Marek Łażewski

AUTOREGRESYJNA WARUNKOWA WARIANCJA[1] W SZEREGACH CZASOWYCH ZWROTÓW AKCJI NOTOWANYCH NA GIEŁDZIE PAPIERÓW WARTOŚCIOWYCH W WARSZAWIE

1. Wstęp

Modele matematyczne, w których zwroty giełdowe są niezależnymi zmiennymi losowymi o identycznych rozkładach zostały w ostatnich latach poddane przez wielu badaczy krytyce, między innymi przez Famę[2] oraz Sharpa[3]. Pierwszy z nich, analizując dzienne stopy zwrotu z akcji, odkrył, że mają one rozkład lewostronnie asymetryczny oraz niezgodny z rozkładem normalnym, czego przejawem było występowanie dodatkowych frakcji w skrajnych częściach rozkładu zwrotów. Praca Sharpa potwierdziła wyniki Famy na podstawie analizy zwrotów rocznych. Nowsze badania Turnera i Weigla[4], a w przypadku zwrotów z akcji notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie wyniki Bołta i Miłobędzkiego[5] oraz Łażewskiego[6], pozwalają na sformułowanie twierdzenia, że rozkłady stóp zwrotu, zarówno na rynku amerykańskim, jak i polskim, nie są rozkładami normalnymi, a więc

---

[1] Ang. Autoregressive conditional heteroscedasticity – ARCH

[2] E.F. Fama, *Portfolio Analysis in the Stable Paretian Market*, „Management Science" 11, 1965.

[3] W.F. Sharpe, *Portfolio Theory and Capital Markets*, McGrew-Hill, New York 1970.

[4] A.L. Turner, E.J. Weigel, *An Analysis of Stock Market Volatility*, Russel Research Commentaries, Frank Russel Company, Tacoma, WA 1990.

[5] T. Bołt, P. Miłobędzki, *Empiryczna analiza procesów zachodzących na Warszawskiej Giełdzie Papierów Wartościowych w latach 1991 – 1993*, Gdańska Akademia Bankowa, Gdańsk 1994.

[6] M. Łażewski, *Statystyczna analiza efektywności rynku akcji w Polsce w latach 1991-1994*, Zeszyty Naukowe – Seria I, Prace z Zakresu Statystyki i Demografii, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań1997.

możemy stwierdzić za Petersem[7], że reakcje inwestorów na informacje nie są liniowe oraz możliwa jest nieliniowa reakcja, której objawem będzie zmienność wariancji zwrotów w czasie.

W literaturze przedmiotu zaproponowano początkowo modele opisujące procesy liniowe, do których można zaliczyć procesy średniej ruchomej (ang. moving average) zdefiniowane następująco:

$$R_t = \sum_{i=0}^{\infty} \alpha_i \varepsilon_{t-i} , \tag{1}$$

gdzie ε_i jest ciągiem niezależnych zmiennych losowych o jednakowym rozkładzie, w którym $E(\varepsilon_i) = 0$ oraz $Var\ (\varepsilon_i) = \sigma^2$. Dobrze znanymi przykładami procesów liniowych są szeregi autoregresji rzędu jeden – AR (1), w których wartość teoretyczna w danym momencie czasu t, modelowana założonym procesem, zależy od wcześniejszej wartości $t-1$, a także uogólniony model AR (1), nazywany modelem ARMA (p, q) rzędu (p, q), w których modelowanie zmiennej ekonomicznej R_t odbywa się poprzez połączenie modelu AR rzędu p oraz modelu średniej ruchomej rzędu q, w skrócie MA(q). W modelu ARMA (p, q) warunkowa wartość oczekiwana zwrotów R_t jest funkcją wartości przeszłych, natomiast warunkowa wariancja ma wartość stałą.

Rozszerzeniem koncepcji procesów liniowych było wprowadzenie przez Engla[8] modelu autoregresyjnej warunkowej wariancji (ang. autoregressive conditional heteroscadascity – ARCH) oraz jego uogólnionej wersji (ang. Generalized ARCH – GARCH) zaproponowanej przez Bollersleva[9].

W modelu ARCH(q), gdzie wartość q oznacza rząd modelu, R_t jest określona zależnościami:

$$R_t = \sqrt{h_t}\,\varepsilon_t , \tag{2}$$

$$h_t = c_0 + \sum_{i=1}^{q} c_i R^2_{t-i} . \tag{3}$$

W powyższym przypadku szum ε_t ma rozkład $N(0, 1)$, współczynniki c_0 i c_q są dodatnie, natomiast pozostałe współczynniki są nieujemne. Analizując wyrażenia (1) i (2) można stwierdzić, że różnica między nimi polega na tym, że w procesie pierwszym szumy są dodawane, w drugim natomiast mnożone[10].

---

[7] E.E. Peters., *Teoria chaosu a rynki kapitałowe*, WIG-PRESS, Warszawa 1997.

[8] F. Robert Engle, *Autoregessive Conditional Heteroscedascity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation*, „Econometrica" 50, (1982), ss. 997-1007.

[9] T. Bollerslev, *Generalized Autoreggressive Conditional Heteroscedascity*, „Journal of Econometrics" 31, (1986), ss. 307-327.

[10] A. Weron, R. Weron, *Inżynieria finansowa*, WN-T, Warszawa 1998, s. 302.

Prezentowana praca przedstawia zastosowanie nieliniowych modeli ekonometrycznych klasy GARCH do opisu rozkładu stóp zwrotów giełdowych obserwowanych na Warszawskiej Giełdzie Papierów Wartościowych. Badania empiryczne statystycznych autoregresyjnych zależności zwrotów giełdowych zostały zainicjowane przez prace Famy[11] oraz Mandelbrota[12], którzy wskazali, że szeregi czasowe dziennych zwrotów giełdowych charakteryzują się autokorelacją dla krótkich opóźnień czasowych.

2. *Warunkowe modele heteroskedastyczne*

W tej części opracowania będą przedstawione założenia teoretyczne dwóch modeli heteroskedastycznych: model ARCH[13] oraz GARCH[14].
Proces ARCH(q) otrzymujemy jako szczególny przypadek procesu GARCH(q, p), który może być zdefiniowany poprzez:

$$R_t \mid \Omega_{t-1} \sim F(\mu_t, \nu_t), \tag{4}$$

$$\mu_t = \phi_0 + \phi_1 R_{t-1}, \tag{5}$$

$$\nu_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i R^2_{t-i} + \sum_{j=1}^{p} \beta_i \nu_{t-i}, \tag{6}$$

$$\varepsilon_t = R_t - \phi_0 - \phi_1 R_{t-1}, \tag{7}$$

gdzie $q>0$ i $p\geq 0$. W równaniu (6) parametry α_i i β_j są dodatnie oraz przyjęto, że i przyjmuje wartości od *1 do q* oraz podobnie dla j, która jest równa $j=1, \ldots, p$.
$F(\mu_t, \nu_t)$ jest warunkowym rozkładem zmiennej z warunkową zmienną średnią μ_t i wariancją ν_t. Ω_{t-1} jest zbiorem wszystkich informacji osiągalnych w czasie t. W sytuacji, gdy $p=0$ otrzymujemy proces ARCH (q). Statystyczne własności takich procesów były badane przez Bollerslava[15], który wskazał, że empiryczny rozkład zmiennych generowanych przez omawiane procesy mają w stosunku do rozkładu Gaussa-Laplace'a pogrubione ogony. Niemożliwe jest sformułowanie ogólnego wyrażenia analitycznego definiującego funkcję przedstawionego rozkładu. Bezwa-

---

[11] E.F. Fama, *The Bahavior of Stock Market Prices*, „Journal of Business" 38, 1965b.
[12] B. Mandelbrot, *The Stable Paretian Income Distribution when the Apparent Exponent is Near Two*, International Economic Review 4, 1963.
[13] F. Robert Engle, *Autoregessive Conditional Heteroscedascity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation*, „Econometrica" 50, No. 4, (1982), ss. 997-1007.
[14] T. Bollerslev, *Generalized Autoreggressive Conditional Heteroscedascity*, „J. Econometrics" 31, (1986), ss. 307-327.
[15] *Op. cit.*

runkowa średnia ruchoma i wariancja w procesie GARCH jest stała, ale warunkowa średnia i wariancja uwzględnia ich zależność od czasu. Fakt taki wydaje się być logicznie uzasadniony, jeżeli uwzględni się obserwowaną zmienność rynku giełdowego, na którym można odnotowywać zarówno okresy stabilnych, jak i niestabilnych okresów. Warunkowa wariancja v_t jest duża, kiedy ε^2_{t-1},...., oraz v_{t-1} są duże.

3. *Dane statystyczne*

Materiał statystyczny otrzymano z serwera internetowego Domu Maklerskiego Banku Ochrony Środowiska SA w Warszawie (www.dmbos.com.pl). Poddany badaniu w tej pracy materiał badawczy zawiera notowania następujących spółek: Okocim, Tonsil, Kable, Swarzędz, Wólczanka, Żywiec, Exbud oraz indeks giełdowy WIG za okres od roku 1991, zaczynając od dnia debiutu danej spółki do 31 grudnia 1998 roku. Notowania giełdowe przetransponowano do postaci określonej równaniem (8).

4. *Estymacja parametrów modelu i rezultaty*

Do oszacowania parametrów $\Phi=(\phi_0, \phi_1, \alpha_1, ..., \alpha_p, \beta_1, ..., \beta_q)$ modelu GARCH (q, p) niezbędne jest ustalenie postaci warunkowego rozkładu funkcji $F(\mu_t, v_t)$. We wszystkich analizowanych przypadkach założono, iż jest to rozkład normalny. W dalszej części pracy wykorzystano próbę dziennych zwrotów $R_1, ..., R_t$ z papieru wartościowego – o wartościach początkowych: R_0, e_s, v_s dla $s=0, ..., r=\max(q, p)$ – zdefiniowanych następująco:

$$R_t=(P_t-P_{t-1})/P_{t-1} \tag{8}$$

gdzie: P_t jest ceną papieru wartościowego w chwili t, natomiast P_{t-1} ceną papieru wartościowego w chwili bezpośrednio ją poprzedzającej. Funkcja wiarygodności jest dana przez:

$$L(\Phi|(p,q)) = \sum_{t=1}^{m} \log \phi(\mu_t, v_t), \tag{9}$$

gdzie $\phi(\mu_t, v_t)$ jest funkcją normalnej gęstości rozkładu. Natomiast wielkości μ_t, v_t są obliczane numerycznie w sposób iteracyjny z równań (5) i (6). Dla dużych prób wybór wartości początkowych nie jest istotny. Poprzez numeryczną maksymalizację funkcji $L(\Phi|(q,p))$ otrzymujemy najbardziej wiarygodne oszacowanie parametrów modelu GARCH (q, p). Funkcja największej wiarygodności może być maksymalizo-

wana dla różnych kombinacji współczynników q i p, przy czym do wyznaczenia optymalnego modelu stosować można kryterium Akaikego[16] lub Schwarza[17]. Stosując w artykule kryterium Schwarza, oszacowano rząd poszczególnych modeli oraz współczynniki a_i oraz b_i występujące w równaniu (6). W zależności od analizowanego modelu, dla każdego współczynnika oszacowano błąd standardowy estymacji, a także w celu zweryfikowania ich istotności statystycznej, obliczono wartości statystyk t-Studenta. W celu zweryfikowania hipotezy statystycznej zakładającej, że zmienna endogeniczna ma rozkład normalny ze stałą wartością oczekiwaną i stałą wariancją, posłużono się testem wskaźnika wiarygodności, mającym rozkład c^2 dla $q+p$ stopni swobody. Dodatkowo, w celu sprawdzenia, czy badane szeregi czasowe są kształtowane przez proces stochastyczny złożony ze zmiennych losowych niezależnych i o jednakowym rozkładzie, zwany białym szumem (ang. white noise), obliczono statystyki Ljunga-Boxa dla opóźnień równych 12 sesji, zarówno dla znormalizowanych reszt modeli, jak i ich kwadratów. W celu uzupełnienia badania postaci rozkładu zmiennych losowych określających reszty analizowanych modeli dokonano oceny ich asymetrii i koncentracji za pomocą współczynników skośności oraz współczynników koncentracji. Tablice o numerach od 1 do 7 zawierają rezultaty przeprowadzonych obliczeń parametrów modelu ARCH (q) oraz GARCH (q, p) dla dziennych zwrotów wymienionych wcześniej spółek oraz indeksu WIG. Wyniki szacunku dla modelu ARCH (q) podano dla $q = 0, 1, 2$. Wyniki szacunków parametrów modelu GARCH (q, p) podano dla $q = 1$ oraz $p = 1, 2, 3, 4$. Współczynniki otrzymane w modelach wyższego rzędu były statystycznie nieistotne, a ponadto błędy standardowe estymacji były zbyt duże. Prezentowane w tablicach wyniki przedstawiają:

1. Wartości szacowanych parametrów równania (6) oznaczenie: par(1), par(2),...par(7) wraz z wartością błędu standardowego estymacji (st. error) oraz obliczoną wartością statystyki t-Studenta (t – stat.).
2. Test wskaźnika wiarygodności dla hipotezy zerowej, w której założono, że analizowana zmienna endogeniczna ma rozkład normalny ze stałą wartością oczekiwaną oraz stałą w czasie wariancją – oznaczenie: LR(2) for H_0: constant mean & var.
3. Współczynnik skośności dla szeregu znormalizowanych reszt modelu – oznaczenie: Coeff. of Skewness for normalized residuals.
4. Współczynnik koncentracji dla szeregu znormalizowanych reszt modelu – oznaczenie: Coeff. of Kurtosis for normalized residuals.
5. Wartość statystyki Ljunga-Boxa dla 12 okresowych opóźnień w modelu autokorelacji dla szeregu znormalizowanych reszt modelu – oznaczenie: Ljung-Box(12) for normalized residuals.

---

[16] H. Akaike, *A new look at the statistical indentification model*, IEEE Transactions on Automatic Control 19, (1974), ss. 716-723.

[17] G. Schwarz, *Estimating the dimension of a model*, „Annals of Statistics" 6, (1978), ss. 461-464.

6. Wartość statystyki Ljunga-Boxa dla 12 okresowych opóźnień w modelu autokorelacji dla szeregu znormalizowanych kwadratów reszt modelu – oznaczenie: Ljung-Box(12) for normalized residuals – squares.

Uwaga: Wartości obliczonych statystyk przekraczające wartości krytyczne oznaczono w przedstawionych tablicach pogrubioną czcionką.

5. Wnioski i podsumowanie

Uzyskane w tej pracy wyniki pozwalają, w kolejności, na stwierdzenie, że szacowane parametry analizowanych szeregów typu ARCH i GARCH są – w zasadzie – statystycznie istotne, wyjątkiem są niektóre parametry na co jednoznacznie wskazują obliczone wartości statystyk *t*-Studenta. Analiza wartości empirycznych statystyk opartych na wskaźnikach wiarygodności (LR), prowadzi w większości przypadków do odrzucenia hipotez zerowych o stałości w czasie wartości oczekiwanej i wariancji. Stwarza to podstawy do stwierdzenia, że badane szeregi czasowe mogą charakteryzować się autokorelacją pomiędzy poszczególnymi obserwacjami zmiennej losowej. Znajduje to potwierdzenie w wartościach znacznej większości statystyk Ljunga-Boxa. W dużej części analizowanych szeregów czasowych zwrotów giełdowych zaobserwowano asymetrię rozkładu znormalizowanych reszt modeli, a w istotnej liczbie przypadków znacznie większą wartość ich współczynników koncentracji w stosunku do rozkładu normalnego.

Reasumując, można stwierdzić, że praca ta dostarcza empirycznych argumentów za hipotezą, iż wariancja dziennych stóp zwrotu z akcji notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie nie jest stała w czasie w przeciwieństwie do założeń wielu modeli nauki z zakresu finansów, gdzie zakłada się stałość tego parametru w czasie. Uzyskane wyniki są potwierdzeniem wcześniejszych badań dotyczących amerykańskiego i europejskiego rynku akcji oraz rynków wymiany walutowej[18]. Określanie oczekiwanej stopy zwrotu *ex ante* na podstawie modeli GARCH, w kontekście uzyskanych wyników, będzie prawdopodobnie bardziej efektywne od dotychczas stosowanych modeli, gdzie szacowano ją *ex post*. Stwarza to obiecujące perspektywy do dalszych badań.

Literatura

[1] H. Akaike, *A new look at the statistical indentification model*, IEEE Transactions on Automatic Control 19 (1974), ss. 716-723

[18] E.E. Peters., *Teoria chaosu..., op. cit.*

[2] T. Bollerslev, *Generalized Autoreggressive Conditional Heteroscedascity*, „Journal of Econometrics" 31 (1986), ss.307-327

[3] T. Bołt, P. Miłobędzki, *Empiryczna analiza procesów zachodzących na Warszawskiej Giełdzie Papierów Wartościowych w latach 1991 – 1993*, Gdańska Akademia Bankowa, Gdańsk 1994

[4] F.R. Engle, *Autoregessive Conditional Heteroscedascity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation*, „Econometrica" 4 (1982), ss. 997-1007

[5] E.F. Fama, *Portfolio Analysis in the Stable Paretian Market*, „Management Science" 11, 1965

[6] E.F. Fama, *The Bahavior of Stock Market Prices*, „Journal of Business" 38 (1965)

[7] M. Łażewski, *Statystyczna analiza efektywności rynku akcji w Polsce w latach 1991-1994*, ZN seria I, *Prace z zakresu statystyki i demografii*, Wydawnictwo AE w Poznaniu, Poznań 1997

[8] B. Mandelbrot, *The Stable Paretian Income Distribution when the Apparent Exponent iIIs Near Two*, „International Economic Review" 4 (1963)

[9] E.E. Peters, *Teoria chaosu a rynki kapitałowe*, WIG-PRESS, Warszawa 1997.

[10] G. Schwarz, *Estimating the dimension of a model*, „Annals of Statistics" 6 (1978), ss. 461-464

[11] W.F. Sharpe, *Portfolio Theory and Capital Markets*, McGrew-Hill, New York 1970

[12] A.L. Turner, E.J. Weigel, *An Analysis of Stock Market Volatility*, Russel Research Commentaries, Frank Russel Company, Tacoma, WA 1990

[13] A. Weron, R. Weron, *Inżynieria finansowa*, WN-T, Warszawa 1998, s. 302

Tabela 1.

Model ARCH (0)
$y(t)=m(t)+e(t)$ $e(t)\|I(t-1)\sim N[0,h(t)]$ $m(t)=par(1)$ $h(t)=par(2)$

Kable		
Unconditional variance of endogenous variable:		.002376236
loglikelihood:		2356.807123732
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .001506053	.001271411	1.184552073
par(2) .002376236	.000081844	**29.033570147**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.0395
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		3.2949
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		76.3493
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		1681.0688
Tonsil		
Unconditional variance of endogenous variable:		.002710803
loglikelihood:		2273.748679892
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .000927164	.001362592	.680441714
par(2) .002710803	.000078088	**34.714854561**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.2110
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		4.3029
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		82.2234
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		825.1521
Swarzędz		
Unconditional variance of endogenous variable:		.002255117
loglikelihood:		2382.258909306

coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .000407623	.001241594	**3.28306445**
par(2) .002255117	.000077926	**28.939304725**

LM(1) adding sq(e(t-1)) in var eq.: **127.9470**

Coeff. of Skewness for normalized residuals: .0135
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals: 3.2911
Ljung-Box(12) for normalized residuals: **48.7173**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares: **1453.5564**

WIG

Unconditional variance of endogenous variable: .000843338

loglikelihood: 3122.955514428

coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .002152670	.000758169	**2.839301878**
par(2) .000843338	.000020233	**41.681039387**

LM(1) adding sq(e(t-1)) in var eq.: **112.3079**

Coeff. of Skewness for normalized residuals: .1370
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals: 5.7377
Ljung-Box(12) for normalized residuals: **207.3517**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares: **1771.3200**

Wólczanka

Unconditional variance of endogenous variable: .001819473

loglikelihood: 2535.807447625

coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .001701480	.001116105	1.524479851
par(2) .001819473	.000054547	**33.355859889**

Coeff. of Skewness for normalized residuals: .0284
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals: 4.0483
Ljung-Box(12) for normalized residuals: **27.7476**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares: **1815.6726**

Żywiec

Unconditional variance of endogenous variable: .001640579

loglikelihood:		2582.813953880
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .003512286	.001067902	**3.288958431**
par(2) .001640579	.000045620	**35.961702236**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		.1265
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		4.5973
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**18.4395**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**1099.7284**

Okocim

Unconditional variance of endogenous variable:		.002604128
loglikelihood:		2220.968784617
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .001619301	.001568673	1.032274569
par(2) .002604128	.000015618	**166.741974535**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–5.2115
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		106.1095
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**19.3841**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		.1620

Exbud

Unconditional variance of endogenous variable:		.001961124
loglikelihood:		2503.117504774
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .002556902	.001153708	2.216246825
par(2) .001961124	.000061411	**31.934614050**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.0342
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		3.7699
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**55.3146**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**1275.5685**

Tabela 2.

MODEL ARCH(1)

$$y(t)=m(t)+e(t);$$

$$e(t)|I(t-1)\sim N[0,h(t)]$$

$$m(t)=par(1)$$

$$h(t)=par(2)+par(3)*sq\big(e(t-1)\big)$$

Kable

Unconditional variance of endogenous variable:		.002376236
loglikelihood:		2497.321686428
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.001032599	.001017324	–1.015014664
par(2) .001082425	.000042183	**25.660030273**
par(3) .553493254	.061164773	**9.049216205**
LR(1) for Ho: constant mean & var.:		**281.0291**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.3367
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		3.9078
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**45.9870**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**142.2174**

Exbud

Unconditional variance of endogenous variable:		.001961124
loglikelihood:		2633.400491594
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .000383866	.000895747	.428543454
par(2) .000977382	.000033462	**29.208450522**
par(3) .491682789	.057640941	**8.530096480**
LR(1) for Ho: constant mean & var.:		**260.5660**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.1412
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		4.2593
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**31.7214**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**159.7952**

Tonsil

Unconditional variance of endogenous variable:		.002710803
loglikelihood:		2386.313713059
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.000765740	.001006091	–.761104318
par(2) .001268351	.000026953	**47.057136470**
par(3) .521028864	.057193389	**9.109949201**
LR(1) for Ho: constant mean & var.:		**225.1301**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.5024
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		7.4530
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**33.9767**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**38.2210**

WIG

Unconditional variance of endogenous variable:		.000843338
loglikelihood:		3409.767752423
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .001296715	.000435400	**2.978218306**
par(2) .000260006	.000009499	**27.373023574**
par(3) .752177663	.055130671	**13.643542685**
LR(1) for Ho: constant mean & var.:		**573.6245**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.2110
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		4.9450
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**133.2661**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**94.7204**

Wólczanka

Unconditional variance of endogenous variable:		.001819473
loglikelihood:		2692.234839168
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.000789683	.000819529	–.963580975
par(2) .000884114	.000027366	**32.306584848**
par(3) .467190630	.054589593	**8.558236185**
LR(1) for Ho: constant mean & var.:		**312.8548**

Coeff. of Skewness for normalized residuals:	–.3486
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:	4.8492
Ljung-Box(12) for normalized residuals:	**14.8350**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:	**164.4665**

Żywiec

Unconditional variance of endogenous variable:		.001640579
loglikelihood:		2719.106569437
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .001278001	.000802155	1.593210188
par(2) .000869301	.000025322	**34.330087672**
par(3) .435167199	.049940574	**8.713700346**
LR(1) for Ho: constant mean & var.:		**272.5852**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.0741
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		5.1698
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**15.2069**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**105.6983**

Swarzędz

Unconditional variance of endogenous variable:		.002255117
loglikelihood:		2478.964684078
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.001304176	.001061724	–1.228357157
par(2) .001297064	.000054569	**23.769235488**
par(3) .405314603	.058003869	**6.987716633**
LR(1) for Ho: constant mean & var.:		**193.4115**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.0961
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		3.4625
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**24.8750**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**168.2988**

Okocim

Unconditional variance of endogenous variable:		.002604128
loglikelihood:		393.141343425
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.019169646	.000169409	**–113.156092962**

par(2) .000255858	.000002663	**96.096579604**
par(3) 1.465804332	.058059855	**25.246434747**
LR(1) for Ho: constant mean & var.:		**–3655.6549**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–18.5243
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		554.2923
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**2.7954**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		.0047

Tabela 3.

MODEL ARCH (2)

$$y(t)=m(t)+e(t)$$

$$e(t)|I(t-1)\sim N[0,h(t)]$$

$$m(t)=par(1)$$

$$h(t)=par(2)+par(3)*sq\left(e(t\text{-}1)\right)+par(4)*sq\left(e(t-2)\right)$$

Kable

Unconditional variance of endogenous variable:		.002376236
loglikelihood:		2538.509782441
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.001344457	.000932490	–1.441792778
par(2) .000740997	.000033204	**22.316657302**
par(3) .479673095	.053243160	**9.009102754**
par(4) .247266217	.040061347	**6.172189237**
LR(2) for Ho: constant mean & var.:		**363.4053**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.3499
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		4.1918
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**44.1059**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**49.0292**

Okocim

Unconditional variance of endogenous variable:		.002604128
loglikelihood:		509.355228172
coefficient	st.error	*t*-stat

par(1) .011970164	.000231667	**51.669606902**
par(2) .000267598	.000005045	**53.045702621**
par(3) .030723568	.003841456	**7.997896026**
par(4) 1.570765064	.068245726	**23.016313961**
LR(2) for Ho: constant mean & var.:		**–3423.2271**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–16.7542
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		483.9911
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**7.1005**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		.0117

Tonsil

Unconditional variance of endogenous variable:		.002710803
loglikelihood:		2408.692710545
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.001245680	.001021682	–1.219244129
par(2) .000937197	.000017672	**53.031642852**
par(3) .424721048	.055909289	**7.596609786**
par(4) .217088791	.036590727	**5.932890923**
LR(2) for Ho: constant mean & var.:		**269.8881**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.8567
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		10.0903
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**35.7897**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**9.6354**

WIG

Unconditional variance of endogenous variable:		.000843338
loglikelihood:		3466.070791344
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .000768161	.000486013	1.580536203
par(2) .000185451	.000010030	**18.490288996**
par(3) .597324158	.049475729	**12.073074407**
par(4) .223361347	.033715348	**6.624915936**
LR(2) for Ho: constant mean & var.:		**686.2306**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.2234
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		4.3354
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**153.6358**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**37.0285**

Wólczanka

Unconditional variance of endogenous variable:		.001819473
loglikelihood:		2741.313105037
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.000772527	.000804467	–.960295905
par(2) .000683787	.000024215	**28.238225350**
par(3) .352503686	.048109445	**7.327120210**
par(4) .234357648	.035640783	**6.575547021**
LR(2) for Ho: constant mean & var.:		**411.0113**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.3268
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		5.0182
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**14.2876**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**37.8495**

Żywiec

Unconditional variance of endogenous variable:		.001640579
loglikelihood:		2754.595722072
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .000676320	.000773599	.874251026
par(2) .000671276	.000021320	**31.486470035**
par(3) .370744949	.044300612	**8.368844782**
par(4) .210904019	.032516399	**6.486081693**
LR(2) for Ho: constant mean & var.:		**343.5635**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.0662
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		5.5210
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**12.9117**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**33.7879**

Swarzędz

Unconditional variance of endogenous variable:		.002255117
loglikelihood:		2516.690881366
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.001280031	.001033651	–1.238359277
par(2) .000974363	.000046763	**20.836378138**
par(3) .319629615	.049362385	**6.475165540**
par(4) .224648670	.041374736	**5.429609800**

LR(3) for Ho: constant mean & var.:	**412.5462**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:	–.1391
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:	3.5812
Ljung-Box(12) for normalized residuals:	**26.3528**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:	**45.2750**

Exbud

Unconditional variance of endogenous variable:		.001961124
loglikelihood:		2677.385185330
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .001048331	.000812866	1.289672570
par(2) .000689741	.000029893	23.073912217
par(3) .409148119	.049077787	8.336727220
par(4) .274664635	.040447860	6.790585088
LR(3) for Ho: constant mean & var.:		**276,6892**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.0632
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		4.4866
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**32.8361**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**56.2808**

Tabela 4.

MODEL GARCH (1,1)

$$y(t)=m(t)+e(t)$$

$$e(t)|I(t\text{-}1)\sim N[0,h(t)]$$

$$m(t)=par(1)$$

$$h(t)=par(2)+par(3)*h(t-1)+par(4)*sq\big(e(t-1)\big)$$

Tonsil

Unconditional variance of endogenous variable:		.002710803
loglikelihood:		2485.019088981
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.000442074	.000944873	–.467865700
par(2) .000056912	.000012017	**4.735888153**
par(3) .806643470	.012316031	**65.495409707**

par(4) .169581343	.019342743	**8.767181886**
LR(2) for Ho: constant mean & var.:		**422.5408**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.5286
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		7.3925
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**42.6532**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		4.0888

Okocim

Unconditional variance of endogenous variable:		.002604128
loglikelihood:		2287.391450112
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .007925115	.001263483	**6.272435142**
par(2) .001361874	.000116261	**11.713898068**
par(3) .020813692	.021583757	.964322022
par(4) 1.105873761	.114154770	**9.687494936**
LR(2) for Ho: constant mean & var.:		**132.8453**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–6.7971
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		147.2999
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		13.7874
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		.0149

Swarzędz

Unconditional variance of endogenous variable:		.002255117
loglikelihood:		2544.409206041
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.001371696	.001007640	–1.361295580
par(2) .000167257	.000027152	**6.159993780**
par(3) .718018305	.031063315	**23.114670967**
par(4) .199121664	.028597331	**6.962945787**
LR(2) for Ho: constant mean & var.:		**324.3006**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.1490
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		3.5339
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**25.3181**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**18.9864**

Exbud

Unconditional variance of endogenous variable:		.001961124
loglikelihood:		2740.151313267
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .001242950	.000731995	1.698030720
par(2) .000078284	.000009107	**8.595588107**
par(3) .731928277	.018095507	**40.448066915**
par(4) .237277059	.023648102	**10.033662051**
LR(2) for Ho: constant mean & var.:		**474.0676**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		.0098
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		4.5410
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**32.7651**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**13.5627**

WIG

Unconditional variance of endogenous variable:		.000843338
loglikelihood:		3506.110679247
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .001024371	.000485892	**2.108225951**
par(2) .000046633	.000006547	**7.122838224**
par(3) .579705956	.025214032	**22.991402159**
par(4) .380431990	.032502882	**11.704561910**
LR(2) for Ho: constant mean & var.:		**766.3103**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.1596
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		4.0794
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**180.4556**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		10.3164

Wólczanka

Unconditional variance of endogenous variable:		.001819473
loglikelihood:		2796.226594801
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.000240568	.000744380	–.323178452
par(2) .000082617	.000009890	**8.353489967**
par(3) .740515288	.020309203	**36.462055801**
par(4) .204334441	.022393028	**9.124913448**

LR(2) for Ho: constant mean & var.:	**520.8383**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:	–.4205
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:	5.1826
Ljung-Box(12) for normalized residuals:	**13.0910**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:	12.6019

Żywiec

Unconditional variance of endogenous variable:		.001640579
loglikelihood:		2795.293815177
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .000989229	.000714586	1.384338835
par(2) .000128148	.000010714	**11.961056164**
par(3) .658309918	.021912977	**30.042011634**
par(4) .266209082	.024917954	**10.683424711**
LR(2) for Ho: constant mean & var.:		**424.9597**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.1058
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		6.2829
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**10.9472**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**11.0354**

Kable

Unconditional variance of endogenous variable:		.002376236
loglikelihood:		2603.658806349
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.000366874	.000884888	–.414599436
par(2) .000050454	.000007685	**6.565311942**
par(3) .800698329	.014426531	**55.501792000**
par(4) .182984764	.017690570	**10.343633055**
LR(2) for Ho: constant mean & var.:		**493.7034**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.2795
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		4.1957
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**40.7617**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**20.4182**

Tabela 5.

MODEL GARCH (1,2)

$$y(t)=m(t)+e(t)$$

$$e(t)|I(t-1)\sim N[0,h(t)]$$

$$m(t)=par(1)$$

$$h(t)=par(2)+par(3)*h(t-1)+par(4)*sq\big(e(t-1)\big)+par(5)*sq\big(e(t-2)\big)$$

Żywiec

Unconditional variance of endogenous variable:		.001640579
loglikelihood:		2799.674366393
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .000972555	.000723368	1.344481045
par(2) .000089573	.000011367	**7.880324516**
par(3) .756855385	.027068157	**27.961097903**
par(4) .328623383	.037822331	**8.688607310**
par(5) –.141349696	.037065292	**–3.813532475**
LR(3) for Ho: constant mean & var.:		**433.7208**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.1475
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		6.2745
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**10.4716**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		6.8660

Okocim

Unconditional variance of endogenous variable:		.001901926
loglikelihood:		2663.271146221
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .000525951	.000900925	.583790444
par(2) .000036015	.000009317	**3.865347959**
par(3) .892855643	.018328926	**48.712926723**
par(4) .328194203	.051107915	**6.421592543**
par(5) –.242548894	.048606021	**–4.990099729**
LR(3) for Ho: constant mean & var.:		**439.6241**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.0398
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		4.0650

Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**28.9376**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**10.0727**
Swarzędz		
Unconditional variance of endogenous variable:		.002255117
loglikelihood:		2547.173104742
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.001476809	.001000095	–1.476668670
par(2) .000109123	.000024597	**4.436463583**
par(3) .795072465	.033070376	**24.041833057**
par(4) .256795866	.046838006	5.482638689
par(5) –.105652679	.048154226	–2.194047904
LR(3) for Ho: constant mean & var.:		**329.8284**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.1651
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		3.5312
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**24.1055**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**19.8238**
Tonsil		
Unconditional variance of endogenous variable:		.002710803
loglikelihood:		2517.123701569
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.000983201	.000921726	–1.066695267
par(2) .000011648	.000004160	**2.800167445**
par(3) .924614443	.008013843	**115.377156338**
par(4) .338752216	.051158603	**6.621607966**
par(5) –.268097909	.051315694	**–5.224481759**
LR(3) for Ho: constant mean & var.:		**486.7500**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.3879
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		5.0492
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**36.4836**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		4.2375
Wólczanka		
Unconditional variance of endogenous variable:		.001819473
loglikelihood:		2802.519835386
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.000402212	.000752113	–.534775945

par(2) .000052980	.000008229	**6.438467564**
par(3) .821913059	.019673712	**41.777222592**
par(4) .269471726	.041274103	**6.528833009**
par(5) –.129085031	.039593523	**–3.260256291**
LR(3) for Ho: constant mean & var.:		**533.4248**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.4369
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		5.1119
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**12.9553**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**7.3849**

Żywiec

Unconditional variance of endogenous variable:		.001640579
loglikelihood:		2799.674366393
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .000972555	.000723368	1.344481045
par(2) .000089573	.000011367	**7.880324516**
par(3) .756855385	.027068157	**27.961097903**
par(4) .328623383	.037822331	**8.688607310**
par(5) –.141349696	.037065292	**–3.813532475**
LR(3) for Ho: constant mean & var.:		**433.7208**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.1475
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		6.2745
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**10.4716**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**6.8660**

Kable

Unconditional variance of endogenous variable:		.002376236
loglikelihood:		2623.348132409
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.000896404	.000841506	–1.065237862
par(2) .000012189	.000004209	**2.895699745**
par(3) .906569980	.010884599	**83.289242621**
par(4) .334509172	.048570448	**6.887092590**
par(5) –.242287175	.048089360	**–5.038269863**
LR(3) for Ho: constant mean & var.:		**533.0820**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.2805
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		4.1273
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**35.9931**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**14.2929**

Exbud		
Unconditional variance of endogenous variable:		.001961124
loglikelihood:		2752.189828494
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .001182413	.000785970	1.504399400
par(2) .000034739	.000006165	**5.634857069**
par(3) .856635372	.017576084	**48.738694803**
par(4) .323447467	.041359081	**7.820470365**
par(5) –.194456619	.041995070	**–4.630462995**
LR(3) for Ho: constant mean & var.:		**498.1446**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.0357
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		4.4821
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**31.1747**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**12.6867**

Tabela 6.

MODEL GARCH (1,3)

$$y(t)=m(t)+e(t)$$

$$e(t)|I(t-1)\sim N[0,h(t)]$$

$$m(t) = par(1)$$

$$h(t)=par(2)+par(3)*h(t-1)+par(4)*sq\big(e(t-1)\big)+par(5)*sq\big(e(t-2)\big)+par(6)*sq\big(e(t-3)\big)$$

Kable		
Unconditional variance of endogenous variable:		.002376236
loglikelihood:		2629.019208904
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.000928579	.000841577	–1.103380672
par(2) .000005910	.000002716	**2.175682270**
par(3) .936049004	.007914161	**118.275201902**
par(4) .334526647	.048924674	**6.837585680**
par(5) –.191165613	.058841522	**–3.248821665**
par(6) –.079129184	.034061086	**–2.323155032**
LR(4) for Ho: constant mean & var.:		**544.4242**

Coeff. of Skewness for normalized residuals:	–.2885
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:	4.0730
Ljung-Box(12) for normalized residuals:	**36.6393**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:	**18.6382**

Tonsil

Unconditional variance of endogenous variable:		.002710803
loglikelihood:		2518.054752230
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.000966425	.000933624	–1.035133912
par(2) .000010871	.000003850	**2.823687338**
par(3) .930741208	.009567512	**97.281430743**
par(4) .334749004	.051155907	**6.543701856**
par(5) –.246858682	.057684124	**–4.279490832**
par(6) –.023339096	.029105400	–.801881968
LR(4) for Ho: constant mean & var.:		**488.6121**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.3858
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		4.9764
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**36.4009**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		4.4878

Okocim

Unconditional variance of endogenous variable:		.001901926
loglikelihood:		2667.170497397
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .000608331	.000924307	.658149008
par(2) .000019756	.000005886	**3.356335437**
par(3) .935402210	.014307105	**65.380258863**
par(4) .311571261	.050379104	**6.184533550**
par(5) –.197780139	.058014386	**–3.409156803**
par(6) –.061923161	.029992417	–2.064627224
LR(4) for Ho: constant mean & var.:		**447.4228**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		.0015
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		4.0435
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**29.9319**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**12.0069**

Swarzędz

Unconditional variance of endogenous variable:		.002255117
loglikelihood:		2552.495941480
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.001657291	.001011592	–1.638299954
par(2) .000049067	.000016086	**3.050219330**
par(3) .898279350	.025981595	**34.573680431**
par(4) .254838437	.046911126	**5.432366631**
par(5) –.080909656	.058639435	–1.379782335
par(6) –.096896062	.038815330	**–2.496334904**
LR(4) for Ho: constant mean & var.:		**340.4741**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.1744
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		3.4970
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**25.4081**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**15.0618**

WIG

Unconditional variance of endogenous variable:		.000843338
loglikelihood:		3533.785786027
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .000889646	.000481117	1.849127152
par(2) .000007685	.000001883	**4.080836968**
par(3) .894922537	.017558151	**50.969063929**
par(4) .446211213	.049692447	**8.979457382**
par(5) –.274508031	.064487024	**–4.256794807**
par(6) –.075919452	.035117270	**–2.161883652**
LR(4) for Ho: constant mean & var.:		**821.6605**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.1199
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		3.4243
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**161.3230**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		5.0544

Wólczanka

Unconditional variance of endogenous variable:		.001819473
loglikelihood:		2802.666632995
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.000386765	.000765639	–.505152993

par(2) .000060205	.000009667	**6.228144250**
par(3) .806281249	.023399908	**34.456599362**
par(4) .270497851	.041675539	**6.490566354**
par(5) –.134371791	.046987652	**–2.859725605**
par(6) .016002017	.029836656	.536320700
LR(4) for Ho: constant mean & var.:		**533.7184**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.4316
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		5.0795
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**12.8803**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		6.9594

Żywiec

Unconditional variance of endogenous variable:		.001640579
loglikelihood:		2798.913236922
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .000973869	.000722049	1.348757651
par(2) .000087277	.000013171	**6.626261598**
par(3) .756636680	.032723042	**23.122443244**
par(4) .330415828	.037687242	**8.767312433**
par(5) –.143600420	.039310410	**–3.652987062**
par(6) .002389922	.026300376	.090870254
LR(4) for Ho: constant mean & var.:		**432.1986**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.1506
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		6.3456
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**10.4177**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		7.1150

Exbud

Unconditional variance of endogenous variable:		.001961124
loglikelihood:		2756.874068873
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .001314570	.000812235	1.618460570
par(2) .000019750	.000004215	**4.685892846**
par(3) .907515220	.013448999	**67.478270680**
par(4) .321225442	.041687043	**7.705642315**
par(5) –.172056435	.051700398	**–3.327951867**
par(6) –.065014237	.032502932	**–2.000257605**
LR(4) for Ho: constant mean & var.:		**507.5131**

Coeff. of Skewness for normalized residuals:	–.0459
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:	4.4663
Ljung-Box(12) for normalized residuals:	**31.8393**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:	**17.1603**

Tabela 7.

MODEL GARCH (1,4)

$$y(t)=m(t)+e(t)$$

$$e(t)|I(t-1)\sim N[0,h(t)]$$

$$m(t)=par(1)$$

$$h(t)=par(2)+par(3)*h(t-1)+par(4)*sq\big(e(t-1)\big)+par(5)*sq\big(e(t-2)\big)+par(6)*sq\big(e(t-3)\big)+ +par(7)*sq\big(e(t-4)\big)$$

Tonsil

Unconditional variance of endogenous variable: .002710803

loglikelihood: 2520.290599808

coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.000907466	.000934380	–.971195288
par(2) .000008626	.000003283	**2.627227154**
par(3) .943143918	.010892958	**86.582904789**
par(4) .328668840	.050055306	**6.566113930**
par(5) –.250389868	.057487779	**–4.355532145**
par(6) .040459246	.045650957	.886273781
par(7) –.065799707	.034856217	–1.887746670

LR(5) for Ho: constant mean & var.: **493.0838**

Coeff. of Skewness for normalized residuals:	–.3726
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:	4.9623
Ljung-Box(12) for normalized residuals:	**36.0218**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:	4.8291

Okocim

Unconditional variance of endogenous variable: .001902781

loglikelihood: 2667.474952953

coefficient	st.error	*t*-stat

par(1) .000447172	.000920723	.485675556
par(2) .000013261	.000004470	**2.966310840**
par(3) .954088038	.012215556	**78.104346071**
par(4) .292416411	.047058472	**6.213895177**
par(5) –.189619324	.055563740	**–3.412645083**
par(6) .002025042	.042703579	.047420902
par(7) –.068451028	.026318919	**–2.600829734**
LR(5) for Ho: constant mean & var.:		**452.0992**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		.0235
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		4.0414
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**29.4226**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**11.5567**

Swarzędz

Unconditional variance of endogenous variable:		.002255117
loglikelihood:		2551.481288276
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.001688839	.001019492	–1.656549245
par(2) .000070606	.000021998	**3.209667621**
par(3) .863310005	.034153982	**25.276994484**
par(4) .255984530	.047110488	5.433705793
par(5) –.072949758	.057877890	–1.260408039
par(6) –.103892188	.045112683	**–2.302948569**
par(7) .022794153	.028569720	.797843052
LR(5) for Ho: constant mean & var.:		**338.4448**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.1742
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		3.4932
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**25.1899**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**13.9236**

WIG

Unconditional variance of endogenous variable:		.000843338
loglikelihood:		3538.759383732
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .000892594	.000474265	1.882057708
par(2) .000004638	.000001473	**3.149645773**
par(3) .934681682	.016234232	**57.574740269**
par(4) .444285285	.049083863	**9.051555016**
par(5) –.306391157	.066797368	**–4.586874721**
par(6) –.003557177	.051849845	–.068605360

par(7) –.075511158	.031643484	**–2.386309885**
LR(5) for Ho: constant mean & var.:		**831.6077**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.1052
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		3.3539
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**162.6361**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		7.7880

Kable

Unconditional variance of endo. variable:		.002376236
loglikelihood:		2635.322955363
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) –.000807983	.000827158	–.976818682
par(2) .000003350	.000002076	1.613543763
par(3) .952074463	.007209850	**132.051906899**
par(4) .328959357	.047059064	**6.990350592**
par(5) –.215004634	.057784626	**–3.720793057**
par(6) .043815888	.048435355	.904626141
par(7) –.109663945	.031871822	**–3.440780540**
LR(5) for Ho: constant mean & var.:		**557.0317**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.2934
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		3.9794
Ljung-Box(12) for normalized residuals:		**38.4853**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:		**22.0300**

Exbud

Unconditional variance of endo. variable:		.001961124
loglikelihood:		2756.838513176
coefficient	st.error	*t*-stat
par(1) .001297675	.000811200	1.599697800
par(2) .000021005	.000004450	**4.720236278**
par(3) .902265856	.014317052	**63.020365972**
par(4) .321260656	.041717933	**7.700780815**
par(5) –.169440839	.051749064	**–3.274278356**
par(6) –.081117208	.041518229	–1.953773314
par(7) .018222318	.025138720	.724870581
LR(5) for Ho: constant mean & var.:		**507.4420**
Coeff. of Skewness for normalized residuals:		–.0414
Coeff. of Kurtosis for normalized residuals:		4.4564

Ljung-Box(12) for normalized residuals:	**31.8480**
Ljung-Box(12) for normalized residual-squares:	**16.2540**