

KAROL MAREK KLIMCZAK

## SYMULACJA FINANSOWA SPÓŁKI ZA POMOCĄ MODELU ZYSKU REZYDUALNEGO

### 1. Wprowadzenie

Celem artykułu jest przedstawienie modelu pozwalającego na tworzenie symulacji wyników finansowych i wyceny rynkowej akcji spółek giełdowych. Model ten służy do przygotowania gier symulacyjnych oraz scenariuszy eksperymentów giełdowych, pozwalając na badanie efektów behawioralnych przy zachowaniu realizmu i zgodności z teorią ekonomii.<sup>1</sup> Podstawą dla konstrukcji modelu jest model zysku rezydualnego w wersji zaproponowanej przez Jamesa A. Ohlsona, którego zaletą jest powiązanie w jednym modelu dwóch sfer: informacji finansowej i wyceny akcji. Model ten jest zgodny z teorią finansów i został zweryfikowany empirycznie. Strukturę modelu przedstawiono w części pierwszej artykułu. Jego zastosowanie do celów symulacji wymaga wprowadzenia modyfikacji, które przedstawiono w części trzeciej artykułu. W części czwartej przedstawiono własności statystyczne modelu.

### 2. Model Ohlsona

James Ohlson<sup>2</sup> zaproponował rozwinięcie modelu zysku rezydualnego, które pozwala na bezpośrednie powiązanie wyników finansowych spółki z wyceną rynkową jej akcji, bez potrzeby prognozowania przyszłych wartości zysku rezydualnego. Zysk rezydualny ( $RI_t$ ) jest w tym modelu obliczany w

---

1 Klimczak K., Pikos A., Wardaszko M., *The use of risk information by investors - a simulation study*, [w:] Bielecki W.T., Wardaszko M., Pikos A., Gondziarowska-Ziołocka J. [red.] *Bonds and Bridges: The Use of Simulation Games*, Poltext, Warszawa, 2012, s. 235-241.

2 J. Ohlson: *Earnings, Book Values, and Dividends in Equity Valuation*. *Contemporary Accounting Research*, 11(2), 1995, s. 661-687.

sposób przyjęty wcześniej w literaturze, jako różnica pomiędzy wynikiem finansowym ( $NI_t$ ) a kosztem kapitału własnego wyrażonym wartościowo:

$$RI_t = NI_t - r_e * BV_{t-1} = (ROE_t - r_e) * BV_{t-1}$$

W przedstawionej formie, znak zysku rezydualnego świadczy o budowie (+) lub niszczeniu (-) wartości przez spółkę w danym okresie. Wartość spółki zależy więc od oczekiwanych wartości zysku rezydualnego w przyszłych okresach. Zdyskontowana suma tych wartości stanowi premię ponad wartość bieżącą aktywów netto spółki. Aktywa netto ( $BV_t$ ) są w tym modelu definiowane jako suma aktywów spółki wycenionych do wartości godziwej. Model wyceny kapitału własnego spółki ( $MVE_t$ ) za pomocą zysku rezydualnego przyjmuje następującą formę:

$$MVE_t = BV_t + \sum_{i=1}^{\infty} \frac{E(RI_{t-i})}{(1+r_e)^i}$$

Ohlson zastąpił prognozy zysku rezydualnego przyjęciem założenia o autoregresyjnej strukturze zysku rezydualnego. Przyjął, że zysk rezydualny charakteryzuje się stopniowym zanikaniem, co powoduje że asymptotycznie jego wartość dąży do zera. Założenie to jest zgodne z przyjętymi w ekonomii prawami funkcjonowania rynków konkurencyjnych, przewidującymi zanik nadzwyczajnych rent. Założeniu temu przeczy natomiast praktyka identyfikacji aktywów według standardów rachunkowości, które zabraniają uwzględniania w wartości netto części aktywów niematerialnych oraz pozwalają na wycenę większości aktywów materialnych według wartości historycznej. W rezultacie suma aktywów netto jest stale zaniżona relatywnie do ich wartości bieżącej, co powoduje utrzymanie się zysku rezydualnego na poziomie wyższym od zera.<sup>3</sup> Forma matematyczna modelu procesu autoregresyjnego zysku rezydualnego jest następująca:

$$RI_t = \omega RI_{t-1} + v_{t-1} + \varepsilon_{1t}$$

$$v_{t-1} = \gamma v_{t-2} + \varepsilon_{2t}$$

gdzie symbolami  $\omega$  i  $\gamma$  oznaczono parametry autoregresyjne zawierające się w przedziale od zera do jedności, a symbolem  $\varepsilon$  oznaczono zmienne losowe (zakłócenia) o średniej zero. Na uwagę zasługuje wprowadzenie przez Ohlsona dodatkowej zmiennej  $v_t$ , która reprezentuje dodatkowe informacje, inne niż zysk rezydualny, dostępne w okresie  $t$ , istotne dla prognozowania zysku rezydualnego w okresie  $t+1$ . Twórca modelu przyjął więc, że zysk rezydualny zawiera składnik będący odpowiednikiem szoku, który jest znany z wyprzedzeniem jednego okresu. Przyjęcie tych założeń pozwala na uzyskanie zamkniętej formy modelu wyceny:

---

3 M. Runsten: *The association between accounting information and stock prices : model development and empirical tests based on Swedish data*. Stockholm School of Economics, Sztokholm, 1998.

$$MVE_t = BV_t + \frac{\omega}{(1+r_e) - \omega} RI_t + \frac{1+r_e}{(1+r_e - \omega)(1+r_e - \gamma)} v_t$$

Jak widać, model Ohlsona wymaga pomiaru trzech zmiennych: zysku rezydualnego, sumy aktywów netto i szoku w zysku rezydualnym oczekiwanego w okresie następnym. Model wymaga oszacowania wartości trzech parametrów, z założenia stałych w czasie lecz zróżnicowanych w przekroju: współczynnika autoregresji zysku rezydualnego, współczynnika autoregresji szoku w zysku rezydualnym, oraz kosztu kapitału własnego. Dla uproszczenia model ten przedstawia się często za pomocą dwóch parametrów, ponieważ wszystkie parametry są stałe w czasie:

$$MVE_t = BV_t + \alpha_1 RI_t + \alpha_2 v_t$$

Model Ohlsona został pozytywnie zweryfikowany w badaniach empirycznych, które wskazały że osiąga on stopień dopasowania podobny do alternatywnych modeli.<sup>4</sup> Wyższy poziom dopasowania można osiągnąć za pomocą trafnego prognozowania przyszłych wartości zysku rezydualnego, lecz wówczas utracona zostaje główna zaleta modelu, jego prostota. W późniejszej publikacji model ten został zresztą rozszerzony, aby uwzględnić zróżnicowanie aktywów na finansowe i operacyjne.<sup>5</sup>

### 3. Model symulacyjny

Tworząc model symulacyjny ustalono, że parametry modelu Ohlsona będą miały charakter egzogeniczny. Dzięki temu osoba stosująca model może zdecydować o tempie zanikania zysku rezydualnego oraz o poziomie ryzyka w danym scenariuszu, lub portfelu scenariuszy. Egzogeniczne są także wartości początkowe aktywów netto i zysku rezydualnego, choć w razie potrzeby mogą one być dobierane losowo spośród zbioru wartości dopuszczanych przez użytkownika. Wybór wartości początkowych nie ma istotnego znaczenia, ponieważ w symulacji należy wykorzystać wyniki uzyskane po większej liczbie powtórzeń. W przeciwnym razie zmienność symulowanych wielkości będzie zaniżona poprzez pominięcie efektu autoregresji. Wykorzystanie jako wartości początkowych wielkości uzyskanych, na przykład, dla 12 okresu pozwala na łatwe uzyskanie zróżnicowania w początkowych wartościach zmiennych.

Kolejnym, istotnym założeniem jest przyjęcie kroku symulacji równego jednemu okresowi obrotowemu. Choć model Ohlsona nie determinuje długości pojedynczego okresu, przyjęcie okresów rocznych upraszcza interpretację wartości występujących w symulacji oraz umożliwia obliczanie znanych

4 P.M. Dechow, A.P. Hutton, R.G. Sloan: *An empirical assessment of the residual income valuation model*. Journal of Accounting & Economics, 26(1-3), 1999, s. 1-34.

5 G.A. Feltham, J.A. Ohlson: *Valuation and Clean Surplus Accounting for Operating and Financial Activities*. Contemporary Accounting Research, 11(2), 1995, s. 689-731.

wskaźników finansowych, takich jak zysk na akcję lub zwrot na kapitale własnym, które zwyczajowo wykazywane są w skali roku. Alternatywnym rozwiązaniem jest przyjęcie okresów krótszych, na przykład kwartalnych, co pociągałoby za sobą konieczność annualizacji wskaźników finansowych. Dla utrzymania realistyczności scenariuszy przydatne byłoby także wprowadzenie sezonowości do modelu, co z kolei wymagałoby przypisania każdej symulowanej spółki do określonego sektora gospodarki, aby ustalić parametry sezonowości. Zmiany te wiążą się ze wzrostem złożoności modelu.

Ryzyko systematyczne wprowadzono do modelu poprzez zmienną  $v_t$ , czyli szok w zysku rezydualnym. Zgodnie z założeniami modelu Ohlsona wartość tego szoku jest znana z wyprzedzeniem jednego okresu. Realistycznym wydaje się założenie, że podstawą dla prognozowania szoku są przewidywania odnoszące się do całego rynku, połączone ze znajomością historycznej zależności pomiędzy sytuacją rynkową a wynikami finansowymi danej spółki. Prognozowanie sytuacji rynkowej jest w praktyce łatwiejsze niż prognozowanie sytuacji pojedynczej spółki, chociażby ze względu na mnogość źródeł prognoz makroekonomicznych, możliwość ich porównania i wypracowania na tej podstawie oczekiwań. Podobnie, praktycznym rozwiązaniem jest przyjęcie, że wynik finansowy spółki wykazuje stałą zależność względem sytuacji rynkowej. Z drugiej strony, prezentowane podejście pomija znaczenie informacji specyficznych dla spółki, które są zawarte w jej sprawozdaniach finansowych lub innych ujawnieniach. Podejmując tę decyzję kierowano się koniecznością ograniczenia liczby informacji, którymi muszą się posługiwać użytkownicy modelu. Ponadto, zastosowane podejście jest zbieżne z koncepcją rachunkowej bety (ang. accounting beta)<sup>6</sup>.

Ryzyko specyficzne wprowadzono do modelu za pomocą wariancji błędu losowego w poszczególnych równaniach modelu Ohlsona. Błąd losowy w równaniu autoregresji szoku powoduje spadek przewidywalności wpływu sytuacji rynkowej na wyniki finansowe spółki. Błąd losowy w równaniu autoregresji zysku rezydualnego powoduje spadek przewidywalności zysku rezydualnego, relatywnie do wartości współczynnika autoregresji. Dodatkowo wprowadzono błąd losowy w samym równaniu wyceny, który odpowiada ryzyku płynności i efektywności rynku. Wysoka wariancja błędu w modelu wyceny powoduje wzrost kosztów obrotu akcjami spółki.

Ponieważ wariancja błędu losowego w trzech równaniach modelu jest istotnym parametrem egzogenicznym, służącym do manipulowania poziomem ryzyka systematycznego i specyficznego, pożądaną własnością modelu jest zachowanie stałego poziomu wariancji błędu w czasie. W podstawowej formie

---

6 N.C. Hill, B.K. Stone: *Accounting Betas, Systematic Operating Risk, and Financial Leverage: A Risk-Composition Approach to the Determinants of Systematic Risk*. The Journal of Financial and Quantitative Analysis, 15(3), 1980, s. 595–637.

modelu Ohlsona wszystkie zmienne wyrażone są w jednostkach monetarnych. Zgodnie z założeniami modelu, oczekiwana wartość zysku rezydualnego wynosi zero, co oznacza, że oczekiwana wartość wyniku finansowego jest równa kosztowi kapitału własnego wyrażonego w jednostkach monetarnych. Tymczasem, w każdym okresie wynik finansowy jest odnoszony na kapitał własny (aktywa netto), co powoduje stały wzrost kapitału własnego w tempie równym (średnio) kosztowi kapitału. W rezultacie, wariancja błędu nie może być ustalona w jednostkach monetarnych, ponieważ jej znaczenie ekonomiczne spadałoby wraz ze wzrostem wartości kapitału własnego.

Problem utrzymania wariancji błędu na poziomie stałym w czasie rozwiązano za pomocą przeformułowania modelu poprzez podzielenie obydwu stron przez wartość aktywów netto (w okresie  $t-1$ ). Dzięki temu wariancja błędu losowego we wszystkich równaniach jest stała w czasie oraz uzyskuje użyteczną interpretację jako punkty procentowe wskaźnika rentowności kapitału własnego ( $ROE$ ). Co więcej, poziom wariancji jest porównywalny w przekroju, między spółkami o różnych wartościach początkowych aktywów netto, co ułatwia różnicowanie parametrów symulacji w portfelu spółek.

Drugą korzyścią ze zmiany formy modelu jest zwiększenie przejrzystości powiązania wyniku finansowego spółki z sytuacją rynkową. Zmienna reprezentująca sytuację rynkową, tzw. czynnik rynkowy, może być wyrażona w punktach procentowych wskaźnika  $ROE$ . Na przykład, jeśli zmienna ta przyjmuje wartość jednego punktu procentowego, oczekiwana wartość  $ROE$  symulowanych spółek wynosi jeden punkt procentowy ponad koszt kapitału. Jest to jednoznaczne z oczekiwaną wartością rezydualnego  $ROE$  na poziomie jednego punktu procentowego. W przekroju spółek, wpływ czynnika rynkowego jest modyfikowany przez współczynnik ryzyka systematycznego, powiązany z kosztem kapitału dla danej spółki. Wartości czynnika rynkowego są egzogeniczne dla modelu. Zmienna może być symulowana za pomocą procesu autoregresyjnego, co zapewni oczekiwaną wartość równą zero. Zastosowanie współczynnika autoregresji na poziomie około 0,5 pozwala na tworzenie się okresów hossy i bessy. Należy wówczas pamiętać, że dla krótkich symulacji (np. 10 okresów) średnia wartość tej zmiennej będzie często odchyłała się istotnie od oczekiwanej wartości zero.

Wprowadzenie opisanych modyfikacji do modelu Ohlsona prowadzi do uzyskania modelu o następującej strukturze. Zysk rezydualny poprzez podzielenie przez początkową wartość aktywów netto zostaje przekształcony w rezydualny zwrot na kapitale własnym ( $RROE_t$ ). Podobnie przekształcona zostaje zmienna reprezentująca szok ( $VROE_t$ ). Koszt kapitału jest zmienną egzogeniczną, różnicowaną pomiędzy spółkami zgodnie z poziomem dźwigni finansowej.

$$RROE_t = \frac{RI_t}{BV_{t-1}} = ROE_t - r_e$$

$$VROE_t = \frac{v_t}{BV_{t-1}}$$

Wartości zmiennej  $RROE_t$  kształtują się zgodnie z poniższym procesem. Parametry tego procesu są egzogeniczne. Parametr  $\omega$  może przyjmować dwie wartości: wyższą dla spółek osiągających pozytywny wynik finansowy, niższą dla spółek przynoszących stratę finansową. Błąd losowy charakteryzuje się stałym, egzogenicznym parametrem odchylenia standardowego.

$$RROE_t = \omega RROE_{t-1} + VROE_{t-1} + \varepsilon_{3t}, \text{ gdzie}$$

$$\omega \in (0;1) \wedge \varepsilon_{3t} \sim N(0, SD(\varepsilon_{3t}))$$

Szok w rezydualnym zwrocie na kapitale własnym,  $VROE_t$ , kształtuje się zgodnie z poniższym procesem. Podobnie jak w przypadku poprzednim, parametry tego procesu oraz odchylenie standardowe błędu losowego są egzogeniczne. Dodatkową składową procesu jest wpływ czynnika rynkowego, równy iloczynowi wartości czynnika rynkowego  $MF_t$  i mnożnika  $\mu$ . Wartość mnożnika  $\mu$  jest równa lewarowanemu wskaźnikowi beta spółki.

$$VROE_{t-1} = \gamma VROE_{t-2} + \mu MF_{t-1} + \varepsilon_{4t}, \text{ gdzie}$$

$$\gamma \in (0;1) \wedge \varepsilon_{4t} \sim N(0, SD(\varepsilon_{4t}))$$

Na podstawie wartości  $RROE$  obliczyć można zysk rezydualny i wynik finansowy. Końcową wartość aktywów netto uzyskuje się z poniższego równania, w którym zmienna  $D_t$  odpowiada sumie dywidend wypłaconych w danym okresie. Wielkość ta może być symulowana za pomocą prostego algorytmu, przewidującego wypłatę kwoty mniejszej niż wynik finansowy, o ile wynik finansowy przekracza przyjęty próg minimum. W celu uproszczenia obliczeń, przyjęto założenie o wypłacie dywidend na koniec okresu.

$$BV_t = BV_{t-1} + (RROE_t + r_e)BV_{t-1} - D_t$$

Uzyskane w ten sposób wielkości wykorzystane są następnie w równaniu wyceny przedstawionym poniżej. Błąd losowy w tym równaniu jest wyrażony kwotowo, jako stała proporcja  $s$  wartości aktywów netto na koniec okresu.

$$MVE_t = BV_t \left( \frac{\omega}{(1+r_e) - \omega} RROE_t + \frac{1+r_e}{(1+r_e - \omega)(1+r_e - \gamma)} VROE_t \right) BV_{t-1} + \varepsilon_{5t}$$

$$\text{gdzie } \varepsilon_{5t} \sim N(0, SD(\varepsilon_{5t})) \wedge SD(\varepsilon_{5t}) = sBV_t$$

Wartość rynkowa kapitału własnego ( $MVE_t$ ) symulowanej spółki może zostać przekształcona poprzez podzielenie tej wartości przez liczbę akcji objętych przez akcjonariuszy, dzięki czemu uzyskuje się cenę akcji. Liczba akcji jest wielkością egzogeniczną. Podobnie można postąpić z wynikiem finansowym, uzyskując wskaźnik zysku na akcję. Podzielenie obydwu wartości przez siebie daje popularny wskaźnik cena/zysk. Po przeprowadzeniu symulacji dla wielu okresów uzyskuje się ponadto wielkość zwrotu z akcji dla każdego

okresu, a po zestawieniu wielu scenariuszy razem można obliczyć wskaźniki kowariancji.

#### 4. Własności modelu

Struktura modelu pozwala na manipulowanie parametrami stabilności wyniku finansowego w czasie oraz wielkością błędu losowego reprezentującego ryzyko finansowe. Tabela 1 zawiera zestawienie wartości parametrów wyceny modelu Ohlsona oraz wielkości odchyłeń standardowych poszczególnych zmiennych. Dwa ostatnie wiersze zawierają wartości oszacowane za pomocą symulacji Monte Carlo (pakiet MCSim, 50.000 powtórzeń), natomiast pozostałe wielkości to wartości teoretyczne, obliczone za pomocą wzorów na wariancję procesu autoregresyjnego oraz sumy wariancji. Obliczenia wykonano przy założeniu, że czynnik rynkowy posiada stałą wartość zero. Wprowadzenie zmiennego czynnika rynkowego powoduje wzrost wariancji szoku w zysku rezydualnym, a pośrednio wzrost wariancji w pozostałych zmiennych wynikowych. Istotnym parametrem staje się wówczas mnożnik efektu rynkowego, czyli beta spółki. Przyjęto założenie, że spółka nie wypłaca dywidendy, ponieważ w opisywanym modelu wypłata dywidendy jest nieistotna. Dla ułatwienia interpretacji wyników w części dotyczącej wariancji wykorzystano iloczyn wartości rynkowej kapitału własnego do jego wartości księgowej (*MTBV*), dzięki czemu odchylenie standardowe we wszystkich czterech przypadkach mierzone jest w punktach procentowych. We wszystkich scenariuszach przyjęto koszt kapitału na poziomie 8%. Symulacje Monte Carlo przeprowadzono na wynikach symulacji 24 okresów aby obliczona zmienność uwzględniała zależności wynikające ze struktury autoregresyjnej procesów.

Wyniki w tabeli 1 zostały ułożone w osiem scenariuszy aby pokazać najważniejsze źródła zmian. Górna część tabeli zawiera parametry egzogeniczne, a część dolna zawiera parametry wynikowe. Pierwszy scenariusz stanowi punkt odniesienia dla następnych. W każdym kolejnym scenariuszu parametr, który uległ modyfikacji w porównaniu do scenariusza wyjściowego został wyfuszony. Dwa mnożniki modelu wyceny,  $\alpha_1$  i  $\alpha_2$ , zależą od współczynników autoregresji zmiennych *RROE* i *VROE*. Na wielkość pierwszego parametru wpływa jedynie współczynnik autoregresji *RROE*, natomiast na drugi parametr obydwa współczynniki wpływają dodatnio. Zależności te potwierdzają scenariusze od 2 do 4, w których zróżnicowano współczynniki autoregresji, pozostawiając wielkość błędu losowego bez zmian. Warto zauważyć, że zmiany współczynników autoregresji wywołują zmiany odchylenia standardowego o odwrotnym zwrocie. Na przykład, w scenariuszu 2 zaproponowano spadek współczynnika autoregresji *RROE* z 0,50 do 0,20, czego efektem jest spadek mnożnika wyceny o  $\frac{3}{4}$  oraz niewielki spadek

zmienności *RROE*. Jednocześnie zmiana ta spowodowała spadek zmienności wyceny akcji i zwrotu z akcji o połowę.

Manipulując wielkością błędu losowego w równaniach zmiennych *RROE*, *VROE* i *MTBV* należy pamiętać o zależności występującej między tymi zmiennymi. Zmienność *VROE* wpływa na wartość zmiennej *RROE*, a obydwie te zmienne wpływają na zmienność *MTBV* i *RR*. Podobnie kumulowana jest wariancja. Scenariusze od 5 do 8 przedstawiają przykłady skutków manipulacji wielkością błędu losowego, wyrażonego w punktach procentowych. Najsilniejszy wpływ ma poziom błędu losowego w zmiennej szoku, *VROE*. Jego wzrost powoduje analogiczny wzrost zmienności *RROE* oraz gwałtowny przyrost zmienności *MTBV* i *RR*. Zwiększenie błędu losowego w procesie *RROE* lub w równaniu wyceny wywołuje znacznie mniejsze, addytywne wzrosty zmienności. Scenariusz 8 pokazuje wyniki dla wysokiego poziomu wszystkich błędów losowych. Jak widać, podobne rezultaty uzyskano dla wysokiego poziomu błędu w *VROE*. Zatem manipulując wartościami błędu losowego, należy szczególną uwagę zwrócić na tę zmienną. Na przykład, ustalenie wartości błędu losowego w *VROE* na poziomie 10 punktów procentowych powoduje występowanie wysokich, ujemnych wartości zysku rezydualnego, które skutkują wyceną rynkową na poziomie poniżej zera. Problem ten można rozwiązać poprzez ustalenie niskiej wartości współczynnika autoregresji zysku rezydualnego dla wartości ujemnych. Spowoduje to spadek wartości mnożnika wyceny, dzięki czemu wycena nie osiągnie wartości ujemnych.

Tabela 1

Własności modelu

	1	2	3	4	5	6	7	8
AR(RROE)	0.50	<b>0.20</b>	0.50	<b>0.20</b>	0.50	0.50	0.50	0.50
AR(VROE)	0.30	0.30	<b>0.10</b>	<b>0.10</b>	0.30	0.30	0.30	0.30
Err(MVE)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>
Err(RROE)	0.02	0.02	0.02	0.02	<b>0.05</b>	0.02	0.02	<b>0.05</b>
Err(VROE)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	<b>0.05</b>	0.02	<b>0.05</b>
$\alpha_1$	0.8621	0.2273	0.8621	0.2273	0.8621	0.8621	0.8621	0.8621
$\alpha_2$	2.3873	1.5734	1.9001	1.2523	2.3873	2.3873	2.3873	2.3873
SD(RROE)	0.0306	0.0286	0.0306	0.0286	0.0611	0.0551	0.0306	0.1528
SD(VROE)	0.0210	0.0210	0.0201	0.0201	0.0210	0.0524	0.0210	0.1048
SD(MTBV)	0.0769	0.0356	0.0702	0.0338	0.0884	0.1837	0.0893	0.1949
SD(RR)	0.0823	0.0487	0.0839	0.0484	0.1194	0.2257	0.1085	0.2306

Źródło: Opracowanie własne. Użyte oznaczenia: RROE – rezydualny zwrot na kapitale własnym, VROE – szok w RROE, MVE – wartość rynkowa kapitału własnego,  $\alpha_1$  – mnożnik zysku rezydualnego,  $\alpha_2$  – mnożnik przewidywanego szoku w zysku rezydualnym, AR(.) – współczynnik autoregresji, Err(.) – odchylenie standardowe błędu



losowego w procesie autoregresyjnym,  $SD(.)$  – odchylenie standardowe,  $MTBV$  – iloczyn wartości rynkowej kapitału własnego i jego wartości księgowej,  $RR$  – zwrot z inwestycji w akcje.

## 5. Podsumowanie

Przedstawiony model może znaleźć zastosowanie w grach symulacyjnych i eksperymentach. Pozwala on na tworzenie realistycznych scenariuszy ewolucji wyniku finansowego i wartości rynkowej akcji spółek, które mogą stanowić podstawę dla gier inwestycyjnych, eksperymentów dotyczących decyzji inwestorów giełdowych. Model może również być wykorzystany jako element szerszego scenariusza, takiego jak symulacja sprawozdań finansowych spółki lub symulacja projektu inwestycyjnego.

Podstawowym ograniczeniem prezentowanego modelu symulacyjnego jest brak bezpośredniego powiązania ze strukturą aktywów spółki. Na podstawie modelu nie można więc stworzyć symulacji bilansu spółki. Podobnie, model nie obejmuje rachunku wyników powyżej wyniku finansowego przed odsetkami i opodatkowaniem. Dodanie tych elementów wymaga stworzenia odrębnego modelu, przy zachowaniu zgodności z modelem podstawowym. Ograniczeniem modelu jest również przyjęcie kroku symulacji równego jeden rok. W rezultacie model może być stosowany do badania decyzji długoterminowych, a nie krótkoterminowych.

Proponowany model stanowi użyteczną bazę do budowania kolejnych elementów symulacji finansów spółek. Celem dalszych badań może być stworzenie symulacji sprawozdań finansowych spółek lub opracowanie wersji modelu dla okresów kwartalnych. W obecnej postaci model może zostać wykorzystany w badaniach eksperymentalnych, które wymagają stworzenia scenariuszy wyceny akcji spółek, lub dążą do porównania wyceny przeprowadzonej przez uczestników eksperymentu z jej wielkością teoretyczną. Przykładem takich eksperymentów są badania wpływu impulsów informacyjnych na decyzje inwestorów.

## Literatura

1. Dechow P. M., Hutton A. P., Sloan R. G., *An empirical assessment of the residual income valuation model*, „Journal of Accounting & Economics”, 1999, Nr 26(1-3), s. 1-34.
2. Feltham G. A., Ohlson J. A., *Valuation and Clean Surplus Accounting for Operating and Financial Activities*, „Contemporary Accounting Research”, 1995, Nr 11(2), s. 689-731.
3. Hill N. C., Stone B. K., *Accounting Betas, Systematic Operating Risk, and Financial Leverage: A Risk-Composition Approach to the Determinants*

*of Systematic Risk*, „The Journal of Financial and Quantitative Analysis”, 1980, Nr 15(3), s. 595–637.

4. Klimczak K., Pikos A., Wardaszko M., *The use of risk information by investors - a simulation study*, [w:] Bielecki W.T., Wardaszko M., Pikos A., Gondziarowska-Ziołocka J. [red.] *Bonds and Bridges: The Use of Simulation Games*, Poltext, Warszawa, 2012, s. 235-241.
5. Ohlson J. A., *Earnings, Book Values, and Dividends in Equity Valuation*, „Contemporary Accounting Research, 1995, Nr 11(2), s. 661-687.
6. Runsten M., *The association between accounting information and stock prices: model development and empirical tests based on Swedish data*, Stockholm School of Economics, Sztokholm, 1998.

*dr Karol Marek Klimczak, Katedra Finansów, Akademia Leona Koźmińskiego*

### **Streszczenie**

Badania eksperymentalne w zakresie finansów i rachunkowości wykorzystują gry giełdowe, w których bada się wpływ dostarczanych informacji na decyzje uczestników. Podobne gry znajdują zastosowanie w nauczaniu. Przedmiotem artykułu jest stworzenie symulacji wyników finansowych spółki oraz ceny rynkowej jej akcji za pomocą modelu zysku rezydualnego w wersji opublikowanej przez Jamesa Ohlsona (1995). Model ten został rozwinięty aby uwzględnić parametry ryzyka specyficznego i systematycznego oraz umożliwić tworzenie równoległych scenariuszy dla portfela spółek o różnej charakterystyce. Rozkłady zmiennych wynikowych zbadano za pomocą symulacji Monte Carlo. Model pozwala na łatwą implementację w arkuszu kalkulacyjnym lub pakiecie statystycznym.

### **FINANCIAL SIMULATION OF A STOCK COMPANY WITH THE RESIDUAL INCOME MODEL**

#### **Summary**

Experimental research in finance and accounting relies to a large extent on stock trading simulations, where the object of interest are subject's reactions to the information provided. Similar games are used in teaching. The goal of this article is to develop a simulation of the financial results of a company and of the valuation of its equity shares. The simulation is derived from the residual income model of James Ohlson (1995), with extensions to include parameters for idiosyncratic and common risk. The simulation allows users to create parallel scenarios for portfolios of companies that vary in their characteristics. Monte Carlo simulation was used to verify the distributions of simulation outputs. The simulation can be implemented in a spreadsheet or a statistical package.