-0.100861 (0.0250)
m₁ (p vērtība)	0.258274 (0.7603)	-0.181639 (0.6836)	1.73679 (0.0000)	-0.790242 (0.5346)	-0.332422 (0.0019)	1.733779 (0.0000)	1.734467 (0.0000)	1.735093 (0.0000)
m₂ (p vērtība)	0.159296 (0.7901)	-0.320886 (0.5779)	0.971044 (0.0000)	0.123957 (0.8774)	0.781233 (0.0000)	0.969085 (0.0000)	0.969615 (0.0000)	0.969662 (0.0000)
Nosacītās dispersijas vienādojums								
ω (p vērtība)	0.000115 (0.0000)	0.000152 (0.0000)	0.000104 (0.0000)	0.000142 (0.0000)	0.0000681 (0.0012)	0.0000687 (0.0150)	0.0000679 (0.0013)	0.0000757 (0.0116)
α₁ (p vērtība)	-0.062901 (0.0104)	-0.059281 (0.0823)	-0.01799 (0.7525)	-0.026309 (0.6177)	-0.035158 (0.1172)	-0.034532 (0.1855)	-0.019803 (0.6914)	-0.011571 (0.8289)
α₂ (p vērtība)			-0.045697 (0.3581)	-0.061768 (0.1512)			-0.015821 (0.7349)	-0.029186 (0.5816)
β₁ (p vērtība)	0.861813 (0.0000)	0.224298 (0.0862)	0.873459 (0.0000)	0.363296 (0.0267)	0.906419 (0.0000)	0.904581 (0.0000)	0.90475 (0.0000)	0.820384 (0.0001)
β₂ (p vērtība)		0.568066 (0.0000)		0.45747 (0.0016)		-0.00112 (0.9948)		0.073585 (0.6809)
γ₁ (p vērtība)	0.250578 (0.0000)	0.321828 (0.0000)	0.240332 (0.0000)	0.336306 (0.0000)	0.484749 (0.0000)	0.448294 (0.0000)	0.442022 (0.0000)	0.432558 (0.0000)
γ₂ (p vērtība)					-0.318785 (0.0056)	-0.281525 (0.0115)	-0.2745 (0.0077)	-0.244202 (0.0486)
R²	0.007425	0.007767	0.020117	0.004913	0.017612	0.01936	0.019446	0.019457
adj. R²	-0.001251	-0.000906	0.011552	-0.003785	0.009024	0.010788	0.010875	0.010886
SSR	1.050583	1.050222	1.03715	1.053242	1.039802	1.037951	1.03786	1.037848
AIC	-3.656809	-3.659749	-3.670886	-3.65962	-3.673417	-3.67456	-3.674761	-3.671466
SBC	-3.581384	-3.576782	-3.587918	-3.56911	-3.59045	-3.584049	-3.584251	-3.573414
Durbin-Watson	1.99719	1.957111	2.024518	1.9869	1.968649	1.982776	1.990291	1.994396

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Tālāk analogiski GARCH(p,q) modeļiem, tiek veikta prognozēšana izmantojot visa laika posma datus. Modeļu savstarpējai salīdzināšanai un novērtēšanai tiek izmantota RMSE, MAE, MAPE un TIC.

TGARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums Accenture datiem*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.042812	0.04282	0.042656	0.04285	0.042704	0.042675	0.042673	0.042674
MAE	0.031143	0.031168	0.03104	0.031217	0.031045	0.031039	0.031035	0.031035
MAPE	107.0266	109.7908	114.3765	110.555	111.3331	116.8331	117.0146	117.0506
TIC	0.942616	0.934288	0.883964	0.931796	0.888915	0.879726	0.87957	0.879847

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

3.9.tabulā ir apkopoti TGARCH(p,q) modeļu parauga ietvaros veiktās prognozēšanas rezultāti. Vislabākos rezultātus uzrāda TGARCH(2,1) ar sliekšni 2 un TGARCH(2,2) ar sliekšni 2. Šiem modeļiem MAE un TIC ir vismazākie, bet RMSE ir apmēram tādā pašā līmenī, kā visiem pārējiem modeļiem.

TGARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.0272	0.027193	0.027238	0.027194	0.027155	0.027188	0.027194	0.027209
MAE	0.019902	0.019881	0.019908	0.019881	0.019845	0.019848	0.019851	0.019864
MAPE	114.8376	118.636	120.333	119.2681	118.0467	122.7606	123.1879	123.593
TIC	0.918722	0.906044	0.91368	0.90372	0.90232	0.89921	0.898595	0.898988

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Tabulā 3.10 apkopoti TGARCH(p,q) prognozēšanas, kas veikta izmantojot ārpus parauga datus, rezultāti. Ārpus parauga prognozēšanas gadījumā vismazāko RMSE uzrāda TGARCH(1,1) ar sliekšni 2, mazākos MAE – TGARCH(1,1) ar sliekšni 2, TGARCH(1,2) ar sliekšni 2, vismazāko MAPE uzrāda TGARCH(1,1) ar sliekšni 1, bet vismazākie TIC – TGARCH(2,1) ar sliekšni 2, TGARCH(1,2) un TGARCH(2,1) ar sliekšņiem 2. Rezumējot, vislabākā prognozētspēja ārpus parauga gadījumā ir modeļiem TGARCH(1,1) un TGARCH(1,2) ar sliekšņiem 2.

3.2.3. EGARCH modelis Accenture akciju ienesīguma datiem

EGARCH(p,q) modeļu izveide ir līdzīga kā iepriekš aprakstītajos modeļos. Atšķirīga ir nosacītās dispersijas vienādojuma forma, kā arī fakts, ka nosacītās dispersijas vērtības vienmēr būs pozitīvas, kas izriet no tā, ka nosacītās dispersijas vērtība būs $e^{\ln(\sigma^2)}$.

Novērtēto EGARCH(p,q) modeļu apkopojums Accenture datiem (01.01.2002. – 25.02.2013.)*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārtā	1	1	1	1	2	2	2	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(3,2)								
c (p vērtība)	0.001848 (0.2029)	0.002361 (0.0000)	0.002405 (0.1067)	0.00263 (0.0456)	0.002222 (0.1090)	0.002189 (0.1625)	0.002595 (0.0524)	0.002688 (0.0529)
a₁ (p vērtība)	1.777851 (0.0000)	0.568503 (0.2868)	1.804196 (0.0000)	1.685138 (0.0000)	1.66727 (0.0000)	1.815778 (0.0000)	1.683528 (0.0000)	0.624618 (0.8037)
a₂ (p vērtība)	-0.851776 (0.0000)	0.36893 (0.4357)	-0.852537 (0.0000)	-0.802032 (0.0000)	-0.810403 (0.0000)	-0.764217 (0.0000)	-0.799206 (0.0000)	-0.024564 (0.9855)
a₃ (p vērtība)	-0.058763 (0.1704)	0.045627 (0.5113)	-0.057351 (0.2219)	-0.096486 (0.0263)	-0.097698 (0.0266)	-0.081966 (0.0568)	-0.098217 (0.0319)	0.01154 (0.9240)
m₁ (p vērtība)	-1.867781 (0.0000)	-0.676203 (0.1612)	-1.888136 (0.0000)	-1.812804 (0.0000)	-1.773192 (0.0000)	-1.933241 (0.0000)	-1.812506 (0.0000)	-0.72553 (0.7722)
m₂ (p vērtība)	0.993368 (0.0000)	-0.321882 (0.5050)	0.991144 (0.0000)	0.995705 (0.0000)	0.985757 (0.0000)	0.962204 (0.0000)	0.995715 (0.0000)	0.063989 (0.9680)
Nosacītās dispersijas vienādojums								
ω (p vērtība)	-0.425882 (0.0000)	-0.685738 (0.0000)	-0.383782 (0.0000)	-0.529083 (0.0001)	-0.324103 (0.0000)	-0.494673 (0.0001)	-0.289841 (0.0002)	-0.448166 (0.0024)
α₁ (p vērtība)	0.086598 (0.0135)	0.171233 (0.0030)	0.266295 (0.0025)	0.160787 (0.0226)	0.091483 (0.0031)	0.137581 (0.0120)	0.169766 (0.0475)	0.252813 (0.0051)
α₂ (p vērtība)			-0.190186 (0.0328)	-0.026992 (0.7620)			-0.093107 (0.3053)	-0.138705 (0.2101)
β₁ (p vērtība)	0.945559 (0.0000)	0.349737 (0.0069)	0.951243 (0.0000)	0.325479 (0.0406)	-0.250447 (0.0000)	-0.267506 (0.0000)	-0.261271 (0.0000)	-0.264547 (0.0000)
β₂ (p vērtība)		0.566944 (0.0000)		0.610928 (0.0001)		0.050597 (0.4819)		0.073809 (0.3407)
γ₁ (p vērtība)	-0.184501 (0.0000)	-0.252161 (0.0000)	-0.180318 (0.0000)	-0.227381 (0.0000)	0.113941 (0.0261)	0.377081 (0.0295)	0.138374 (0.0273)	0.591395 (0.0245)
γ₂ (p vērtība)					0.961943 (0.0000)	0.564466 (0.0007)	0.965596 (0.0000)	0.354721 (0.1591)
R²	0.021614	0.017857	0.022581	0.038736	0.035945	0.029942	0.038554	0.005631
adj. R²	0.013061	0.009272	0.014038	0.030333	0.027518	0.021462	0.03015	-0.003061
SSR	1.035566	1.039542	1.034541	1.017443	1.020397	1.026751	1.017636	1.052482
AIC	-3.675495	-3.668796	-3.683304	-3.693824	-3.683076	-3.675309	-3.691765	-3.664614
SBC	-3.60007	-3.585828	-3.600336	-3.603314	-3.600108	-3.584798	-3.601255	-3.566561
Durbin-Watson	2.029822	1.989359	2.044239	1.986433	2.024176	1.993539	1.983579	1.97801

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Novērtēto EGARCH(p,q) modeļu apkopojums ir redzams 3.11.tabulā. Labākā modeļa izvēle ir analogiska iepriekšējiem gadījumiem, līdz ar to, labākais modelis ir EGARCH(2,2) ar asimetrijas kārtu 1, taču jāpiezīmē, ka arī EGARCH(2,1) ar asimetrijas kārtu 2 uzrādītais rezultāts arī ir ļoti līdzīgs.

Tālāk secīgi tiek veikta prognozēšana izmantojot laika posma datus vispirms par 01.01.2002 – 26.02.2013 (parauga), un tad 26.02.2013 – 25.02.2015 (ārpus parauga). Modeļu savstarpējai salīdzināšanai un novērtēšanai tāpat kā iepriekš tiek izmantoti RMSE, MAE, MAPE un TIC. 3.12. tabulā ir apkopoti EGARCH(p,q) modeļu prognozēšanas rezultāti parauga ietvaros. Šajā gadījumā vislabākais modelis ir EGARCH(1,1) ar asimetrijas kārtu 2,

jo tam gan RMSE, MAE un TIC ir viszemākie, kas liecina par labākām prognozēšanas iespējām., pat par spīti tam, ka vidējā absolūtā procentuālā kļūda nav tā zemākā.

3.12. tabula

EGARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums Accenture datiem*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārtā	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.042769	0.042733	0.042722	0.042881	0.042455	0.042572	0.042882	0.042851
MAE	0.031148	0.031115	0.03117	0.031267	0.030812	0.03114	0.031261	0.031221
MAPE	105.812	105.8692	110.1713	109.5975	118.8464	112.4731	109.1225	109.8335
TIC	0.934045	0.950727	0.926362	0.934324	0.870501	0.896232	0.934244	0.932753

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Tabulā 3.13. ir apkopoti uzrādītie rezultāti ārpus parauga prognozēšanai EGARCH(p,q) modeļiem. Vismazāko RMSE un TIC uzrāda EGARCH(1,1) ar asimetrijas kārtu 1, vismazāko MAE – EGARCH(1,2) un EGARCH(2,2) ar asimetrijas kārtu 2; mazākā MAPE piemīt EGARCH(1,2) ar asimetrijas kārtu 2. Kā precīzākie modeļi varētu būt EGARCH(1,1,1), EGARCH(1,2,1) un EGARCH(1,2,2), taču nedaudz pārāks ir EGARCH(1,1) ar asimetrijas kārtu 1, jo šim modelim ne tikai RMSE, bet arī TIC ir zemākais.

3.13. tabula

EGARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums Accenture datiem*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārtā	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.027059	0.027198	0.027483	0.027375	0.027876	0.027184	0.027382	0.027189
MAE	0.020049	0.019959	0.020279	0.020337	0.020491	0.019899	0.020354	0.019881
MAPE	117.3413	105.0982	139.3806	144.9295	121.0709	108.0147	145.4853	118.0636
TIC	0.86795	0.952581	0.906558	0.889977	0.896575	0.92396	0.889508	0.907344

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

3.3. Rezultāti

Iepriekš tika veikta detalizēta modeļu izveide *Accenture* akciju ienesīguma laukrindai. Analogiskā veidā tika veidoti modeļi pārējām deviņām kompānijām, un šajā apakšnodaļā atrodams šo modeļu apkopojums.

3.3.1. Accenture

Darba gaitā tika izstrādāti GARCH, TGARCH un EGARCH modeļi ar dažādām p un q kārtām. Tabulā 3.14 ir apkopoti labākie modeļi no labākajiem, kad tika veikta prognozēšana parauga ietvaros (ar 01.01.2002. – 25.02.2013. datiem tiek prognozēti 01.01.2002. – 25.02.2013. dati). Taču tabulā 3.15 apkopoti modeļi, kas uzrādīja labāko sniegumu ārpus parauga prognozēšanā (ar 01.01.2002. – 25.02.2013. datiem tiek prognozēti 26.02.2013. – 25.02.2015. dati).

Modeļu savstarpējai salīdzināšanai un novērtēšanai tāpat kā iepriekš izmanto vidējās kvadrātiskās kļūdas kvadrātsakni (RMSE), vidējo absolūti kļūdu (MAE), vidējo absolūto procentuālo kļūdu (MAPE) – jo mazākas ir šīs kļūdas, jo labāks ir modelis. Uzmanību vērš arī uz Tila nevienlīdzības koeficientu (TIC) – jo zemāka koeficienta vērtība, jo precīzāks modelis.

3.14. tabula

Labāko modeļu parauga ietvaros prognozēšanas apkopojums, Accenture*

	GARCG(1,2)	TARCH(2,1,2)	TARCH(2,2,2)	EGARCH(1,1,2)
RMSE	0.042601	0.042673	0.042674	0.042455
MAE	0.031009	0.031035	0.031035	0.030812
MAPE	113.3574	117.0146	117.0506	118.8464
TIC	0.906505	0.87957	0.879847	0.870501

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Aplūkojot prognozēšanas rezultātus, kas veikti parauga ietvaros (3.14. tabula), diezgan pārlicinoši redzams, ka par veiksmīgāko modeli var tikt atzīts EGARCH(1,1) ar asimetrijas kārtu 2. Šim modelim piemīt gan vismazākā RMSE, gan MAE, kā arī Tila nevienlīdzības koeficients, kas ļauj atzīt šo modeli par labāko starp apskatītajiem.

3.15. tabula

Labāko modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, Accenture*

	GARCH(0,1)	TGARCH(1,1,2)	TGARCH(1,2,2)	EGARCH(1,1,1)	EGARCH(1,2,1)
RMSE	0.027172	0.027155	0.027188	0.027059	0.027198
MAE	0.019769	0.019845	0.019848	0.020049	0.019959
MAPE	111.919	118.0467	122.7606	117.3413	105.0982
TIC	0.8742	0.90232	0.89921	0.86795	0.952581

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Aplūkojot prognozēšanas rezultātus, kas veikti ārpus parauga (3.15. tabula), vairs nav vērojams tik viennozīmīgs kāda modeļa pārsvars. Vismazākā RMSE ir EGARCH(1,1) ar asimetrijas kārtu 1; vismazākā MAE – GARCH(0,1); MAPE 0 EGARCH(1,2) ar asimetrijas kārtu 1; vismazākais Tila nevienlīdzības koeficients – EGARCH(1,1) ar asimetrijas kārtu 1. GARCH modeļi spēj uztvert datu klāsterēšanos, taču, tā kā šo modeļu sadalījumi ir simetriski,

tie nespēj uztvert pirmajā nodaļā jau aprakstīto sviras efektu. Šajā gadījumā pēc šiem četriem kritērijiem labākais Accenture akciju ienesīguma volatilitātes prognozēšanas modelis varētu būt GARCH(0,1), jo, lai gan TIC, MAPE un RMSE rādītāji nav paši labākie, tie nav slikti un ir vieni no labākajiem. Taču tas, ka EGARCH modeļiem atsevišķi rādītāji ir labāki, savukārt varētu liecināt par asimetrijas efekta klātbūtni datos. Jāpiemin, ka GARCH(0,1) modelim konstante un koeficienti vidējās vērtības vienādojumā, kā arī konstante nosacītās dispersijas vienādojumā nav statistiski nozīmīgi; informācijas kritēriji ir viszemākie, taču augstākais determinācijas koeficients.

3.3.2. Capgemini

Tāpat kā Accenture gadījumā, vispirms tika noteikts vidējās vērtības vienādojums. Šim nolūkam tika aplūkoti autoregresīvā slīdošā vidējā modeļi ar dažādām p un q kārtām. Visas programmu izdrukas un veidotās tabulas saistībā ar Capgemini pievienotas 3. pielikumā. Kā vidējās vērtības vienādojums tika izvēlēts ARMA(3,3) modelis, kuram konstante nav statistiski nozīmīga, taču visi koeficienti ir. Šim modelim tika novēroti vismazākie informācijas kritēriji un augstākais determinācijas koeficients. Kļūdas nav normāli sadalītas, jo Jarque-Bera statistikas p vērtība ir 0.0000, kas liek noraidīt nulles hipotēzi par normālo sadalījumu; White testa F-statistikas p vērtība, kas ir vienāda ar 0.0000, kas liek noraidīt nulles hipotēzi un secināt, ka kļūdām pastāv heterosceditātes problēmas; Breusch-Godfrey testa F-statistikas p vērtība ir 0.93, tātad nevar noraidīt nulles hipotēzi, ka kļūdām nav autokorelācijas problēmas. ARCH LM tests tika veikts ar 1 un 4 novēlojumiem, un abos gadījumos ARCH efekts datos tika novērots.

3.16. tabula

Labāko modeļu parauga ietvaros prognozēšanas apkopojums, Capgemini*

	GARCH(0,1)	TGARCH(1,2,1)	EGARCH(2,1,1)
RMSE	0.059401	0.059819	0.059787
MAE	0.042609	0.042831	0.042804
MAPE	106.2886	105.4939	105.2658
TIC	0.837116	0.872599	0.866003

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Aplūkojot prognozēšanas rezultātus labākajiem modeļiem, kas veikti parauga ietvaros (3.16. tabula), var novērot, ka GARCH(0,1) modelis pārspēj pārējos modeļus gandrīz pēc visiem nosacījumiem – tam ir mazākā RMSE un MAE, kā arī TIC salīdzinājumā ar pārējiem modeļiem.

Labāko modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, Capgemini*

	GARCH(1,0)	TGARCH(2,1,2)	EGARCH(2,1,1)
RMSE	0.031191	0.031279	0.031374
MAE	0.025131	0.025249	0.025303
MAPE	98.84747	98.65302	97.94764
TIC	0.885466	0.916119	0.932322

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Aplūkojot prognozēšanas rezultātus labākajiem modeļiem, kas veikti ārpus parauga (3.17. tabula), redzam, ka GARCH modelis (tikai ar citām p un q vērtībām kā parauga ietvaros veiktajā prognožu apkopojumā) arī šajā gadījumā modelē datus veiksmīgāk. Tas, ka GARCH modelis ir uzrādījis visakurātāko prognozētspēju, liek domāt, ka datus varētu būt klāsteri, bet ne asimetrijas, pretējā gadījumā GARCH modelis netiktu galā ar prognozēšanu tik veiksmīgi. Tajā pat laikā EGARCH(2,1,1) uzrādītā zemākā MAPE vērtība liek domāt par asimetriju datus.

Ja salīdzinām novērtēto modeļu determinācijas koeficientus un informācijas kritērijus, tad GARCH(1,0) šie rādītāji ir vissliktākie, kamēr EGARCH(2,1,1) vislabākie rādītāji no šiem trim modeļiem. Tātad, ja izvēlētos modeli izmantojot šos kritērijus, tad labākais modelis būtu EGARCH(2,1,1).

3.3.3. Atos SE

Kā vidējās vērtības vienādojums tika izvēlēts ARMA(2,2) modelis, kuram konstante nav statistiski nozīmīga, taču visi koeficienti ir. Šim modelim tika novērots vismazākais Akaikes informācijas kritērijs, viens no zemākajiem Švarca-Beijesa informācijas kritērija rādītājiem, kā arī determinācijas koeficients ir otrs augstākais.

Kļūdas nav normāli sadalītas, par ko liecina Jarque-Bera statistikas p vērtība ($p=0.0000$), kas liek noraidīt nulles hipotēzi par normālo sadalījumu; White testa F-statistikas p vērtība, arī ir 0.0000, kas liek noraidīt nulles hipotēzi un secināt, ka kļūdām pastāv heterosceditātes problēmas. Breusch-Godfrey testa F-statistikas p vērtība ir 0.84, līdz ar to nevar noraidīt nulles hipotēzi, ka kļūdām nav autokorelācijas problēmas. ARCH LM tests tika veikts ar 1 un 4 novēlojumiem, un abos gadījumos ARCH efekts datus tika novērots (p vērtības mazākas par 0.05).

Atos SE akciju ienesīguma volatilitātes modelēšanai parauga ietvaros (3.18. tabula) vislabāko sniegumu uzrādīja GARCH(2,1) modelis, kuram novērotas vismazākās RMSE un MAE kļūdas. Tīla nevienlīdzības koeficients (0.88494) stipri neatšķiras no EGARCH(1,2,2)

uzrādītā (0.87576).

3.18. tabula

Labāko modeļu parauga ietvaros prognozēšanas apkopojums, Atos SE*

	GARCH(2,1)	TARCH(1,2,1)	EGARCH(1,2,2)
RMSE	0.05687	0.05729	0.05688
MAE	0.03929	0.03962	0.03956
MAPE	106.96860	101.30500	112.19750
TIC	0.88494	0.96074	0.87576

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Ārpus parauga prognozēšanas gadījumā (3.19. tabula) ir divi modeļi, kas uzrāda labākus rezultātus, kā citi modeļi, ņemot vērā šos četrus kritērijus – GARCH(0,1) un EGARCH(2,2,1) modeļi. GARCH modelim vērojams labāks Tila nevienlīdzības koeficients, bet EGARCH modelim labāka vidējā absolūtā procentuālā kļūda. Salīdzinot abu modeļu determinācijas koeficientus un informācijas kritērijus, var secināt, ka determinācijas koeficients ir augstāks GARCH(0,1), kamēr EGARCH modelim tas pat ir negatīvs, un tieši šī iemesla dēļ GARCH modelis uzskatāms par labāku.

3.19. tabula

Labāko modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, Atos SE*

	GARCH(0,1)	TARCH(2,1,2)	TARCH(1,2,2)	EGARCH(1,2,1)	EGARCH(2,2,1)	EGARCH(1,1,2)
RMSE	0.03048	0.03060	0.03058	0.03068	0.03066	0.03070
MAE	0.02297	0.02326	0.02326	0.02327	0.02326	0.02326
MAPE	117.16770	101.34670	103.85700	103.50840	100.10540	102.94800
TIC	0.88688	0.97545	0.96415	0.96547	0.98260	0.97539

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

3.3.4. Computacenter

Kā vidējās vērtības vienādojums tika izvēlēts ARMA(2,3) modelis, kuram konstante nav statistiski nozīmīga, taču koeficienti – ir. Šim modelim tika novērots vismazākais Akaikes informācijas kritērijs un augstākais determinācijas koeficients.

Kļūdas nav normāli sadalītas (Jarque-Bera statistikas p vērtība vienāda ar 0.0000)); White testa F-statistikas p vērtība arī ir 0.0065, kas liek noraidīt nulles hipotēzi un secināt, ka kļūdām pastāv heterosceditātes problēmas. Breusch-Godfrey testa F-statistikas p vērtība ar diviem novēlojumiem ir 0.82, līdz ar to nevar noraidīt nulles hipotēzi, ka kļūdām nav autokorelācijas problēmas. ARCH LM tests tika veikts ar 1 un 4 novēlojumiem, un abos gadījumos ARCH efekts tika novērots.

Labāko modeļu parauga ietvaros prognozēšanas apkopojums, Computacenter*

	GARCH(0,1)	TARCH(1,2,1)	EGARCH(1,1,2)	EGARCH(2,2,2)
RMSE	0.057665	0.057813	0.057923	0.05819
MAE	0.041306	0.041335	0.041248	0.031329
MAPE	114.5764	103.69	117.469	99.8993
TIC	0.862509	0.905319	0.889993	0.971395

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Labāko modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, Computacenter*

	GARCH(1,0)	GARCH(0,1)	TARCH(1,2,1)	TARCH(2,1,2)	EGARCH(1,1,1)	EGARCH(2,2,2)
RMSE	0.045724	0.046137	0.044878	0.045095	0.046317	0.046101
MAE	0.032972	0.032536	0.031978	0.032146	0.03275	0.032803
MAPE	111.3123	100.8067	102.9648	104.8472	98.0627	97.24778
TIC	0.919231	0.948055	0.862726	0.87507	0.944815	0.976209

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Labākais akciju ienesīguma volatilitātes prognozēšanas modelis parauga ietvaros ir vai nu GARCH(0,1), kuram RMSE, kā arī TIC ir viszemākie (3.20. tabula) vai arī EGARCH(2,2) ar asimetrijas kārtu 2, kuram ir mazākās MAE un MAPE kļūdas. EGARCH(2,2,2) modelim determinācijas koeficients ir mazāks, kā GARCH(0,1) modelim, taču abi informācijas kritēriji ir mazāki, tātad EGARCH(2,2,2) modelim ir priekšroka attiecībā un labākā modelē izvēli.

Taču labākais ārpus parauga prognozēšanas modelis ir TGARCH klases modelis (3.21. tabula). TGARCH(1,2) ar sliekšni 1 un TGARCH(2,1) ar sliekšni 2 uzrāda attiecīgi divus labākos rezultātus RMSE, MAE un TIC. Abiem minētajiem modeļiem determinācijas koeficients ir ļoti līdzīgs, taču TGARCH(2,1,2) modelim informācijas kritēriji ir labāki. Līdz ar to, šo modeli var uzskatīt par labāku prognozēšanai.

3.3.5. Bechtle AG

Kā vidējās vērtības vienādojums tika izvēlēts ARMA(2,2) modelis, kuram konstante nav statistiski nozīmīga, taču koeficienti – ir. Šim modelim tika novērots vismazākais Akaikes informācijas kritērijs, viens no zemākajiem Švarca-Beijesa informācijas kritērija vērtībām. Determinācijas koeficienta vērtība (0.019669) nav pati augstākā, taču daudz neatpaliek no tās (0.025376). Kļūdas nav normāli sadalītas (Jarque-Bera statistikas p vērtība vienāda ar 0.0000); White testa F-statistikas p vērtība arī ir 0.4876, kas neļauj noraidīt nulles hipotēzi un secināt, ka kļūdām varētu nepastāvēt heterosceditātes problēmas. Breusch-Godfrey testa F-statistikas p vērtība ar diviem novēlojumiem ir 0.76, līdz ar to nevar noraidīt

nulles hipotēzi, ka kļūdām nav autokorelācijas problēmas. ARCH LM tests tika veikts ar 1 un 4 novēlojumiem, un abos gadījumos ARCH efekts tika novērots.

3.22. tabula

Labāko modeļu parauga ietvaros prognozēšanas apkopojums, Bechtle AG*

	GARCH(0,1)	TGARCH(2,1,1)	TGARCH(1,2,1)	EGARCH(1,1,2)
RMSE	0.048611	0.048666	0.048685	0.048539
MAE	0.035361	0.035392	0.035492	0.035295
MAPE	110.4557	116.4412	108.1697	107.2718
TIC	0.911015	0.911877	0.926225	0.900862

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

3.23. tabula

Labāko modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, Bechtle AG*

	GARCH(1,2)	GARCH(1,1)	TGARCH(2,1,1)	TGARCH(1,1,2)	EGARCH(2,2,2)	EGARCH(2,1,2)
RMSE	0.034631	0.034639	0.034767	0.034775	0.034817	0.034831
MAE	0.028305	0.028312	0.028508	0.028491	0.028561	0.028564
MAPE	120.9214	120.2046	124.0677	110.9637	119.6341	118.4411
TIC	0.882784	0.884586	0.884507	0.913314	0.895769	0.899434

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Labākais akciju ienesīguma volatilitātes prognozēšanas modelis parauga ietvaros, spriežot pēc RMSE, MAE, MAPE un TIC, ir EGARCH(1,1) ar sliekšni 2 (3.22. tabula). Arī skatoties pēc modeļu determinācijas koeficientiem un informācijas kritērijiem EGARCH(1,1,2) ir pārāks par pārējiem apskatītajiem modeļiem.

Ārpus parauga prognozēšanā (3.23. tabula) EGARCH modelis vairs neuzvedās tik labi, spriežot pēc RMSE, MAE, MAPE, TIC Akciju ienesīguma volatilitātes prognozēšana izmantojot ārpus parauga datus vislabāko rezultātu uzrāda GARCH(1,2). Augstais determinācijas koeficients un informācijas kritēriji apstiprina šo pieņemumu par labāko modeli.

3.3.6. IBM

ARMA(3,3) tika izvēlēts kā vidējās vērtības vienādojums. Šim modelim gan konstante, gan visi koeficienti ir statistiski nozīmīgi. Tāpat arī ARMA(3,3) tika novērots visaugstākais determinācijas koeficients un viszemākie informācijas kritēriji.

Kļūdas nav normāli sadalītas (Jarque-Bera statistikas p vērtība vienāda ar 0.0000); White testa F-statistikas p vērtība arī ir 0.0000, tātad kļūdām piemīt heterosceditātes problēmas.. Breusch-Godfrey testa F-statistikas p vērtība ar diviem novēlojumiem ir 0.96, līdz ar to nevar noraidīt nulles hipotēzi, ka kļūdām nav autokorelācijas problēmas. ARCH LM

tests tika veikts ar 1 un 4 novēlojumiem, un abos gadījumos ARCH efekts tika novērots.

3.24. tabula

Labāko modeļu parauga ietvaros prognozēšanas apkopojums, IBM*

	GARCH(1,2)	TGARCH(2,2,2)	EGARCH(1,1,2)
RMSE	0.033944	0.033653	0.034063
MAE	0.023794	0.023676	0.023902
MAPE	130.265	128.5593	124.4699
TIC	0.88485	0.839691	0.932589

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

3.25. tabula

Labāko modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, IBM*

	GARCH(0,1)	TGARCH(2,1,2)	EGARCH(2,1,2)
RMSE	0.026054	0.025718	0.026019
MAE	0.018779	0.018549	0.018583
MAPE	116.9925	115.1129	103.7348
TIC	0.898523	0.881909	0.947281

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Labākais akciju ienesīguma volatilitātes prognozēšanas modelis parauga ietvaros ir TGARCH(2,2) ar sliekšni 2, kuram RMSE, MAE kā arī TIC ir viszemākie (3.24. tabula). Skatoties uz informācijas kritērijiem un determinācijas koeficientiem šiem modeļiem, TGARCH(2,2,2) arī izrādās labākais.

Labākais ārpus parauga prognozēšanas (3.25. tabula) modelis arī ir TGARCH klases modelis – TGARCH(2,1) ar sliekšni 2. TGARCH modeļi tāpat kā EGARCH, uztver asimetriju datus, kamēr GARCH modeļi to nespēj. Var secināt, ka IBM akciju ienesīguma laikrindai piemīt asimetrija.

3.3.7. Xerox

Kā vidējās vērtības vienādojums tika izvēlēts ARMA(2,2) modelis, kuram konstante nav statistiski nozīmīga, taču koeficienti – ir. Šim modelim tika novērots vismazākie informācijas kritēriji un augstākais R^2 . Kļūdas nav normāli sadalītas, par ko liecina Jarque-Bera statistikas p vērtība, kas vienāda ar 0.0000; White testa F-statistikas p vērtība arī ir 0.0398, kas liek noraidīt nulles hipotēzi un secināt, ka kļūdām pastāv heterosceditātes problēmas. Breusch-Godfrey testa F-statistikas p vērtība ar diviem novēlojumiem ir 0.28, līdz ar to nevar noraidīt nulles hipotēzi, ka kļūdām nav autokorelācijas problēmas. ARCH LM tests tika veikts ar 1 un 4 novēlojumiem, un abos gadījumos ARCH efekts tika novērots.

Labākais akciju ienesīguma volatilitātes prognozēšanas modelis parauga ietvaros (3.26. tabula) ir GARCH, kas uzrāda zemāko vidējās kvadrātiskās kļūdas kvadrātsakni, vidējo absolūto kļūdu un mazāko Tila nevienlīdzības koeficientu salīdzinājumā ar pārējiem apskatītajiem modeļiem. TGARCH(2,2,1) pielāgotais determinācijas koeficients ir negatīvs, GARHC(0,1) tas ir lielāks kā EGARCH(1,2,1) modelim. Taču informācijas kritēriji labāki ir EGARCH modelim. Taču tā kā RMSE, MAE un TIC ir labāki GARCH(0,1), tiks pieņemts, ka šis ir labākais modelis.

3.26. tabula

Labāko modeļu parauga ietvaros prognozēšanas apkopojums, Xerox*

	GARCH(0,1)	TARCH(2,2,1)	EGARCH(1,2,1)
RMSE	0.054163	0.05447	0.054591
MAE	0.035892	0.035933	0.036338
MAPE	103.3165	98.84774	106.3063
TIC	0.857397	0.914488	0.90058

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

3.27. tabula

Labāko modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, Xerox*

	GARCH(1,0)	TARCH(2,1,1)	EGARCH(2,2,1)
RMSE	0.030867	0.030958	0.030868
MAE	0.023832	0.024083	0.023965
MAPE	98.71126	99.69576	96.76047
TIC	0.898498	0.936679	0.909982

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Labākais akciju ienesīguma volatilitātes prognozēšanas modelis ārpus parauga ietvariem (3.27. tabula) ir GARCH(1,0), kas uzrāda zemāko vidējās kvadrātiskās kļūdas kvadrātsakni, vidējo absolūto kļūdu un mazāko Tila nevienlīdzības koeficientu salīdzinājumā ar pārējiem apskatītajiem modeļiem. Determinācijas koeficients ir augstākais GARCH modeļiem, bet ne labākie informācijas kritēriji. Taču tāpat kā parauga ietvaros, šis modelis tiks uzskatīts par labāko ārpus parauga prognozēšanai.

3.3.8. Computer Science Corporation

Kā vidējās vērtības vienādojums tika izvēlēts ARMA(2,2) modelis, kuram konstante nav statistiski nozīmīga, bet koeficienti ir statistiski nozīmīgi. Šim modelim tika novērots vismazākais Akaikes informācijas kritērijs un augstākais R^2 . Kļūdas nav normāli sadalītas, par ko liecina Jarque-Bera statistikas p vērtība ($p=0.0000$); White testa F-statistikas p vērtība arī ir 0.0237, kas liek noraidīt nulles hipotēzi un secināt, ka kļūdām pastāv heterosceditātes problēmas. Breusch-Godfrey testa F-statistikas p vērtība ar diviem novēlojumiem ir 0.59,

tāpēc nevar noraidīt nulles hipotēzi, ka kļūdām nav autokorelācijas problēmas. ARCH LM tests tika veikts ar 1 un 4 novēlojumiem – abos gadījumos ARCH efekts tika novērots.

3.28. tabula

Labāko modeļu parauga ietvaros prognozēšanas apkopojums, Computer Science Corporation*

	GARCH(0,1)	TGARCH(2,2,2)	EGARCH(1,1,1)	EGARCH(1,2,1)
RMSE	0.046544	0.0469	0.046562	0.046598
MAE	0.03281	0.033077	0.032907	0.032981
MAPE	135.797	111.2263	132.4372	141.0155
TIC	0.821153	0.863756	0.815626	0.814481

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Akciju ienesīguma volatilitātes prognozēšanā vismazākās RMSE un MAE ir GARCH(0,1) modelim (3.28. tabula), MAPE – TGARCH(2,2,2), bet TIC – EGARCH(1,2,1). Taču EGARCH(1,1,1) modelim, lai gan nav neviena pati zemākā vērtība kādā no šiem četriem kritēriem, EGARCH(1,1,1) modeli ir vislabākais determinācijas koeficients un inforācijas kritēriji, tāpēc tas tiks uzskatīts par labāko modeli.

Ārpus parauga prognozēšanas (3.29. tabula) modeļiem mazākā vidējā absolūtā kļūda un mazākais Tila nevienlīdzības koeficients ir GARCH klases modelim GARCH(1,1). Taču TGARCH(1,1) ar sliekšni 1 - mazākā RMSE un MAPE. Determinācijas koeficients ir augstāks GARCH(1,1) modelim, tāpat arī informācijas kritēriji ir labāki šim modelim.

3.29. tabula

Labāko modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, Computer Science Corporation*

	GARCH(1,1)	TARCH(1,1,1)	EGARCH(2,2,1)
RMSE	0.03305	0.032926	0.033187
MAE	0.025328	0.025555	0.025638
MAPE	116.5339	100.6449	104.26356
TIC	0.895923	0.984249	0.929572

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

3.3.9. NCR Corporation

ARMA(2,2) tika izvēlēts kā vidējās vērtības vienādojums. Šim modelim konstante nav statistiski nozīmīga, bet koeficienti ir statistiski nozīmīgi. Tāpat arī ARMA(2,2) tika novērots visaugstākais determinācijas koeficients un viszemākais Akaikes informācijas kritērijs. Kļūdas nav normāli sadalītas, par ko liecina Jarque-Bera statistikas p vērtība ($p=0.0000$); White testa F-statistikas p vērtība $p=0.0000$ liek noraidīt nulles hipotēzi un secināt, ka kļūdām pastāv heterosceditātes problēmas. Breusch-Godfrey testa F-statistikas p vērtība ar diviem

novēlojumiem ir 0.70, tāpēc nevar noraidīt nulles hipotēzi, ka kļūdām nav autokorelācijas problēmas. ARCH LM tests tika veikts ar 1 un 4 novēlojumiem – abos gadījumos ARCH efekts tika novērots.

3.30. tabula

Labāko modeļu parauga ietvaros prognozēšanas apkopojums, NCR Corporation*

	GARCH(0,1)	TARCH(1,2,2)	TARCH(2,2,2)	EGARCH(2,2,1)
RMSE	0.052872	0.052873	0.052871	0.052865
MAE	0.037052	0.037053	0.037059	0.037059
MAPE	104.1312	107.2459	106.9506	104.9741
TIC	0.894836	0.887883	0.887616	0.891657

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Vismazākais RMSE akciju ienesīguma volatilitātes prognozēšanas modeļiem parauga ietvaros (3.30 tabula) ir EGARCH(2,2) ar asimetrijas kārtu 1 un TGARCH(2,2) ar sliekšni 2. TGARCH(2,2) ar sliekšni 2 ir zemākais TIC, taču GARCH(0,1) modelim labāki ir MAE un MAPE rādītāji. Determinācijas koeficients un informācijas kritēriji starp šiem modeļiem labāki ir TGARCH(2,2,2) modelim, kas tad arī tiks uzskatīts par labāko modeli.

3.31. tabula

Labāko modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, NCR Corporation*

	GARCH(0,1)	TARCH(2,1,1)	TARCH(1,2,2)	EGARCH(1,1,2)
RMSE	0.042741	0.042657	0.042733	0.042967
MAE	0.032747	0.032687	0.032648	0.032578
MAPE	108.3785	115.5052	111.9495	105.7254
TIC	0.92571	0.913289	0.914576	0.939211

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Labākais ārpus parauga prognozēšanas (3.31 tabula) modelis arī ir

TGARCH klases modelim TGARCH(2,1) ar sliekšni 1 piemīt mazākā RMSE un mazākais Tīla nevienlīdzības koeficients, EGARCH(1,1,2) modelim savukārt MAE un MAPE ir vismazākā. Taču tā kā EGARCH(1,1,2) modelim pielāgotais determinācijas koeficients ir negatīvs, TGARCH(2,1,1) tiks pieņemts par labāko modeli ārpus parauga prognozēšanai.

3.3.10. Fidelity National Information Services

Kā vidējās vērtības vienādojums tika izvēlēts ARMA(3,3) modelis, kuram gan konstante, gan koeficienti ir statistiski nozīmīgi. Šim modelim tika novērots vismazākais Akaike informācijas kritērijs un augstākais R^2 . Kļūdas tāpat kā visiem iepriekšējiem uzņēmumiem nav normāli sadalītas, par ko liecina Jarque-Bera statistikas p vērtība ($p=0.0000$); White testa F-statistikas p vērtība arī ir 0.000,, kas liek noraidīt nulles hipotēzi un

secināt, ka kļūdām pastāv heterosceditātes problēmas. Breusch-Godfrey testa F-statistikas p vērtība ar diviem novēlojumiem ir 0.79, līdz ar to nevar noraidīt nulles hipotēzi, ka kļūdām nav autokorelācijas problēmas. ARCH LM tests tika veikts ar 1 un 4 novēlojumiem – abos gadījumos ARCH efekts tika novērots.

3.32. tabula

Labāko modeļu parauga ietvaros prognozēšanas apkopojums, Fidelity National Information Services*

	GARCH(0,1)	TARCH(1,2,1)	EGRCH(1,1,1)	EGARCH(1,1,2)
RMSE	0.041449	0.041755	0.041373	0.041702
MAE	0.02841	0.028478	0.028501	0.028382
MAPE	114.2313	112.4174	125.4873	126.9353
TIC	0.874177	0.919985	0.8555397	0.879253

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

3.33. tabula

Labāko modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, Fidelity National Information Services*

	GARCH(1,2)	GARCH(2,1)	TARCH(2,2,1)	EGARCH(2,1,2)
RMSE	0.021262	0.021248	0.021436	0.021507
MAE	0.016673	0.016689	0.016715	0.016834
MAPE	162.1673	167.7406	135.355	121.1334
TIC	0.826288	0.818489	0.877009	0.893634

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Fidelity National Information Services akciju ienesīguma volatilitātes modelēšana parauga ietvaros (3.32 tabula) vismazāko RMSE un TIC uzrāda EGARCH(1,1,1), MAE – EGARCH(1,1,2), bet MAPE – TGARCH(1,2,1). Tajā pat laikā GARCH(0,1) nav nevienas pašas labākās vērtības, bet tas caurmērā visos četros rādītājos uzrāda diezgan labu rezultātu. Raugoties uz determinācijas koeficientu un informācijas kritērijiem, EGARCH(1,1,1) modelis pārlicinoši uzrāda labāko rezultātu, tāpēc arī tiks izvēlēts.

Ārpus parauga gadījumā (3.33 tabula) GARCH(2,1) uzrāda mazāko RMSE un TIC, GARCH(1,2) zemāko MAE, bet MAPE mazākā piemīt EGARCH(2,1,2) modelim. Taču abiem GARCH modeļiem piemīt negatīvs determinācijas koeficients, TGARCH(2,2,1) modelim negatīvs ir tikai pielāgotais determinācijas koeficients. Līdz ar to EGARCH(2,1,2) varētu būt labākais modelis, ja ņemam vērā arī determinācijas koeficientu un informācijas kritērijus.

3.4. Kopsavilkums

Desmit lielākajiem pēc pārdošanas apjoma informāciju tehnoloģiju servisa uzņēmumiem – pieciem no Eiropas un pieciem no ASV – tika izveidoti GARCH, TGARCH, EGARCH modeļi un veikta prognozēšana, izmantojot ārpus parauga datus. Tabulās 3.34 un 3.35 redzams apkopojums labākajiem prognozēšanas modeļiem Eiropā un ASV gan parauga ietvara, gan ārpus parauga prognozēšanā. Parauga ietvaros veiktajā prognozēšanā prognozējamie dati ir jau iekļauti modelī, tāpēc lielāku uzmanību gribās pievērst ārpus parauga prognozei, jo tajā modelētie dati nav modelī iekļauti.

Eiropas uzņēmumiem (3.34. tabula) veiksmīgākais modelis parauga ietvaros veiktajā prognozēšanā nav visiem uzņēmumiem vienāds – trim no šiem uzņēmumiem (ACN, CCC.L, BC8.DE) kā labākais modelis tika uzrādīts EGARCH, bet diviem uzņēmumiem (CAP.PA, ATO.PA) labākie modeļi izrādījās GARCH klases modeļi. Taču ārpus parauga gadījumā tikai CCC.L uzņēmuma labākais modelis ir asimetriju uztverošais TGARCH modelis, kamēr pārējiem četriem uzņēmumiem kā labākie modeļi tika atzīti GARCH klases modeļi. Fakts, ka ārpus parauga prognozēšanā vairumam uzņēmumu piemērotākais ir GARCH modelis ar dažādām p un q kārtām, nevis modelis, kurš spēj uztvert asimetriju, liek domāt, ka būtu nepieciešams izvēlēties vēl kādus citus modeļus, ar kuriem veikt prognozēšanu. GARCH modeļi spēj uztvert datu klāsterēšanos, taču, tā kā šo modeļu sadalījumi ir simetriski, tie nespēj uztvert sviras efektu. Ņemot vērā Eiropas tirgus reakciju uz krīzēm, asimetrija datos visdrīzāk, ka varētu būt.

3.34. tabula

Labākie prognozēšanas modeļi Eiropas uzņēmumiem*

	Parauga ietvaros	Ārpus parauga
ACN	EGARCH(1,1,2)	GARCH(0,1)
CAP.PA	GARCH(0,1)	GARCH(0,1)
ATO.PA	GARCH(2,1)	GARCH(0,1)
CCC.L	EGARCH(2,2,2)	TGARCH(2,1,2)
BC8.DE	EGARCH(1,1,2)	GARCH(1,2)

*Darba autores veidota tabula

Savukārt ASV uzņēmumiem (3.35. tabula) labākais modelis parauga ietvaros veiktajā prognozēšanā IBM un NCR ir TGARCH klases modeļi, CSC un FIS uzņēmumiem EGARCH(1,1,1), bet XRX – GARCH(0,1). Ārpus parauga prognozēšanā TGARCH modeļi joprojām ir labākie IBM un NCR uzņēmumiem, GARCH klases modelis joprojām ir labākais XRX uzņēmumam, kā arī tagad CSC akciju ienesīguma volatilitātes laikrindu labāk prognozē GARCH modelis, nevis EGARCH, kā tas bija parauga ietvaros. FIS uzņēmumam nemainīgi

EGARCH labāk prognozē volatilitāti. ASV uzņēmumu akciju ienesīguma volatilitātes prognozēšana ārpus parauga ietvariem šķiet ir ticamāka kā tas bija Eiropas uzņēmumiem. Šajā gadījumā četriem uzņēmumiem labākie modeļi parauga un ārpus parauga prognozēšanā nemainījās, kas liek domāt par veiksmīgāku modeļu izveidi. Turklāt ārpus parauga prognozēšanas labākie modeļi (četri no pieciem) ir TGARCH vai EGARCH, kas spēj uztvert asimetriju datos.

3.35. tabula

Labākie prognozēšanas modeļi ASV uzņēmumiem*

	Parauga ietvaros	Ārpus parauga
IBM	TGARCH(2,2,2)	TGARCH(2,1,2)
XRX	GARCH(0,1)	GARCH(1,0)
CSC	EGARCH(1,1,1)	GARCH(1,1)
NCR	TGARCH(2,2,2)	TGARCH(2,1,1)
FIS	EGARCH(1,1,1)	EGARCH(2,1,2)

*Darba autores veidota tabula

Eiropā un ASV bāzētajiem uzņēmumiem atšķiras labākie prognozēšanas modeļi gan parauga ietvaros, gan ārpus parauga. Parauga ietvaros Eiropas uzņēmumiem dominēja EGARCH modeļi, bet ASV uzņēmumiem EGARCH un TGARCH. Tāpat arī labākie ārpus parauga prognozēšanas modeļi abām teritorijām ir dažādi – Eiropas uzņēmumiem kā labākais modelis vairākumā no apskatītajiem datiem ir GARCH, bet ASV uzņēmumiem TGARCH un GARCH. Šīs atšķirības varētu būt izskaidrojams ar tirgus atšķirībām. 2. nodaļā tika analizēti *S&P 500* un *STOXX Europe 600* indeksi, kas raksturo attiecīgi ASV un Eiropas tirgus. Jau tad, apskatot indeksu dinamiku laikā, tika novērots, ka *STOXX Europe 600* indeksa laikrinda ir daudz robaināka, kamēr ASV tirgus raksturojošā indeksa laikrinda vizuāli izskatās gludāka. Eiropas tirgus ir mazāks kā ASV tirgus, un visas krīzes izjuta asāk, kamēr ASV tirgus reaģēja uz šīm ziņām, taču ne tik krasī. Līdz ar to bija sagaidāms, ka Eiropas un ASV uzņēmumiem labākie prognozēšanas modeļi būs atšķirīgi.

Grūtāk ir izskaidrot to, kāpēc ne visiem Eiropas uzņēmumiem labākais prognozēšanas modelis ir viens un tas pats, un ne visiem ASV uzņēmumiem labākie modeļi ir vienas klases modeļi. Pastāv hipotēze, ka ASV uzņēmumi ir tirgus līderi un veidotāji; katram no tiem atsevišķi tiek pievērsta tirgus spēlētāju uzmanība un katra uzņēmuma individuālās veiksmes un/vai neveiksmes tiek īpaši analizētas. Darbā apskatītie pieci ASV uzņēmumi visi ir iekļauti *S&P 500* un/vai *Dow Jones Industrial Average* indeksos. ASV uzņēmumu sasniegtie rezultāti lielā mērā ietekmē arī tirgus indeksu virzību. Savukārt Eiropas uzņēmumi ir “sekotāji”, no kā izriet, ka Eiropas uzņēmumu akciju ienesīgumu lielā mērā ietekmē tirgus tendences, ne tikai

uzņēmumu individuālie sasniegumi. Šo hipotēzi par to, kāpēc Eiropa uzņēmumiem modeļu atšķirības ir mazāk nekā ASV uzņēmumiem, būtu nepieciešams pārbaudīt kāda cita darba ietvaros.

SECINĀJUMI UN PRIEKŠLIKUMI

Secinājumi

1. *STOXX Europe 600* indeksa dinamikā laikā vērojama lielāka svārstību amplitūda, kamēr *S&P 500* laukrinda vizuāli attēlojas gludāka.
2. Informāciju tehnoloģiju un servisa nozarei ir vērojamas atšķirības attīstības tendencēs salīdzinājumā ar citām nozarēm:
 - 2.1. informāciju tehnoloģiju un servisa nozarei nav vērojams tik izteikts kritums akciju cenās, kā tas tiek novērots tirgus indeksu *S&P 500* un *STOXX Europe 600*, un citu nozaru uzņēmumiem ap 2011. gada 11. augustu;
 - 2.2. citu nozaru uzņēmumiem nav novērojams straujš kritums akciju cenās 2002. gadā, kad pasaulē bija jūtama informāciju tehnoloģiju krīze.
3. Eiropas informācijas tehnoloģiju un servisa uzņēmumu akciju ienesīguma volatilitātes laukrindas parauga ietvaros vislabāk prognozē EGARCH un GARCH modeļi, bet ārpus parauga ietvaros – GARCH modeļi.
4. ASV informācijas tehnoloģiju un servisa uzņēmumu akciju ienesīguma volatilitātes laukrindas parauga ietvaros vislabāk prognozē TGARCH un EGARCH modeļi, bet ārpus parauga ietvaros – TGARCH un GARCH modeļi.
5. Atšķirība labākajos prognozēšanas modeļos ASV un Eiropas uzņēmumiem skaidrojama ar notikumiem pasaulē un tirgus kopumā reakciju uz šiem notikumiem.
6. Eiropas uzņēmumu labāko prognozēšanas modeļu atšķirības ir mazāk kā ASV uzņēmumiem, kas varētu būt skaidrojams ar faktu, ka ASV uzņēmumi ir tirgus veidotāji, bet Eiropas uzņēmumi – sekotāji.

Priekšlikumi

1. Ekonomikas pētniekiem, balstoties uz šajā darbā izstrādātajiem modeļiem un rezultātiem, nākotnē aplūkot šos modeļus ar citiem sadalījumiem, kā arī aplūkot vēl citus modeļus, piemēram, APARCH, GARCH-M, IGARCH, fGARCH.
2. Ekonomikas pētniekiem pārbaudīt hipotēzi par ASV – tirgus veidotājiem.
3. Ekonomikas pētniekiem izvēlēties dienas vai mēneša datus un salīdzināt jauniegūtos rezultātus un secinājumus ar šajā darbā iegūtajiem.
4. Ekonomikas pētniekiem pārbaudīt, vai šajā darbā iegūtie secinājumi ir spēkā arī citās nozarēs.

IZMANTOTĀS LITERATŪRAS UN AVOTU SARAKSTS

Grāmatas un zinātniskās publikācijas

1. Alam, Z., Rahman, A., Modelling Volatility of the BDT/USD Exchange Rate with GARCH model. *International Journal of Economics and Finance*, Vol. 4, No. 11, 2012, pp. 193 - 204
2. Aldrick, P., Japan follows Switzerland by weakening currency. *The Telegraph*, 2011
3. Ali, G., EGARCH, GJR-GARCH, TGARCH, AVGARCH, NGARCH, IGARCH and APARCH Models for Pathogens at Marine Recreational Sites , *Journal of Statistical and Econometric Methods*, vol. 2, no.3, 2013, pp. 57-73
4. Almasi Monfared, S., Enke, D., Volatility Forecasting Using A Hybrid GJR-GARCH Neural Network Model., *Procedia Computer Science*, Volume 36, 2014, pp 246 – 253
5. Asward, E., Meredith, M, *Images of America: IBM in Endicott*. Arcadia Publishing, 2005, pp. 39
6. Black, F, *Studies in stock price volatility changes*, *Proceedings of the 1976 Meeting of the Business and Economic Statistics Section, American Statistical Association*, 1976, pp. 177-181.
7. Bollerslev, T., *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*. *Journal of Econometrics* 31,1986, pp 307–327.
8. Brooks, C., *Introductory Econometrics for Finance*, Cambridge University Press, 2002. p 455 - 460.
9. Casas, M., Cepeda, E., ARCH, GARCH and EGARCH Models: Applications to Financial Series, *Cuadernos de Economia*, Vol. 27., No. 48, 2008, pp. 287 - 320
10. Chan, W.S., NG, M.W., Tong, H., *On a simple graphical approach to modelling economic fluctuations with an application to UK price inflation 1265-2000*, London School of Economics and Political Science, research paper, <http://www.lse.ac.uk/statistics/documents/researchreport79.pdf> ; skatīts 23.04.2015
11. Cízek, P, Härdle, W, Weron R, *Statistical Tools for Finance and Insurance. Extensions of the GARCH Model*, 2005. http://sfb649.wiwi.hu-berlin.de/fedc_homepage/xplore/tutorials/sfehtmlnode67.html; skatīts 06.04.2015.
12. Engle, R, *The Use of ARCH/GARCH models in applied econometrics*. *Journal of Economic Perspectives*, Volume 15, Number 4, 2001, pp. 157-168
13. Engle, R.F, Patton, A.J, *What good is a volatility model?* *Quantitative finance*, Volume 1, Institute of Physics publishing, research paper, 2001, pp 237 -245

14. Engle, Robert F., Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica* 50 , 1982, pp. 987–1007.
15. Ezzat, H., The Application of GARCH and EGARCH in modelling the volatility of Daily Stock Returns During Massive Shocks: The Empirical Case of Egypt, MPRA Paper No. 50530, 2012, http://mpra.ub.uni-muenchen.de/50530/1/MPRA_paper_50530.pdf; skatīts 24.04.2015.
16. Galbraith, J. K., Hale T., Income Distribution and the Information Technology Bubble. University of Texas Inequality Project Working Paper, 2004.
17. Gatinois, C., La spéculation accusée de faire chuter les actions des banques. *Le Monde*, 2011
18. Gazda, V., Výrost, T., Application of GARCH models in forecasting the volatility of the Slovak share index (SAX). *BIATEC*, Volume XI, 2/2003, pp 17 – 20;
19. Giot, P., & Laurent, S., Modelling daily Value-at-Risk using realized volatility and ARCH type models. *Journal of Empirical Finance* 11, 2004, pp 379-398.
20. Hansen, P. R, Lunde, A, A comparison of volatility models: Does anything beat a GARCH(1,1)?, Working Paper Series No.84, Centre for Analytical Finance, University of Aarhus, 2001, pp. 1-51
21. Hassan Abdel Hady, D., Modelling volatility with GARCH family models: An application to daily stock log-returns in Pharmaceutical companies. *Pensee Journal*, Vol 76, No 9, September 2014, pp. 52 - 66,
22. http://www.academia.edu/10167218/Modeling_Volatility_with_GARCH_Family_Models_An_Application_to_Daily_Stock_Log-returns_in_Pharmaceutical_Companies ; skatīts 26.04.2015.
23. Hull, J. C., *Options, Futures and Other Derivatives.*, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 2000.
24. Hull, J., & White, A., Value at Risk when Daily Changes in Market: Variables are not Normally Distributed. *Journal of Derivatives* 5, 1998, pp 9-19.
25. Lemke, T. P., Lins, G. T., Picard, M. E., *Mortgage-Baked Securities*. Chapter 3, Thomson West, 2013
26. Lu, Y., Modeling and forecasting China's GDP data with time series models, *Högskolan Dalarna, Department of Economics and Society*, 2009, http://www.statistics.du.se/essays/D09_Lu_Yang.pdf ; skatīts 22.04.2015
27. Maity, B., Chatterjee, B., Forecasting GDP growth rate of India: An empirical study, *International Journal of Economics and Management Sciences*, Vol.1, Np. 9, 2012, pp

- 52-58 , <http://omicsonline.com/open-access/forecasting-gdp-growth-rates-of-india-an-empirical-study-2162-6359-1-082.pdf?aid=17205> ; skatīts 22.04.2015
28. Mandelbrot, B. B., The Variation of Certain Speculative Prices, *The Journal of Business* 36, No. 4, 1963, pp. 394-419
 29. Mittnik, S., Paoletta, M., & Rachev, S. T. , Diagnosing and treating the fat tails in financial return data. *Journal of Empirical Finance* 7, 2000, pp 389-416.
 30. N.N.Nortey, E., Mbeah-Baiden, B., B.Dasah, J., O.Mettle, F., Modelling Rates of Inflation in Ghana: An Application of ARCH Models. *Current Research Journal of Economic Theory*, 2014, pp. 16 – 21
 31. Nelson, D. B., Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach. *Econometrica*, 1991, pp 347–370.
 32. Puspa Rahman, M., Azmi Omar, M., Kassim, S. H., An Application of GARCH Modeling on the Malaysian Sukuk Spreads. *Journal of Islamic Finance*, Vol. 2, No. 2, 2013, pp. 26 - 37
 33. Puzanghera, J., S&P downgrades U.S. credit rating. *Los Angeles Times*, 2011.
 34. So, M. K., & Yu, P. L., Empirical analysis of GARCH models in value at risk estimation. *International Financial Markets, Institutions and Money*, 2006, pp 180-197.
 35. Valadkhani, A., Layton, A.P., Kuranaratne, N.D., Export Price Volatility in Australia: An Application of ARCH and GARCH Models, Working papers 05-11, Department of Economics, University of Wollongong, 2005, <http://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1118&context=commwkpapers> ; skatīts 26.04.2015.
 36. Whittle, P., Hypothesis Testing in Time Series Analysis. 1951. Almqvist and Wicksell. Whittle, P., Prediction and Regulation. English Universities Press, 1963
 37. Wongkhae, K., Sriboonchitta, S., Chokethaworn, K., Chaiboonsri, C., Modelling the Tourists Demand to Thailand and Singapore. A Copula based GARCH approach, Chiang Mai University,
 38. Zandersons J., Valūtas apmaiņas kursu volatilitātes prognozēšana un simulēšana. Latvijas Universitāte, Rīga, 2013. 7. lpp
 39. Zivot, E., Analysis of High Frequency Financial Data: Models, Methods and Software. Part I: Descriptive Analysis of High Frequency Financial Data with S-PLUS., 2005, pp. 1

Interneta avoti

1. Accenture Company Profile – Yahoo! Finance : <http://biz.yahoo.com/ic/43/43516.html> ; skatīts 16.05.2015.
2. Accenture mājaslapa, Newsroom: http://newsroom.accenture.com/article_display.cfm?article_id=4221 ; skatīts 21.05.2015.
3. Atos mājaslapa, <http://atos.net/en-us/home/>; skatīts 17.05.2015.
4. Atos Origin, Half-Year Report 2003, pp. 8, <https://atos.net/content/dam/global/documents/investor-financial-reports/atos-origin-half-year-report-2003.pdf> ; skatīts 21.05.2015.
5. BBC, IBM top executives to forgo bonuses as profits fall. <http://www.bbc.com/news/business-25836875> ; skatīts 21.05.2015.
6. Columbia University, Hollerith 1890 Census Tabulator, <http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/census-tabulator.html> ; skatīts 18.05.2015.
7. Computacer mājaslapa, <http://www.computacenter.com> ; skatīts 18.05.2015.
8. ComputerWeekly, CSC's outsourcing journey has brought it full circle. pp. 3., http://docs.media.bitpipe.com/io_10x/io_102267/item_674002/CWE_prem_CSC_update_220413_FINAL.pdf ; skatīts 18.05.2015.
9. CSC majaslapa, <http://www.csc.com/>, skatīts 18.05.2015.
10. Despotovic, N., CSC (Computer Sciences Corp) Accounting Fraud Extends to Australia. BizCloudNetwork, 2011. <http://www.bizcloudnetwork.com/computer-sciences-corp-accounting-fraud-australia/> ; skatīts 21.05.2015.
11. Detrixhe, J., U.S. Credit Rating Affirmed as Moody's, Fitch Warn of Downgrade on Deficit. Bloomberg, 2011. <http://www.bloomberg.com/news/articles/2011-08-02/u-s-aaa-rating-faces-moody-s-downgrade-on-debt-economic-slowdown-concern> , skatīts 20.05.2015.
12. DGAP.DE mājaslapa: <http://meldeschwellen.org/dgap/News> skatīts 21.05.2015.
13. FACTBOX, Olympics-Who are the global sponsors? , Reuters, 2012, <http://www.reuters.com/article/2012/07/17/oly-sponsors-top-adv-idUSL6E8IHH0020120717> ; skatīts 17.05.2015.
14. FIS mājaslapa, Daily Global Market Review, On 10 November 2014 – Most global markets rallied in a quiet trading. <http://www.fidelity.com.au/insights-centre/daily-global-market-review/on-10-november-2014-most-global-markets-rallied-in-quiet-trading/> ; skatīts 21.05.2015.

15. FIS mājaslapa, <http://www.fisglobal.com/aboutfis-ourcompany> ; skatīts 19.05.2015.
16. Florida Time Clock, Employee Punch Clock, <http://www.floridatimeclock.com/employee-punch-clocks.htm> ; skatīts 18.05.2015.
17. Foscolo, E, Analysis of Financial Time Series with Eviews, pp. 12 , http://www.rimini.unibo.it/fanelli/EViews_Lab.pdf ; skatīts 03.04.2015.
18. Groshmann, K, IOC extends sponsor deal with Atos to 2020, Reuters, 2014, <http://uk.reuters.com/article/2014/02/08/us-olympics-atos-idUKBREA170M420140208> ; skatīts 17.05.2015.
19. IBM mājaslapa, <http://www-01.ibm.com>
20. InformationWeek, Andersen Consulting Changing Name to Accenture. 2000. www.informationweek.com/andersen-consulting-changing-name-to-accenture-/d/d-id/1009400? ; skatīts 16.05.2015;
21. Investopedia, Standard & Poor's 500 Index – S&P 500, <http://www.investopedia.com/terms/s/sp500.asp> ,; skatīts 20.05.2015
22. Islamic Develepoment Bank What is Sukuk? <http://thatswhy.isdb.org/irj/go/km/docs/documents/IDBDevelopments/Internet/thatswhy/en/sukuk/what-is-sukuk.html> ; skatīts 26.04.2015.
23. Landley, R., How Xerox Forfeited the PC War. The Motley Fool, 2000, <http://www.fool.com/news/foth/2000/foth000918.htm> ; skatīts 18.05.2015.
24. Leach, A.,The Great Border Agency IT Crash: Just who was responsible? The Register, 2012
25. Mian, A., Sufi, A., House of debt. University of Chicago, 2014 <http://www.wsj.com/articles/book-review-house-of-debt-by-atif-mian-and-amir-sufi-1401317803> ; skatīts 14.05.2015.
26. Mitchell, M., Arbitrator's Ruling Goes Against Accounting Arm : Consultants Win Battle Of Andersen. The New York Times (New York City: The New York Times Company)., 2000. <http://www.nytimes.com/2000/08/08/business/worldbusiness/08iht-consult.2.t.html> ; skatīts 16.05.2015;
27. NCR Corporation mājaslapa, News: <http://www.ncr.com/news/>; skatīts 21.05.2015.
28. Nobel Laureate Paul Krugman: Too Little Stimulus in Stimulus Plan., Wharton University of Pennsylvania, 2009, <http://knowledge.wharton.upenn.edu/article/nobel-laureate-paul-krugman-too-little-stimulus-in-stimulus-plan/> ; skatīts 15.05.2015.
29. Pettifor, A., America's financial meltdown: lessons and prospects. OpenDemocracy. 2008

30. Polleit, T., "Manipulating the Interest Rate: a Recipe for Disaster" Mises Institute, 2007, <https://mises.org/library/manipulating-interest-rate-recipe-disaster> ; skatīts 10.05.2015.
31. Renshaw, E., "The Stock Market, Oil Price Shocks, Economic Recessions and the Business Cycle With An Emphasis on Forecasting. Some Featured highlights." State University of New York at Albany, 2002. http://www.albany.edu/cer/bc/bc_essays.html ; skatīts 20.05.2015.
32. Robb, J.A., "Financial Fat Tail Definition", <http://www.fattails.ca/> - skatīts 06.04.2015.
33. SEC mājaslapa, "SEC FILES INSIDER TRADING CHARGES RELATED TO ACQUISITION OF COVANSYS CORPORATION." <https://www.sec.gov/litigation/litreleases/2009/lr21192.htm> ; skatīts 21.05.2015.
34. Shah, D., "The first computer mouse. New launches, 2007," http://newlaunches.com/archives/the_first_computer_mouse.php ; skatīts 18.05.2015.
35. Staff, W., "KPMG and Xerox Settle Securities Lawsuit." Accounting Today, 2008.
36. Standard & Poor's mājaslapa, "S&P U.S. Indices Methodology," <http://us.spindices.com/indices/equity/sp-500> ; skatīts 20.05.2015.
37. Steven Erlanger; Paul Geitner, "Europeans Agree to Use Bailout Fund to Aid Banks." The New York Times. 2002
38. STOXX mājaslapa, "STOXX Europe 600:" http://www.stoxx.com/indices/index_information.html?symbol=SXXP ; skatīts 20.05.2015.
39. "The Graphic User Interface. Time for a Paradigm Shift?" Sensomatic, <https://www.sensomatic.com/chz/gui/history.html> ; skatīts 18.05.2015.
40. TMX Group, "Toronto Stock Exchange August/July 2011 History, 2011"
41. UK Science Museum, "Dey dial recorder, early 20th century." <http://www.scienceandsociety.co.uk/results.asp?image=10204421> ; skatīts 18.05.2015.
42. United Nations conference on trade and development, "Information Economy Report 2012. The Software Industry and Developing Countries." http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/ier2012overview_en.pdf ; skatīts 10.05.2015.
43. Xerox mājaslapa, <http://www.xerox.com/about-xerox>; skatīts 18.05.2015.
44. Yahoo! Finance: ATO.PA , <http://finance.yahoo.com/q/pr?s=ATO.PA+Profile> ; skatīts 17.05.2015.
45. Yahoo! Finance: BC8.DE, <http://finance.yahoo.com/q/pr?s=BC8.DE+Profile> ; skatīts 17.05.2015 .

46. Yahoo! Finance: CAP.PA, <http://finance.yahoo.com/q/pr?s=CAP.PA+Profile> ; skatīts 16.05.2015;
47. Yahoo! Finance: CCC.L , <http://finance.yahoo.com/q/pr?s=CCC.L+Profile> ; skatīts 18.05.2015.
48. Yahoo! Finance: FIS, <http://finance.yahoo.com/q/pr?s=FIS+Profile> ; skatīts 19.05.2015.
49. Yahoo! Finance: <http://chart.finance.yahoo.com/z?s=AMZN&t=my&l=off&z=1> ; skatīts 15.04.2015.
50. Yahoo! Finance: IBM, <http://finance.yahoo.com/q/pr?s=IBM+Profile> ; skatīts 18.05.2015.
51. Yahoo! Finance: NCR, <http://finance.yahoo.com/q/pr?s=NCR+Profile> ; skatīts 18.05.2015.
52. Yahoo! Finance: XRX, <http://finance.yahoo.com/q/pr?s=XRX+Profile> , skatīts 18.05.2015.
53. Yahoo! Finance. ACN : <http://finance.yahoo.com/q/pr?s=ACN+Profile> ' skatīts 16.05.2015.
54. Zacks mājaslapa, <http://www.zacks.com/stock/news/93875/stock-market-news-for-march-4-2013> ; skatīts 21.05.2015.
55. Zandi, M., Mark Zandi on Financial Shock to Financial Panic. Financial Time Press, 2012, <http://www.ftpress.com/articles/article.aspx?p=1944877> ; skatīts 14.05.2015.

PIELIKUMI

1. pielikums. ARCH efekta pārbaude Accenture datiem, 4 novērojumi

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	7.489163	Prob. F(4,569)	0.0000
Obs*R-squared	28.70845	Prob. Chi-Square(4)	0.0000

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 04/12/15 Time: 15:15

Sample (adjusted): 3/04/2002 2/25/2013

Included observations: 574 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.001171	0.000218	5.367213	0.0000
RESID^2(-1)	0.132122	0.041895	3.153642	0.0017
RESID^2(-2)	0.009061	0.041742	0.217067	0.8282
RESID^2(-3)	0.157869	0.041740	3.782187	0.0002
RESID^2(-4)	0.035480	0.041903	0.846723	0.3975
R-squared	0.050015	Mean dependent var	0.001760	
Adjusted R-squared	0.043336	S.D. dependent var	0.004402	
S.E. of regression	0.004305	Akaike info criterion	-8.049301	
Sum squared resid	0.010546	Schwarz criterion	-8.011386	
Log likelihood	2315.149	Hannan-Quinn criter.	-8.034512	
F-statistic	7.489163	Durbin-Watson stat	1.993333	
Prob(F-statistic)	0.000007			

2. pielikums. Eiropas un ASV informāciju tehnoloģiju un servisu uzņēmumu minimālās un maksimālās akciju slēgšanas cenu dienas periodā no 01.01.2002 līdz 23.02.2015

	min	max
Eiropa		
ACN	09/30/02	12/22/14
CAP.PA	09/30/02	02/23/15
ATO.SE	12/01/08	03/11/02
CCC.L	12/01/08	2/9/2015
BC8.DE	07/22/02	01/26/15
ASV		
IBM	9/30/2002	03/11/13
XRX	5/24/2004	12/18/2006
CSC	11/21/2011	02/23/15
NCR	2/10/2003	9/30/2013
FIS	9/16/2002	2/17/2015

3. pielikums. Capgemini tabulas

Novērtēto ARMA(p,q) modeļu tabula Capgemini datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

AR(p)	1	2	3	0	0	0	1	1	1	2	3	3	2	2	3
MA(q)	0	0	0	1	2	3	1	2	3	1	1	2	2	3	3
c (p value)	-0.000794 (0.7486)	-0.000807 (0.7404)	-0.000813 (0.7460)	-0.000958 (0.6986)	-0.000957 (0.6936)	-0.000959 (0.7011)	-0.000794 (0.7490)	-0.000824 (0.7357)	-0.000827 (0.7391)	-0.000827 (0.7338)	-0.000792 (0.7526)	-0.00073 (0.7705)	-0.000759 (0.7626)	-0.000757 (0.7616)	0.000923 (0.0957)
a₁ (p value)	-0.014176 (0.7328)	-0.053108 (0.7340)	-0.013681 (0.7431)				-0.014475 (0.9808)	-0.790441 (0.0000)	-0.756167 (0.0003)	-0.796105 (0.0000)	-0.736703 (0.0001)	-1.842089 (0.0000)	-1.834773 (0.0000)	-1.83436 (0.0000)	-0.870823 (0.0000)
a₂ (p value)		-0.018667 (0.6538)	-0.017978 (0.6670)							-0.04784 (0.2676)	-0.026414 (0.6110)	-0.973722 (0.0000)	-0.961068 (0.0000)	-0.960692 (0.0000)	0.810557 (0.0000)
a₃ (p value)			0.026732 (0.5214)								0.032861 (0.4654)	-0.006825 (0.8684)			0.929719 (0.0000)
m₁ (p value)				-0.014843 (0.7211)	-0.013387 (0.7477)	-0.01003 (0.8097)	0.000306 (0.9996)	0.782255 (0.0001)	0.748177 (0.0004)	0.787363 (0.0000)	0.73254 (0.0001)	1.860781 (0.0000)	1.860251 (0.0000)	1.851852 (0.0000)	0.866886 (0.0000)
m₂ (p value)					-0.020635 (0.6203)	-0.026408 (0.5262)		-0.040705 (0.3529)	-0.030081 (0.5632)			0.98825 (0.0000)	0.98817 (0.0000)	0.972592 (0.0000)	-0.864597 (0.0000)
m₃ (p value)						0.029852 (0.4739)			0.01814 (0.6937)					-0.008281 (0.8451)	-0.987745 (0.0000)
R²	0.000202	0.000543	0.001246	0.00021	0.000575	0.00143	0.000202	0.004241	0.004456	0.008841	0.012819	0.033989	0.033439	0.033501	0.055073
adj. R²	-0.001528	-0.002928	-0.003974	-0.001516	-0.002883	-0.003761	-0.003264	-0.000945	-0.00247	0.00367	0.005928	0.025545	0.026703	0.025067	0.045143
SSR	2.111201	2.11043	2.108872	2.120894	2.120122	2.118307	2.111201	2.102671	2.102218	2.092908	2.084436	2.039735	2.040967	2.040837	1.995217
AIC	-2.770998	-2.766171	-2.761703	-2.768151	-2.765073	-2.762487	-2.767549	-2.76815	-2.764917	-2.771054	-2.769897	-2.788115	-2.792731	-2.78934	-2.806722
SBC	-2.755953	-2.743573	-2.731533	-2.753126	-2.742536	-2.732437	-2.744982	-2.73806	-2.727305	-2.7409	-2.732185	-2.74286	-2.755068	-2.744145	-2.753925
konst. stat.nož.	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē
koef. Stat.nož.	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	jā	jā

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Novērtēto GARCH(p,q) modeļu apkopojums Capgemini datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(3,3)						
c (p value)	0.002969 (0.1559)	0.000959 (0.0483)	0.001037 (0.0278)	0.000995 (0.0358)	0.000915 (0.1394)	0.001913 (0.0153)
a₁ (p value)	-1.71507 (0.0000)	-0.314654 (0.0961)	-0.556843 (0.0000)	-0.427541 (0.0000)	-0.869958 (0.0000)	-0.612648 (0.0000)
a₂ (p value)	-1.599806 (0.0000)	0.527977 (0.0002)	0.4867 (0.0000)	0.509674 (0.0000)	0.811573 (0.0000)	0.54776 (0.0000)
a₃ (p value)	-0.656481 (0.0011)	0.699519 (0.0003)	0.962105 (0.0000)	0.821866 (0.0000)	0.929876 (0.0000)	0.942302 (0.0000)
m₁ (p value)	1.663999 (0.0000)	0.268712 (0.1789)	0.529146 (0.0000)	0.384229 (0.0000)	0.866738 (0.0000)	0.611907 (0.0000)
m₂ (p value)	1.552066 (0.0000)	-0.592305 (0.0001)	-0.530883 (0.0000)	-0.574726 (0.0000)	-0.864682 (0.0000)	-0.592918 (0.0000)
m₃ (p value)	0.673289 (0.0002)	-0.671109 (0.0019)	-0.991556 (0.0000)	-0.803929 (0.0000)	-0.987744 (0.0000)	-0.98507 (0.0000)
Nosacītās dispersijas vienādojums						
ω (p value)	0.002182 (0.0000)	9.87E-05 (0.0056)	0.00013 (0.0614)	8.82E-05 (0.0158)	0.001382 (0.9020)	0.00016 (0.5138)
α₁ (p value)	0.456405 (0.0000)	0.088815 (0.0000)	0.111935 (0.0190)	0.147355 (0.0073)		0.086479 (0.0117)
α₂ p value				-0.068479 (0.2529)		0.077354 (0.7178)
β₁ (p value)		0.883013 (0.0000)	0.680564 (0.1477)	0.89544 (0.0000)	0.600232 (0.8533)	0.05748 (0.9827)
β₂ (p value)			0.167249 (0.6848)			0.732065 (0.7557)
R²	-0.001597	0.029366	0.044032	0.026255	0.055061	0.038855
adj. R²	-0.012122	0.019167	0.033986	0.016023	0.045132	0.028755
SSR	2.114877	2.049496	2.01853	2.056067	1.995241	2.029461
AIC	-2.871237	-2.947245	-2.961799	-2.945291	-2.800026	-2.957186
SBC	-2.803355	-2.87182	-2.878831	-2.862323	-2.732143	-2.866675
Durbin-Watson	1.908609	1.949509	1.96602	1.95948	1.998646	2.02293

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Novērtēto TGARCH(p,q) modeļu apkopojums Capgemini datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(3,3)								
c	0.001483	0.001539	0.001011	0.000906	0.001638	0.001723	0.001388	0.000881
(p value)	(0.4495)	(0.1215)	(0.6213)	(0.6533)	(0.4083)	(0.3538)	(0.4640)	(0.6559)
a₁	-1.470498	-0.058628	-2.076363	-2.151184	-1.118579	-0.461392	-1.138924	-1.966808
(p value)	(0.0000)	(0.1072)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.2744)	(0.0052)	(0.0000)
a₂	-0.084836	0.043708	-1.373578	-1.44931	-0.373141	-0.374339	-0.40095	-1.114076
(p value)	(0.2773)	(0.2414)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.3845)	(0.5193)	(0.0000)
a₃	0.414455	0.915498	-0.278043	-0.28194	0.35014	0.53132	0.38445	-0.127269
(p value)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.1836)	(0.3411)	(0.0000)
m₁	1.471204	0.001637	2.034209	2.121897	1.048071	0.369287	1.067013	1.924678
(p value)	(0.0000)	(0.9681)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.3602)	(0.0061)	(0.0000)
m₂	0.014524	-0.044201	1.239318	1.338923	0.251095	0.329001	0.287868	0.972745
(p value)	(0.0001)	(0.2363)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.4018)	(0.6298)	(0.0000)
m₃	-0.493205	-0.917251	0.180627	0.195481	-0.427445	-0.564895	-0.458938	0.021379
(p value)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.1292)	(0.2371)	(0.0005)
Nosacītās dispersijas vienādojums								
ω	0.000112	1.98E-04	0.000132	0.000141	1.03E-04	3.91E-05	9.03E-05	7.83E-06
(p value)	(0.0003)	(0.0054)	(0.0000)	(0.0042)	(0.0003)	(0.0677)	(0.0006)	(0.1725)
α₁	0.003687	0.018494	-0.032465	-0.052999	-0.006711	0.000867	-0.03035	-0.060377
(p value)	(0.8731)	(0.5376)	(0.4476)	(0.2068)	(0.7171)	(0.9297)	(0.6191)	(0.0124)
α₂			0.02524	0.046511			0.027977	0.06198
p value			(0.5824)	(0.3114)			(0.6481)	(0.0081)
β₁	0.882003	0.54488	0.879488	0.550497	0.908829	1.245509	0.912364	1.813632
(p value)	(0.0000)	(0.1011)	(0.0000)	(0.1486)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
β₂		0.268997		0.306238		-0.288341		-0.822888
(p value)		(0.3544)		(0.3761)		(0.1319)		(0.0000)
γ₁	0.152117	0.220504	0.170156	0.207145	0.296492	0.422619	0.340191	0.21201
(p value)	(0.0000)	(0.0004)	(0.0000)	(0.0005)	(0.0033)	(0.0005)	(0.0003)	(0.0000)
γ₂					-0.167605	-0.365357	-0.226435	-0.202326
p value					(0.1308)	(0.0014)	(0.0253)	(0.0000)
R²	0.017653	0.022996	0.017815	0.017849	-0.000964	-0.003634	0.017209	0.015726
adj. R²	0.007331	0.01273	0.007494	0.007529	-0.011482	-0.01418	0.006882	0.005383
SSR	2.074228	2.062946	2.073887	2.073815	2.113539	2.119176	2.075167	2.078299
AIC	-2.995134	-2.972444	-2.977385	-2.982533	-2.960674	-2.979497	-2.975747	-2.992998
SBC	-2.912166	-2.881934	-2.886875	-2.88448	-2.870164	-2.881444	-2.877694	-2.887403
Durbin-Watson	1.985068	1.940155	1.901425	1.92892	1.863898	1.83193	1.835649	1.903327

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Novērtēto EGARCH(p,q) modeļu apkopojums Capgemini datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārta	1	1	1	1	2	2	2	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(3,3)								
c (p value)	0.000124 (0.8296)	-0.000763 (0.5478)	0.001511 (0.0280)	-3.62E-05 (0.9535)	0.000138 (0.8196)	0.001026 (0.5180)	6.17E-06 (0.9923)	-4.04E-06 (0.9950)
a₁ (p value)	-0.05665 (0.1309)	-0.097696 (0.0261)	-0.076578 (0.0392)	-0.053936 (0.1817)	-0.052944 (0.2075)	-0.179834 (0.1691)	-0.050608 (0.2305)	-0.050446 (0.2328)
a₂ (p value)	0.062698 (0.0678)	0.253147 (0.0000)	0.062427 (0.0547)	0.065759 (0.0734)	0.068555 (0.0731)	0.548115 (0.0000)	0.070607 (0.0658)	0.070347 (0.0720)
a₃ (p value)	0.937564 (0.0000)	0.811957 (0.0000)	0.901492 (0.0000)	0.934572 (0.0000)	0.930982 (0.0000)	0.549412 (0.0000)	0.930714 (0.0000)	0.930757 (0.0000)
m₁ (p value)	0.014209 (0.7474)	0.048549 (0.2230)	0.00289 (0.9451)	0.006735 (0.8879)	0.00152 (0.9759)	0.136108 (0.2577)	-0.003948 (0.9380)	-0.004118 (0.9355)
m₂ (p value)	-0.073193 (0.0784)	-0.278352 (0.0000)	-0.071513 (0.0591)	-0.073868 (0.0982)	-0.074825 (0.1033)	-0.595345 (0.0000)	-0.074566 (0.1096)	-0.074401 (0.1178)
m₃ (p value)	-0.935382 (0.0000)	-0.764724 (0.0000)	-0.906214 (0.0000)	-0.927329 (0.0000)	-0.921111 (0.0000)	-0.505076 (0.0000)	-0.916023 (0.0000)	-0.916013 (0.0000)
Nosacītās dispersijas vienādojums								
ω (p value)	-0.477624 (0.0000)	-5.11E-01 (0.0001)	-6.747686 (0.0000)	-0.636618 (0.0000)	-3.43E-01 (0.0000)	-4.82E-01 (0.0080)	-3.24E-01 (0.0002)	-3.51E-01 (0.0513)
α₁ (p value)	0.140252 (0.0027)	0.13103 (0.0148)	0.455572 (0.0000)	0.128076 (0.1047)	0.120406 (0.0037)	0.192219 (0.0033)	0.184542 (0.0468)	0.179334 (0.0575)
α₂ p value			0.45315 (0.0001)	0.068476 (0.4764)			-0.078145 (0.4177)	-0.06485 (0.5761)
β₁ (p value)	0.93785 (0.0000)	0.401894 (0.0141)	-0.04871 (0.7853)	0.375881 (0.0686)	0.958138 (0.0000)	0.646086 (0.0703)	0.959591 (0.0000)	0.893779 (0.0117)
β₂ (p value)		0.529541 (0.0010)		0.542841 (0.0067)		0.297149 (0.3812)		0.062298 (0.8523)
γ₁ (p value)	-0.14803 (0.0000)	-0.21666 (0.0000)	-0.173265 (0.0010)	-0.216449 (0.0000)	-0.247869 (0.0000)	-0.176677 (0.0009)	-0.257485 (0.0000)	-0.257118 (0.0000)
γ₂ p value					0.134455 (0.0179)	0.052857 (0.5274)	0.139959 (0.0168)	0.129938 (0.1656)
R²	0.019995	0.006601	0.02437	0.016774	0.017434	0.027894	0.014191	0.014095
adj. R²	0.009697	-0.003838	0.014118	0.006442	0.007109	0.017679	0.003833	0.003735
SSR	2.069285	2.097566	2.060047	2.076086	2.074692	2.052606	2.081539	2.081742
AIC	-2.991564	-2.985477	-2.90258	-2.991485	-2.99503	-2.969795	-2.992893	-2.989451
SBC	-2.908596	-2.894966	-2.81207	-2.893432	-2.90452	-2.871742	-2.894841	-2.883856
Durbin-Watson	1.953837	1.923372	1.908191	1.942182	1.937546	1.953087	1.929106	1.929016

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

GARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, Capgemini*

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
RMSE	0.06029	0.060029	0.059381	0.060167	0.059401	0.059819
MAE	0.043272	0.042928	0.043071	0.043019	0.042609	0.043114
MAPE	110.0766	101.4464	145.937	101.7316	106.2886	116.8741
TIC	0.895138	0.912222	0.82111	0.914667	0.837116	0.857879

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

GARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, Capgemini*

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
RMSE	0.031191	0.031377	0.03126	0.031333	0.031322	0.031541
MAE	0.025131	0.02545	0.025275	0.025433	0.025498	0.025373
MAPE	98.84747	102.589	101.354	102.3648	119.9087	104.3916
TIC	0.885466	0.944428	0.900704	0.936483	0.852774	0.911197

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

TGARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, Capgemini*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.060421	0.059819	0.060164	0.060285	0.060376	0.060192	0.059758	0.060282
MAE	0.043356	0.042831	0.043069	0.043202	0.043477	0.043304	0.043402	0.043199
MAPE	103.2034	105.4939	100.3362	100.2948	103.8216	107.2282	138.567	100.1942
TIC	0.958481	0.872599	0.928603	0.944962	0.938616	0.915675	0.8551258	0.946176

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

TGARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, Capgemini*

ARCH	1	1	2	2	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2
RMSE	0.031737	0.031477	0.03147	0.031572	0.031336	0.031279	0.031576
MAE	0.025566	0.025378	0.025516	0.025547	0.025321	0.025249	0.025554
MAPE	106.6615	98.64662	106.5888	105.9522	99.94114	98.65302	105.775
TIC	0.900576	0.938246	0.935609	0.931577	0.939221	0.916119	0.934764

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

EGARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, Capgemini*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārta	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.059933	0.060291	0.059787	0.059967	0.059953	0.05999	0.059989	0.059991
MAE	0.043011	0.043214	0.042804	0.043031	0.043009	0.042877	0.043035	0.043037
MAPE	103.6676	98.91749	105.2658	102.6909	102.3848	102.244	102.0039	101.99
TIC	0.896181	0.931937	0.866003	0.899331	0.898988	0.900344	0.901368	0.901484

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

EGARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, Capgemini*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārta	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.031916	0.032183	0.031374	0.032006	0.031903	0.031528	0.031967	0.031975
MAE	0.025778	0.025938	0.025303	0.025863	0.025789	0.025432	0.025855	0.025861
MAPE	104.3529	104.2543	97.94764	106.301	104.9502	98.33837	106.2741	106.3845
TIC	0.959884	0.94677	0.932322	0.953053	0.959138	0.971335	0.952479	0.952154

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

4. pielikums. Atos SE tabulas

Novērtēto ARMA(p,q) modeļu tabula Atos SE datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

AR(p)	1	2	3	0	0	0	1	1	1	2	3	3	2	2	3
MA(q)	0	0	0	1	2	3	1	2	3	1	1	2	2	3	3
c (p value)	-0.000599 (0.7935)	-0.000621 (0.7952)	-0.000644 (0.7947)	-0.000608 (0.7905)	-0.000608 (0.8004)	-0.000607 (0.8047)	-0.0006 (0.7942)	-0.000601 (0.8044)	-0.000597 (0.8093)	-0.000627 (0.7959)	-0.000635 (0.7977)	-0.000618 (0.7985)	-0.000601 (0.8007)	-0.000612 (0.7987)	0.001561 (0.1818)
a₁ (p value)	-0.040096 (0.3352)	-0.038418 (0.3566)	-0.039834 (0.3402)				-0.279355 (0.7420)	0.104464 (0.8940)	-0.636758 (0.0978)	0.142832 (0.8730)	-0.673573 (0.0243)	-1.052365 (0.0002)	-0.977711 (0.0000)	-1.173653 (0.0000)	0.010183 (0.7684)
a₂ (p value)		0.041362 (0.3210)	0.04262 (0.3075)							0.050763 (0.3151)	0.019229 (0.7097)	-0.510141 (0.0877)	-0.926255 (0.0000)	-0.647165 (0.0055)	0.034243 (0.2925)
a₃ (p value)			0.032001 (0.4435)								0.078043 (0.0626)	0.061946 (0.2188)			0.912501 (0.0000)
m₁ (p value)				-0.036885 (0.3749)	-0.040578 (0.3292)	-0.036834 (0.3767)	0.235461 (0.7840)	-0.14409 (0.8540)	0.60382 (0.1164)	-0.181538 (0.8392)	0.637162 (0.0330)	1.019828 (0.0003)	0.971629 (0.0000)	1.141206 (0.0000)	-0.029238 (0.2582)
m₂ (p value)					0.052048 (0.2109)	0.049248 (0.2372)		0.056242 (0.2488)	0.025633 (0.6084)			0.52298 (0.0593)	0.963982 (0.0000)	0.65166 (0.0037)	-0.00521 (0.8296)
m₃ (p value)						0.02007 (0.6300)			0.073314 (0.0785)					0.054521 (0.2612)	-0.965546 (0.0000)
R²	0.001607	0.003311	0.004341	0.001479	0.003808	0.004179	0.002093	0.003901	0.007291	0.003566	0.009829	0.01411	0.030739	0.013003	0.041895
adj. R²	-0.00012	-0.00015	-0.000863	-0.000245	0.000361	-0.000999	-0.001366	-0.001287	0.000385	-0.001633	0.002917	0.005492	0.023984	0.00439	0.031828
SSR	1.898227	1.894827	1.892716	1.898499	1.894071	1.893367	1.897303	1.893865	1.887421	1.894342	1.882282	1.874145	1.842683	1.876402	1.821325
AIC	-2.877334	-2.873935	-2.869843	-2.878925	-2.877818	-2.874747	-2.874373	-2.872738	-2.872699	-2.870737	-2.871911	-2.872783	-2.894931	-2.873344	-2.897911
SBC	-2.862289	-2.851338	-2.839673	-2.8639	-2.855281	-2.844697	-2.851805	-2.842648	-2.835086	-2.8406	-2.834198	-2.827528	-2.857269	-2.828149	-2.845113
konst. stat.noz.	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē
koef. Stat.noz.	nē	nē	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	jā	nē	nē

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Novērtēto GARCH(p,q) modeļu apkopojums Atos SE datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(2,2)						
c (p value)	0.000117 (0.9617)	0.00257 (0.2538)	0.003073 (0.1703)	0.002413 (0.2881)	-0.000561 (0.8204)	0.002971 (0.1511)
a₁ (p value)	-0.97141 (0.0000)	-1.00029 (0.0000)	-0.658296 (0.0000)	-1.000649 (0.0000)	0.804345 (0.0000)	-0.605835 (0.8073)
a₂ (p value)	-0.925957 (0.0000)	-0.952514 (0.0000)	-0.941715 (0.0000)	-0.952111 (0.0000)	-0.960039 (0.0000)	0.307692 (0.8960)
m₁ (p value)	0.966432 (0.0000)	0.982799 (0.0000)	0.633424 (0.0000)	0.984553 (0.0000)	-0.82907 (0.0000)	0.582738 (0.8148)
m₂ (p value)	0.964697 (0.0000)	0.968575 (0.0000)	0.955462 (0.0000)	0.969354 (0.0000)	0.990967 (0.0000)	-0.285423 (0.9003)
Nosacītās dispersijas vienādojums						
ω (p value)	0.002948 (0.0000)	0.000103 (0.0008)	0.000232 (0.0077)	0.000124 (0.0021)	0.000741 (0.7284)	0.000258 (0.0041)
α₁ (p value)	0.077874 (0.0835)	0.084469 (0.0000)	0.122748 (0.0147)	0.037493 (0.3321)		0.017299 (0.4420)
α₂ p value				0.051919 (0.2249)		0.257148 (0.0000)
β₁ (p value)		0.887699 (0.0000)	0.743395 (0.0998)	0.875286 (0.0000)	0.76841 (0.2500)	0.08716 (0.1037)
β₂ (p value)			0.068913 (0.8607)			0.593122 (0.0000)
R²	0.030392	0.024814	-0.004735	0.025483	0.027971	-0.007694
adj. R²	0.023636	0.018018	-0.011737	0.018692	0.021197	-0.014716
SSR	1.843342	1.853948	1.910124	1.852675	1.847945	0.057771
AIC	-2.895461	-3.007688	-2.968945	-3.005231	-2.886028	-3.007265
SBC	-2.842733	-2.947428	-2.901153	-2.937438	-2.8333	-2.93194
Durbin-Watson	2.037323	2.00973	2.019059	2.012738	2.053996	2.035158

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Novērtēto TGARCH(p,q) modeļu apkopojums Atos SE datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(2,2)								
c	0.000824	0.000998	0.001379	0.001217	0.000664	0.000984	0.000629	0.000663
(p value)	(0.6852)	(0.6251)	(0.4868)	(0.5604)	(0.6964)	(0.6468)	(0.7737)	(0.7473)
a₁	-0.04268	-1.267027	-0.026453	-0.13482	0.137122	0.012679	-0.08913	-0.282965
(p value)	(0.9942)	(0.0000)	(0.9676)	(0.9686)	(0.9178)	(0.9947)	(0.9935)	(0.7394)
a₂	-0.022099	-0.297592	0.415064	0.11061	0.212239	-0.062304	0.026666	0.315504
(p value)	(0.9788)	(0.0000)	(0.2318)	(0.8172)	(0.6136)	(0.9338)	(0.9863)	(0.5492)
m₁	-0.057131	1.196944	-0.071618	0.03323	-0.248247	-0.111236	-0.011309	0.18647
(p value)	(0.9922)	(0.0000)	(0.9124)	(0.9922)	(0.8512)	(0.9538)	(0.9992)	(0.8255)
m₂	0.004025	0.236494	-0.41136	-0.12557	-0.20516	0.096897	-0.022545	-0.334654
(p value)	(0.9977)	(0.0000)	(0.2304)	(0.8217)	(0.6888)	(0.8683)	(0.9721)	(0.4852)
Nosacītās dispersijas vienādojums								
ω	0.000719	8.59E-05	0.000781	0.000973	3.14E-05	0.000556	0.00093	0.000939
(p value)	(0.0000)	(0.0111)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0004)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
α₁	-0.032775	-0.016317	-0.035821	-0.034971	-0.020074	-0.031457	-0.036655	-0.032284
(p value)	(0.0000)	(0.2285)	(0.0000)	(0.6177)	(0.0284)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
α₂			0.167778	0.198963			0.112766	0.125061
p value			(0.0023)	(0.0014)			(0.0318)	(0.0270)
β₁	0.589409	0.699804	0.511299	0.294314	0.955467	0.095481	0.470929	0.209793
(p value)	(0.0000)	(0.0969)	(0.0000)	(0.1343)	(0.0000)	(0.3001)	(0.0000)	(0.1158)
β₂		0.198882		0.113401		0.545781		0.1971
(p value)		(0.6111)		(0.4569)		(0.0000)		(0.1005)
γ₁	0.485043	0.188265	0.288726	0.323606	0.454234	0.10792	0.185813	0.196444
(p value)	(0.0000)	(0.0020)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0648)	(0.0119)	(0.0092)
γ₂					-0.347361	0.336922	0.216892	0.301291
p value					(0.0056)	(0.0000)	(0.0458)	(0.0093)
R²	-0.005236	-0.000036	-0.009373	-0.005477	-0.008347	-0.000633	-0.002562	-0.00651
adj. R²	-0.012241	-0.007005	-0.016407	-0.012484	-0.015374	-0.007606	-0.009549	-0.013524
SSR	1.911076	1.90119	1.918941	1.911534	1.91699	1.902324	1.905992	1.913498
AIC	-2.994261	-3.029846	-3.004798	-3.005841	-3.04055	-3.02196	-3.004958	-3.012725
SBC	-2.926469	-2.954521	-2.929473	-2.922984	-2.965225	-2.939103	-2.922101	-2.922335
Durbin-Watson	1.867166	1.936577	1.874408	1.865292	1.843141	1.876329	1.871068	1.882276

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Novērtēto EGARCH(p,q) modeļu apkopojums Atos SE datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārtā	1	1	1	1	2	2	2	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(2,2)								
c (p value)	-0.002184 (0.3755)	-0.000945 (0.6182)	-0.004188 (0.1246)	1.71E-05 (0.9930)	-0.000674 (0.7282)	-0.002825 (0.1694)	-0.004293 (0.1414)	-0.007217 (0.0474)
a₁ (p value)	0.52159 (0.3874)	-1.267027 (0.0000)	1.598221 (0.0000)	-0.800371 (0.5843)	-0.782553 (0.6669)	0.74798 (0.0000)	-0.067051 (0.4949)	1.343525 (0.0000)
a₂ (p value)	0.26175 (0.6081)	-0.128894 (0.0862)	-0.651383 (0.0000)	0.134523 (0.9210)	0.153889 (0.9274)	-0.966559 (0.0000)	0.813113 (0.0000)	-0.400552 (0.0004)
m₁ (p value)	-0.553799 (0.3628)	1.084681 (0.0000)	-1.643863 (0.0000)	0.752243 (0.6050)	0.743429 (0.6812)	-0.748958 (0.0000)	0.079787 (0.4752)	-1.343975 (0.0000)
m₂ (p value)	-0.203149 (0.6924)	0.089108 (0.1388)	0.711137 (0.0000)	-0.154034 (0.9060)	-0.167382 (0.9183)	0.970955 (0.0000)	-0.748762 (0.0000)	0.424821 (0.0002)
Nosacītās dispersijas vienādojums								
ω (p value)	-0.110007 (0.0000)	-9.96E-02 (0.0075)	-0.090722 (0.0000)	-0.230824 (0.0000)	-1.43E-01 (0.0000)	-0.097774 (0.4641)	-0.13022 (0.0000)	-0.245556 (0.0000)
α₁ (p value)	0.040022 (0.0297)	0.030504 (0.1487)	-0.012846 (0.8816)	-0.044382 (0.5477)	0.064303 (0.0031)	0.014553 (0.5662)	0.007091 (0.9313)	-0.035782 (0.3289)
α₂ p value			0.025609 (0.7729)	0.152925 (0.0564)			0.034315 (0.6854)	0.094109 (0.0206)
β₁ (p value)	0.986438 (0.0000)	0.971871 (0.0082)	0.985748 (0.0000)	0.449396 (0.0242)	0.984256 (0.0000)	0.917988 (0.5419)	0.982477 (0.0000)	0.078765 (0.0136)
β₂ (p value)		0.015528 (0.966)		0.526082 (0.0076)		0.066898 (0.9641)		0.88344 (0.0000)
γ₁ (p value)	-0.147215 (0.0000)	-0.135368 (0.0022)	-0.160729 (0.0000)	-0.197077 (0.0000)	-0.163453 (0.0004)	-0.106865 (0.0314)	-0.156709 (0.0006)	-0.135111 (0.0000)
γ₂ p value					0.025801 (0.6110)	-0.037264 (0.8593)	-0.018582 (0.7313)	-0.207937 (0.0000)
R²	0.002797	0.005674	-0.000278	-0.00132	-0.000698	0.016458	-0.007127	-0.006286
adj. R²	-0.004152	-0.001255	-0.007248	-0.008298	-0.007671	0.009604	-0.014145	-0.013299
SSR	1.895804	1.890334	1.90165	1.903631	1.902448	1.869834	1.914671	1.913073
AIC	-3.087224	-3.081831	-3.097851	-3.07361	-3.075631	-3.097349	-3.074483	-3.088795
SBC	-3.019432	-3.006506	-3.022526	-2.990752	-3.000306	-3.014492	-2.991626	-2.998406
Durbin-Watson	2.014183	2.001539	1.985108	1.98583	2.003721	2.089282	2.105189	2.063285

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

GARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, Atos SE*

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
RMSE	0.056793	0.056876	0.003073	0.056866	0.056892	0.057363
MAE	0.039317	0.039288	0.039666	0.039286	0.039408	0.039625
MAPE	100.2046	107.5608	111.3396	106.9686	103.2783	108.2117
TIC	0.89257	0.884472	0.91386	0.884943	0.884398	0.944225

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

GARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, Atos SE*

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
RMSE	0.0308	0.0308	0.0306	0.0307	0.0305	0.0307
MAE	0.0235	0.0236	0.0234	0.0235	0.0230	0.0235
MAPE	111.1747	122.5913	129.4584	120.6768	117.1677	127.4423
TIC	0.9531	0.9143	0.9007	0.9171	0.8869	0.9108

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

TGARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, Atos SE*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.057319	0.057288	0.057331	0.057333	0.057318	0.057322	0.057316	0.057299
MAE	0.039717	0.03962	0.039696	0.039712	0.039724	0.039709	0.039724	0.039691
MAPE	101.3752	101.305	102.6666	102.3128	101.0573	101.6953	100.985	100.0226
TIC	0.986085	0.960739	0.976973	0.979684	0.988714	0.983386	0.989323	0.987001

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

TGARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, Atos SE*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.0306	0.0306	0.0306	0.0306	0.0306	0.0306	0.0306	0.0306
MAE	0.0233	0.0233	0.0233	0.0233	0.0233	0.0233	0.0233	0.0233
MAPE	102.8077	104.1280	107.7935	106.1868	101.5702	103.8570	101.3467	101.4019
TIC	0.9704	0.9648	0.9544	0.9587	0.9756	0.9642	0.9755	0.9750

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

EGARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, Atos SE*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārta	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.057326	0.057313	0.057418	0.057256	0.057254	0.056877	0.057372	0.05769
MAE	0.039867	0.039799	0.040043	0.039642	0.039666	0.039557	0.039998	0.040483
MAPE	104.8267	100.0418	115.5315	99.30472	98.77326	112.1975	116.0476	134.4544
TIC	0.963987	0.978764	0.932403	0.966920	0.965189	0.875757	0.927641	0.8954

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

EGARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, Atos SE*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārta	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.0308	0.0307	0.0311	0.0307	0.0307	0.0309	0.0312	0.0317
MAE	0.0233	0.0233	0.0236	0.0233	0.0233	0.0234	0.0235	0.0239
MAPE	116.9699	103.5084	142.7458	100.1054	102.9480	127.2020	142.1795	179.6987
TIC	0.9306	0.9655	0.8985	0.9826	0.9754	0.9223	0.8943	0.8458

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

5. pielikums. Computacenter tabulas

Novērtēto ARMA(p,q) modeļu tabula Computacenter datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

AR(p)	1	2	3	0	0	0	1	1	1	2	3	3	2	2	3
MA(q)	0	0	0	1	2	3	1	2	3	1	1	2	2	3	3
c (p value)	0.001148 (0.6061)	0.001156 (0.6078)	0.001118 (0.6240)	0.000983 (0.6577)	0.000981 (0.6636)	0.000979 (0.6669)	0.001144 (0.6089)	0.001155 (0.6089)	0.001156 (0.6102)	0.001577 (0.5692)	0.00114 (0.6161)	0.001585 (0.5692)	0.00115 (0.6249)	0.001157 (0.6038)	0.001645 (0.5438)
a₁ (p value)	-0.082616 (0.0460)	-0.082124 (0.0492)	-0.082151 (0.0495)				-0.110034 (0.7569)	-0.049252 (0.9211)	-0.040837 (0.9361)	0.83628 (0.0000)	-0.778063 (0.0297)	0.065019 (0.8721)	-1.413206 (0.0000)	-1.636394 (0.0000)	-0.452869 (0.0604)
a₂ (p value)		0.008384 (0.8401)	0.010506 (0.8020)							0.091372 (0.0283)	-0.045364 (0.4565)	0.728171 (0.0309)	-0.649989 (0.0000)	-0.966117 (0.0000)	0.710783 (0.0004)
a₃ (p value)			0.008557 (0.8371)								0.014766 (0.7231)	0.078547 (0.1199)			0.584435 (0.0038)
m₁ (p value)				-0.081553 (0.0494)	-0.083317 (0.0456)	-0.083973 (0.0441)	0.027628 (0.9386)	-0.032937 (0.9474)	-0.041609 (0.9351)	-0.919936 (0.0000)	0.699801 (0.0497)	-0.148183 (0.7138)	1.372484 (0.0000)	1.570729 (0.0000)	0.409622 (0.1017)
m₂ (p value)					0.015978 (0.7010)	0.013706 (0.7430)		0.012444 (0.8307)	0.012313 (0.8354)			-0.708951 (0.0508)	0.613064 (0.0014)	0.842504 (0.0000)	-0.701653 (0.0006)
m₃ (p value)						0.010881 (0.7939)			0.004645 (0.9129)					-0.072636 (0.0828)	-0.542036 (0.0103)
R²	0.00687	0.006929	0.00704	0.006744	0.007015	0.007122	0.006884	0.006984	0.007004	0.009063	0.01167	0.012228	0.014486	0.023861	0.015464
adj. R²	0.005152	0.00348	0.001851	0.005029	0.003579	0.00196	0.003442	0.001812	0.000096	0.003893	0.004771	0.003594	0.007618	0.015343	0.005119
SSR	1.947507	1.947357	1.946622	1.960809	1.960275	1.960063	1.94748	1.947285	1.947246	1.943172	1.937546	1.936452	1.932538	1.914154	1.930108
AIC	-2.851704	-2.84659	-2.84176	-2.846632	-2.843462	-2.840128	-2.84827	-2.844922	-2.841494	-2.845287	-2.842974	-2.840078	-2.84732	-2.853424	-2.839899
SBC	-2.836659	-2.823992	-2.81159	-2.831607	-2.820924	-2.810078	-2.825702	-2.814832	-2.803881	-2.8152	-2.805261	-2.794823	-2.809658	-2.808229	-2.787102
konst. stat.noz.	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē
koef. Stat.noz.	jā	nē	nē	jā	nē	nē	nē	nē	nē	jā	nē	nē	jā	jā	nē

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Novērtēto GARCH(p,q) modeļu apkopojums Computacenter datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(2,3)						
c (p value)	0.000721 (0.7267)	0.001055 (0.6489)	0.001078 (0.6379)	0.00104 (0.6367)	0.001253 (0.5743)	0.001361 (0.5528)
a₁ (p value)	0.915724 (0.0000)	-0.373884 (0.4077)	-0.343048 (0.4077)	0.473524 (0.7533)	0.133815 (0.0000)	0.801056 (0.5743)
a₂ (p value)	-0.97054 (0.0000)	0.613829 (0.1701)	0.5606 (0.1685)	0.160231 (0.8453)	-0.980613 (0.0000)	0.134295 (0.9159)
m₁ (p value)	-0.998997 (0.0000)	0.292626 (0.5141)	0.262026 (0.5259)	-0.551233 (0.7143)	-0.210521 (0.0000)	-0.880746 (0.5369)
m₂ (p value)	1.04107 (0.0000)	-0.618971 (0.1459)	-0.566074 (0.1402)	-0.095294 (0.9182)	1.004866 (0.0000)	-0.044329 (0.9745)
m₃ (p value)	-0.053039 (0.2395)	0.083003 (0.0634)	0.085561 (0.0564)	0.016056 (0.8889)	-0.089141 (0.0021)	-0.00938 (0.9393)
Nosacītās dispersijas vienādojums						
ω (p value)	0.002295 (0.0000)	1.03E-04 (0.0456)	0.000193 (0.0424)	7.28E-05 (0.0848)	0.000319 (0.8571)	7.37E-05 (0.1476)
α₁ (p value)	0.31378 (0.0000)	0.044184 (0.0011)	0.077246 (0.0008)	0.210608 (0.0000)		0.209825 (0.0001)
α₂ p value				-0.177064 (0.0009)		-0.175816 (0.0021)
β₁ (p value)		0.921013 (0.0000)	0.205666 (0.3858)	0.942863 (0.0000)	0.901536 (0.0991)	0.935521 (0.0000)
β₂ (p value)			0.652602 (0.0046)			0.006626 (0.9639)
R²	0.023043	0.010012	0.009729	0.008173	0.035952	0.00846
adj. R²	0.014518	0.001373	0.001088	-0.000481	0.02754	-0.000192
SSR	1.915757	1.941312	1.941866	1.944917	1.890443	1.944354
AIC	-2.938418	-2.938833	-2.935335	-2.944743	-2.859721	-2.941607
SBC	-2.878158	-2.871041	-2.86001	-2.869418	-2.799461	-2.85875
Durbin-Watson	2.014029	1.999794	2.002302	2.011937	2.013478	2.007804

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Novērtēto TGARCH(p,q) modeļu apkopojums Computacenter datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(2,3)								
c	-0.000469	-6.83E-05	5.33E-06	-0.000175	0.000444	-0.000314	-0.000114	-7.47E-05
(p value)	(0.8319)	(0.9745)	(0.9984)	(0.9483)	(0.8627)	(0.8928)	(0.9574)	(0.9732)
a₁	1.429792	-0.330753	0.012619	0.714531	-0.036908	1.923412	-0.327107	-0.345725
(p value)	(0.0000)	(0.0000)	(0.9459)	(0.5477)	(0.5683)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
a₂	-0.951758	-0.942861	0.896087	0.225286	0.951435	-0.968618	-0.948607	0.642876
(p value)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.8395)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
m₁	-1.561236	0.227831	-0.117299	-0.834625	-0.075706	-2.037407	0.234273	0.216883
(p value)	(0.0000)	(0.0000)	(0.5488)	(0.4824)	(0.2994)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
m₂	1.144553	0.951244	-0.895835	-0.11476	-0.953531	1.175963	0.951591	-0.652188
(p value)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.9273)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
m₃	-0.104042	-0.124253	0.111793	0.015315	0.114917	-0.095477	-0.11676	0.126167
(p value)	(0.0100)	(0.0021)	(0.0245)	(0.9220)	(0.0029)	(0.0251)	(0.0187)	(0.0000)
Nosacītās dispersijas vienādojums								
ω	5.11E-06	7.72E-06	7.30E-07	1.22E-05	1.37E-05	2.51E-05	1.77E-05	4.44E-05
(p value)	(0.7802)	(0.3061)	(0.9750)	(0.6820)	(0.5525)	(0.3576)	(0.3968)	(0.1319)
α₁	-0.017818	-0.003555	0.138462	0.131749	-0.012617	-0.008098	0.13018	0.204346
(p value)	(0.0080)	(0.4187)	(0.0217)	(0.0383)	(0.1309)	(0.3496)	(0.1020)	(0.0152)
α₂			-0.151628	-0.145649			-0.138116	-0.209064
p value			(0.0105)	(0.0172)			(0.0791)	(0.0098)
β₁	0.978557	1.661276	0.981478	0.821484	0.969148	0.989709	0.972422	0.820398
(p value)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0001)	(0.0000)	(0.0799)	(0.0000)	(0.0000)
β₂		-0.672017		0.149113		-0.024819		0.128399
(p value)		(0.0072)		(0.4341)		(0.9634)		(0.3950)
γ₁	0.07917	0.023671	0.065913	0.082465	0.15468	0.166347	0.02174	0.066989
(p value)	(0.0000)	(0.2117)	(0.0000)	(0.0044)	(0.0122)	(0.0082)	(0.8153)	(0.5074)
γ₂					-0.074638	-0.094547	0.038307	0.019972
p value					(0.2490)	(0.2295)	(0.6765)	(0.8405)
R²	0.029463	0.044349	0.008394	0.006696	0.008699	0.013478	0.043437	0.00675
adj. R²	0.020994	0.03601	-0.000259	-0.001971	0.000049	0.004869	0.03509	-0.001918
SSR	1.903169	1.873977	1.944484	1.947812	1.943886	1.934515	1.875767	1.947708
AIC	-2.990941	-2.986284	-2.976692	-2.972993	-2.967512	-2.963934	-2.992256	-2.972218
SBC	-2.915617	-2.903426	-2.893834	-2.882603	-2.884655	-2.873544	-2.901866	-2.874295
Durbin-Watson	1.934304	1.941195	1.953494	1.926726	1.935254	1.949646	1.96195	1.907058

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Novērtēto EGARCH(p,q) modeļu apkopojums Computacenter datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārtā	1	1	1	1	2	2	2	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(2,3)								
c (p value)	0.000404 (0.8401)	-0.00036 (0.8679)	-0.000566 (0.7834)	-4.27E-04 (0.8335)	0.000606 (0.7604)	-1.12E-05 (0.9958)	-4.31E-04 (0.8392)	-1.53E-04 (0.9425)
a₁ (p value)	0.383951 (0.0000)	0.300825 (0.0000)	0.500878 (0.0000)	0.386201 (0.0000)	0.382181 (0.0000)	0.302459 (0.0000)	0.50121 (0.0000)	0.501495 (0.0000)
a₂ (p value)	-0.990117 (0.0000)	-0.977418 (0.0000)	-0.981493 (0.0000)	-0.990325 (0.0000)	-0.990971 (0.0000)	-0.975191 (0.0000)	-0.981733 (0.0000)	-0.981179 (0.0000)
m₁ (p value)	-0.46229 (0.0000)	-0.409568 (0.0000)	-0.587533 (0.0000)	-0.476266 (0.0000)	-0.471169 (0.0000)	-0.406582 (0.0000)	-0.58742 (0.0000)	-0.591154 (0.0000)
m₂ (p value)	1.021672 (0.0000)	1.023912 (0.0000)	1.033058 (0.0000)	1.027281 (0.0000)	1.026122 (0.0000)	1.022102 (0.0000)	1.033099 (0.0000)	1.035319 (0.0000)
m₃ (p value)	-0.072946 (0.1029)	-0.097875 (0.0183)	-0.081271 (0.1143)	-0.085751 (0.0981)	-0.083421 (0.0588)	-0.093425 (0.0304)	-0.08104 (0.1176)	-0.084602 (0.0957)
Nosacītās dispersijas vienādojums								
ω (p value)	-5.654165 (0.0000)	-1.33E-01 (0.0555)	-0.087079 (0.0543)	-0.141493 (0.0639)	-5.96E+00 (0.0000)	-1.69E-01 (0.0167)	-8.77E-02 (0.0496)	-1.11E-01 (0.1001)
α₁ (p value)	0.579177 (0.0000)	0.083169 (0.0085)	0.353158 (0.0000)	0.384767 (0.0000)	0.579532 (0.0000)	0.101238 (0.0007)	0.352242 (0.0000)	0.332664 (0.0001)
α₂ p value			-0.30498 (0.0002)	-0.318669 (0.0002)			-0.303325 (0.0003)	-0.272258 (0.0047)
β₁ (p value)	0.099429 (0.3378)	0.543186 (0.1440)	0.991313 (0.0000)	0.864523 (0.0000)	0.048542 (0.6637)	0.253948 (0.3853)	0.991337 (0.0000)	0.792353 (0.0037)
β₂ (p value)		0.444757 (0.2286)		0.119907 (0.5443)		0.73036 (0.0121)		0.19657 (0.4642)
γ₁ (p value)	-0.066176 (0.2161)	-0.094344 (0.0002)	-0.063804 (0.0000)	-0.06825 (0.0003)	-0.081326 (0.1281)	-0.027531 (0.4304)	-0.030428 (0.5750)	-0.018234 (0.7224)
γ₂ p value					-0.113698 (0.0314)	-0.095787 (0.0062)	-0.034684 (0.5308)	-0.059172 (0.2742)
R²	0.014215	0.016786	0.009951	0.014558	0.014029	0.017249	0.010065	0.010131
adj. R²	0.005613	0.008207	0.001311	0.005959	0.005425	0.008673	0.001427	0.001493
SSR	1.933069	1.928026	1.941431	1.932396	1.933434	1.92712	1.941207	1.985149
AIC	-2.933498	-2.988345	-2.985774	-2.995113	-2.93639	-2.991299	-2.982871	-2.98081
SBC	-2.858174	-2.905487	-2.902917	-2.904723	-2.853533	-2.90091	-2.892481	-2.882888
Durbin-Watson	2.009929	1.947243	1.990483	1.985097	1.987999	1.957289	1.991669	1.985149

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

GARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, Computacenter*

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
RMSE	0.058119	0.05823	0.058191	0.058197	0.057665	0.058173
MAE	0.041421	0.041756	0.041432	0.041434	0.041306	0.041415
MAPE	101.1673	106.4975	99.3106	99.34517	114.5764	100.2655
TIC	0.954863	0.928053	0.969844	0.978174	0.862509	0.967971

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

**GARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums,
Computacenter***

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
RMSE	0.045724	0.046051	0.046049	0.046051	0.046137	0.04605
MAE	0.032972	0.032613	0.032595	0.032615	0.032536	0.032522
MAPE	111.3123	98.56131	97.3076	98.54116	100.8067	98.93799
TIC	0.919231	0.974302	0.973516	0.974261	0.948055	0.966156

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

**TGARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums,
Computacenter***

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.058061	0.057813	0.058203	0.058203	0.058189	0.058131	0.057835	0.058261
MAE	0.041329	0.041335	0.041441	0.041437	0.04178	0.041394	0.041365	0.041849
MAPE	101.1468	103.69	99.79001	99.23212	108.5137	100.1723	104.1371	108.7426
TIC	0.909591	0.905319	0.958915	0.973378	0.924521	0.957933	0.905058	0.921963

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

**TGARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums,
Computacenter***

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.046868	0.044878	0.046119	0.04614	0.046085	0.04634	0.045095	0.046113
MAE	0.033322	0.031978	0.032769	0.032829	0.032688	0.0331	0.032146	0.032881
MAPE	103.6483	102.9648	99.36539	100.5889	99.37945	107.5555	104.8472	99.79489
TIC	0.960712	0.862726	0.983659	0.984674	0.97963	0.951201	0.87507	0.98432

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

**EGARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums,
Computacenter***

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārtā	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.057923	0.058041	0.058201	0.057936	0.057923	0.058024	0.058197	0.05819
MAE	0.041254	0.041313	0.041439	0.041272	0.041248	0.041303	0.041436	0.031329
MAPE	114.7266	106.2418	99.98848	113.5689	117.469	105.1393	99.97806	99.8993
TIC	0.897864	0.900313	0.970045	0.900246	0.889993	0.905644	0.970789	0.971395

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

**EGARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums,
Computacenter***

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārtā	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.046317	0.046268	0.046137	0.04632	0.04637	0.04622	0.046124	0.046101
MAE	0.03275	0.033181	0.032925	0.032972	0.032755	0.033041	0.032884	0.032803
MAPE	98.0627	104.9383	98.70609	100.7976	101.0448	102.4745	98.18455	97.24778
TIC	0.944815	0.957582	0.977175	0.956452	0.934143	0.95894	0.977783	0.976209

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

6. pielikums. Bechtle AG tabulas

Novērtēto ARMA(p,q) modeļu tabula Bechtle AG datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

AR(p)	1	2	3	0	0	0	1	1	1	2	3	3	2	2	3
MA(q)	0	0	0	1	2	3	1	2	3	1	1	2	2	3	3
c (p value)	0.002876 (0.1351)	0.002751 (0.1650)	0.002763 (0.1798)	0.002839 (0.1397)	0.002843 (0.1527)	0.002842 (0.1661)	0.002879 (0.1406)	0.00288 (0.1413)	0.002874 (0.1589)	0.002748 (0.1668)	0.003651 (0.0728)	0.002827 (0.1581)	0.002801 (0.1698)	0.002609 (0.1782)	0.003639 (0.0672)
a ₁ (p value)	-0.055906 (0.1787)	-0.053108 (0.2019)	-0.053522 (0.2000)				-0.369109 (0.4768)	-0.362681 (0.6437)	-0.488151 (0.4790)	-0.029122 (0.9615)	0.856763 (0.0000)	0.659113 (0.0000)	0.674013 (0.0000)	0.918891 (0.0000)	1.608464 (0.0000)
a ₂ (p value)		0.027381 (0.5103)	0.029189 (0.4839)							0.029554 (0.5791)	0.077276 (0.1599)	-0.854939 (0.0000)	-0.873616 (0.0000)	-0.972121 (0.0000)	-1.508839 (0.0000)
a ₃ (p value)			0.035802 (0.3904)								-0.020189 (0.6285)	-0.02274 (0.5978)			0.818892 (0.0000)
m ₁ (p value)				-0.052631 (0.2052)	-0.056631 (0.1736)	-0.054226 (0.1930)	0.316301 (0.5505)	0.310024 (0.6927)	0.435667 (0.5273)	-0.024061 (0.9683)	-0.917196 (0.0000)	-0.719666 (0.0000)	-0.715208 (0.0000)	-0.978438 (0.0000)	-1.654167 (0.0000)
m ₂ (p value)					0.035909 (0.3880)	0.03406 (0.4138)		0.001366 (0.9828)	0.008678 (0.8813)			0.925572 (0.0000)	0.927254 (0.0000)	1.058518 (0.0000)	1.603208 (0.0000)
m ₃ (p value)						0.031037 (0.4564)			0.049055 (0.2571)					-0.068796 (0.1093)	-0.87287 (0.0000)
R ²	0.003127	0.003749	0.004943	0.002947	0.004157	0.00509	0.004395	0.004395	0.00641	0.003759	0.012065	0.020302	0.019699	0.02127	0.025376
adj. R ²	0.001402	0.000289	-0.000258	0.001225	0.000711	-0.000083	0.000944	-0.00079	-0.000502	-0.001439	0.005169	0.011738	0.012868	0.012729	0.015135
SSR	1.380691	1.37408	1.372202	1.381491	1.379815	1.378522	1.378935	1.378934	1.376144	1.374067	1.36238	1.351022	1.35208	1.349915	1.344024
AIC	-3.19567	-3.195278	-3.191439	-3.196826	-3.194598	-3.192092	-3.193495	-3.190047	-3.188624	-3.191834	-3.195162	-3.200074	-3.20451	-3.202659	-3.201807
SBC	-3.180625	-3.172681	-3.161269	-3.181801	-3.17206	-3.162042	-3.170927	-3.159957	-3.151012	-3.161704	-3.15745	-3.154819	-3.166848	-3.157464	-3.149009
konst. stat.nož.	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē
koef. Stat.nož.	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	jā	jā

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Novērtēto GARCH(p,q) modeļu apkopojums Bechtle AG datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(2,2)						
c (p value)	0.002998 (0.1382)	0.003638 (0.0699)	0.003708 (0.0638)	0.003763 (0.0558)	0.002684 (0.2160)	0.00279 (0.1583)
a₁ (p value)	-0.262459 (0.0000)	-0.266681 (0.0000)	-0.265815 (0.0000)	-0.042368 (0.1986)	0.668436 (0.0000)	-0.219571 (0.0148)
a₂ (p value)	-0.946402 (0.0000)	-0.954807 (0.0000)	-0.953987 (0.0000)	-0.945059 (0.0000)	-0.863348 (0.0000)	-0.82187 (0.0000)
m₁ (p value)	0.276883 (0.0000)	0.27649 (0.0000)	0.27632 (0.0000)	0.04794 (0.1055)	-0.710747 (0.0000)	0.214963 (0.0058)
m₂ (p value)	0.996565 (0.0000)	0.996888 (0.0000)	0.996928 (0.0000)	0.960412 (0.0000)	0.918653 (0.0000)	0.869727 (0.0000)
Nosacītās dispersijas vienādojums						
ω (p value)	0.001899 (0.0000)	0.000278 (0.0315)	0.000297 (0.0311)	0.000219 (0.0689)	0.000352 (0.7610)	0.002327 (0.0000)
α₁ (p value)	0.189998 (0.0001)	0.08262 (0.0003)	0.094599 (0.0017)	0.121585 (0.0039)		0.170412 (0.0001)
α₂ p value				-0.050593 (0.2948)		0.156317 (0.0151)
β₁ (p value)		0.794682 (0.0000)	0.581279 (0.1521)	0.833941 (0.0039)	0.849759 (0.0859)	-0.097591 (0.6426)
β₂ (p value)			0.192793 (0.6022)			-0.220324 (0.1094)
R²	0.022348	0.022699	0.022588	0.012151	0.019646	0.009306
adj. R²	0.015536	0.015889	0.015777	0.005267	0.012814	0.002402
SSR	1.348427	1.347942	1.348096	1.362491	1.352154	1.366415
AIC	-3.234755	-3.255856	-3.253394	-3.246099	-3.198132	-3.244224
SBC	-3.182028	-3.195596	-3.185602	-3.178307	-3.145405	-3.168899
Durbin-Watson	2.126605	2.117705	2.118878	2.117975	2.03572	2.093978

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Novērtēto TGARCH(p,q) modeļu apkopojums Bechtle AG datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(2,2)								
c (p value)	0.002579 (0.2043)	0.002557 (0.2104)	0.004001 (0.0304)	0.002539 (0.2391)	0.002564 (0.1953)	0.002635 (0.1985)	0.003012 (0.1509)	0.002812 (0.1606)
a₁ (p value)	-0.081186 (0.6827)	0.059145 (0.8352)	0.002584 (0.9906)	-0.162157 (0.8693)	-0.233994 (0.0071)	-0.114327 (0.5852)	-0.337512 (0.5731)	-0.035824 (0.4816)
a₂ (p value)	-0.652916 (0.0007)	-0.565513 (0.0746)	0.867873 (0.0000)	0.109292 (0.8518)	-0.822359 (0.0000)	-0.643336 (0.0004)	-0.394546 (0.3078)	-0.919814 (0.0000)
m₁ (p value)	0.095126 (0.6058)	-0.044593 (0.8686)	-0.008894 (0.9679)	0.165627 (0.8666)	0.231749 (0.0011)	0.120163 (0.5337)	0.344855 (0.5593)	0.044923 (0.3255)
m₂ (p value)	0.7101 (0.0001)	0.61268 (0.0431)	-0.874689 (0.0000)	-0.061643 (0.9164)	0.873133 (0.0000)	0.702799 (0.0000)	0.434365 (0.2448)	0.939404 (0.0000)
Nosacītās dispersijas vienādojums								
ω (p value)	0.000625 (0.0000)	6.36E-04 (0.0001)	0.000845 (0.0000)	0.00078 (0.0001)	6.31E-04 (0.0008)	0.000773 (0.0148)	0.000828 (0.0086)	0.001227 (0.0017)
α₁ (p value)	-0.081605 (0.0000)	-0.081471 (0.0000)	0.0661 (0.0000)	-0.083573 (0.0448)	-0.085225 (0.0000)	-0.08385 (0.0000)	-0.085297 (0.0029)	-0.083749 (0.0045)
α₂ p value			0.022984 (0.5570)	0.02027 (0.0001)			0.017841 (0.6420)	-0.010591 (0.8403)
β₁ (p value)	0.645387 (0.0000)	0.494045 (0.0242)	0.522601 (0.0000)	0.48053 (0.5965)	0.645685 (0.0000)	0.346939 (0.4016)	0.539989 (0.0016)	-0.189499 (0.3665)
β₂ (p value)		0.138975 (0.4495)		0.077109 (0.0603)		0.205331 (0.4522)		0.470471 (0.0001)
γ₁ (p value)	0.31833 (0.0000)	0.330832 (0.0000)	0.326901 (0.0000)	0.318899 (0.7192)	0.370249 (0.0000)	0.329748 (0.0000)	0.329378 (0.0000)	0.352525 (0.0000)
γ₂ p value					-0.049008 (0.5680)	0.047863 (0.7074)	0.003841 (0.9747)	0.19436 (0.1225)
R²	0.004246	0.003932	0.00584	-0.001433	0.008755	0.0055	0.002168	0.010594
adj. R²	-0.002693	-0.003009	-0.001088	-0.008412	0.001848	-0.001431	-0.004786	0.003699
SSR	1.373394	1.373827	1.371195	1.381227	1.367175	1.371665	1.376261	1.364639
AIC	-3.27578	-3.268431	-3.261043	-3.254365	-3.27569	-3.268667	-3.257802	-3.265155
SBC	-3.207988	-3.193106	-3.185718	-3.171508	-3.200365	-3.18581	-3.174945	-3.174766
Durbin-Watson	2.131889	2.13475	2.10901	2.116044	2.098296	2.115917	2.122593	2.125226

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Novērtēto EGARCH(p,q) modeļu apkopojums Bechtle AG datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārtā	1	1	1	1	2	2	2	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(2,2)								
c (p value)	0.002956 (0.1449)	0.002501 (0.0960)	0.003327 (0.0481)	3.02E-03 (0.0019)	0.002156 (0.1953)	0.002152 (0.2710)	0.003378 (0.0010)	0.003252 (0.0003)
a ₁ (p value)	-1.007497 (0.5579)	-1.65752 (0.0000)	0.570069 (0.0000)	0.672446 (0.0000)	-1.653252 (0.0000)	-1.935982 (0.0000)	0.679763 (0.0000)	0.738627 (0.2667)
a ₂ (p value)	-0.008667 (0.9960)	-0.965096 (0.0000)	0.361828 (0.0000)	0.305507 (0.0000)	-0.963173 (0.0000)	-0.966605 (0.0000)	0.306018 (0.0000)	0.245484 (0.7055)
m ₁ (p value)	0.997288 (0.5652)	1.679888 (0.0000)	-0.587807 (0.0000)	-0.709393 (0.0000)	1.678352 (0.0000)	1.960802 (0.0000)	-0.72161 (0.0000)	-0.794546 (0.2405)
m ₂ (p value)	-0.002677 (0.9988)	0.997651 (0.0000)	-0.356608 (0.0000)	-0.284588 (0.0000)	0.997103 (0.0000)	0.991003 (0.0000)	-0.27838 (0.0000)	-0.205445 (0.7597)
Nosacītās dispersijas vienādojums								
ω (p value)	-2.114619 (0.0005)	-9.96E-02 (0.0004)	-2.257667 (0.0008)	-2.188041 (0.0010)	-8.46E-01 (0.0116)	-0.414579 (0.0507)	-6.181043 (0.0001)	-4.188595 (0.0096)
α ₁ (p value)	0.188915 (0.0129)	0.222489 (0.0014)	0.141069 (0.0800)	0.127527 (0.0321)	0.168734 (0.0004)	0.089284 (0.0186)	0.194662 (0.0045)	-0.035782 (0.1486)
α ₂ p value			0.064054 (0.4209)	0.21932 (0.0018)			0.231757 (0.0412)	0.223345 (0.0129)
β ₁ (p value)	0.677305 (0.0000)	0.638177 (0.0004)	0.656208 (0.0000)	-9.77E-05 (0.9990)	0.882753 (0.0000)	1.334158 (0.0000)	0.042436 (0.8671)	-0.117308 (0.5503)
β ₂ (p value)		0.015528 (0.7207)		0.686013 (0.0000)		-0.390698 (0.0106)		0.475029 (0.0060)
γ ₁ (p value)	-0.18847 (0.0000)	0.063909 (0.0000)	-0.18361 (0.0000)	-0.180897 (0.0000)	-0.225689 (0.0000)	-0.261647 (0.0000)	-0.166763 (0.0002)	-0.180115 (0.0000)
γ ₂ p value					0.136551 0.0140	0.233332 0.0001	-0.082682 0.2673	-0.064439 0.3703
R ²	0.004694	0.021621	0.00637	0.006184	0.019968	0.017758	0.009104	0.010051
adj. R ²	-0.002242	0.014803	-0.000554	-0.000742	0.013139	0.010913	0.002199	0.003152
SSR	1.372777	1.34943	1.370464	1.370722	1.351709	1.354758	1.366694	1.365388
AIC	-3.249275	-3.273408	-3.248972	-3.251748	-3.27737	-3.269823	-3.235269	-3.243839
SBC	-3.181483	-3.198083	-3.173647	-3.16889	-3.202045	-3.186966	-3.152412	-3.153449
Durbin-Watson	2.079649	2.114794	2.083495	2.040979	2.122359	2.119138	2.036304	2.008348

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

GARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, Bechtle AG*

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
RMSE	0.048742	0.04875	0.048752	0.048565	0.048611	0.0487
MAE	0.035465	0.035445	0.035449	0.035561	0.035361	0.035583
MAPE	110.9828	113.6301	114.097	122.0146	110.4557	112.9367
TIC	0.920259	0.91524	0.913995	0.874667	0.911015	0.9127

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

GARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, Bechtle AG*

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
RMSE	0.034672	0.034639	0.034631	0.034735	0.034873	0.034746
MAE	0.02833	0.028312	0.028305	0.028528	0.02866	0.028474
MAPE	114.3807	120.2046	120.9214	121.7701	113.0536	112.7432
TIC	0.8977709	0.884586	0.882784	0.886755	0.908858	0.907987

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

TGARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, Bechtle AG*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.04869	0.048685	0.048666	0.048844	0.048707	0.04869	0.048738	0.048592
MAE	0.035532	0.035492	0.035392	0.035481	0.035586	0.035534	0.03547	0.035572
MAPE	109.6589	108.1697	116.4412	105.3988	111.5773	109.9523	108.4539	116.4346
TIC	0.920514	0.926225	0.911877	0.948278	0.916729	0.920714	0.933329	0.887193

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

TGARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, Bechtle AG*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.034844	0.034881	0.034767	0.034931	0.034775	0.034837	0.034864	0.034827
MAE	0.028594	0.028632	0.028508	0.028669	0.028491	0.028583	0.028596	0.028604
MAPE	111.6833	111.709	124.0677	111.6183	110.9637	112.0512	115.3406	113.3361
TIC	0.917455	0.919584	0.884507	0.921832	0.913314	0.915947	0.908514	0.911248

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

EGARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, Bechtle AG*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārta	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.048741	0.048548	0.04867	0.048792	0.048539	0.04856	0.048794	0.048791
MAE	0.035489	0.0353	0.035381	0.035449	0.035295	0.035497	0.035438	0.035443
MAPE	114.761	109.1054	112.0842	107.5959	107.2718	108.8568	109.0018	108.5972
TIC	0.914656	0.895873	0.925879	0.943511	0.900862	0.895003	0.94198	0.941926

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

EGARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, Bechtle AG*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārta	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.035065	0.034987	0.034842	0.034897	0.03501	0.035711	0.034831	0.034817
MAE	0.028765	0.02861	0.028563	0.02862	0.028646	0.029147	0.028564	0.028561
MAPE	108.647	107.068	117.1247	113.6767	104.6953	110.4418	118.4411	119.6341
TIC	0.894732	0.907237	0.903218	0.914751	0.922973	0.906393	0.899434	0.895769

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

7. pielikums. IBM tabulas

Novērtēto ARMA(p,q) modeļu tabula IBM datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

AR(p)	1	2	3	0	0	0	1	1	1	2	3	3	2	2	3
MA(q)	0	0	0	1	2	3	1	2	3	1	1	2	2	3	3
c (p value)	0.001251 (0.3657)	0.001333 (0.3405)	0.00135 (0.3199)	0.001165 (0.3996)	0.001163 (0.4080)	0.00117 (0.3861)	0.002274 (0.0000)	0.002286 (0.0000)	0.002184 (0.0002)	0.002288 (0.0000)	0.001878 (0.0862)	0.002311 (0.0000)	0.002296 (0.0000)	0.002311 (0.0000)	0.002193 (0.0007)
a₁ (p value)	-0.027434 (0.5088)	-0.030756 (0.4600)	-0.031322 (0.4531)				0.967513 (0.0000)	0.968539 (0.0000)	0.947551 (0.0000)	0.943909 (0.0000)	0.951124 (0.0000)	0.223551 (0.6986)	0.539844 (0.6179)	0.158643 (0.9400)	0.405323 (0.0000)
a₂ (p value)		0.013372 (0.7475)	0.011443 (0.7837)							0.025035 (0.5448)	0.043203 (0.4514)	0.709119 (0.1911)	0.417159 (0.6909)	0.787456 (0.7004)	-0.429357 (0.0000)
a₃ (p value)			-0.030071 (0.4696)								-0.017072 (0.6484)	0.015424 (0.7318)			0.88083 (0.0000)
m₁ (p value)				-0.026998 (0.5161)	-0.026257 (0.5281)	-0.031127 (0.4547)	-0.996777 (0.0000)	-1.019066 (0.0000)	-0.996239 (0.0000)	-0.996849 (0.0000)	-1.015484 (0.0000)	-0.276429 (0.6315)	-0.594803 (0.5873)	-0.210367 (0.9205)	-0.436598 (0.0000)
m₂ (p value)					0.014171 (0.7334)	0.01552 (0.7094)		0.022206 (0.6011)	0.04165 (0.4791)			-0.719461 (0.2117)	-0.401499 (0.7138)	-0.802565 (0.7114)	0.467293 (0.0000)
m₃ (p value)						-0.03589 (0.3887)			-0.02596 (0.5418)					0.01697 (0.8269)	-0.969737 (0.0000)
R²	0.000756	0.001152	0.002092	0.00074	0.000913	0.002138	0.022575	0.023057	0.022108	0.021125	0.04187	0.022082	0.021595	0.021777	0.066012
adj. R²	-0.000973	-0.002317	-0.003123	-0.000986	-0.002544	-0.00305	0.019187	0.017969	0.015306	0.016018	0.035181	0.013534	0.014776	0.013241	0.056198
SSR	0.676084	0.673727	0.672921	0.678895	0.678777	0.677945	0.661321	0.660995	0.661637	0.660255	0.646097	0.65944	0.659938	0.659815	0.629817
AIC	-3.909692	-3.907993	-3.903984	-3.907279	-3.904009	-3.901794	-3.928322	-3.925366	-3.920948	-3.924738	-3.941201	-3.917299	-3.921763	-3.918495	-3.959801
SBC	-3.894647	-3.885395	-3.873814	-3.892254	-3.881472	-3.871744	-3.905754	-3.895276	-3.883335	-3.8946	-3.903488	-3.872044	-3.884101	-3.873301	-3.907003
konst. stat.nož.	nē	nē	nē	nē	nē	nē	jā	jā	jā	jā	nē	jā	jā	jā	jā
koef. Stat.nož.	nē	nē	nē	nē	nē	nē	jā	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	jā

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Novērtēto GARCH(p,q) modeļu apkopojums IBM datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(3,3)						
c (p value)	0.002623 (0.0000)	0.002514 (0.0000)	0.0026 (0.0000)	0.002481 (0.0000)	0.00242 (0.0000)	0.002494 (0.0000)
a₁ (p value)	-0.226267 (0.0105)	1.08519 (0.0000)	0.063123 (0.3302)	-0.790768 (0.0000)	-0.22127 (0.0000)	0.073078 (0.1959)
a₂ (p value)	0.286342 (0.0003)	-0.918618 (0.0000)	-0.037745 (0.4984)	0.771036 (0.0000)	0.173883 (0.0000)	0.205261 (0.0000)
a₃ (p value)	0.874693 (0.0000)	0.743401 (0.0000)	0.912439 (0.0000)	0.929084 (0.0000)	0.957503 (0.0000)	0.666352 (0.0000)
m₁ (p value)	0.162619 (0.1111)	-1.15979 (0.0000)	-0.097972 (0.1183)	0.770703 (0.0000)	0.185254 (0.0000)	-0.13289 (0.0029)
m₂ (p value)	-0.303708 (0.0005)	0.917271 (0.0000)	0.036096 (0.5181)	-0.819931 (0.0000)	-0.189509 (0.0000)	-0.222589 (0.0000)
m₃ (p value)	-0.858853 (0.0000)	-0.790485 (0.0000)	-0.938041 (0.0000)	-0.950586 (0.0000)	-0.995417 (0.0000)	-0.644448 (0.0000)
Nosacītās dispersijas vienādojums						
ω (p value)	0.000787 (0.0000)	4.83E-05 (0.0014)	7.71E-05 (0.0000)	4.44E-05 (0.0054)	0.000471 (0.9693)	5.09E-05 (0.0016)
α₁ (p value)	0.311554 (0.0000)	0.093079 (0.0000)	0.152959 (0.0000)	0.189175 (0.0000)		0.229135 (0.0000)
α₂ p value				-0.105553 (0.0198)		-0.105963 (0.0236)
β₁ (p value)		0.8593 (0.0000)	0.132487 (0.2373)	0.876805 (0.0000)	0.580413 (0.9575)	0.323053 (0.0087)
β₂ (p value)			0.643799 (0.0000)			0.511272 (0.0000)
R²	0.020744	0.053858	0.028847	0.027457	0.039109	0.019569
adj. R²	0.010454	0.043916	0.018642	0.017237	0.029012	0.009267
SSR	0.660343	0.638013	0.654879	0.655816	0.647959	0.661135
AIC	-4.023208	-4.122991	-4.103316	-4.099543	-3.92454	-4.101763
SBC	-3.955325	-4.047566	-4.020348	-4.016576	-3.856657	-4.011253
Durbin-Watson	1.978943	2.029844	2.029157	2.058051	2.016142	1.985819

*Darba autore aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Novērtēto TGARCH(p,q) modeļu apkopojums IBM datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(3,3)								
c (p value)	0.001617 (0.1433)	0.001881 (0.0681)	0.001577 (0.1556)	0.001463 (0.2001)	0.001547 (0.1605)	0.001746 (0.1251)	0.001562 (0.1565)	0.001871 (0.0959)
a₁ (p value)	1.644269 (0.0000)	0.179536 (0.0000)	0.136118 (0.4740)	-0.104763 (0.8701)	0.002334 (0.9499)	0.128728 (0.3629)	0.041573 (0.8089)	0.21342 (0.0291)
a₂ (p value)	-1.384847 (0.0000)	-0.523853 (0.0000)	-0.509082 (0.0000)	-0.132507 (0.7347)	-0.620607 (0.0000)	-0.549199 (0.0000)	-0.599853 (0.0000)	-0.497074 (0.0000)
a₃ (p value)	0.303793 (0.0000)	0.744711 (0.0000)	0.617808 (0.0001)	0.446149 (0.1776)	0.57752 (0.0228)	0.700905 (0.0000)	0.617706 (0.0002)	0.782513 (0.0000)
m₁ (p value)	-1.684418 (0.0000)	-0.214622 (0.0000)	-0.179201 (0.3447)	0.064912 (0.9212)	-0.030152 (0.0000)	-0.16245 (0.2391)	-0.068105 (0.6939)	-0.240787 (0.0101)
m₂ (p value)	1.444328 (0.0000)	0.5232 (0.0000)	0.511309 (0.0000)	0.123973 (0.7588)	0.627444 (0.0000)	0.556477 (0.0000)	0.610148 (0.0000)	0.509995 (0.0000)
m₃ (p value)	-0.354337 (0.0000)	-0.794355 (0.0000)	-0.614932 (0.0001)	-0.436979 (0.2044)	-0.614261 (0.0000)	-0.741998 (0.0000)	-0.648365 (0.0001)	-0.820318 (0.0000)
Nosacītās dispersijas vienādojums								
ω (p value)	7.17E-05 (0.0000)	9.66E-05 (0.0000)	7.65E-05 (0.0000)	9.07E-05 (0.0000)	8.19E-05 (0.0001)	6.98E-06 (0.3141)	7.22E-05 (0.0001)	6.11E-06 (0.2350)
α₁ (p value)	-0.030161 (0.1198)	-0.020355 (0.5170)	-0.01132 (0.8213)	-0.011113 (0.8022)	-0.030357 (0.1383)	0.001248 (0.8460)	-0.029308 (0.5329)	-0.044676 (0.0411)
α₂ p value			-0.032689 (0.4301)	-0.035332 (0.2133)			-0.005142 (0.9055)	0.046964 (0.0382)
β₁ (p value)	0.815442 (0.0000)	0.511527 (0.0044)	0.816949 (0.0000)	0.477925 (0.0012)	0.796425 (0.0000)	1.596358 (0.0000)	0.819448 (0.0000)	1.64789 (0.0000)
β₂ (p value)		0.244387 (0.1259)		0.301922 (0.0219)		-0.618231 (0.0000)		-0.667461 (0.0000)
γ₁ (p value)	0.315061 (0.0000)	0.35033 (0.0000)	0.322932 (0.0000)	0.375553 (0.0000)	0.344412 (0.0000)	0.360995 (0.0000)	0.387276 (0.0000)	0.374246 (0.0000)
γ₂ p value					-0.015367 (0.8457)	-0.332367 (0.0000)	-0.079768 (0.3750)	-0.351002 (0.0000)
R²	0.022249	0.043613	0.016516	0.003577	0.04118	0.042307	0.040203	0.044896
adj. R²	0.011975	0.033563	0.006181	-0.006894	0.031105	0.032243	0.030118	0.03486
SSR	0.659328	0.644922	0.663194	0.67192	0.646562	0.645803	0.647221	0.644057
AIC	-4.144567	-4.157311	-4.142946	-4.129289	-4.159537	-4.163204	-4.157766	-4.166363
SBC	-4.0616	-4.066801	-4.052436	-4.031236	-4.069026	-4.065151	-4.059713	-4.060768
Durbin-Watson	2.014259	1.97865	1.972837	1.988493	1.987647	1.979851	1.992052	1.996092

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Novērtēto EGARCH(p,q) modeļu apkopojums IBM datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārtā	1	1	1	1	2	2	2	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(3,3)								
c (p value)	0.002211 (0.0000)	0.00254 (0.0000)	0.002358 (0.0016)	2.40E-03 (0.0001)	0.002438 (0.0000)	0.002684 (0.0000)	9.57E-04 (0.4280)	2.18E-03 (0.0010)
a₁ (p value)	0.604809 (0.0000)	0.611698 (0.0000)	0.486552 (0.0029)	0.775546 (0.0000)	0.146958 (0.0019)	-0.18496 (0.0646)	1.595544 (0.0000)	0.839449 (0.0000)
a₂ (p value)	0.325221 (0.0000)	0.030943 (0.5444)	0.189852 (0.2153)	0.333858 (0.1618)	0.798738 (0.0000)	0.258304 (0.0051)	-0.65205 (0.0000)	0.093455 (0.1180)
a₃ (p value)	0.053886 (0.2540)	0.33629 (0.0000)	0.302088 (0.0000)	-0.122626 (0.5591)	0.032312 (0.4956)	0.892992 (0.0000)	-0.164167 (0.0004)	0.054078 (0.2281)
m₁ (p value)	-0.654176 (0.0000)	-0.667141 (0.0000)	-0.538946 (0.0005)	-0.815657 (0.0000)	-0.210823 (0.0000)	0.147114 (0.1972)	-1.659062 (0.0000)	-0.866663 (0.0000)
m₂ (p value)	-0.329136 (0.0000)	0.001646 (0.0000)	-0.17269 (0.2594)	-0.300745 (0.1999)	-0.795211 (0.0000)	-0.271307 (0.0073)	0.734924 (0.0000)	-0.08377 (0.0000)
m₃ (p value)	-0.014094 (0.0985)	-0.331723 (0.0000)	-0.283862 (0.0000)	0.120143 (0.5622)	0.008025 (0.0000)	-0.875745 (0.0000)	0.142758 (0.0000)	-0.046085 (0.0000)
Nosacītās dispersijas vienādojums								
ω (p value)	-0.810608 (0.0000)	-6.94E-01 (0.0000)	-0.589689 (0.0001)	-0.641884 (0.0002)	-5.30E-01 (0.0006)	-9.60E-01 (0.0000)	-4.05E-01 (0.0000)	-1.17E+00 (0.0001)
α₁ (p value)	0.19932 (0.0002)	0.237615 (0.0001)	0.270343 (0.0001)	0.294864 (0.0003)	0.15289 (0.0019)	0.283861 (0.0001)	0.242914 (0.0023)	0.217044 (0.0006)
α₂ p value			-0.114664 (0.1114)	-0.086262 (0.3053)			-0.11777 (0.1401)	0.078395 (0.3174)
β₁ (p value)	0.906171 (0.0000)	0.401166 (0.0001)	0.932917 (0.0000)	0.46799 (0.0001)	0.941595 (0.0000)	0.236117 (0.1416)	0.955566 (0.0000)	0.068987 (0.5105)
β₂ (p value)		0.526326 (0.0000)		0.463319 (0.0001)		0.657983 (0.0000)		0.796703 (0.0000)
γ₁ (p value)	-0.211618 (0.0000)	-0.232867 (0.0000)	-0.187371 (0.0000)	-0.233909 (0.0000)	-0.229276 (0.0000)	-0.199403 (0.0000)	-0.259194 (0.0000)	-0.165232 (0.0002)
γ₂ p value					0.072279 (0.2004)	-0.111551 (0.0501)	0.113545 (0.0676)	-0.198937 (0.0000)
R²	0.010521	0.014531	0.012963	0.013485	0.01369	0.016347	0.022351	0.010892
adj. R²	0.000124	0.004176	0.002591	0.003119	0.003326	0.006011	0.012078	0.000498
SSR	0.667237	0.664532	0.66559	0.665238	0.6651	0.663308	0.659259	0.666987
AIC	-4.133166	-4.141066	-4.135113	-4.13865	-4.131748	-4.143081	-4.144516	-4.129152
SBC	-4.050198	-4.050556	-4.044603	-4.040597	-4.041237	-4.045029	-4.046464	-4.023557
Durbin-Watson	1.987725	1.980132	1.984303	2.007499	1.959996	2.017291	1.975818	2.030497

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

GARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, IBM*

ARCH	1	1	2	0	2
GARCH	0	2	1	1	2
RMSE	0.034041	0.033944	0.033947	0.034018	0.034045
MAE	0.023856	0.023794	0.023802	0.023908	0.023865
MAPE	130.5064	130.265	129.84	137.1545	128.5918
TIC	0.907439	0.88485	0.893185	0.889768	0.915531

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

GARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, IBM*

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
RMSE	0.026063	0.026137	0.02609	0.026192	0.026054	0.026122
MAE	0.018724	0.018696	0.018684	0.018827	0.018779	0.018688
MAPE	113.2893	112.6879	113.0383	109.5105	116.9925	112.4956
TIC	0.922582	0.919858	0.922307	0.932639	0.898523	0.920157

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

TGARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, IBM*

ARCH	1	1	2	2	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2
RMSE	0.033787	0.033653	0.03385	0.034118	0.033698	0.033695	0.033653
MAE	0.023646	0.023663	0.023817	0.023968	0.023724	0.02372	0.023676
MAPE	119.029	127.5	118.3859	116.78	124.8143	125.3043	128.5593
TIC	0.85503	0.845902	0.901028	0.950914	0.848482	0.848562	0.839691

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

TGARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, IBM*

ARCH	1	1	2	2	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2
RMSE	0.026037	0.025884	0.025878	0.025969	0.02582	0.025718	0.0258
MAE	0.018728	0.018578	0.018669	0.018648	0.018555	0.018549	0.01857
MAPE	109.5638	111.3111	107.7551	104.7418	110.0811	115.1129	115.2996
TIC	0.942869	0.891444	0.939735	0.95147	0.892089	0.881909	0.875766

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

EGARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, IBM*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārta	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.034081	0.034066	0.034071	0.034061	0.034063	0.034074	0.034119	0.034081
MAE	0.023934	0.023903	0.023905	0.023904	0.023902	0.023908	0.023916	0.02393
MAPE	121.4287	125.5467	122.7334	123.6069	124.4699	125.8344	110.4324	120.1519
TIC	0.944896	0.93186	0.935984	0.935184	0.932589	0.927927	0.933537	0.945089

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

EGARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, IBM*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārta	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.026006	0.026084	0.026018	0.026042	0.026096	0.026058	0.026019	0.025984
MAE	0.018681	0.018693	0.018684	0.018685	0.018693	0.01871	0.018583	0.018674
MAPE	107.1032	111.1364	107.9797	109.1567	111.4064	111.8863	103.7348	106.1236
TIC	0.944427	0.927401	0.940894	0.935662	0.925845	0.924981	0.947281	0.948442

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

8. pielikums. Xerox tabulas

Novērtēto ARMA(p,q) modeļu tabula Xerox datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

AR(p)	1	2	3	0	0	0	1	1	1	2	3	3	2	2	3
MA(q)	0	0	0	1	2	3	1	2	3	1	1	2	2	3	3
c (p value)	-0.000116 (0.9573)	-2.949641 (0.9455)	-0.00035 (0.8740)	-0.00012 (0.9560)	-0.000115 (0.9604)	-0.000129 (0.9532)	-0.000111 (0.9600)	-0.000115 (0.9602)	-0.000253 (0.8997)	-0.000216 (0.9255)	-0.00034 (0.8788)	-0.000362 (0.8688)	-0.000264 (0.9086)	-0.000225 (0.9167)	-0.000241 (0.9138)
a₁ (p value)	-0.047088 (0.2575)	-0.044401 (0.2862)	-0.043743 (0.2928)				-0.776275 (0.0004)	-0.340014 (0.5280)	0.686193 (0.0555)	0.152688 (0.8067)	-0.12546 (0.7669)	-0.359557 (0.0000)	-0.296499 (0.0000)	0.545156 (0.0133)	-0.11937 (0.6765)
a₂ (p value)		0.056326 (0.1762)	0.054572 (0.1892)							0.054604 (0.2541)	0.051077 (0.2653)	-0.908339 (0.0000)	-0.883863 (0.0000)	-0.658369 (0.0002)	-0.337933 (0.1117)
a₃ (p value)			-0.040994 (0.3241)									-0.033666 (0.4882)	-0.043771 (0.2865)		-0.44221 (0.0559)
m₁ (p value)				-0.042469 (0.3068)	-0.039313 (0.3442)	-0.044568 (0.2842)	0.729478 (0.0021)	0.298386 (0.5794)	-0.729941 (0.0417)	-0.198331 (0.7511)	0.082318 (0.8465)	0.31426 (0.0000)	0.29277 (0.0000)	-0.590258 (0.0081)	0.077979 (0.7923)
m₂ (p value)					0.057504 (0.1667)	0.061149 (0.1416)		0.051254 (0.3363)	0.086386 (0.1067)			0.950949 (0.0000)	0.943041 (0.0000)	0.717227 (0.0001)	0.393797 (0.0667)
m₃ (p value)						-0.051045 (0.2201)			-0.081538 (0.0502)					-0.071473 (0.0936)	0.391506 (0.1108)
R²	0.002217	0.005381	0.007272	0.001996	0.005121	0.007613	0.006794	0.006323	0.009026	0.005339	0.007378	0.042508	0.045654	0.020434	0.017334
adj. R²	0.000491	0.001928	0.002084	0.000272	0.001678	0.002453	0.003351	0.001147	0.002132	0.000149	0.000449	0.034138	0.039003	0.011886	0.007008
SSR	1.739449	1.733305	1.717231	1.73984	1.734392	1.730048	1.73147	1.732292	1.72758	1.73338	1.717047	1.65628	1.663123	1.707073	1.699825
AIC	-2.964686	-2.963032	-2.967143	-2.966196	-2.96589	-2.964955	-2.965835	-2.961913	-2.961188	-2.959535	-2.96379	-2.996362	-2.997457	-2.96792	-2.96695
SBC	-2.949641	-2.940435	-2.936973	-2.951171	-2.943352	-2.934905	-2.943268	-2.931823	-2.923576	-2.9294	-2.926077	-2.951106	-2.959795	-2.922725	-2.914152
konst. stat.noz.	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē
koef. Stat.noz.	nē	nē	nē	nē	nē	nē	jā	nē	nē	nē	nē	nē	jā	nē	nē

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Novērtēto GARCH(p,q) modeļu apkopojums Xerox datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(2,2)						
c (p value)	0.002688 (0.1256)	0.001394 (0.3982)	0.00063 (0.6446)	0.001262 (0.4929)	-7.71E-07 (0.9997)	0.00111 (0.5387)
a₁ (p value)	0.795697 (0.0000)	1.671068 (0.0000)	1.382433 (0.0000)	-0.256375 (0.6918)	-0.305011 (0.0000)	1.600941 (0.0000)
a₂ (p value)	-0.942843 (0.0000)	-0.952785 (0.0000)	-0.44274 (0.0000)	-0.065086 (0.9324)	-0.868789 (0.0000)	-0.956144 (0.0000)
m₁ (p value)	-0.820376 (0.0000)	-1.707063 (0.0000)	-1.354328 (0.0000)	0.266209 (0.6745)	0.299511 (0.0000)	-1.633315 (0.0000)
m₂ (p value)	0.978943 (0.0000)	0.992859 (0.0000)	0.399741 (0.0000)	0.107558 (0.8887)	0.935101 (0.0000)	0.995759 (0.0000)
Nosacītās dispersijas vienādojums						
ω (p value)	0.001392 (0.0000)	8.81E-05 (0.0000)	0.000348 (0.0000)	3.65E-05 (0.0010)	0.005527 (0.0000)	1.24E-05 (0.0619)
α₁ (p value)	0.595387 (0.0000)	0.115229 (0.0000)	0.303825 (0.0000)	0.274404 (0.0000)		0.276835 (0.0000)
α₂ p value				0.274404 (0.0000)		-0.259678 (0.0000)
β₁ (p value)		0.846339 (0.0000)	-0.052745 (0.0518)	0.93564 (0.0000)	-0.952824 (0.0000)	1.305223 (0.0000)
β₂ (p value)			0.609124 (0.0000)			-0.329457 (0.0183)
R²	0.013847	0.037774	-0.001379	0.0029	0.045102	0.031028
adj. R²	0.006975	0.031069	-0.008357	-0.004049	0.038447	0.024275
SSR	1.718552	1.676855	1.745086	1.73763	1.664085	1.688612
AIC	-3.235397	-3.32627	-3.3302	-3.318523	-2.999489	-3.346569
SBC	-3.182669	-3.26601	-3.262407	-3.250731	-2.946762	-3.271244
Durbin-Watson	2.042769	2.084619	2.152022	2.102243	2.077625	2.071768

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Novērtēto TGARCH(p,q) modeļu apkopojums Xerox datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(2,2)								
c (p value)	-1.04E-05 (0.9952)	6.39E-05 (0.9700)	0.001343 (0.4419)	0.000146 (0.9301)	-0.000263 (0.8839)	-0.000127 (0.9345)	0.000135 (0.9389)	-0.000125 (0.9454)
a₁ (p value)	1.056917 (0.0000)	0.669501 (0.0000)	-0.982575 (0.0000)	0.659253 (0.0000)	-1.080625 (0.0000)	0.027762 (0.0000)	1.054075 (0.0000)	-1.080994 (0.0000)
a₂ (p value)	-0.9691 (0.0000)	-0.67046 (0.0000)	-0.90682 (0.0000)	-0.674173 (0.0000)	-0.947237 (0.0000)	-0.979066 (0.0000)	-0.973822 (0.0000)	-0.953975 (0.0000)
m₁ (p value)	-1.05073 (0.0000)	-0.63669 (0.0000)	1.000512 (0.0000)	-0.630314 (0.0000)	1.104059 (0.0000)	-0.016606 (0.0000)	-1.05313 (0.0000)	1.10353 (0.0000)
m₂ (p value)	0.989975 (0.0000)	0.690887 (0.0000)	0.947655 (0.0000)	0.692394 (0.0000)	0.988121 (0.0000)	0.994803 (0.0000)	0.99369 (0.0000)	0.989497 (0.0000)
Nosacītās dispersijas vienādojums								
ω (p value)	8.93E-05 (0.0000)	2.56E-04 (0.0000)	5.66E-05 (0.0005)	0.00026 (0.0000)	2.58E-05 (0.0000)	3.31E-04 (0.0000)	4.64E-05 (0.0007)	1.22E-05 (0.0164)
α₁ (p value)	0.034871 (0.0924)	0.157656 (0.0000)	0.256294 (0.0000)	0.169788 (0.0000)	0.002284 (0.0000)	0.154989 (0.0000)	0.117585 (0.0008)	0.074141 (0.1305)
α₂ p value			-0.224212 (0.0000)	0.017228 (0.5469)			-0.105827 (0.0087)	-0.072039 (0.1473)
β₁ (p value)	0.851614 (0.0000)	-0.040935 (0.0000)	0.91785 (0.0000)	-0.051433 (0.0900)	0.951087 (0.0000)	-0.09603 (0.0015)	0.925625 (0.0000)	1.327938 (0.0000)
β₂ (p value)		0.675143 (0.0000)		0.662394 (0.0000)		0.633444 (0.0000)		-0.350652 (0.0328)
γ₁ (p value)	0.144663 (0.0001)	0.244857 (0.0033)	0.037777 (0.0802)	0.237054 (0.0066)	0.374957 (0.0002)	0.262709 (0.0006)	0.302178 (0.0052)	0.308602 (0.0045)
γ₂ p value					-0.318355 (0.0009)	0.097555 (0.0986)	-0.227686 (0.0194)	-0.284537 (0.0065)
R²	0.012177	0.012235	0.010971	0.013032	0.034509	0.020615	0.01418	0.032191
adj. R²	0.005293	0.005352	0.004078	0.006154	0.027781	0.01379	0.00731	0.025447
SSR	1.721463	1.72136	1.723565	1.719973	1.682545	1.706757	1.717972	1.686584
AIC	-3.336259	-3.363399	-3.323542	-3.360869	-3.351183	-3.365125	-3.348255	-3.356019
SBC	-3.268467	-3.288075	-3.248218	-3.278012	-3.275858	-3.282268	-3.265398	-3.26563
Durbin-Watson	2.113091	2.162545	2.094107	2.155917	2.094027	2.111167	2.105417	2.09503

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Novērtēto EGARCH(p,q) modeļu apkopojums Xerox datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārta	1	1	1	1	2	2	2	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(2,2)								
c (p value)	-0.000625 (0.7293)	-0.000555 (0.7504)	0.000135 (0.9395)	-4.21E-04 (0.8156)	-0.000192 (0.9127)	-5.85E-05 (0.9726)	-3.48E-04 (0.8318)	1.45E-04 (0.9096)
a₁ (p value)	1.056219 (0.0000)	1.052046 (0.0000)	0.461278 (0.0000)	0.492516 (0.0000)	0.45813 (0.0000)	1.050938 (0.0000)	1.059449 (0.0000)	1.055191 (0.0000)
a₂ (p value)	-0.969075 (0.0000)	-0.970731 (0.0000)	-0.96502 (0.0000)	-0.986006 (0.0000)	-0.962608 (0.0000)	-0.973422 (0.0000)	-0.970699 (0.0000)	-0.971564 (0.0000)
m₁ (p value)	-1.052006 (0.0000)	-1.052685 (0.0000)	-0.467604 (0.0000)	-0.489136 (0.0000)	-0.463317 (0.0000)	-1.052283 (0.0000)	-1.052198 (0.0000)	-1.052453 (0.0000)
m₂ (p value)	0.990923 (0.0000)	0.992997 (0.0000)	0.981422 (0.0000)	0.9968 (0.0000)	0.977266 (0.0000)	0.992578 (0.0000)	0.988059 (0.0000)	0.992213 (0.0000)
Nosacītās dispersijas vienādojums								
ω (p value)	-0.279203 (0.0000)	-4.54E-01 (0.0000)	-0.227427 (0.0000)	-0.392044 (0.0000)	-2.44E-01 (0.0000)	-4.82E-01 (0.0000)	-2.39E-01 (0.0000)	-5.60E-01 (0.0000)
α₁ (p value)	0.132727 (0.0000)	0.222436 (0.0000)	0.239081 (0.0001)	0.255557 (0.0000)	0.135702 (0.0000)	0.192219 (0.0000)	0.209324 (0.0007)	0.183024 (0.0000)
α₂ p value			-0.12456 (0.0857)	-0.06559 (0.2657)			-0.091554 (0.2089)	0.073031 (0.0181)
β₁ (p value)	-0.131928 (0.0000)	0.333049 (0.0214)	0.977766 (0.0000)	0.326841 (0.0067)	0.977584 (0.0000)	0.646086 (0.0662)	0.976301 (0.0000)	-0.018474 (0.1045)
β₂ (p value)		0.621591 (0.0000)		0.633976 (0.0000)		0.297149 (0.0000)		0.962781 (0.0000)
γ₁ (p value)	0.971506 (0.0000)	-0.201381 (0.0000)	-0.106366 (0.0000)	-0.175854 (0.0000)	-0.236828 (0.0000)	-0.176677 (0.0000)	-0.213927 (0.0000)	-0.17474 (0.0000)
γ₂ p value					0.122464 (0.0003)	0.052857 (0.0054)	0.092657 (0.0142)	-0.099982 (0.0000)
R²	0.011978	0.013668	0.010499	0.011579	0.012246	0.015218	0.013044	0.013276
adj. R²	0.005093	0.006795	0.003603	0.004691	0.005363	0.008356	0.006167	0.0064
SSR	1.72181	1.718864	1.724387	1.722505	1.721342	1.716162	1.719951	1.719547
AIC	-3.356547	-3.362178	-3.340686	-3.340587	-3.34473	-3.369034	-3.356232	-3.39658
SBC	-3.288754	-3.286853	-3.265362	-3.257729	-3.269405	-3.286177	-3.273375	-3.30619
Durbin-Watson	2.108724	2.101458	2.083199	2.102043	2.086956	2.102536	2.116555	2.107657

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

GARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, Xerox*

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
RMSE	0.0545	0.054333	0.054839	0.054869	0.054163	0.054442
MAE	0.035873	0.036057	0.036208	0.036242	0.035892	0.03618
MAPE	110.0057	109.6132	98.9311	100.225	103.3165	109.3217
TIC	0.873368	0.850278	0.973152	0.977394	0.857397	0.890207

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

GARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, Xerox*

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
RMSE	0.030867	0.031077	0.031091	0.030902	0.031204	0.030919
MAE	0.023832	0.024161	0.02423	0.024012	0.024423	0.024071
MAPE	98.71126	96.42501	98.39068	97.64591	99.41668	106.6824
TIC	0.898498	0.899145	0.976371	0.954384	0.982949	0.869948

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

TGARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, Xerox*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.054564	0.054473	0.054743	0.05447	0.054553	0.054652	0.054601	0.054544
MAE	0.03631	0.035941	0.036232	0.035933	0.036262	0.036338	0.036305	0.036234
MAPE	107.4502	98.90596	106.2634	98.84774	107.2203	115.3067	107.4827	106.8162
TIC	0.899613	0.914988	0.907603	0.914488	0.898118	0.896952	0.901337	0.903551

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

TGARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, Xerox*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.031041	0.031067	0.030958	0.031056	0.031159	0.031081	0.030957	0.031104
MAE	0.024275	0.024264	0.024083	0.024246	0.02434	0.02424	0.024223	0.024277
MAPE	97.20321	98.07729	99.69576	98.03605	97.33006	95.36003	96.34851	97.48931
TIC	0.961035	0.99084	0.936679	0.990142	0.985329	0.950441	0.945066	0.983738

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

EGARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, Xerox*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārtā	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.0546	0.0546	0.0546	0.0547	0.0546	0.0546	0.0546	0.0546
MAE	0.0363	0.0363	0.0363	0.0364	0.0363	0.0363	0.0363	0.0363
MAPE	107.2238	106.3063	108.4823	110.8216	109.1119	106.0573	107.4117	107.3920
TIC	0.8994	0.9006	0.9123	0.9336	0.9066	0.9051	0.9040	0.9008

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

EGARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, Xerox*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārtā	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.031142	0.0311	0.031186	0.030868	0.031177	0.031031	0.031159	0.030975
MAE	0.024428	0.024408	0.024391	0.023965	0.024388	0.024286	0.024409	0.024226
MAPE	98.50736	98.05713	99.89216	96.76047	98.80938	96.75131	99.76263	96.56062
TIC	0.95039	0.950105	0.975793	0.909982	0.976664	0.962485	0.950438	0.948844

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

9. pielikums. Computer Science Corporation tabulas

Novērtēto ARMA(p,q) modeļu tabula Computer Science Corporation datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

AR(p)	1	2	3	0	0	0	1	1	1	2	3	3	2	2	3
MA(q)	0	0	0	1	2	3	1	2	3	1	1	2	2	3	3
c (p value)	0.000237 (0.9079)	0.00026 (0.8998)	0.00017 (0.9337)	2.32E-05 (0.9910)	2.13E-05 (0.9918)	2.26E-05 (0.9912)	0.00025 (0.9032)	0.000246 (0.9054)	0.000254 (0.9005)	0.000238 (0.9072)	5.93E-05 (0.9749)	4.95E-05 (0.9253)	0.000208 (0.9152)	0.000185 (0.9295)	0.000222 (0.9149)
a ₁ (p value)	0.039422 (0.3408)	0.038183 (0.3598)	0.03869 (0.3539)				0.095144 (0.8028)	0.07622 (0.8509)	0.129018 (0.7501)	-0.741422 (0.0236)	0.721296 (0.0757)	0.241547 (0.4758)	0.680983 (0.0000)	-0.266331 (0.0000)	0.9203 (0.2599)
a ₂ (p value)		0.004465 (0.9143)	0.009313 (0.8235)							0.024476 (0.5861)	-0.016823 (0.7560)	0.754992 (0.0312)	-0.981017 (0.0000)	-0.94303 (0.0000)	-1.108656 (0.0530)
a ₃ (p value)			-0.016772 (0.6865)								-0.037121 (0.3977)	-0.039799 (0.3875)			0.211099 (0.7863)
m ₁ (p value)				0.039728 (0.3391)	0.04025 (0.3336)	0.03896 (0.3497)	-0.056319 (0.8834)	-0.03761 (0.9265)	-0.092015 (0.8212)	0.782051 (0.0167)	-0.68492 (0.0907)	-0.209213 (0.5352)	-0.687774 (0.0000)	0.309677 (0.0000)	-0.88865 (0.2809)
m ₂ (p value)					0.008124 (0.8452)	0.006882 (0.8689)		0.008221 (0.8538)	0.005742 (0.8975)			-0.786913 (0.0201)	0.994609 (0.0000)	1.008512 (0.0000)	1.095819 (0.0617)
m ₃ (p value)						-0.013016 (0.7548)			-0.018287 (0.6628)					0.061104 (0.1607)	-0.170758 (0.8307)
R ²	0.00157	0.001492	0.001878	0.001567	0.001625	0.001784	0.00164	0.001693	0.001968	0.004722	0.003706	0.013316	0.030587	0.037516	0.025261
adj. R ²	-0.000158	-0.001975	-0.003339	-0.000157	-0.00183	-0.003406	-0.00182	-0.003507	-0.004975	-0.00047	-0.003249	0.004691	0.023831	0.029117	0.015018
SSR	1.297258	1.297087	1.294457	1.310485	1.310408	1.3102	1.297166	1.297098	1.29674	1.29289	1.292086	1.279622	1.259292	1.250291	1.264132
AIC	-3.258002	-3.252942	-3.249765	-3.249592	-3.246208	-3.242924	-3.254624	-3.251228	-3.248056	-3.252728	-3.248138	-3.25437	-3.275605	-3.279324	-3.26309
SBC	-3.242957	-3.230344	-3.219595	-3.234567	-3.22367	-3.212875	-3.232057	-3.221139	-3.210444	-3.222598	-3.210425	-3.209115	-3.237943	-3.234129	-3.210292
konst. stat.noz.	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē
koef. Stat.noz.	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	jā	nē	nē

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

**Novērtēto GARCH(p,q) modeļu apkopojums Computer Science Corporation datiem (01.01.2002
– 25.02.2013)***

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(2,2)						
c (p value)	0.000619 (0.7531)	0.000542 (0.7752)	0.00079 (0.6566)	0.000737 (0.6837)	0.000207 (0.9178)	0.000738 (0.6834)
a₁ (p value)	-0.546854 (0.0000)	-0.233139 (0.0000)	0.500649 (0.0000)	1.707188 (0.0000)	-0.261397 (0.0000)	1.707189 (0.0000)
a₂ (p value)	-0.977338 (0.0000)	-0.944607 (0.0000)	-0.951629 (0.0000)	-0.977766 (0.0000)	-0.942537 (0.0000)	-0.97779 (0.0000)
m₁ (p value)	0.567035 (0.0000)	0.235811 (0.0000)	-0.50881 (0.0000)	-1.723534 (0.0000)	0.249138 (0.0000)	-1.72352 (0.0000)
m₂ (p value)	0.994702 (0.0000)	0.993299 (0.0000)	0.970717 (0.0000)	0.994214 (0.0000)	0.993354 (0.0000)	0.994205 (0.0000)
Nosacītās dispersijas vienādojums						
ω (p value)	0.001872 (0.0000)	5.70E-05 (0.0005)	9.89E-05 (0.0011)	3.25E-05 (0.0045)	0.000962 (0.9796)	3.22E-05 (0.0375)
α₁ (p value)	0.133106 (0.0004)	0.053894 (0.0000)	0.11791 (0.0000)	0.181567 (0.0000)		0.181438 (0.0000)
α₂ p value				-0.137649 (0.0005)		-0.137968 (0.0010)
β₁ (p value)		0.919848 (0.0000)	0.336038 (0.1941)	0.941374 (0.0000)	0.556084 (0.9745)	0.948958 (0.0003)
β₂ (p value)			0.505385 (0.0425)			-0.00702 (0.9770)
R²	0.047744	0.031614	0.004197	0.016281	0.034293	0.01628
adj. R²	0.041108	0.024866	-0.002743	0.009426	0.027564	0.009424
SSR	1.237004	1.257957	1.293573	1.277875	1.254477	1.277877
AIC	-3.3037	-3.351756	-3.344323	-3.357096	-3.272574	-3.353643
SBC	-3.250973	-3.291496	-3.276531	-3.289304	-3.219847	-3.278318
Durbin-Watson	1.931511	1.922472	1.909141	1.916323	1.892499	1.916343

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

**Novērtēto TGARCH(p,q) modeļu apkopojums Computer Science Corporation datiem
(01.01.2002 – 25.02.2013)***

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(2,2)								
c (p value)	0.000198 (0.9189)	0.000123 (0.9491)	-0.000273 (0.6907)	-0.000249 (0.8022)	0.000302 (0.4469)	-0.001436 (0.0061)	-0.001225 (0.4893)	-0.000263 (0.8518)
a₁ (p value)	0.621698 (0.0000)	0.590718 (0.0000)	1.924162 (0.0000)	1.427696 (0.0000)	0.769312 (0.0000)	-0.210041 (0.0000)	1.363568 (0.0000)	1.72004 (0.0000)
a₂ (p value)	-0.860611 (0.0000)	-0.842749 (0.0000)	-0.984755 (0.0000)	-0.560412 (0.0004)	0.189928 (0.0003)	-0.901479 (0.0000)	-0.958431 (0.0000)	-0.965137 (0.0000)
m₁ (p value)	-0.604591 (0.0000)	-0.576104 (0.0000)	-1.930388 (0.0000)	-1.403956 (0.0000)	-0.786857 (0.0000)	0.207297 (0.0000)	-1.348234 (0.0000)	-1.734082 (0.0000)
m₂ (p value)	0.863553 (0.0000)	0.847855 (0.0000)	0.988926 (0.0000)	0.523122 (0.0020)	-0.210511 (0.0000)	0.940326 (0.0000)	0.930201 (0.0000)	0.978017 (0.0000)
Nosacītās dispersijas vienādojums								
ω (p value)	4.89E-05 (0.0001)	7.81E-05 (0.0004)	5.51E-06 (0.0000)	2.95E-06 (0.3440)	5.85E-05 (0.0205)	-3.45E-07 (0.5803)	-1.35E-06 (0.0046)	3.53E-06 (0.2145)
α₁ (p value)	-0.001561 (0.8557)	-0.002308 (0.8695)	0.092401 (0.0000)	0.091382 (0.0000)	-0.00355 (0.7198)	-0.017853 (0.0000)	0.000724 (0.8843)	0.05635 (0.2535)
α₂ p value			-0.135793 (0.0000)	-0.125274 (0.0000)			-0.02991 (0.0000)	-0.083153 (0.1156)
β₁ (p value)	0.940256 (0.0000)	0.23307 (0.2451)	1.008501 (0.0000)	1.066419 (0.0000)	0.934144 (0.0000)	1.245509 (0.0000)	1.005151 (0.0000)	1.243689 (0.0000)
β₂ (p value)		0.670248 (0.0006)		-0.06121 (0.2170)		-0.332392 (0.0000)		-0.239542 (0.2927)
γ₁ (p value)	0.069642 (0.0000)	0.112586 (0.0000)	0.058711 (0.0000)	0.049257 (0.0000)	0.197724 (0.0002)	0.169544 (0.0000)	0.179243 (0.0000)	0.10024 (0.0966)
γ₂ p value					-0.131063 (0.0165)	-0.140765 (0.0000)	-0.133972 (0.0000)	-0.062327 (0.3204)
R²	0.017053	0.016029	0.008023	0.002636	0.004939	0.015101	0.002569	0.020656
adj. R²	0.010203	0.009172	0.00111	-0.004315	-0.001995	0.008238	-0.004382	0.013831
SSR	1.276872	1.278202	1.288603	1.295601	1.292609	1.279408	1.295688	1.272192
AIC	-3.353616	-3.35625	-3.419527	-3.395362	-3.375504	-3.380747	-3.382723	-3.410563
SBC	-3.285824	-3.280925	-3.344202	-3.312505	-3.30018	-3.29789	-3.299865	-3.320174
Durbin-Watson	1.965137	1.959436	1.922859	1.971277	1.896134	1.915111	1.951964	1.929717

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

**Novērtēto EGARCH(p,q) modeļu apkopojums Computer Science Corporation datiem
(01.01.2002 – 25.02.2013)***

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārta	1	1	1	1	2	2	2	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(2,2)								
c	-0.000772	-0.002098	-0.001621	-7.41E-05	-0.002545	-0.00383	-2.91E-03	-3.49E-03
(p value)	(0.6684)	(0.3042)	(0.3883)	(0.9694)	(0.0000)	(0.0000)	(0.1433)	(0.0000)
a₁	-0.542739	-0.545139	-1.344155	-1.286442	-0.70585	-0.676462	0.098086	-1.259415
(p value)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0005)	(0.0000)
a₂	-0.973615	-0.973693	-0.964256	-0.94244	-0.929834	-0.962315	0.7326	-0.961177
(p value)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
m₁	0.556894	0.567645	1.362816	1.311975	0.697	0.677588	-0.082092	1.287774
(p value)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
m₂	0.999938	0.995634	0.993226	0.986307	0.956825	0.995307	-0.761483	0.995583
(p value)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
Nosacītās dispersijas vienādojums								
ω	-0.07759	-1.58E-01	-0.078132	-0.087767	-5.91E-02	-6.75E-02	-9.66E-02	-9.41E-02
(p value)	(0.0036)	(0.0005)	(0.0226)	(0.0486)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0121)	(0.0000)
α₁	-0.012786	-0.003379	0.24227	0.235207	-0.026098	-0.064061	0.25902	-0.012179
(p value)	(0.2407)	(0.8395)	(0.0002)	(0.0002)	(0.0001)	(0.0027)	(0.0001)	(0.7139)
α₂			-0.247105	-0.235341			-0.25697	-0.062072
p value			(0.0000)	(0.0001)			(0.0000)	(0.0057)
β₁	0.986394	0.12152	0.986759	1.044792	0.987065	0.243618	0.983994	0.103213
(p value)	(0.0000)	(0.0086)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.4871)	(0.0000)	(0.0000)
β₂		0.852432		-0.05842		0.736223		0.871335
(p value)		(0.0000)		(0.8116)		(0.0345)		(0.0000)
γ₁	-0.108709	-0.167324	-0.108146	-0.099893	-0.046833	-0.096204	-0.0448	-0.11518
(p value)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0002)	(0.1249)	(0.0000)	(0.3195)	(0.0000)
γ₂					-0.063454	-0.08976	-0.057581	-0.105237
p value					(0.0479)	(0.0119)	(0.2668)	(0.0000)
R²	0.047116	0.045536	0.019172	0.021775	0.015778	0.013296	-0.005903	0.007028
adj. R²	0.040476	0.038885	0.012337	0.014958	0.008919	0.00642	-0.012913	0.000108
SSR	1.23782	1.239872	1.274119	1.270739	1.278529	1.281754	1.306693	1.289896
AIC	-3.423495	-3.408213	-3.401486	-3.398257	-3.405211	-3.40664	-3.380741	-3.410502
SBC	-3.355702	-3.332889	-3.326161	-3.315399	-3.329887	-3.323783	-3.297884	-3.320112
Durbin-Watson	1.920676	1.931469	1.923025	1.94031	1.878009	1.893132	1.941955	1.946523

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

**GARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, Computer
Science Corporation ***

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
RMSE	0.046544	0.047187	0.04717	0.046977	0.047145	0.046977
MAE	0.03281	0.033189	0.03329	0.033275	0.033189	0.033276
MAPE	135.797	103.2509	110.1088	119.1058	103.7436	119.1462
TIC	0.821153	0.92467	0.902881	0.874672	0.895433	0.874681

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

**GARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums,
Computer Science Corporation ***

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
RMSE	0.033307	0.03305	0.033466	0.033631	0.033055	0.033629
MAE	0.026108	0.025328	0.02612	0.026663	0.02534	0.02666
MAPE	160.3791	116.5339	132.3617	168.1153	134.8272	167.8854
TIC	0.885932	0.895923	0.949867	0.859869	0.888899	0.86005

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

**TGARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, Computer
Science Corporation ***

ARCH	1	1	2	2	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2
RMSE	0.047014	0.047045	0.047222	0.047366	0.047373	0.047416	0.0469
MAE	0.0332	0.033231	0.033301	0.033262	0.033318	0.03339	0.033077
MAPE	102.5757	102.4302	118.4851	99.22244	100.9646	106.0302	111.2263
TIC	0.874424	0.879508	0.899135	0.948385	0.992852	0.973151	0.863756

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

**TGARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums,
Computer Science Corporation ***

ARCH	1	1	2	2	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2
RMSE	0.032926	0.032957	0.033166	0.03305	0.03305	0.033145	0.033241
MAE	0.025555	0.025577	0.025757	0.025647	0.025623	0.025878	0.025803
MAPE	100.6449	100.0729	116.7283	99.70386	102.0042	102.9463	124.9913
TIC	0.984249	0.989155	0.941468	0.978394	0.976076	0.96031	0.9364

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

**EGARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, Computer
Science Corporation***

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārta	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.046562	0.046598	0.047249	0.047292	0.04708	0.047335	0.047512	0.047493
MAE	0.032907	0.032981	0.033408	0.033311	0.033228	0.033579	0.033639	0.0337111
MAPE	132.4372	141.0155	112.5602	100.5851	122.758	138.7119	126.1879	133.439
TIC	0.815626	0.814481	0.898775	0.945359	0.901297	0.889796	0.939403	0.911898

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

**EGARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums,
Computer Science Corporation***

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārta	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.033603	0.033805	0.033407	0.033187	0.033403	0.0338	0.033523	0.033925
MAE	0.025956	0.026575	0.026341	0.025638	0.026158	0.026465	0.026192	0.026412
MAPE	121.675	164.4186	148.7004	104.26356	123.9995	136.798	126.023	115.5384
TIC	0.86688	0.870755	0.893763	0.929572	0.932025	0.91409	0.926619	0.917066

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

10. pielikums. NCR Corporation tabulas

Novērtēto ARMA(p,q) modeļu tabula NCR Corporation datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

AR(p)	1	2	3	0	0	0	1	1	1	2	3	3	2	2	3
MA(q)	0	0	0	1	2	3	1	2	3	1	1	2	2	3	3
c (p value)	0.001727 (0.4445)	0.001748 (0.4573)	0.001736 (0.4223)	0.001782 (0.4286)	0.00178 (0.4511)	0.001785 (0.4123)	0.001723 (0.4493)	0.001754 (0.4521)	0.001739 (0.4237)	0.00173 (0.4602)	0.001746 (0.4425)	0.001749 (0.4282)	0.001695 (0.4447)	0.00174 (0.4390)	0.001796 (0.4158)
a₁ (p value)	0.020817 (0.6168)	0.020316 (0.6258)	0.023627 (0.5701)				0.158571 (0.9024)	-0.836629 (0.0000)	0.056163 (0.9156)	-0.749262 (0.0000)	-0.684707 (0.0012)	-0.322322 (0.6906)	-1.837702 (0.0000)	0.4101 (0.0000)	-0.44814 (0.0028)
a₂ (p value)		0.037365 (0.37)	0.038753 (0.3518)							0.073931 (0.0945)	0.052251 (0.3035)	0.319018 (0.6446)	-0.95755 (0.0000)	-0.95332 (0.0000)	-0.60276 (0.0000)
a₃ (p value)			-0.08547 (0.0404)								-0.036113 (0.4634)	-0.070344 (0.2526)			-0.815248 (0.0000)
m₁ (p value)				0.019297 (0.6425)	0.027071 (0.5150)	0.022428 (0.5892)	-0.13484 (0.9173)	0.8681 (0.0000)	-0.033162 (0.9500)	0.777623 (0.0000)	0.715402 (0.0006)	0.352706 (0.6637)	1.858362 (0.0000)	-0.392786 (0.0000)	0.433217 (0.0085)
m₂ (p value)					0.04261 (0.3059)	4.10E-02 (0.3239)		0.075543 (0.0000)	0.039857 (0.3627)			-0.282797 (0.6895)	0.98895 (0.0000)	0.96989 (0.0000)	0.648839 (0.0000)
m₃ (p value)						-0.076006 (0.0678)			-0.078203 (0.0925)					0.000175 (0.9967)	0.796795 (0.0000)
R²	0.000434	0.00184	0.009113	0.000402	0.002142	0.008461	0.000509	0.010993	0.008357	0.010841	0.01233	0.012638	0.030045	0.021542	0.028851
adj. R²	-0.001296	-0.001626	0.003934	-0.001324	-0.00131	0.003305	-0.002955	0.005841	0.001458	0.00568	0.005436	0.004007	0.023286	0.013004	0.018646
SSR	1.638043	1.63555	1.623403	1.639028	1.636175	1.625815	1.637919	1.620739	1.625059	1.620801	1.618132	1.617628	1.589333	1.603267	1.591065
AIC	-3.024752	-3.021083	-3.023332	-3.025885	-3.024185	-3.027095	-3.02138	-3.028475	-3.022366	-3.026688	-3.023124	-3.019975	-3.04284	-3.030657	-3.033071
SBC	-3.009707	-2.998486	-2.993162	-3.01086	-3.001648	-2.997045	-2.998812	-2.998386	-2.984754	-2.9966	-2.985411	-2.97472	-3.005177	-2.985462	-2.980274
konst. stat.noz.	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē
koef. Stat.noz.	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	jā	nē	nē	nē	nē	jā	nē	jā

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Novērtēto GARCH(p,q) modeļu apkopojums NCR Corporation datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(2,2)						
c (p value)	0.005781 (0.0002)	0.005075 (0.0121)	0.004838 (0.0154)	0.004995 (0.0114)	0.001577 (0.5050)	0.005124 (0.0085)
a₁ (p value)	0.054643 (0.6837)	-0.434656 (0.0000)	-0.837604 (0.1577)	-0.83559 (0.1776)	-1.880797 (0.0000)	-0.854476 (0.1740)
a₂ (p value)	0.665808 (0.0000)	0.54322 (0.0000)	0.012995 (0.9810)	0.011869 (0.9833)	-0.938938 (0.0000)	-0.006503 (0.9909)
m₁ (p value)	-0.153852 (0.2579)	0.447736 (0.0000)	0.860902 (0.1428)	0.852899 (0.1633)	1.899605 (0.0000)	0.870117 (0.1600)
m₂ (p value)	-0.64714 (0.0000)	-0.505813 (0.0000)	0.066268 (0.8989)	0.063079 (0.9070)	0.969142 (0.0000)	0.079998 (0.8825)
Nosacītās dispersijas vienādojums						
ω (p value)	0.00173 (0.0000)	1.60E-04 (0.0000)	0.000124 (0.0002)	9.35E-05 (0.0001)	0.000434 (0.5400)	6.45E-05 (0.1650)
α₁ (p value)	0.53 (0.0000)	0.127735 (0.0000)	0.120388 (0.0004)	0.166045 (0.0000)		0.17856 (0.0000)
α₂ p value				-0.073241 (0.0154)		-0.113971 (0.0303)
β₁ (p value)		0.819805 (0.0000)	0.690386 (0.0004)	0.878226 (0.0000)	0.842128 (0.0012)	1.12143 (0.0006)
β₂ (p value)			0.150299 (0.3839)			-0.206028 (0.4470)
R²	-0.021972	-0.000076	0.007589	0.007124	0.035249	0.00683
adj. R²	-0.029094	-0.007045	0.000673	0.000205	0.028526	-0.000091
SSR	1.674567	1.638689	1.626129	1.626892	1.580807	1.627374
AIC	-3.089592	-3.156913	-3.164624	-3.166559	-3.044027	-3.1646
SBC	-3.036864	-3.096653	-3.096832	-3.098767	-2.9913	-3.089276
Durbin-Watson	1.71156	1.968632	1.980009	1.967605	1.924572	1.963842

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Novērtēto TGARCH(p,q) modeļu apkopojums NCR Corporation datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(2,2)								
c (p value)	0.001883 (0.3681)	0.001913 (0.3588)	0.002266 (0.2565)	0.001919 (0.3573)	0.002361 (0.2450)	0.002666 (0.1677)	0.002325 (0.2527)	0.002539 (0.1917)
a₁ (p value)	-0.829197 (0.1121)	-0.842324 (0.1315)	-1.882806 (0.0000)	-0.838602 (0.1321)	-0.887056 (0.1643)	-1.87506 (0.0000)	-0.934187 (0.1467)	-1.872261 (0.0000)
a₂ (p value)	-0.004133 (0.9931)	-0.019367 (0.9694)	-0.937902 (0.0000)	-0.016104 (0.9745)	-0.062337 (0.9129)	-0.93037 (0.0000)	-0.10445 (0.8557)	-0.926297 (0.0000)
m₁ (p value)	0.86983 (0.0903)	0.877912 (0.1115)	1.902996 (0.0000)	0.874423 (0.1119)	0.907466 (0.1474)	1.894521 (0.0000)	0.952232 (0.1309)	1.889814 (0.0000)
m₂ (p value)	0.09022 (0.8454)	0.100429 (0.8370)	0.967762 (0.0000)	0.097402 (0.8416)	0.128686 (0.8139)	0.960443 (0.0000)	0.166806 (0.7606)	0.956054 (0.0000)
Nosacītās dispersijas vienādojums								
ω (p value)	0.000136 (0.0000)	1.66E-04 (0.0000)	0.000131 (0.0000)	0.000166 (0.0000)	1.14E-04 (0.0000)	8.26E-05 (0.0170)	1.10E-04 (0.0000)	6.30E-05 (0.0454)
α₁ (p value)	-0.051898 (0.0211)	-0.064599 (0.0165)	-0.030683 (0.4248)	-0.062531 (0.0549)	-0.045817 (0.0375)	-0.035675 (0.1069)	-0.061418 (0.0683)	-0.071438 (0.0107)
α₂ p value			-0.029533 (0.3378)	-0.002739 (0.9185)			0.019036 (0.5689)	0.047662 (0.0817)
β₁ (p value)	0.905194 (0.0000)	0.616914 (0.0000)	0.91546 (0.0000)	0.623443 (0.0100)	0.917203 (0.0000)	1.0571 (0.0000)	0.918786 (0.0000)	1.176978 (0.0000)
β₂ (p value)		0.265966 (0.1966)		0.259964 (0.2378)		-0.117757 (0.5089)		-0.227171 (0.2488)
γ₁ (p value)	0.176559 (0.0000)	0.219883 (0.0000)	0.170088 (0.0000)	0.220134 (0.0000)	0.321705 (0.0000)	0.369548 (0.0000)	0.33406 (0.0000)	0.380664 (0.0000)
γ₂ p value					-0.164098 0.0133	-0.251739 0.0000	-0.182642 0.0177	-0.289681 0.0001
R²	0.011113	0.011225	0.033261	0.011211	0.011105	0.033322	0.011156	0.03331
adj. R²	0.004222	0.004334	0.026524	0.00432	0.004213	0.026586	0.004265	0.026574
SSR	1.620355	1.620172	1.584065	1.620195	1.620369	1.583964	1.620285	1.583984
AIC	-3.205843	-3.204049	-3.220216	-3.200604	-3.207427	-3.226949	-3.204357	-3.225416
SBC	-3.138051	-3.128725	-3.144891	-3.117747	-3.132102	-3.144092	-3.1215	-3.135027
Durbin-Watson	2.019566	2.0097	1.930832	2.010147	1.979637	1.928267	1.974961	1.924599

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Novērtēto EGARCH(p,q) modeļu apkopojums NCR Corporation datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārta	1	1	1	1	2	2	2	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(2,2)								
c (p value)	0.001871 (0.3576)	0.001962 (0.3332)	0.001916 (0.3467)	1.84E-03 (0.3670)	0.00275 (0.1486)	0.001907 (0.3806)	2.09E-03 (0.3039)	1.87E-03 (0.3489)
a₁ (p value)	-1.872879 (0.0000)	-1.873277 (0.0000)	-1.873066 (0.0000)	-1.87144 (0.0000)	-0.72477 (0.0000)	-0.842862 (0.3630)	-1.871993 (0.0000)	-1.876323 (0.0000)
a₂ (p value)	-0.928409 (0.0000)	-0.928286 (0.0000)	-0.928679 (0.0000)	-0.926866 (0.0000)	0.205032 (0.0002)	0.156537 (0.8658)	-0.925775 (0.0000)	-0.931473 (0.0000)
m₁ (p value)	1.895436 (0.0000)	1.894746 (0.0000)	1.895551 (0.0000)	1.894264 (0.0000)	0.704123 (0.0000)	0.877449 (0.3630)	1.891657 (0.0000)	1.898372 (0.0000)
m₂ (p value)	0.962048 (0.0000)	0.961106 (0.0000)	0.962189 (0.0000)	0.961058 (0.0000)	-0.191815 (0.0000)	-0.108832 (0.9060)	0.957544 (0.0000)	0.964452 (0.0000)
Nosacītās dispersijas vienādojums								
ω (p value)	-0.305833 (0.0000)	-3.38E-01 (0.0007)	-0.306126 (0.0000)	-0.345557 (0.0006)	-6.21E-01 (0.0000)	-4.91E-01 (0.0000)	-2.81E-01 (0.0000)	-5.86E-01 (0.0000)
α₁ (p value)	0.058153 (0.0647)	0.065712 (0.1126)	0.068595 (0.3847)	0.047824 (0.5426)	0.163907 (0.0025)	-0.490835 (0.1426)	0.051011 (0.5212)	-0.016272 (0.7878)
α₂ p value			-0.010206 (0.8804)	0.019063 (0.7950)			0.008211 (0.9041)	0.124629 (0.0150)
β₁ (p value)	0.956714 (0.0000)	0.826331 (0.0278)	0.956709 (0.0000)	0.791997 (0.0511)	0.918268 (0.0000)	0.10574 (0.0634)	0.960956 (0.0000)	0.082455 (0.4305)
β₂ (p value)		0.125988 (0.7297)		0.15923 (0.6868)		0.821159 (0.0000)		0.834343 (0.0000)
γ₁ (p value)	-0.127825 (0.0000)	-0.141992 (0.0006)	-0.127439 (0.0000)	-0.146539 (0.0015)	-0.143507 (0.0027)	0.062643 (0.0929)	-0.180698 (0.0002)	-0.095759 (0.0010)
γ₂ p value					-0.015504 (0.8034)	-0.239679 (0.0000)	0.06143 (0.2746)	-0.161967 (0.0000)
R²	0.03381	0.033738	0.033842	0.033775	0.005147	0.002232	0.033177	0.033832
adj. R²	0.027077	0.027005	0.027109	0.027042	-0.001785	-0.004721	0.02644	0.027099
SSR	1.583164	1.583282	1.583112	1.583222	1.63013	1.634906	1.584201	1.583129
AIC	-3.222592	-3.219583	-3.219162	-3.216183	-3.180681	-3.19911	-3.217202	-3.218698
SBC	-3.1548	-3.144258	-3.143837	-3.133326	-3.105356	-3.116252	-3.134345	-3.128309
Durbin-Watson	1.93489	1.932721	1.934659	1.935502	1.903285	2.024758	1.929968	1.933828

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

GARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, NCR Corporation*

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
RMSE	0.053268	0.053343	0.053227	0.053236	0.052872	0.053244
MAE	0.03729	0.037402	0.03731	0.03732	0.037052	0.03733
MAPE	120.1326	117.7989	116.1709	116.9947	104.1312	117.7048
TIC	0.900237	0.912644	0.908595	0.906645	0.894836	0.904886

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

GARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, NCR Corporation*

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
RMSE	0.043229	0.043214	0.043116	0.043132	0.042741	0.043146
MAE	0.032475	0.032431	0.032476	0.032469	0.032747	0.032464
MAPE	120.4008	112.4028	113.4891	114.2454	108.3785	114.9247
TIC	0.887122	0.89703	0.902628	0.90002	0.92571	0.897891

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

TGARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, NCR Corporation*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.053134	0.053134	0.05287	0.053134	0.053136	0.052873	0.053134	0.052871
MAE	0.037168	0.037166	0.037048	0.037166	0.037165	0.037053	0.037164	0.037059
MAPE	102.423	102.4626	106.0416	102.4794	103.8151	107.2459	103.6834	106.9506
TIC	0.947419	0.947167	0.891595	0.947142	0.941642	0.887883	0.941477	0.887616

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

TGARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, NCR Corporation*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.042936	0.042938	0.042657	0.042938	0.042955	0.042733	0.042954	0.042766
MAE	0.03271	0.03271	0.032687	0.032709	0.032672	0.032648	0.032678	0.032701
MAPE	103.4875	103.7563	115.5052	103.7506	105.4337	111.9495	105.5967	112.1741
TIC	0.957988	0.957394	0.913289	0.957271	0.948344	0.914576	0.949066	0.915946

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

EGARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, NCR Corporation*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārta	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.052865	0.052865	0.052865	0.052865	0.053172	0.053301	0.052866	0.052865
MAE	0.037957	0.037058	0.037056	0.037059	0.037249	0.037325	0.037063	0.037057
MAPE	105.0413	105.3155	105.1387	104.9741	106.7506	104.979	105.738	105.0733
TIC	0.891834	0.891202	0.891687	0.891657	0.935895	0.952153	0.890034	0.892318

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

TGARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, NCR Corporation*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārta	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.042705	0.042713	0.042706	0.042713	0.042967	0.043495	0.042739	0.042687
MAE	0.032766	0.032762	0.032757	0.032777	0.032578	0.032889	0.032771	0.032766
MAPE	114.0236	114.0803	113.8343	114.0096	105.7254	114.3211	114.329	115.1553
TIC	0.921913	0.920675	0.921545	0.922667	0.939211	0.902894	0.919617	0.918934

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

11. pielikums. Fidelity National Information Services tabulas

Novērtēto ARMA(p,q) modeļu tabula Fidelity National Information Services datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

AR(p)	1	2	3	0	0	0	1	1	1	2	3	3	2	2	3
MA(q)	0	0	0	1	2	3	1	2	3	1	1	2	2	3	3
c (p value)	0.001434 (0.3854)	0.001474 (0.3761)	0.001409 (0.3794)	0.001425 (0.3866)	0.001425 (0.3889)	0.001425 (0.3657)	0.001441 (0.3969)	0.001441 (0.3899)	0.001421 (0.3444)	0.001456 (0.3869)	0.001433 (0.3805)	0.001272 (0.3941)	0.001274 (0.3939)	0.001286 (0.3874)	0.001726 (0.0000)
a ₁ (p value)	-0.014176 (0.2161)	-0.05131 (0.2186)	-0.050156 (0.2293)				-0.798405 (0.0004)	-0.81504 (0.0035)	0.545779 (0.3111)	-0.788544 (0.0187)	-0.709283 (0.0589)	0.039178 (0.9106)	0.003753 (0.9922)	-0.001718 (0.9962)	-0.977286 (0.0000)
a ₂ (p value)		0.00521 (0.9005)	0.003414 (0.9348)							-0.012247 (0.8134)	-0.030129 (0.5793)	0.555493 (0.0942)	0.668845 (0.0131)	0.648069 (0.0495)	0.911892 (0.0000)
a ₃ (p value)			-0.040634 (0.3301)								-0.033075 (0.4671)	-0.020242 (0.6942)			0.939434 (0.0000)
m ₁ (p value)				-0.051107 (0.2188)	-0.050982 (0.2209)	-0.051882 (0.2129)	0.762 (0.0017)	0.767095 (0.0066)	-0.598781 (0.2667)	0.741305 (0.0260)	0.661778 (0.0769)	-0.089321 (0.7976)	-0.058328 (0.8791)	-0.048546 (0.8934)	0.964547 (0.0000)
m ₂ (p value)					0.003693 (0.9293)	-6.37E-05 (0.9988)		-0.016405 (0.7413)	0.031039 (0.5822)			-0.549646 (0.1048)	-0.663615 (0.0137)	-0.643292 (0.0519)	-0.970658 (0.0000)
m ₃ (p value)						-0.041355 (0.3209)			-0.041191 (0.3651)					-0.009193 (0.8615)	-0.985616 (0.0000)
R ²	0.002646	0.002688	0.004249	0.002623	0.002636	0.004346	0.005694	0.005921	0.005289	0.005978	0.005448	0.00789	0.007635	0.007692	0.042128
adj. R ²	0.00092	-0.000775	-0.000955	0.0009	-0.000815	-0.000831	0.002248	0.000743	-0.00163	0.000792	-0.001495	-0.000783	0.000719	-0.000967	0.032062
SSR	1.010756	1.01017	1.006949	1.010813	1.0108	1.009067	1.007666	1.007437	1.008076	1.006838	1.005737	1.003268	1.00516	1.005102	0.968645
AIC	-3.507556	-3.502944	-3.500931	-3.509234	-3.505805	-3.504078	-3.507169	-3.503949	-3.499866	-3.502794	-3.498675	-3.497673	-3.501008	-3.497611	-3.529332
SBC	-3.492511	-3.480347	-3.470761	-3.494209	-3.483267	-3.474028	-3.484602	-3.473859	-3.462253	-3.4727	-3.460962	-3.452418	-3.463345	-3.452416	-3.476535
konst. stat.noz.	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	jā
koef. Stat.noz.	nē	nē	nē	nē	nē	nē	jā	nē	nē	nē	nē	nē	nē	nē	jā

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

**Novērtēto GARCH(p,q) modeļu apkopojums Fidelity National Information Services datiem
(01.01.2002 – 25.02.2013)***

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(3,3)						
c (p value)	0.002834 (0.0089)	0.002549 (0.0000)	0.003757 (0.0010)	0.003988 (0.0002)	0.001595 (0.3851)	0.00342 (0.0003)
a₁ (p value)	-0.941485 (0.0000)	-0.827798 (0.0000)	0.935039 (0.0000)	0.020173 (0.9674)	-0.181335 (0.4454)	0.063943 (0.9187)
a₂ (p value)	0.771415 (0.0000)	0.69691 (0.0000)	0.554767 (0.0099)	0.491203 (0.0000)	-0.47868 (0.0009)	0.63701 (0.0000)
a₃ (p value)	0.729222 (0.0000)	0.883179 (0.0000)	-0.642101 (0.0000)	-0.076054 (0.8267)	-0.760594 (0.0007)	-0.025622 (0.9536)
m₁ (p value)	0.819245 (0.0000)	0.774687 (0.0000)	-1.06149 (0.0000)	-0.08997 (0.8550)	0.138615 (0.5820)	-0.130615 (0.8334)
m₂ (p value)	-0.841921 (0.0000)	-0.766836 (0.0000)	-0.40208 (0.1304)	-0.478816 (0.0002)	0.504553 (0.0010)	-0.612692 (0.0000)
m₃ (p value)	-0.668604 (0.0000)	-0.938319 (0.0000)	0.585388 (0.0000)	-0.014885 (0.9651)	0.725262 (0.0026)	-0.049798 (0.9077)
Nosacītās dispersijas vienādojums						
ω (p value)	0.001023 (0.0000)	1.16E-04 (0.0195)	0.000447 (0.0000)	7.99E-04 (0.0000)	0.000291 (0.6438)	0.000817 (0.0000)
α₁ (p value)	0.446308 (0.0000)	0.257645 (0.0000)	0.372399 (0.0000)	0.207362 (0.0004)		0.200148 (0.0004)
α₂ p value				0.411026 (0.0000)		0.360091 (0.0000)
β₁ (p value)		0.70746 (0.0000)	0.532434 (0.0014)	-0.017283 (0.7232)	0.830342 (0.0244)	-0.021983 (0.7312)
β₂ (p value)			-0.123072 (0.2648)			0.005054 (0.9307)
R²	-0.007277	0.006771	-0.001387	-0.007082	0.022587	-0.010084
adj. R²	-0.017862	-0.003666	-0.011909	-0.017664	0.012317	-0.020698
SSR	1.018606	1.004399	1.012649	1.018408	0.988405	1.021444
AIC	-3.638766	-3.697495	-3.687713	-3.700188	-3.503692	-3.700914
SBC	-3.570884	-3.62207	-3.604746	-3.617221	-3.435809	-3.610404
Durbin-Watson	1.860386	1.965609	1.85287	1.947321	2.02027	1.947744

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

**Novērtēto TGARCH(p,q) modeļu apkopojums Fidelity National Information Services datiem
(01.01.2002 – 25.02.2013)***

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(3,3)								
c (p value)	0.001346 (0.0000)	0.001986 (0.1207)	0.002357 (0.0181)	0.002469 (0.0449)	0.001598 (0.1034)	0.001561 (0.0965)	0.001361 (0.0000)	0.002067 (0.0595)
a₁ (p value)	-0.730329 (0.0000)	1.085437 (0.0000)	-0.035959 (0.9539)	0.417384 (0.2589)	-0.527446 (0.0104)	-0.782187 (0.0000)	-0.568574 (0.0000)	0.098719 (0.8241)
a₂ (p value)	0.832861 (0.0000)	0.482654 (0.1127)	0.663762 (0.0000)	0.515483 (0.0033)	0.602406 (0.0000)	0.693819 (0.0000)	0.828171 (0.0000)	0.429689 (0.0280)
a₃ (p value)	0.767419 (0.0000)	-0.746151 (0.0000)	0.100815 (0.8316)	-0.327784 (0.2700)	0.424073 (0.0339)	0.665237 (0.0000)	0.640894 (0.0000)	0.056502 (0.8489)
m₁ (p value)	0.679946 (0.0000)	-1.183265 (0.0000)	0.001581 (0.9980)	-0.441268 (0.2245)	0.509241 (0.0071)	0.756991 (0.0000)	0.551234 (0.0000)	-0.117953 (0.7879)
m₂ (p value)	-0.870528 (0.0000)	-0.357839 (0.3234)	-0.640788 (0.0000)	-0.471748 (0.0169)	-0.652252 (0.0000)	-0.747603 (0.0000)	-0.841911 (0.0000)	-0.415386 (0.0488)
m₃ (p value)	-0.801843 (0.0000)	0.700967 (0.0002)	-0.168608 (0.7125)	0.244618 (0.4049)	-0.522365 (0.0053)	-0.731443 (0.0000)	-0.700899 (0.0000)	-0.146792 (0.6055)
Nosacītās dispersijas vienādojums								
ω (p value)	0.000373 (0.0000)	4.29E-04 (0.0000)	0.000475 (0.0000)	0.000603 (0.0000)	8.80E-04 (0.0000)	7.77E-04 (0.0000)	7.03E-04 (0.0000)	7.05E-04 (0.0000)
α₁ (p value)	0.035276 (0.1907)	0.032721 (0.2157)	-0.033353 (0.0138)	-0.03481 (0.0073)	0.02147 (0.5735)	0.024936 (0.5160)	-0.034788 (0.0096)	-0.034208 (0.2909)
α₂ p value			0.15031 (0.0018)	0.138783 (0.0041)			0.086202 (0.0103)	0.090623 (0.0246)
β₁ (p value)	0.491706 (0.0000)	0.544295 (0.0010)	0.334934 (0.0003)	0.328506 (0.0520)	-0.002889 (0.9321)	-0.014618 (0.8064)	0.106853 (0.1170)	0.083658 (0.4876)
β₂ (p value)		-0.103363 (0.2189)		-0.054746 (0.5340)		0.078282 (0.0584)		0.056698 (0.5451)
γ₁ (p value)	0.536875 (0.0000)	0.632917 (0.0000)	0.567808 (0.0000)	0.438124 (0.0000)	0.318614 (0.0066)	0.268548 (0.0133)	0.316747 (0.0043)	0.3451 (0.0000)
γ₂ p value					0.68528 (0.0000)	0.716261 (0.0000)	0.60948 (0.0000)	0.299394 (0.0015)
R²	0.012553	0.016206	0.000332	0.004203	-0.001847	-0.000856	0.012063	0.001528
adj. R²	0.002177	0.005868	-0.010173	-0.00626	-0.012374	-0.011373	0.001682	-0.008964
SSR	0.998552	0.994859	1.010911	1.006996	1.013114	1.012112	0.999048	1.009702
AIC	-3.748973	-3.748577	-3.743082	-3.736614	-3.753981	-3.757652	-3.771378	-3.752403
SBC	-3.666006	-3.658066	-3.652572	-3.638562	-3.663471	-3.6596	-3.673325	-3.646808
Durbin-Watson	2.019796	1.928017	2.025497	2.051746	2.055818	2.046558	2.087986	2.058946

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

Novērtēto EGARCH(p,q) modeļu apkopojums Fidelity National Information Services datiem (01.01.2002 – 25.02.2013)*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārtā	1	1	1	1	2	2	2	2
Vidējās vērtības vienādojums ARMA(3,3)								
c (p value)	0.001445 (0.0000)	0.001477 (0.2091)	0.001411 (0.0000)	1.43E-03 (0.0000)	0.00178 (0.0751)	0.001256 (0.3705)	1.96E-03 (0.0524)	2.54E-03 (0.0024)
a₁ (p value)	-0.604181 (0.0000)	-0.535151 (0.0000)	-0.692136 (0.0000)	-0.684696 (0.0000)	0.644971 (0.0000)	1.079987 (0.0000)	-0.945744 (0.0000)	-0.669615 (0.0935)
a₂ (p value)	0.533619 (0.0000)	0.182806 (0.0102)	0.834861 (0.0000)	0.839698 (0.0000)	-0.819461 (0.0000)	0.479128 (0.0000)	0.514458 (0.0013)	0.695064 (0.0000)
a₃ (p value)	0.950214 (0.0000)	0.822312 (0.0000)	0.741669 (0.0000)	0.725686 (0.0000)	0.853515 (0.0000)	-0.735916 (0.0000)	0.810851 (0.0000)	0.540116 (0.0542)
m₁ (p value)	0.57211 (0.0000)	0.517162 (0.0000)	0.645078 (0.0000)	0.633593 (0.0000)	-0.688809 (0.0000)	-1.145612 (0.0000)	0.885061 (0.0000)	0.594216 (0.1286)
m₂ (p value)	-0.574556 (0.0000)	-0.237384 (0.0003)	-0.863267 (0.0000)	-0.868835 (0.0000)	0.802193 (0.0000)	-0.425958 (0.0000)	-0.60143 (0.0000)	-0.741039 (0.0000)
m₃ (p value)	-0.990746 (0.0000)	-0.871197 (0.0000)	-0.774289 (0.0000)	-0.757487 (0.0000)	-0.896072 (0.0000)	0.735884 (0.0000)	-0.858413 (0.0000)	-0.567741 (0.0316)
Nosacītās dispersijas vienādojums								
ω (p value)	-0.717133 (0.0028)	-4.42E-01 (0.0198)	-3.498636 (0.0000)	-3.517599 (0.0000)	-4.43E-01 (0.0018)	-6.20E-01 (0.0324)	-5.06E-01 (0.0057)	-2.13E+00 (0.0003)
α₁ (p value)	0.264884 (0.0000)	0.188885 (0.0173)	0.278978 (0.0009)	0.286369 (0.0006)	0.231733 (0.0000)	0.241847 (0.0121)	0.304458 (0.0001)	0.371209 (0.0000)
α₂ p value			0.446123 (0.0000)	0.419311 (0.0002)			-0.079386 (0.3516)	0.277197 (0.0000)
β₁ (p value)	0.922529 (0.0000)	0.731165 (0.0505)	0.557002 (0.0000)	0.606888 (0.0004)	0.959357 (0.0000)	0.746102 (0.0544)	0.949172 (0.0000)	-0.115034 (0.0059)
β₂ (p value)		0.223261 (0.5337)		-0.054776 (0.6976)		0.187639 (0.6070)		0.872399 (0.0000)
γ₁ (p value)	-0.125096 (0.0000)	-0.128888 (0.0121)	-0.28971 (0.0000)	-0.286014 (0.0000)	-0.145713 (0.0125)	-0.133242 (0.0312)	-0.153673 (0.0081)	-0.208042 (0.0000)
γ₂ p value					0.050319 (0.4158)	-0.006299 (0.9368)	0.055537 (0.3933)	-0.10644 (0.0189)
R²	0.040316	0.012707	0.014435	0.014033	0.00261	0.019228	0.011168	-0.000259
adj. R²	0.030232	0.002333	0.004079	0.003672	-0.007871	0.008922	0.000778	-0.01077
SSR	0.970477	0.998397	0.996649	0.997056	1.008607	0.991802	0.999952	1.011509
AIC	-3.758385	-3.727477	-3.770585	-3.767407	-3.735875	-3.734016	-3.730754	-3.792921
SBC	-3.675417	-3.636967	-3.680075	-3.669355	-3.645365	-3.635963	-3.632701	-3.687326
Durbin-Watson	2.020652	2.052145	2.027898	2.020417	2.009553	1.992546	1.954404	1.938895

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

GARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, Fidelity National Information Services*

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
RMSE	0.041838	0.041693	0.041839	0.041882	0.041449	0.041842
MAE	0.03855	0.028498	0.028598	0.028592	0.02841	0.028555
MAPE	113.1261	113.4983	120.852	120.6825	114.2313	116.8126
TIC	0.926516	0.907276	0.905089	0.908773	0.874177	0.916124

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

GARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, Fidelity National Information Services*

ARCH	1	1	1	2	0	2
GARCH	0	1	2	1	1	2
RMSE	0.021415	0.021523	0.021262	0.021248	0.021587	0.021332
MAE	0.016766	0.016871	0.016673	0.016689	0.016804	0.016722
MAPE	151.4476	128.5671	162.1673	167.7406	119.4285	154.7385
TIC	0.847848	0.884631	0.826288	0.818489	0.916151	0.842123

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

TGARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, Fidelity National Information Services*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.041781	0.041755	0.041807	0.041815	0.04178	0.04178	0.04178	0.041803
MAE	0.028494	0.028478	0.028488	0.028519	0.028474	0.02849	0.0285	0.028481
MAPE	104.5107	112.4174	109.6514	110.3276	105.5103	105.7245	104.3775	107.917
TIC	0.934471	0.919985	0.93508	0.933381	0.938631	0.934678	0.937766	0.945038

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

TGARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, Fidelity National Information Services*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
TRESHOLD	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.022321	0.021628	0.0215	0.021436	0.021677	0.021724	0.022244	0.021522
MAE	0.017362	0.01686	0.01676	0.016715	0.01688	0.016904	0.0173	0.016765
MAPE	123.3332	125.8879	131.732	135.355	119.2701	117.0069	119.9881	127.4074
TIC	0.938382	0.89721	0.866877	0.877009	0.921983	0.926286	0.94747	0.896359

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

EGARCH(p,q) modeļu parauga prognozēšanas apkopojums, Fidelity National Information Services*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārta	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.0414	0.0418	0.0418	0.0418	0.0417	0.0417	0.0417	0.0418
MAE	0.0285	0.0284	0.0285	0.0285	0.0284	0.0285	0.0285	0.0285
MAPE	125.4873	105.3996	104.7422	104.6963	126.9353	108.0404	112.2662	111.2029
TIC	0.8555	0.9390	0.9333	0.9347	0.8793	0.9310	0.9141	0.9234

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

EGARCH(p,q) modeļu ārpus parauga prognozēšanas apkopojums, Fidelity National Information Services*

ARCH	1	1	2	2	1	1	2	2
GARCH	1	2	1	2	1	2	1	2
Asimetrijas kārta	1	1	1	1	2	2	2	2
RMSE	0.022355	0.021801	0.022207	0.022198	0.021747	0.021746	0.021507	0.021485
MAE	0.017424	0.017144	0.017268	0.017262	0.017273	0.016952	0.016834	0.01677
MAPE	131.2309	149.3272	118.7095	118.6562	163.9287	116.3227	121.1334	135.6576
TIC	0.925576	0.878497	0.946297	0.945487	0.806931	0.928596	0.893634	0.879786

*Darba autores aprēķini, izmantojot datus no Yahoo! Finance un programmu Eviews 7

DOKUMENTĀRĀ LAPA

Maģistra darbs „Akciju ienesīguma volatilitātes modelēšana un prognozēšana” izstrādāts LU Ekonomikas un vadības fakultātē ekonomikas maģistra programmā “Matemātiskā ekonomika”.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Autors: _____ Madara Jēkabsone

Rekomendēju/nerekomendēju darbu aizstāvēšanai

Vadītājs: Dr. oec., asoc. prof. Edgars Brēķis _____

Recenzents: Dr. mat., prof. Māra Gulbe

Darbs iesniegts Ekonometrijas un biznesa informātikas katedrā _____ 2015.

Dekāna pilnvarotā persona: Akadēmisko programmu dekanāta studiju metodiķe Zanda Nilendere _____

Darbs aizstāvēts maģistra gala pārbaudījuma komisijas sēdē

_____ 2015. prot. Nr.

Komisijas sekretāre: profesore Dr.mat. Māra Gulbe _____