**Konspekt referatu**

**Paweł Kliber**

**Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu**

**Zmiany ciągłe i skokowe w procesach cen na wybranych Giełdach Papierów Wartościowych**

**Cel badawczy i hipotezy**

W latach dziewięćdziesiątych i na początku XXI w. dostęp do danych wysokiej częstotliwości umożliwił badanie zmian cen aktywów w małej skali. Jak się okazało, zmiany te są niezgodne z ciągłymi procesami dyfuzji. W związku z tym nastąpił wzrost zainteresowania modelami uwzględniającymi skoki, tj. gwałtowne zmiany cen spowodowane pojawieniem się nowych informacji. Dostęp do danych bardzo dużej częstotliwości – dotyczących kolejnych transakcji na rynkach – kazał dodatkowo zwrócić uwagę na tzw. „szum mikrostruktury” rynku, wiążący się z działalnością inwestorów słabo poinformowanych (noise traders).

Badania dla rynku polskiego dotyczące występowania, aktywności i częstotliwości skoków cen zostały przedstawione np. w pracach [Kostrzewski 2012] i [Kliber 2013]. W drugiej z tych prac dokonano analizy cen akcji notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie oraz indeksów z tej giełdy i kursów wymiany głównych walut międzynarodowych (euro i dolara amerykańskiego). Zauważono w niej, że aktywność skoków cen jest związana z płynnością instrumentu. Instrumenty bardziej płynne cechują się na ogół mniejszą aktywnością skoków. W tej pracy analiza ta została rozszerzona na większą liczbę badanych instrumentów. Dodatkowo, uwzględniony został „szum mikrostruktury” rynku. W pracy rozważono ceny trzydziestu akcji notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie oraz cztery indeksy z tej giełdy. Dodatkowo, w celach porównawczych, uwzględniono dwie inne giełdy europejskie, dla których dostępne były dane wysokiej częstotliwości: Giełdę Papierów Wartościowych w Budapeszcie oraz Giełdę Papierów Wartościowych we Frakfurcie. W każdym przypadku uwzględniono akcje wchodzące w skład jednego z głównych indeksów giełdowych na badanym rynku: WIG30, BUX i DAX. Dla każdego rynku wykonano oszacowanie dotyczące udziału „szumu” mikrostruktury, regularnych zmian cen i zmian gwałtownych (skoków) w ogólnej zmienności procesu cen. Zbadano hipotezę, że zarówno szum mikrostruktury, jak i zmiany „skokowe” są negatywnie związane z płynnością instrumentu. W przypadku Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie hipoteza ta została potwierdzona. W przypadku pozostałych dwóch rynków wyniki są mniej jednoznaczne.

**Dane**

Do obliczeń wykorzystano dane pochodzące z trzech rynków giełdowych: Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie (GPW), Giełdy Papierów Wartościowych w Budapeszcie (BSE) oraz Giełdy Papierów Wartościowych we Frakfurcie (Frankfurter Wertpapierbörse, FWB). We wszystkich przypadkach wzięto do analizy spółki wchodzące w skład ważnych indeksów wyznaczanych na tych giełdach. W przypadku Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie był to indeks WIG30, w przypadku Giełdy Papierów Wartościowych w Budapeszcie – indeks BUX. Dla Giełdy Papierów Wartościowych we Frankfurcie wzięto do analizy spółki wchodzące w skład indeksu DAX. Oprócz tego badaniu poddano indeksy notowane na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie: indeks WIG oraz indeksy WIG20, WIG30, sWIG40 i mWIG80. Nie uwzględniono indeksów branżowych z powodu na niską częstotliwość ich publikacji (ich wartości podawane są tylko trzykrotnie podczas dnia sesyjnego).

W obliczeniach posłużono się 5-minutowymi notowaniami badanych instrumentów, pobranymi z serwisu stooq.pl. Dane obejmowały okres od 16 maja do 16 września 2016 r. W badanym okresie było 88 dni sesyjnych w przypadku GPW i 87 dla BSE i FWB. Tabela 1 zawiera podstawowe informacje na temat 5-minutowych zwrotów dla badanych instrumentów z rynków (kolejno) GPW, FWB i BSE.

**Metody badawcze**

Do wyznaczenia szumu mikrostrktury i poziomu jego aktywności posłużono się estymatorem wariacji kwadratowej procesu opartym na dwóch skalach czasowych, zaproponowanym w pracy [Zhan i in. 2005]. W celu podziału procesu cen na część ciągłą i skokową wykorzystano zmienność zrealizowaną obliczoną na podstawie danych wysokiej częstotliowści oraz wariację dwupotęgową, zaproponowaną w pracy [Barndorff-Nielsen, Shephard 2004]. Występowanie skoków w procesach cen badano za pomocą logarytmicznej wersji testu Barndorffa-Nielsena i Shepharda, opartego na różnicy między zmiennością zrealizowaną i wariacją dwupotęgową. Związek między płynnością a poziomem aktywności szumu i skoków sprawdzono za pomocą analizy korelacji.

**Wyniki oszacowań**

**Tabela 1.** Zmienność zrealizowana (RV), wariacja dwupotęgowa (BV) oraz udziały szumu mikrostruktury, części ciągłej i skokowej w ogólnej zmienności procesu cen badanych instrumentów

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Symbol** | **RV** | **BV** | **Szum** | **Zmiany ciągłe** | **Zmiany skokowe** |
| ACP | 0,04638 | 0,03479 | 5,88% | 70,60% | 23,52% |
| ALR | 0,04809 | 0,03999 | 5,41% | 78,66% | 15,93% |
| ATT | 0,46116 | 0,20136 | 5,66% | 41,19% | 53,15% |
| BHW | 0,38439 | 0,11776 | 5,15% | 29,06% | 65,79% |
| BRS | 0,03852 | 0,01738 | 5,59% | 42,60% | 51,82% |
| BZW | 0,06147 | 0,04771 | 5,34% | 73,47% | 21,18% |
| CCC | 0,07619 | 0,06010 | 5,77% | 74,33% | 19,90% |
| CPS | 0,05750 | 0,04581 | 5,75% | 75,08% | 19,17% |
| ENA | 0,07907 | 0,06531 | 5,97% | 77,67% | 16,36% |
| EUR | 0,06539 | 0,05577 | 5,54% | 80,56% | 13,89% |
| GTC | 0,11926 | 0,04747 | 5,33% | 37,68% | 56,99% |
| ING | 0,06429 | 0,02344 | 5,29% | 34,53% | 60,18% |
| JSW | 0,17331 | 0,16229 | 4,65% | 89,29% | 6,06% |
| KER | 0,05802 | 0,03801 | 5,84% | 61,69% | 32,47% |
| KGH | 0,05498 | 0,04805 | 4,90% | 83,12% | 11,98% |
| LPP | 0,13544 | 0,10097 | 5,83% | 70,21% | 23,96% |
| LTS | 0,04116 | 0,03428 | 5,54% | 78,68% | 15,78% |
| LWB | 0,13918 | 0,07643 | 5,46% | 51,91% | 42,62% |
| MBK | 0,07468 | 0,05685 | 5,66% | 71,81% | 22,52% |
| MIL | 0,00839 | 0,00436 | 5,32% | 49,26% | 45,42% |
| NET | 0,49306 | 0,14386 | 4,94% | 27,74% | 67,33% |
| OPL | 0,11925 | 0,09130 | 4,89% | 72,82% | 22,29% |
| PEO | 0,35605 | 0,08273 | 4,84% | 22,11% | 73,05% |
| PGE | 0,05103 | 0,04645 | 5,20% | 86,29% | 8,51% |
| PGN | 0,08540 | 0,05869 | 5,08% | 65,23% | 29,68% |
| PKN | 0,07844 | 0,04550 | 5,32% | 54,92% | 39,76% |
| PKO | 0,03175 | 0,02788 | 4,99% | 83,42% | 11,59% |
| PZU | 0,02436 | 0,02318 | 5,21% | 90,19% | 4,60% |
| SNS | 0,05200 | 0,03221 | 5,76% | 58,38% | 35,86% |
| TPE | 0,07903 | 0,05960 | 6,13% | 70,79% | 23,08% |
| MWIG40 | 0,00349 | 0,00293 | 4,80% | 79,90% | 15,31% |
| SWIG80 | 0,00195 | 0,00163 | 4,52% | 79,69% | 15,79% |
| WIG | 0,00343 | 0,00318 | 4,62% | 88,41% | 6,98% |
| WIG30 | 0,00601 | 0,00556 | 4,70% | 88,14% | 7,16% |
| ADS | 0,01410 | 0,01291 | 4,53% | 87,44% | 8,03% |
| ALV | 0,01700 | 0,01608 | 4,96% | 89,92% | 5,11% |
| BAS | 0,01326 | 0,01267 | 4,78% | 90,97% | 4,26% |
| BAYN | 0,01785 | 0,01704 | 5,01% | 90,68% | 4,30% |
| BEI | 0,00968 | 0,00926 | 4,91% | 90,92% | 4,17% |
| CBK | 0,04233 | 0,04036 | 4,92% | 90,66% | 4,43% |
| DAI | 0,02041 | 0,01867 | 4,81% | 87,09% | 8,10% |
| DB1 | 0,00808 | 0,00718 | 4,85% | 84,56% | 10,58% |
| DBK | 0,05902 | 0,05618 | 4,78% | 90,65% | 4,57% |
| DPW | 0,01101 | 0,01019 | 4,90% | 88,07% | 7,02% |
| EOAN | 0,09443 | 0,04861 | 4,60% | 49,10% | 46,29% |
| FRE | 0,01566 | 0,01649 | 4,62% | 100,44% | -5,06% |
| HEI | 0,01322 | 0,01269 | 4,77% | 91,44% | 3,78% |
| HEN | 0,01356 | 0,01093 | 4,94% | 76,67% | 18,38% |
| IFX | 0,01857 | 0,01743 | 4,76% | 89,41% | 5,82% |
| LHA | 0,02595 | 0,02407 | 4,83% | 88,28% | 6,89% |
| LIN | 0,01591 | 0,01494 | 4,91% | 89,27% | 5,82% |
| LXS | 0,01946 | 0,01806 | 4,93% | 88,22% | 6,85% |
| MRK | 0,01273 | 0,01184 | 4,66% | 88,66% | 6,68% |
| MUV2 | 0,01223 | 0,01133 | 5,01% | 88,02% | 6,97% |
| RWE | 0,03717 | 0,03601 | 4,86% | 92,18% | 2,97% |
| SAP | 0,00949 | 0,00917 | 4,89% | 91,87% | 3,24% |
| SDF | 0,03683 | 0,03280 | 4,85% | 84,72% | 10,42% |
| SIE | 0,01099 | 0,01007 | 4,94% | 87,09% | 7,97% |
| TKA | 0,03176 | 0,02953 | 4,97% | 88,37% | 6,66% |
| VOW | 0,06594 | 0,05632 | 4,88% | 81,24% | 13,88% |
| ANY | 0,70225 | 0,07171 | 4,86% | 9,71% | 85,43% |
| APPENINN | 0,16765 | 0,06607 | 5,71% | 37,16% | 57,13% |
| CIGPANNONIA | 0,12785 | 0,02060 | 5,05% | 15,30% | 79,66% |
| EMASZ | 0,12485 | 0,02330 | 5,22% | 17,69% | 77,09% |
| FHB | 0,16927 | 0,07975 | 5,19% | 44,67% | 50,14% |
| GSPARK | 0,10975 | 0,00343 | 4,74% | 2,98% | 92,28% |
| KARPOT | 8,90355 | 0,74316 | 4,81% | 7,94% | 87,24% |
| KONZUM | 4,97133 | 0,87943 | 4,76% | 16,85% | 78,39% |
| KULCSSOFT | 9,75677 | 0,68332 | 4,90% | 6,66% | 88,44% |
| MASTERPLAST | 2,87575 | 0,76771 | 5,20% | 25,31% | 69,49% |
| MOL | 0,15927 | 0,04230 | 5,14% | 25,20% | 69,67% |
| OTP | 0,01665 | 0,01436 | 5,43% | 81,59% | 12,98% |
| PANNERGY | 0,07264 | 0,02526 | 5,15% | 32,98% | 61,87% |
| RABA | 0,10577 | 0,01558 | 4,99% | 13,99% | 81,02% |

**Tabela 2.** Współczynniki korelacji pomiędzy płynnością instrumentu a aktywnością szumu mikrostruktury oraz aktywnością skoków

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Rynek** | **BSE** | **FWB** | **GPW - akcje** | **GPW - indeksy** |
| Aktywność szumu | 0,4254 | -0,1993 | -0,1649 | -0,4809 |
| Aktywność skoków | -0,8365 | 0,3484 | -0,2805 | -0,7978 |

**Wnioski**

W artykule podjęto próbę podziału zmienności cen instrumentów notowanych na trzech giełdach (GPW, BSE i FWB) na część związaną z szumem mikrostruktury, zmiany regularne i zmiany skokowe. Każdy z tych rynków charakteryzuje się innym poziomem rozwoju i płynności. Najbardziej rozwinięta jest giełda we Frankfurcie, a za najmniej rozwiniętą i płynną uważa się giełdę w Bukareszcie. Dla każdego rynku wyznaczono oszacowania udziału aktywności szumu mikrostruktury oraz skoków, a także estymacje liczby skoków w kolejnych dniach sesyjnych.

Wyniki pokazują, że pod względem szumu mikrostruktury rynki te niewiele się różnią. Na każdym z nich szum odpowiada za od 4% do 6% ogólnej zmienności cen. Różnice występują natomiast w aktywności skoków. Największy udział skoków w zmienności cen zachodzi na najmniej rozwiniętym rynku (Bukareszt), a najmniejszy – na rynku najbardziej dojrzałym (Frankfurt).

Sprawdzono hipotezę, zgodnie z którą szum mikrostruktury oraz aktywność skoków są negatywnie związane z płynnością instrumentu, wyznaczając odpowiednie współczynniki korelacji. W przypadku Giełdy Papierów Wartościowych w Warszawie hipoteza ta została potwierdzona – współczynniki korelacji między płynnością a aktywnością szumu mikrostruktury oraz między płynności a aktywnością skoków okazały się ujemne. W przypadku Giełdy Papierów Wartościowych we Fraknfurcie płynność była ujemnie skorelowana ze aktywnością szumu, a dodatnio – z aktywnością skoków, przy czym wartości współczynników korelacji były dość małe, co sugeruje, że na tym rynku (dla ogólnie bardzo płynnych instrumentów) płynność nie ma większego wpływu na poziom aktywności tych procesów. W przypadku Giełdy Papierów Wartościowych w Budapeszcie zależności były odwrotne: zaobserwowano ujemną (i bardzo silną) korelację między płynnością a aktywnością skoków oraz dodatnią (słabszą) korelację między płynnością a aktywnością szumu mikrostruktury.