

Ewa Krawczyk

Katedra Ekonomii i Polityki Gospodarczej SGGW

Zastosowanie modelu ryzyka Value at Risk (VaR) opartego na metodzie Monte Carlo do rynku nieruchomości

Wstęp

Istnieje wiele modeli ryzyka, tradycyjnych i „nowej generacji”. Na uwagę zasługuje model VaR do określenia skwantyfikowanej potencjalnej straty przy zadanym stopniu prawdopodobieństwa. Adaptacja modelu VaR na potrzeby analizy ryzyka związanego z zaangażowaniem środków kredytowych w projekt inwestycyjny na rynku nieruchomości biurowych może być źródłem interesujących informacji, wspomagających decyzje zarówno kredytodawcy, jak i inwestora.

W artykule zaprezentowano zastosowanie modelu VaR – wartości narażonej na ryzyko, na potrzeby określenia skwantyfikowanego ryzyka wyłącznego przedsięwzięcia inwestycyjnego, scharakteryzowanego podstawowymi wskaźnikami rachunku efektywności NPV i IRR.

NPV – wartość zaktualizowana netto – definiowana jest jako suma zdyskontowanych w kolejnych latach prognozy życia ekonomicznego inwestycji różnic pomiędzy generowanymi przychodami a wydatkami, dla danego poziomu stopy dyskonta.

IRR – wewnętrzna stopa zwrotu – określa taki poziom stopy dyskonta, przy którym aktualna wartość wpływów gotówkowych generowana przez przedsięwzięcie inwestycyjne jest równa wartości nakładów inwestycyjnych, a więc jest to stopa, przy której NPV przedsięwzięcia jest równe 0.

Zaadaptowano model ryzyka VaR oparty na symulacji Monte Carlo, wykorzystywanej dotychczas w zarządzaniu ryzykiem aktywami podmiotów rynku finansowego, głównie portfeli inwestycyjnych. Wykorzystanie VaR do analizy opłacalności inwestycji rzeczowych, w tym rynku nieruchomości, jest działaniem mało rozpoznanym, obarczonym ograniczonym zaufaniem ze względu na odmienny charakter instrumentów rynku finansowego i inwestycji rzeczowych.

Jednym z modeli mierzących potencjalną stratę na portfelu (wartość zagrożoną), przy z góry założonym prawdopodobieństwie trafności prognozy, jest model VaR – Value at Risk. Model ten wykorzystywany jest przede wszystkim na potrzeby analiz ryzyka rynku kapitałowego, ale idea tej metody jest uniwersalna, co może być argumentem przemawiającym za podjęciem prób przeniesienia tej metodologii na płaszczyznę analiz projektów inwestycyjnych na rynku nieruchomości.

Value at Risk jest metodologią syntetycznych miar ryzyka i umożliwia jego dostosowanie do żądanego poziomu. VaR można zdefiniować następująco:

Wartość ryzykowana to maksymalna kwota, jaką można stracić w wyniku inwestycji w portfel o określonym horyzoncie czasowym i przy założonym poziomie ufności¹, co ilustruje wzór:

$$P(V_t \leq (V_0 - VaR)) = \alpha$$

gdzie:

V_0 – obecna wartość portfela,

V_t – wartość portfela po okresie t , traktowana jako zmienna losowa,

α – zadany poziom prawdopodobieństwa.

Generalnie wyznaczenie VaR następuje wg wzoru:

$$VaR = V_0(1 - e^{\theta(\alpha)})\sqrt{t}$$

a rozkład $\theta(\alpha)$ to:

$$\theta(\alpha) = \mu - \lambda\sigma$$

gdzie:

μ – średnia stopy zwrotu rozkładu,

σ – odchylenie standardowe stopy zwrotu,

λ – funkcja dystrybucyjna rozkładu normalnego, np. dla $\alpha = 95\%$ $\lambda = 1,65$.

Najważniejsze zalety metody VaR²:

- VaR jest standardową miarą ryzyka, która umożliwia bezpośrednie porównywanie ryzyka występującego w różnych obszarach działalności. Pozwala na uzyskanie jednej liczby wyrażającej ryzyko, na jakie narażone są wszystkie rodzaje transakcji razem wzięte. Możliwość elastycznego zastosowania do wszystkich produktów będących przedmiotem obrotu rynkowego,

¹ P. Best, *Wartość narażona na ryzyko*. Dom Wydawniczy ABC. Kraków 2000, s. 23.

² Tamże, s. 53.

- VaR szacuje prawdopodobieństwo wystąpienia straty większej niż założona kwota,
- VaR uwzględnia wzajemne powiązanie zmian cen różnych aktywów, co umożliwia zmierzenie stopnia redukcji ryzyka w wyniku dywersyfikacji.

Podstawowe założenia modelu VaR

Przy wykorzystaniu metody symulacji przyjmuje się założenie, że zmiany cen na rynkach finansowych podlegają rozkładowi normalnemu. Założenie normalności rozkładu powoduje, że z równym prawdopodobieństwem można oczekiwać zmiany cen w górę, jak i w dół, co wynika z symetrii rozkładu normalnego względem wartości przeciętnej.

Kolejnym uproszczeniem stosowanym w modelu jest przyjęcie założenia o niezależności, z którego wynika, że zmiany cen odniesione do badanego okresu nie zależą od okresów poprzednich.

VaR liczone metodą symulacji Monte Carlo nie podlega ograniczeniom co do analizowanych instrumentów finansowych, ale również i w tym przypadku podstawowym założeniem wprowadzanym do obliczeń jest rozkład normalny zmienności cen aktywów.

Parametry modelu – zmienność, okres przetrzymania

Parametr zmienność jest bezpośrednim czynnikiem oddziałującym na wartości uzyskiwane w obliczeniach VaR. Analizowany model VaR, oparty na symulacjach Monte Carlo, zakłada normalność rozkładu zmiany cen instrumentu finansowego. Przyjęcie takiego założenia pozwala na zastosowanie standardowej miary zmienności, a więc zmiany procentowej odpowiadającej jednemu odchyleniu standardowemu. Wskaźnik zmienności odpowiadający jednemu odchyleniu standardowemu obejmuje zmiany cen w ujęciu absolutnym i przy przemnożeniu zmiany ceny przez 1,65 daje poziom ufności równy 90%. Taki przedział ufności oznacza, że 5% zmian cen „in plus” oraz 5% zmian cen „in minus” wykracza poza obszar określony wartością $1,65 \times$ odchylenie standardowe. Uwzględniając istotę modelu VaR, jak i ogólne podejście inwestorów, skupiających swoją uwagę na potencjalnych stratach, w obliczeniach przyjmuje się jednostronny przedział ufności, z reguły wynoszący 95%. Taki współczynnik ufności można uzyskać, mnożąc 1,65 przez jedno odchylenie standardowe.

Okres przetrzymania oznacza przedział czasu, dla którego wylicza się VaR, a więc okres, w którym może wystąpić wyliczona potencjalna strata na portfelu³. Inne definicje okresu przetrzymania można określić jako:

- czas niezbędny do zabezpieczenia inwestora przed ryzykiem rynkowym,
- czas, w którym skład portfela pozostaje praktycznie niezmienny.

Institucje finansowe, takie jak banki, najczęściej przyjmują okres przetrzymania jako jeden dzień, licząc potencjalną stratę na portfelu w ciągu 24 godzin. Interpretacja tak obliczonego VaR przy poziomie ufności 95% oznacza, że z 95-procentową pewnością można powiedzieć, że w ciągu 24 godzin strata na rozważanym portfelu nie przekroczy otrzymanej kwoty.

W kalkulacjach VaR istnieje możliwość zastosowania innego niż jeden dzień okresu przetrzymania, należy jednak uwzględnić efekt wzrastania wartości VaR wraz z wydłużeniem się tego okresu, gdyż zmienność w przybliżeniu wzrasta proporcjonalnie do pierwiastka kwadratowego z okresu przetrzymania. Można więc w obliczeniach przyjmować dowolne okresy przetrzymania, należy jednak wziąć pod uwagę potrzebę skalowania tego parametru oraz inne źródła potencjalnych odchyleń, np. zjawisko występowania powrotu do średniej.

Metoda symulacji Monte Carlo

Metoda symulacji Monte Carlo jest stosowana w sytuacji, gdy dane dotyczące zmian cen aktywów portfela są trudno dostępne i niewystarczające do analizy metodą symulacji historycznej. Wykorzystując metodę symulacji Monte Carlo, można uzyskać dowolnie obszerne zestawy sztucznie tworzonych zdarzeń, z których wyprowadza się VaR. Symulacja Monte Carlo, oparta na takich samych podstawowych założeniach opisujących zachowania rynku jak metoda kowariancji, pozwala na wykreowanie dużej liczby zdarzeń przy wykorzystaniu liczb losowych.

Obliczenie VaR metodą symulacji Monte Carlo dla pojedynczego instrumentu może składać się z następujących etapów⁴:

- I – Generowanie liczb losowych z przedziału (0,1).
- II – Przekształcenie wygenerowanych liczb losowych w zestaw liczb o rozkładzie normalnym, traktowany jako punkty dystrybuanty rozkładu normalnego.

³ P. Best, *Wartość narażona na ryzyko*. Dom Wydawniczy ABC. Kraków 2000, s. 83.

⁴ P. Best, *Wartość narażona na ryzyko*. Dom Wydawniczy ABC. Kraków 2000, s. 85.

- III – Konwersja wygenerowanych liczb losowych w rozkład normalny przez zastosowanie funkcji odwrotnej dystrybuanty dla każdej realizacji.
- IV – Przemnożenie przekonwertowanych liczb losowych przez wskaźnik zmienności ceny odpowiadający jednemu odchyleniu standardowemu.
- V – W celu zapewnienia równomiernego rozkładu każda wygenerowana zmiana ceny powinna być powielona z przeciwnym znakiem.
- VI – Zastosowanie wygenerowanych zmian cen do wartości portfela.
- VII – Uporządkowanie rosnąco zaobserwowanych zmian wartości portfela oraz wyznaczenie percentyla dla określonego poziomu ufności, który odpowiada wyznaczonej wartości VaR.

Analiza VaR wykorzystująca symulację Monte Carlo dla portfela złożonego z wielu instrumentów oparta jest na założeniu, że zestaw zmian cen aktywów w portfelu w konkretnym dniu może być potraktowany jako pojedyncze zdarzenie. W wyniku symulacji Monte Carlo uzyskuje się bardzo duże zestawy sztucznie tworzonych skorelowanych zmian cen aktywów, z których wyprowadza się VaR. Duża liczba zdarzeń generowana jest za pomocą liczb losowych, które wprowadza się do portfela, a następnie analogicznie jak dla pojedynczego instrumentu wyznaczany jest percentyl o zadanym poziomie ufności, określający VaR portfela w danym okresie przetrzymania. W kalkulacji VaR dla portfela konieczne jest wprowadzenie skorelowanych zmian cen poszczególnych instrumentów, które generuje się za pomocą wektorów własnych i wartości własnych wyznaczanych z macierzy korelacji. Wektory własne i wartości własne opisują, jak zmiany cen grupy czynników ryzyka przesuwają się w stosunku do siebie.

Charakterystyka rynku nieruchomości w segmencie wynajmu powierzchni biurowych

Kryzys polskiej gospodarki obserwowany w latach 2001–2003 dotknął również sektor budowlany, w tym rynek nieruchomości biurowych. Kłopoty finansowe firm i spółek oraz znaczne ograniczenie kosztownych inwestycji rzeczowych spowodowały znaczące zmniejszenie popytu na powierzchnie komercyjne, przy wciąż wzrastającej podaży.

Pod koniec 2002 r. nowoczesne powierzchnie biurowe w Warszawie osiągnęły poziom 1 787 565 m², co stanowiło wzrost o 11% w stosunku do 2001 r. W 2002 r. oddano do użytku sześć budynków biurowych w centralnym obsza-

rze biznesu i dwadzieścia poza centrum. W pierwszej połowie 2003 r. ukończono realizację kolejnych 42 000 m² powierzchni biurowej, z której większość (82%) zlokalizowana jest w centrum miasta, natomiast poza centrum znajduje się tylko 7700 m². Jednak wzrost ilości i jakości powierzchni oferowanych poza centrum oraz niższe stawki czynszów sprzyjały znacznemu zainteresowaniu najemców tą lokalizacją, co powodowało, że 77% całości wynajętej powierzchni w 2002 r. zlokalizowane było poza centrum Warszawy. W 2003 r. ilość nowoczesnej powierzchni biurowej w Warszawie szacowano⁵ na ok. 1,81 mln m². Do głównych lokalizacji należały kolejno: City Center, Kasprzaka (Wola), Aleje Jerozolimskie (Włochy), Żwirki i Wigury (Okęcie), Domaniewska, Marynarska, Wołoska (Mokotów), Puławska (Ursynów).

Przeciętne stawki czynszu za powierzchnie biurowe zlokalizowane poza centrum kształtowały się na poziomie 14–17 USD⁶ za m²/miesiąc i oczekiwano dalszego wzrostu liczby zawieranych umów najmu, wywołanego spadkiem czynszów oraz dodatkowymi udogodnieniami oferowanymi najemcom.

Stawki czynszu za powierzchnie biurowe najwyższej jakości i w najlepszych lokalizacjach utrzymywały się na poziomie 23–25 USD za m²/miesiąc i przewidywano, że pozostaną na tym poziomie przez najbliższe 12 miesięcy. Przeciętna wysokość stawki płaconej przez najemców powierzchni biurowych w centrum oscyluje w przedziale 19–22 USD za m²/miesiąc.

W 2003 r. ogólny wskaźnik powierzchni biurowej niewynajętej w Warszawie wynosił ok. 16,1%. Analizy wskazywały na spadkowy trend pustostanów poza centrum (z 18,3% do 14,9%), spowodowany głównie mniejszą aktywnością deweloperską. Wskaźnik powierzchni niewynajętej w centrum miasta kształtował się na poziomie 17,4% i był wynikiem oddania do użytku nowych powierzchni oraz zwiększoną ilością powierzchni wtórnych na rynku. Na najbliższe lata przewidywano stopniowe obniżenie wskaźnika pustostanów oraz ożywienie popytu na powierzchnie biurowe, będące głównie następstwem spadku liczby nowych inwestycji, ograniczenia podaży oraz wzrostu popytu wywołanego ożywieniem gospodarczym i wstąpieniem Polski do Unii Europejskiej. Najczęściej umowy najmu zawierane są na okres 3–5 lat, a przeciętne okresy beczynszowe wynoszą 3–9 miesięcy.

W 2003 r. polski rynek inwestycyjny osiągnął pozycję preferowaną przez międzynarodowych inwestorów. Znaczący wzrost zainteresowania był wynikiem m.in. pozytywnego wyniku referendum popierającego przystąpienie do Unii Europejskiej, stabilizacji ekonomicznej oraz dalszych przewidywań, co do obniżania stóp procentowych.

⁵ muratoplus.pl. 15.12.2003 r.

⁶ muratoplus.pl. 15.12.2003 r.

Szacowane stopy kapitalizacji dla najlepszych nieruchomości tego segmentu osiągały poziom ok. 9%. Średnie stopy kapitalizacji dla najlepszych obiektów biurowych w Warszawie oscylowały w przedziale 9,5–10%⁷.

Spośród czynników ograniczających napływ kapitału inwestycyjnego należy wymienić brak dobrych instytucjonalnych produktów inwestycyjnych z długoterminowymi umowami najmu oraz odpowiednimi stawkami czynszowymi. Potencjalni inwestorzy zainteresowani nieruchomościami komercyjnymi, obserwując w ostatnich latach spadek stawek czynszowych w obiektach biurowych, rozważają alternatywne segmenty rynku nieruchomości, a więc powierzchniowo handlowe, handlowo-magazynowe czy logistyczne. Ryzyko postrzegane przez inwestora jest więc głównie ryzykiem operacyjnym związanym z niepewnością co do rzeczywistej wysokości spodziewanych dochodów z inwestycji. Ryzyko operacyjne jest typowym rodzajem ryzyka, które charakteryzuje nieruchomości przeznaczone na wynajem na podstawie umów zawartych na czas nieoznaczony, lub nieruchomości, których sposób użytkowania jest ściśle związany z działalnością wykonywaną przez przedsiębiorcę.

Ryzyko operacyjne to również główny czynnik wpływający na poziom podstawowego miernika opłacalności inwestycji – wymaganej stopy zwrotu. Ryzyko nieosiągnięcia przez inwestora oczekiwanej stopy kapitalizacji wynika bezpośrednio z:

- niższych niż założono stawek czynszu odniesionych do 1 m² powierzchni użytkowej,
- poziomu pustostanów – udziału powierzchni wynajętej do potencjalnej powierzchni, przeznaczonej pod wynajem,
- ryzyka niedotrzymania warunków umowy przez wynajmującego,
- ryzyka kursu walutowego w przypadku umów najmu zawartych w walucie obcej.

Każdy projekt inwestycyjny oprócz ryzyka operacyjnego narażony jest na ryzyko związane z otoczeniem, w którym funkcjonuje, a więc ryzyko prawne, polityczne, stopy procentowej czy inflacji.

Analiza finansowa

Specyfika analizy opłacalności przedmiotowego projektu inwestycyjnego rozpatrywana przez pryzmat kwantyfikowanego ryzyka osiągnięcia określonego poziomu wskaźnika opłacalności NPV wymaga wprowadzenia dodatkowych założeń, które odbiegają od klasycznego ujęcia rachunku efektywności.

⁷ muratoplus.pl. 15.12.2003 r.

Okres analizy

W analizach ekonomicznych opłacalności projektów inwestycyjnych okres prognozy obejmuje zazwyczaj czas ekonomicznego życia projektu inwestycyjnego, na który składa się faza przedinwestycyjna, faza realizacji, faza operacyjna i faza likwidacji. Okres ekonomicznego życia projektu może być ograniczony przesłankami technicznymi, funkcjonalnymi lub prawnymi. W przypadku projektów inwestycyjnych dotyczących nieruchomości okres życia ekonomicznego jest stosunkowo długi i z reguły ograniczany przesłankami zużycia technicznego lub funkcjonalnego obiektu kubaturowego. Najczęściej w praktyce okres predykcji finansowej złożony jest z dwóch części – analizy szczegółowej, obejmującej w zależności od celu opracowania 5–10 lat, oraz pozostałego okresu prognozy, wyrażanego zazwyczaj przez skapitalizowaną wartość rezydualną. Powszechne jest również, w szczególności dla celów analiz kredytowych, ograniczanie okresu szczegółowej prognozy do opisu wyników finansowych w latach kredytowania inwestycji. Z punktu widzenia instytucji współfinansujących inwestycję zachowanie się przedsięwzięcia w takim okresie ma znaczenie fundamentalne i jest czynnikiem deterministycznym w procesie decyzyjnym. Przyjmując więc założenie, że głównym zainteresowanym poziomem podejmowanego ryzyka jest kredytodawca, okres analizy na potrzeby zastosowania modelu VaR ograniczono do 11 lat, w których następuje budowa i operacyjne funkcjonowanie obiektu oraz spłata kredytu.

Czynnik inflacji

W praktyce analitycznego obliczania wskaźników opłacalności inwestycji NPV i IRR występują dwa ujęcia wartości nakładów, przepływów pieniężnych i stóp dyskontowych: ujęcie realne i ujęcie nominalne. W obu przypadkach do obliczeń wprowadza się dodatkowe założenia upraszczające, które bardziej lub mniej precyzyjnie odzwierciedlają zachowania rzeczywiste. Bez względu na przyjęty sposób kalkulacji – z uwzględnieniem inflacji (nominalnie) lub w wartościach stałych (realnych) – w obu wariantach konieczna jest prognoza inflacji na cały okres analizy oraz bezwzględnie wymagane jest przestrzeganie zasady współmierności przyjmowanych do obliczeń kosztów, wpływów i stóp dyskonta.

Metoda wartości realnych jest względnie prosta w zastosowaniu, wymaga jednak wprowadzenia przynajmniej dwóch założeń upraszczających: że wszystkie przepływy środków pieniężnych jednakowo zależą od inflacji oraz że stopa wzrostu jest równa stopie inflacji wbudowanej w oczekiwane wymagane dochody inwestorów. Wprawdzie założenia te w praktyce są trudne do spełnie-

nia, ale w przypadku analizy dotyczącej nieruchomości można z dużym prawdopodobieństwem przypuszczać, że większość kosztów i wpływów z wynajmu powierzchni biurowych będzie podlegać waloryzacji o wskaźnik zbliżony do inflacji. Wprowadzenie do kalkulacji cen w ujęciu realnym wymaga przygotowania prognozy inflacji na kolejne lata w celu zachowania współmierności obsługi finansowej kredytu bankowego. Prognozę inflacji na lata 2004–2014 przedstawiono w tabeli 1. W prognozie uwzględniono m.in. opracowania Jones Lang LaSalle – Raport Rynek Nieruchomości w Warszawie.

Tabela 1
Poziom inflacji w kolejnych latach projekcji

Lata	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Inflacja	2,0%	2,3%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Jones Lang LaSalle. Rynek nieruchomości w Warszawie.

Stopa dyskonta

W metodach dynamicznych analizy efektywności inwestycji stopa dyskonta jest utożsamiana z kosztem użycia kapitału. W przypadku projektów finansowanych kapitałem własnym i obcym stopę dyskonta przyjmuje się jako średnioważony koszt zaangażowania kapitału (WACC). W obliczeniach kosztu zaangażowania środków pieniężnych w nieruchomości uzasadnione jest wykorzystanie teorii wyceny nieruchomości, o ile tylko istnieje wystarczająca ilość wiarygodnych danych rynkowych. Na potrzeby rachunku efektywności przedmiotowej inwestycji przyjęto, że stopa dyskonta w kolejnych latach projekcji jest stała, wynosi 9% i odzwierciedla wymaganą przez inwestorów stopę zwrotu, obejmującą premię za podejmowane ryzyko.

Miesięczne stawki czynszu za wynajmowane powierzchnie

Wysokość miesięcznych stawek czynszu za powierzchnie biurowe, magazynowe i wspólne przyjęto na podstawie analizy rynkowych umów najmu podpisywanych z właścicielami nieruchomości segmentu biurowego. Umowy zawierane na wynajem powierzchni biurowych klasy A charakteryzują się określeniem dwóch stawek miesięcznego czynszu oraz sprecyzowaniem dodatkowych warunków opłat za wykorzystane media. Cechą charakterystyczną jest podział na wykorzystanie powierzchni biurowych netto oraz udział w po-

wierzchniach wspólnych. Szczegółowe zestawienie przyjętych do obliczeń stawek czynszu przedstawiono w tabeli 2. W obliczeniach przyjęto założenie stałego poziomu czynszów, które wzrastają w kolejnych latach prognozy o wskaźnik inflacji.

Tabela 2

Stawki czynszu uzyskiwane z wynajmu biurowca przyjęte do obliczeń (w PLN za 1 m²/miesiąc)

Stawka czynszu podstawowego	Stawka czynszu za powierzchnie wspólne	Koszt stanowiska parkingowego	Opłaty eksploatacyjne
100,00	40,00	600,00	15,00

Źródło: Opracowanie własne.

Pozostałe założenia analizy opłacalności

W obliczeniach NPV i IRR pominięto wartość rezydualną oraz likwidacyjną projektu. Istotą prowadzonych badań wykorzystania modelu VaR jest określenie skwantyfikowanego ryzyka inwestycji mierzonego wskaźnikiem opłacalności NPV. Wprowadzenie do obliczeń wartości rezydualnej lub likwidacyjnej, która stanowi znaczący udział w określonym NPV projektu, nie wnosi decydujących informacji dla procesu decyzyjnego kredytodawcy, a może znacznie zniekształcić wyniki otrzymane w modelu VaR ze względu na bardzo długi horyzont czasowy. Wartość rezydualna lub likwidacyjna będzie miała istotne znaczenie z punktu widzenia zabezpieczenia ryzyka kredytodawcy, ale wykraczając poza okres spłaty ma znaczenie drugorzędne.

- Przyjęto roczny odpis amortyzacyjny w wysokości 2,5% wartości początkowej oraz zasady amortyzacji podatkowej.
- Stawkę podatku dochodowego przyjęto na poziomie 19%.

W scenariuszu bazowym przyjęto 85-procentowe wykorzystanie powierzchni biurowych wynikające z umów zawartych na okres 5-letni, w scenariuszu optymistycznym procent wykorzystania lokali biurowych wzrósł do poziomu 95%, co wynika z zawartych umów przedwstępnych.

W analizie scenariuszy przyjęto, że głównymi czynnikami determinującymi wskaźniki opłacalności są wpływy osiągnięte z najmu powierzchni biurowych (uzależnione głównie od wielkości pustostanów) oraz nakłady początkowe niezbędne na realizację inwestycji. Przedmiotowy projekt jest mało wrażliwy na koszty operacyjne ze względu na duży udział kosztów stałych, niezależnych od poziomu wykorzystania potencjalnej powierzchni.

Analiza uwzględnia wszystkie założenia modelu NPV i IRR, a więc założenie o strumieniach uzyskiwanych na koniec każdego roku prognozy oraz założenie o reinwestycji strumieni pieniężnych przy wykorzystaniu stopy zwrotu równej stopie dyskonta projektu.

Obliczenia NPV i IRR do scenariusza bazowego

Scenariusz bazowy stanowiący podstawę obliczania wskaźników opłacalności inwestycji został oparty na średnich stawkach wpływów i nakładów określonych na podstawie analizy rynku nieruchomości segmentu biurowego. Dodatkowym argumentem przemawiającym za wiarygodnym poziomem przyjętych danych wyjściowych jest wykorzystanie teorii wyceny bazującej na informacjach z rynku nieruchomości podobnych. W obliczeniach przyjęto wysokość nakładów inwestycyjnych, które w większości wynikały z zawartych umów.

Przeprowadzony rachunek efektywności przedmiotowego projektu w zakresie podstawowych kryteriów decyzyjnych NPV i IRR wskazuje, że oba parametry osiągnęły wartości przekraczające wymogi kryterium decyzji pozytywnej:

- wartość zaktualizowana netto NPV = 37 957,77 tys. PLN przy stopie dyskonta 9,0% – NPV > 0, projekt należy przyjąć,
- wewnętrzna stopa zwrotu IRR = 26,12%, IRR = 26,12% > stopy dyskonta dla projektu = 9%, projekt należy przyjąć.

Zmienność i okres przetrzymania dla projektu inwestycyjnego

Wprowadzenie modelu VaR do określania skwantyfikowanego ryzyka projektu inwestycyjnego wymaga zastosowania miarodajnego modelu zachowania się zmienności. Właściwy wybór tego parametru jest jednym z najważniejszych czynników określających efektywność VaR, gdyż obliczenia VaR dla pojedynczego instrumentu w ujęciu ogólnym sprowadzają się do przemnożenia jego zmienności przez wartość pozycji. W istocie obliczanie VaR polega na oszacowaniu maksymalnego ujemnego zwrotu (straty) na portfelu przy danym stopniu ufności i zmienności opartej na jednym odchyleniu standardowym, co pozwala na stwierdzenie, że 95% zwrotów będzie mniejsze niż 1,645 pomnożone przez zmienność zwrotów. Jednocześnie podkreślenia wymaga fakt, że przez pojęcie zmienności rozumie się zmienność zwrotów lub procentowych

zmian cen, a nie zmienność cen aktywów. Rozważając przedmiotowy projekt inwestycyjny pod kątem zmienności rozumianej jako zmienność zwrotów z aktywów, wydaje się, że oparcie obliczeń VaR na poszukiwanym parametrze wynikowym NPV oraz miarze jego zmienności w postaci współczynnika zmienności odniesionego do jednego odchylenia standardowego i wartości oczekiwanej może być uzasadnione i wiarygodne. Określany współczynnik zmienności dla warunków „brzegowych” wynikających z analizy scenariuszy pokazuje maksymalny zakres potencjalnych strat wynikających z zainwestowania kapitału w dane przedsięwzięcie. VaR natomiast, liczone dla wskaźnika efektywności NPV, jest informacją, że z prawdopodobieństwem równym zadaniemu poziomowi ufności można stwierdzić, iż obliczona wartość NPV nie będzie niższa niż określona modelem Value at Risk.

Istnieją więc dwa etapy zabezpieczenia inwestora przed ryzykiem: pierwszy, oparty na analizie wrażliwości, opisujący potencjalne straty (ryzyko) w sposób „bezpośredni”, oraz drugi, bazujący na podstawowych ocenach ryzyka i wykorzystujący określone w nich parametry na potrzeby analizy danych wyjściowych – wskaźników efektywności będących kryteriami podejmowanych decyzji. W rozważanym przypadku takim parametrem łączącym oba etapy analizy ryzyka jest współczynnik zmienności, który dla przedmiotowego projektu wynosi:

- dla wrażliwości względem współczynnika wykorzystania powierzchni biurowych 0,504,
- dla wrażliwości względem zmiany nakładów inwestycyjnych 0,522.

Drugim podstawowym parametrem łączącym oba etapy analizy ryzyka jest okres prognozy projektu, identyfikowany w modelu VaR jako okres przetrzymania. W zależności od rodzaju analizowanych aktywów okres przetrzymania może być różnie postrzegany przez inwestora. W przypadku płynnych aktywów znajdujących się w portfelu inwestora uzasadniony jest wybór jednodniowego okresu przetrzymania, ale wówczas nie uwzględnia się czasu wyprzedaży pozycji niepłynnych lub dużych pozycji, przetrzymywanych np. przez banki. Innym sposobem definiowania okresu przetrzymania jest czas niezbędny do zabezpieczenia inwestora przed ryzykiem rynkowym. Według jeszcze innych poglądów, okres przetrzymania to czas, w którym skład portfela pozostaje praktycznie niezmienny. Pomijając zjawiska wtórne występujące wraz ze zwiększaniem okresu przetrzymania, takie jak „powrót do średniej”, w obliczeniach wartości narażonej na ryzyko stosowanych dla długoterminowych projektów inwestycyjnych okres przetrzymania należałoby identyfikować z okresem szczegółowej prognozy, najczęściej obejmującej okres spłaty kredytu. Ryzyko niezyskania określonych parametrów efektywności przedsięwzięcia w tak scharakteryzowanym okresie jest informacją najbardziej pożądaną, głównie

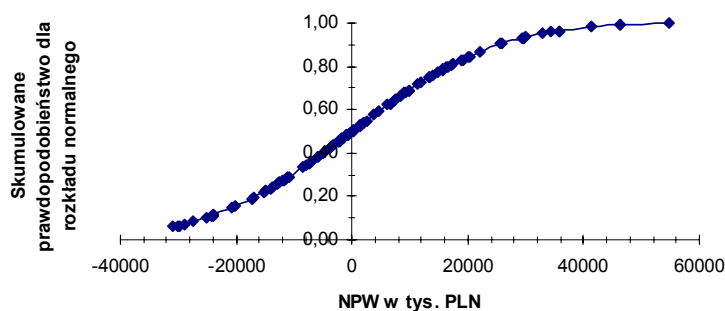
przez kredytodawcę, ale również nie bez znaczenia dla kredytobiorcy. Dla obu czynników – zmienności i okresu przetrzymania – wymagane jest przede wszystkim zachowanie zasady współmierności.

W obliczeniach VaR dla analizowanego projektu zarówno zmienność, jak i okres przetrzymania zostały odniesione do 11-letniej szczegółowej prognozy strumieni pieniężnych obejmującej okres spłaty kredytu.

Zastosowanie metody Monte Carlo do rynku nieruchomości

Obliczenia VaR metodą symulacji Monte Carlo przeprowadzono na podstawie pięciu serii obejmujących po 200 zdarzeń losowych każda dla obu wyróżnionych czynników ryzyka. Symulacje przeprowadzono, wykorzystując standardowe funkcje dostępne w arkuszu kalkulacyjnym Excel. Wykres 1 prezentuje przykładowy rozkład zmienności NPV uzyskany na podstawie jednej z serii symulacji. W celu uzyskania równomiernego rozkładu każdą wygenerowaną zmianę NPV powielono ze znakiem przeciwnym, a następnie po uporządkowaniu rosnąco uzyskanego szeregu wyznaczono percentyl odpowiadający 95-procentowemu poziomowi ufności. Uzyskane wyniki wartości narażonej na ryzyko VaR w kolejnych seriach symulacji przedstawiono na rysunkach 1 i 2.

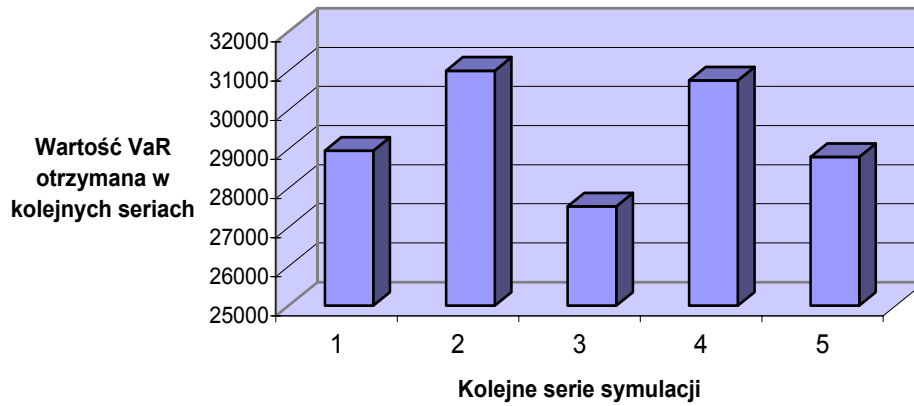
Rozkład zmienności NPV



Wykres 1

Rozkład zmienności NPV uzyskany w przykładowej serii symulacji metodą Monte Carlo
Źródło: Opracowanie własne.

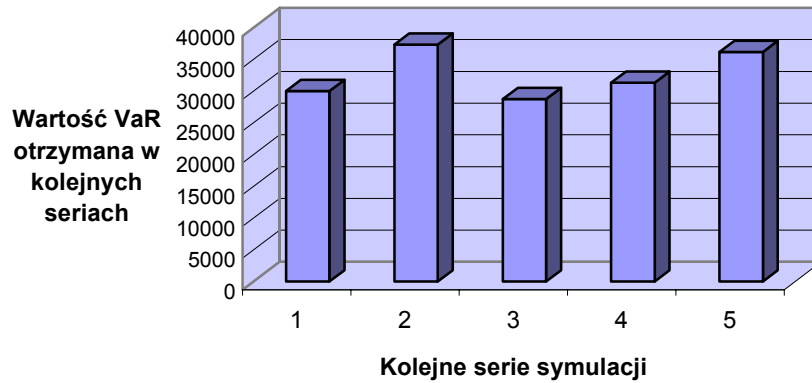
Wyniki symulacji dla ryzyka zmiany wpływów

**Rysunek 1**

Wyniki symulacji VaR metodą Monte Carlo dla zmiany wpływów spowodowanych pu-
stostanami

Źródło: Opracowanie własne.

Wyniki symulacji dla zwiększenia nakładów inwestycyjnych

**Rysunek 2**

Wyniki symulacji VaR metodą Monte Carlo dla zmiany nakładów inwestycyjnych

Źródło: Opracowanie własne.

Ostatecznie wartość VaR określono jako średnią arytmetyczną z wartości uzyskanych w kolejnych seriach symulacji. Zestawienie uzyskanych wyników przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3

Zestawienie wyników symulacji VAR metodą Monte Carlo

Wyszczególnienie	VAR w kolejnych seriach symulacji	Wartość średnia z 5 serii po 200 zdarzeń	Wartość minimalna VAR	Wartość maksymalna VAR
Ryzyko zmiany wpływów				
I seria symulacji	28 962,00	29 413,66	28 801,71	31 008,14
II seria symulacji	31 008,14			
III seria symulacji	27 538,14			
IV seria symulacji	30 758,33			
V seria symulacji	28 801,71			
Ryzyko zwiększenia nakładów inwestycyjnych				
I seria symulacji	30 011,15	32 696,07	28 733,72	36 155,45
II seria symulacji	37 279,44			
III seria symulacji	28 733,72			
IV seria symulacji	31 300,57			
V seria symulacji	36 155,45			

Źródło: Opracowanie własne.

Na etapie interpretacji ponownego podkreślenia wymaga odmiennosc charakteru wyników uzyskiwanych w analizach ryzyka projektów inwestycyjnych metodami klasycznymi oraz modelem VaR. Analiza scenariuszy pozwala na ocenę wpływu skali zmian parametrów niezależnych projektu na obliczane wskaźniki efektywności, dając odpowiedź na pytanie, „czy projekt jest jeszcze opłacalny dla zadanych zmian, czy też już nie”. Przeprowadzenie takiej analizy nie pozwala jednak na oszacowanie wymiernego kosztu podejmowanego ryzyka. Podobnie wskaźniki zmienności umożliwiają określenie wielkości potencjalnej straty wynikającej z zaangażowania środków w dany projekt, pośrednio określając podejmowane ryzyko i nie precyzując kryterium decyzyjnego. W obu przypadkach operacje analityczne są odniesione do zmian parametrów niezależnych, co w pewnym sensie stanowi przewagę obu metod nad modelem VaR. Wydaje się jednak, że VaR zastosowany dla tak scharakteryzowanego projektu jest kolejnym etapem polegającym na próbie oszacowania, skwantyfikowania ryzyka już ujętego przez analizę scenariuszy i współczynnik zmienności. Wykorzystanie modelu VaR nie polega na ponownej kalkulacji uwzględnionego w obliczeniach NPV ryzyka, lecz jest konsekwentną próbą kwantyfikacji określonego przez obie metody poziomu ryzyka odniesionego do kryterium decyzyjnego. Model wartości narażonej na ryzyko pozwala odpowiedzieć

na podstawowe pytanie stawiane przez inwestora – jakie straty można ponieść angażując środki finansowe w dany projekt, w zadanym czasie i przy określonym poziomie skłonności do ryzyka.

Podsumowanie i wnioski

Zastosowanie Value at Risk – metody mierzącej potencjalną stratę na portfelu, przy z góry ustalonym prawdopodobieństwie trafności prognozy, podlega ciągłemu doskonaleniu, znajdując coraz szersze zastosowanie w pracach instytucji rynku finansowego. Zarządzanie portfelem inwestycyjnym tych podmiotów nieodłącznie wiąże się z zarządzaniem ryzykiem – procesem wspomaganym wspólnie modelami ryzyka. Wydaje się jednak, że w sytuacji malejącej rentowności sektora bankowego proces zarządzania ryzykiem powinien być również uwzględniany po stronie działalności operacyjnej, głównie kredytowej. Istnieje więc potrzeba budowania modeli ryzyka kredytowego obejmującego nie tylko analizę potencjalnego kredytobiorcy, ale również ryzyka związanego z poziomem zabezpieczenia wierzytelności w okresie spłaty kredytu. Prezentowana w pracy próba wdrożenia wyspecjalizowanego (na potrzeby rynku kapitałowego), narzędzia pomiaru skwantyfikowanego ryzyka do analizy ryzyka wyłącznego inwestycji na rynku nieruchomości prowadzi do następujących wniosków:

1. Przy wzroście inwestycji na rynku nieruchomości, finansowanych głównie przez instytucje bankowe, istnieje konieczność opracowania modeli ryzyka opisujących zachowania tego segmentu rynku i pozwalających na ograniczenie ewentualnych strat, będących następstwem nadmiernie optymistycznych ocen i błędnych rachunków efektywności inwestycji.
2. Model VaR może być wykorzystany do określania skwantyfikowanego ryzyka wyłącznego projektu inwestycyjnego scharakteryzowanego wskaźnikiem opłacalności NPV, ale uzyskane wyniki należy traktować z ograniczonym zaufaniem.

Literatura

- BEST P., *Wartość narażona na ryzyko*. Dom Wydawniczy ABC. Kraków 2000.
BRIGHAM E.F., GAPENSKI L.C., *Zarządzanie finansami*. PWE, Warszawa 1996.
JAJUGA K., JAJUGA T., *Inwestycje*. PWN. Warszawa 2002.
JAJUGA K., CEGIELSKI K., *Nieruchomości*. C.H. Beck. 11/2003. Jones Lang LaSalle.
Rynek nieruchomości w Warszawie.

Using Value at Risk (VaR) Model Based on Monte Carlo Method on Property Market

Abstract

Value at Risk – the method emerged several years ago that measures potential loss at a given confidence level. The method is undergoing continuous improvement, finding new use in financial institutions. Investment briefcase management is inseparably connected with risk management – process succeeded today with risk models. Presented attempt of enforcing specialized tool for measuring defined risk for separated risk on property market analysis gives following remarks:

1. In the situation of considerable growth of investment on property market, which is financed mainly from bank infestations, there is need to make out risk models which describes market segment behaviour and let to limit possible loss. The loss caused by overoptimistic predictions and wrong cost-effectiveness calculation.
2. Well-known and used at financial market risk models are great tools to connect both segments of market – financial and objective – and for empiric verification including investment projects.
3. VaR model may be used for the needs of defined risk of separated investment project, which is characterized by indicator of profitability (NP), but obtained results should be treated with limited confidence.