

Alicja Ganczarek-Gamrot

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

RYZIKO INWESTYCJI W SPÓŁKI GIEŁDOWE SEKTORA ENERGETYCZNEGO

Wprowadzenie

Liberalizacja polskiego rynku energii elektrycznej wpłynęła na rozwój konkurencyjności rynku. Przedsiębiorstwa energetyczne, aby zwiększyć swoją pozycję na kształtującym się konkurencyjnym polskim, a w przyszłości również europejskim rynku energii elektrycznej, podjęły procesy konsolidacji łącząc się w większe spółki energetyczne. Powstałe spółki energetyczne zaczynają rozwijać się również poprzez udział w rynku finansowym. Obecnie na GPW są notowane akcje spółek: Tauron Polska Energia SA (TPE), Polska Grupa Energetyczna SA (PGE), Polish Energy Partners SA (PEP), Zespół Elektrociepłowni Wrocławskich Kogeneracja SA (KGN), Enea SA (ENA), CEZ SA (CEZ). Spośród wymienionych spółek najkrócej na GPW obecny jest Tauron, którego pierwsze akcje zostały wyemitowane na parkiecie giełdy 30.06.2010 r.

W pracy podjęto próbę porównania poziomu ryzyka zmiany kursu akcji wśród spółek sektora energetycznego notowanych na GPW. Ryzyko szacowano za pomocą kwantylowych miar zagrożenia *Value-at-Risk (VaR)* oraz *Conditional Value-at-Risk (CVaR)* na podstawie logarytmicznych dziennych stóp zwrotu cen akcji notowanych spółek w okresie od 30.06.2010 r. do 12.11.2012 r. Dla notowanych spółek zaproponowano portfel z minimalną wartością *Conditional Value-at-Risk (CVaR)*.

1. Miary ryzyka

Miary zagrożenia służą do pomiaru niekorzystnych odchyleń od oczekiwanych cen lub stóp zwrotu. Najpopularniejszą z tych miar jest *VaR* (ang. *Value-at-Risk*).

Wartość narażona na ryzyko VaR jest to taka strata wartości, która z zadanym prawdopodobieństwem $\alpha \in (0,1)$ nie zostanie przekroczona w określonym czasie Δt [Jajuga, 2000]:

$$P(X_{t+\Delta t} \leq X_t - VaR_\alpha) = \alpha^1, \quad (1)$$

gdzie:

X_t – obecna wartość waloru w chwili t ,

$X_{t+\Delta t}$ – zmienna losowa, wartość waloru na końcu trwania inwestycji.

Oznaczając przez Z_α kwantyl rzędu α stóp zwrotu rozpatrywanego waloru, wówczas w postaci logarytmicznej można zapisać [Jajuga, 2000]:

$$Z_\alpha = \ln\left(\frac{X_\alpha}{X_t}\right), \quad (2)$$

gdzie:

X_t – obecna wartość waloru,

X_α – kwantyl rzędu α rozkładu wartości waloru,

stąd [Jajuga, 2000]:

$$VaR_\alpha = (e^{Z_\alpha} - 1)X_t. \quad (3)$$

W przypadku pozycji krótkiej Z_α jest kwantylem wyznaczanym z lewego ogona rozkładu rozpatrywanych stóp zwrotu, wówczas VaR informuje o maksymalnej stracie wynikającej ze spadku cen. W przypadku pozycji długiej Z_α jest kwantylem wyznaczanym z prawego ogona rozkładu rozpatrywanych stóp zwrotu, wówczas VaR informuje o maksymalnej stracie wynikającej ze wzrostu cen. Zaletą VaR w porównaniu z miarami zmienności jest informacja o najbardziej niekorzystnych zmianach wartości rozpatrywanego waloru [Ganczarek, 2008].

Oprócz zalet miara VaR posiada również wady, istotne przede wszystkim w przypadku estymacji VaR dla portfela. Dla rozkładów dyskretnych jest niegładką, niewypukłą oraz niejednomodalną funkcją [Artzner et al., 1999; Konarzewska, 2004; Ogryczak, Ruszczyński, 2002]. W celu poprawienia własności VaR , rozpatrując najgorsze realizacje, które z zadanym prawdopodobieństwem α przekraczają dopuszczalną stratę, sformułowano średnią spośród najbardziej niekorzystnych realizacji zmiennej losowej:

¹ Dla pozycji długiej wartość straty VaR można zdefiniować następująco $P(X_{t+\Delta t} \geq X_t - VaR_\alpha) = \alpha$.

Warunkowa wartość zagrożona $CVaR$ (ang. *Conditional Value-at-Risk*) lub ES (ang. *Expected Shortfall*) jest warunkową wartością oczekiwaną wyznaczoną ze wszystkich możliwych strat przekraczających maksymalną stratę wyznaczoną przez VaR [10, 12]²:

$$CVaR_{\alpha}(X) = ES_{\alpha}(X) = E\{X|X \leq X_{\alpha}\}, \quad (4)$$

gdzie:

X – zmienna losowa – wartość waloru,

X_{α} – kwantyl rzędu α rozkładu wartości waloru.

$CVaR$ jest definiowana jako średnia z najgorszych realizacji. Portfele z niewielkim VaR mają również niewielkie $CVaR$. $CVaR$ jest funkcją α dla ustalonego X [Ganczarek, 2008]. VaR jest łatwiejszą w interpretacji miarą, jednak ze względu na koherentność $CVaR$ [Pflug, 2000], w estymacji ryzyka portfela zaleca się stosowanie $CVaR$ [Pflug, 2000; Rockafellar, Uryasev, 2000, 2002].

Portfele złożone z akcji poszczególnych spółek zbudowano dla dziennych logarymicznych stóp zwrotu (2). Portfele konstruowano minimalizując wartość $CVaR$ przy ustalonym poziomie wartości oczekiwanej [Ganczarek, 2008]:

$$\min \rightarrow f(\mathbf{w}) = E(\mathbf{w}^T \mathbf{Z} | \mathbf{w}^T \mathbf{Z} \leq \mathbf{Z}_{\alpha}^T \mathbf{w}), \quad (5)$$

przy ograniczeniach:

$$\sum_{i=1}^k w_i = 1,$$

$$\mathbf{Z}(w_1, \dots, w_k) = \sum_{i=1}^k w_i \mathbf{Z}_i \geq z_0,$$

gdzie: w_i – udział i -tej akcji w portfelu,

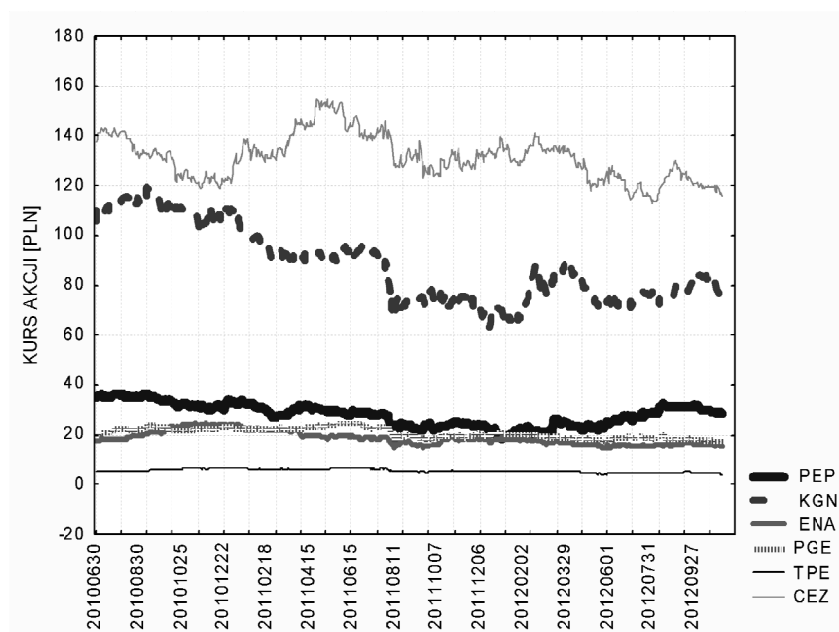
z_0 – dopuszczalna oczekiwana wartość portfela.

k – liczba akcji w portfelu.

2. Analiza empiryczna

Analizowane spółki w okresie od 30.06.2010 r. do 12.11.2012 r. różnią się znacznie pod względem poziomu wartości akcji (rys. 1).

² Definiowana również jako Shortfall – ES – kwantylowa średnia warunkowa – wartość oczekiwana wyznaczona z realizacji zmiennej losowej nie większych niż odpowiedni kwantyl rozkładu.



Rys. 1. Kursy akcji w okresie od 30.06.2010 r. do 12.11.2012 r.

Ryzyko zmiany kursu akcji zostało oszacowane na podstawie logarytmicznych dziennych stóp zwrotu z tego okresu. W tab. 1 zaprezentowano parametry rozkładu stóp zwrotu oraz oszacowane wartości VaR i $CVaR$ dla prawdopodobieństw: 0,95, 0,99, oraz 0,999 [Basel Committee on Banking Supervision, 2009]. Wartości narażone na ryzyko zostały estymowane na podstawie empirycznych kwantyli logarytmicznych stóp zwrotu analizowanych akcji.

Tabela 1

Parametry rozkładu stóp zwrotu akcji

Parametry	Spółki					
	PEP	KGN	ENA	PGE	TPE	CEZ
<i>średnia</i>	-0,0004	-0,0005	-0,0003	-0,0002	-0,0003	-0,0003
<i>odchylenie standardowe</i>	0,021	0,0217	0,0168	0,0165	0,0165	0,0153
$VaR_{0,95}$	0,0356	0,0336	0,0238	0,0257	0,0233	0,0244
$VaR_{0,99}$	0,0593	0,0515	0,0436	0,0437	0,0374	0,0337
$VaR_{0,999}$	0,0896	0,0677	0,0657	0,061	0,0681	0,0572
$CVaR_{0,95}$	0,0509	0,045	0,0348	0,0379	0,0342	0,0318
$CVaR_{0,99}$	0,0737	0,0616	0,0554	0,0565	0,0536	0,0493
$CVaR_{0,999}$	0,0933	0,0683	0,0776	0,0653	0,074	0,0605

Badany okres dla wszystkich sześciu spółek nie był korzystny. Po wydarzeniach w Grecji, inwestorzy zaczęli sprzedawać spółki z sektora energetycznego, co spowodowało spadek cen akcji. Wartości przeciętne stóp zwrotu poszczególnych akcji są niższe od zera. Koncentrując się na ryzyku zmiany kursu akcji na podstawie estymowanych wartości VaR oraz $CVaR$, można powiedzieć, że największym poziomem ryzyka charakteryzuje się spółka Polish Energy Partners SA (PEP), w następnej kolejności Zespół Elektrociepłowni Wrocławskich Kogeneracja SA (KGN), Enea SA (ENA), Polska Grupa Energetyczna SA (PGE), Tauron Polska Energia SA (TPE), CEZ SA (CEZ). Biorąc pod uwagę bardzo duże straty występujące z niskim prawdopodobieństwem (0,001; $CVaR_{0,999}$), można powiedzieć, że ryzyko zmiany kursu spółki TPE jest wyższe niż ryzyko dla spółki PGE, ENA, a nawet KGN. Ryzyko spółki PGE dla prawdopodobieństwa strat rzędu 0,05 jest wyższe niż ryzyko spółki ENA, KGN oraz PEP.

W tab. 2 zaprezentowano wyniki estymacji czterech portfeli. Wartości funkcji celu zaznaczono pogrubioną czcionką. Pierwszy portfel jest rozwiązaniem klasycznego zadania Markowitza [1952, 1959]. Portfele 2-4 są rozwiązaniem zadania (5) odpowiednio dla prawdopodobieństwa 0,95, 0,99, 0,999. Jako minimalną dopuszczalną wartość oczekiwaną portfela wybrano wartość oczekiwaną przy identycznych udziałach poszczególnych akcji w portfelu (portfel 5).

Tabela 2

Parametry portfeli

Spółki	Udziały poszczególnych spółek w portfelach				
	Portfel 1	Portfel 2	Portfel 3	Portfel 4	Portfel 5
PEP	0,1366	0,0848	0,1382	0,1352	0,1667
KGN	0,1371	0,171	0,1643	0,1348	0,1667
ENA	0,1796	0,1733	0,1361	0,0929	0,1667
PGE	0,1025	0,1095	0	0,0007	0,1667
TPE	0,0973	0,1323	0,2214	0,2894	0,1667
CEZ	0,3468	0,3290	0,3399	0,3470	0,1667
wartość oczekiwana	-0,0003	-0,0003	-0,0003	-0,0003	-0,0003
odchylenie standardowe	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0106
$VaR_{0,95}$	0,0139	0,0140	0,0143	0,0154	0,0149
$VaR_{0,99}$	0,0249	0,0266	0,0245	0,0249	0,0282
$VaR_{0,999}$	0,0355	0,0343	0,0321	0,0307	0,0356
$CVaR_{0,95}$	0,0209	0,0204	0,0209	0,0213	0,0217
$CVaR_{0,99}$	0,0317	0,0314	0,0288	0,0292	0,0330
$CVaR_{0,999}$	0,0362	0,0366	0,0323	0,0307	0,0389

Najwyższe udziały w portfelach ma CEZ, spółka obarczona najniższym ryzykiem. W zależności od funkcji celu wysokie udziały w portfelu mają również spółki obciążone wysokim ryzykiem, tak na przykład dla funkcji celu $CVaR_{0,999}$ wysokie udziały w portfelu posiada spółka TPE, która charakteryzuje się wysokim poziomem strat, przy zadanym prawdopodobieństwie straty.

Podsumowanie

W maju bieżącego roku Dom Maklerski PKO BP dawał rekomendacje na kupno akcji ENA, PGE i TPE. Na podstawie wyników przeprowadzanych analiz udział akcji PGE w portfelach jest niewielki. Przy zdefiniowanym zadaniu optymalizacji (5) większość udziałów portfela to akcje spółki CEZ, TPE, ENA oraz KGN.

Porównując ryzyko otrzymanych portfeli z ryzykiem poszczególnych kontraktów, można powiedzieć, że przy podobnej stopie zwrotu z inwestycji dzięki dywersyfikacji portfela udało się znacznie obniżyć poziom ryzyka (tab. 1-2).

Literatura

- Artzner P., Delbaen F., Eber J. M., Heath D. (1999): *Coherent Measures of Risk*. „Mathematical Finance”, No. 9.
- Basel Committee on Banking Supervision (2009): Guidelines for Computing Capital for Incremental Risk in the Trading Book, July.
- Basel Committee on Banking Supervision (2011): Revisions to the Basel II Market Risk Framework, February.
- Ganczarek A. (2008): *Ocena stabilności rozwiązania zadania optymalizacji ryzyka inwestycji na polskim dobowo-godzinnyim rynku energii elektrycznej*. W: *Modelowanie preferencji a ryzyko '07*. Red. T. Trzaskalik. Wydawnictwo AE, Katowice.
- Jajuga K., red. (2000): *Metody ekonometryczne i statystyczne w analizie rynku kapitałowego*. Wydawnictwo AE, Wrocław.
- Konarzewska I. (2004): *VaR, CVaR – ryzyko inwestowania na Gieldzie Papierów Wartościowych w Warszawie*. Wydawnictwo AE, Wrocław.
- Markowitz H.M. (1952): *Portfolio Selection*. „Journal of Finance”, No. 7.
- Markowitz H.M. (1959): *Portfolio Selection. Efficient Diversification of Investments*. Yale University Press, New Haven.
- Ogryczak W., Ruszczyński A. (2002): *Dual Stochastic Dominance and Quantile Risk Measures*. „International Transactions in Operational Research”, No. 9.

Pflug G.Ch. (2000): *Some Remarks on the Value-at-risk and the Conditional Value-at-risk*. W: *Probabilistic Constrained Optimization: Methodology and Applications*. Ed. S. Uryasev. Kulwer Academic Publishers.

Rockafellar R.T., Uryasev S. (2000): *Optimization and Conditional Value-at-Risk*. „Journal of Risk”, No. 2.

Rockafellar R.T., Uryasev S. (2002): *Optimization of Conditional Value-at-Risk for General Distributions*. „Journal of Banking and Finance”, No. 26, lss. 7.

RISK OF INVESTMENT IN POWER SECTOR EQUITIES

Summary

In this paper a comparison of risk level changes of exchange company of power sector is presented. The analysis is based on data from Polish Stock Exchange (GPW) for following companies: Tauron Polska Energia SA (TPE), Polska Grupa Energetyczna SA (PGE), Polish Energy Partners SA (PEP), Zespół Elektrociepłowni Wrocławskich Kogeneracja SA (KGN) Enea SA (ENA), CEZ SA (CEZ). For these companies the portfolio with minimum Conditional Value-at-Risk (*CVaR*) is proposed.