

## METODY KWANTYFIKACJI I OCENY STOPNIA ODDZIAŁYWANIA RYZYKA FINANSOWEGO NA DZIAŁALNOŚĆ GOSPODARSTW LEŚNYCH

Krzysztof Michalski✉, Krzysztof Adamowicz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Katedra Ekonomiki Leśnictwa, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań

### ABSTRAKT

Zarządzanie ryzykiem stanowi wieloetapowy proces skoordynowanych działań mających na celu dostosowanie skali ryzyka do akceptowanego poziomu. Jednym z elementów tego procesu jest etap kwantyfikacji ryzyka, który w ogólnym zarysie pozwala oszacować prawdopodobieństwo wystąpienia negatywnych zdarzeń w odniesieniu do przyjętego horyzontu czasowego. W niniejszej publikacji autorzy dokonali przeglądu dostępnych w literaturze przedmiotu metod pomiaru ryzyka finansowego, których założenia pozwalają na implementację w proces szacowania ryzyka finansowego w gospodarstwach leśnych, a dokładniej w proces pomiaru ryzyka finansowego w gospodarce finansowej prowadzonej przez Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe (dalej PGL LP). W pracy przyjęto założenie, że dla trzech rodzajów ryzyka finansowego, tj. dla ryzyka rynkowego, ryzyka płynności oraz ryzyka kredytu kupieckiego, które zdaniem autorów odgrywają istotną rolę w kształtowaniu poziomu zagregowanego ryzyka finansowego w obrębie działania PGL LP, dobrane zostaną dla każdej ze wskazanych kategorii ryzyka finansowego trzy metody kwantyfikacji w sposób najbardziej optymalny odzwierciedlające poziom poszczególnych rodzajów ryzyka w PGL LP. Ponadto przy doborze najbardziej adekwatnych metod zostały uwzględnione warunki prowadzenia gospodarki finansowej przez gospodarstwa leśne. Na podstawie podjętych założeń oraz przeprowadzonego przeglądu literatury stwierdzono, że istnieje szereg metod, które mogą znaleźć praktyczne zastosowanie w procesie szacowania ryzyka finansowego w gospodarstwach leśnych. Jednakże każde z zaprezentowanych rozwiązań estymacji ryzyka finansowego wymaga dostosowania do specyfiki działalności branży leśnej. Stwierdzono również, że w odniesieniu do wszystkich podmiotów prowadzących działalność odmiennie należy formułować cele, które podmioty będą stawiały za zasadnicze w pomiarze ryzyka, co w znaczącej mierze może decydować o ich preferencjach w zakresie doboru poszczególnych metod pomiaru ryzyka finansowego.

**Słowa kluczowe:** ryzyko, ryzyko finansowe, gospodarstwa leśne, pomiar ryzyka

### WSTĘP

Każdy z podmiotów gospodarczych prosperujących na rynku stoi w obliczu szeregu zagrożeń mogących mieć istotny wpływ na jego funkcjonowanie oraz osiągnięcie zaplanowanych celów. Cele te mogą dotyczyć drobnych procesów zachodzących w obrębie działalności

podmiotu lub odnosić się do konkretnych inicjatyw strategicznych znajdujących swoje odzwierciedlenie w kategoriach społecznych, środowiskowych, ekonomicznych, a także technologicznych. Znajomość i umiejętność prawidłowego zastosowania metod

✉krzysztof.michalski@protonmail.ch

pomiaru ryzyka finansowego stanowi o zdolnościach danego podmiotu do antycypowania negatywnych skutków przyszłych zdarzeń poprzez wspomaganie podejmowania decyzji strategicznych uwzględniających niepewności i scenariusze wystąpienia przyszłych zdarzeń lub nieoczekiwanych okoliczności (przypadkowych lub celowych) oraz do określenia ich wpływu na planowane cele. Niewątpliwie w przypadku polskich gospodarstw leśnych jako nadrzędny cel funkcjonowania należy rozumieć realizację trwale zrównoważonej gospodarki leśnej na podstawie planu urzędzenia lasu (Ustawa..., 1991) – podstawowego dokumentu gospodarki leśnej, który ma zasadnicze znaczenie dla kreowania i realizacji polityki leśnej państwa. Kolejnym istotnym aspektem, który wyznacza sposób realizacji celu, jest zasada samofinansowania i prowadzenia gospodarki finansowej lasów państwowych, opierając się na rachunku ekonomicznym (Rozporządzenie z dnia 6 grudnia 1994 r.). Z kolei za możliwe ograniczenie modeli pomiaru ryzyka finansowego w gospodarstwach leśnych należy przyjąć zagadnienie wielofunkcyjności gospodarki leśnej, które w kontekście ciągle rosnącego postępu cywilizacyjnego przyczynia się do komplikacji procesów związanych z wyceną wartości lasu (Płotkowski, 2008). Biorąc pod uwagę proces planowania i wyznaczania celów gospodarki leśnej, należy podkreślić, że przy aktualnym stanie uwarunkowań prawnych, a także na podstawie przeglądu obecnie obowiązujących dokumentów dotyczących prognozowania przyszłej sytuacji finansowej gospodarstw leśnych istotną rolę odgrywa ekspertyza ekonomiczna nadleśnictwa jako jeden z kluczowych dokumentów zawierających predykcję sytuacji ekonomicznej w okresie trwania planu urzędzenia lasu (PUL). Warto jednak dodać, że konieczność sporządzenia aneksu ekonomicznego w ramach PUL zgodnie z zapisami Instrukcji Urzędzenia Lasu (2012) nie jest obligatoryjna, a zakres analiz dokonywanych w ekspertyzie ekonomicznej nie porusza w szerokim aspekcie zagadnień związanych z oceną wpływu ryzyka finansowego na działalność danej jednostki organizacyjnej w okresie trwania PUL.

Celem niniejszej publikacji jest przegląd literatury oraz usystematyzowanie wiedzy w zakresie dostępnych metod kwantyfikacji ryzyka finansowego w obrębie działalności gospodarstw leśnych. Autorzy podają pod dyskusję możliwości włączenia niektórych

elementów modeli pomiaru ryzyka finansowego w proces średniookresowego planowania gospodarki leśnej na podstawie ekspertyzy ekonomicznej, a także analizują wpływ kształtowania przepływów środków funduszu leśnego pomiędzy j.o. PGL LP w procesie szacowania skali ryzyka finansowego.

## MATERIAŁY I METODY

W celu realizacji przedmiotu badań przeprowadzono przegląd literatury z zakresu zarządzania ryzykiem finansowym, począwszy od publikacji prezentujących ogólny proces pomiaru ryzyka, a skończywszy na literaturze opisującej w sposób szczegółowy konkretne metody estymacji ryzyka finansowego. Uwzględniając różne źródła informacji, zidentyfikowano obecny stan wiedzy na temat badanego zagadnienia oraz wybrano najbardziej trafne, z punktu widzenia badanej dziedziny nauki metod, którymi posłużono się do osiągnięcia celu badawczego wyznaczonego dla niniejszego artykułu. Szczególną uwagę poświęcono na analizę funkcjonujących w literaturze metod kwantyfikacji ryzyka finansowego przy jednoczesnej weryfikacji możliwości ich implementacji na gruncie gospodarki finansowej prowadzonej przez PGL LP. Ponadto przeanalizowano warunki gospodarowania podmiotów prowadzących gospodarkę leśną w celu doboru najbardziej odpowiednich metod kwantyfikacji ryzyka finansowego. Wskazano również zidentyfikowane czynniki ograniczające zakres badań, które z punktu widzenia autorów mogą być cennym źródłem informacji dla praktyków, decydentów lub innych zainteresowanych tą dziedziną nauki stron.

## WYNIKI I DISKUSJA

### Przegląd ogólnych metod pomiaru ryzyka finansowego

W literaturze funkcjonuje znaczna liczba dostępnych miar ryzyka finansowego, od prostych miar wykorzystujących rachunek prawdopodobieństwa na podstawie danych historycznych do złożonych miar oczekiwanej użyteczności. Opierając się na oszacowanym wcześniej prawdopodobieństwie, można podejmować właściwe decyzje w zakresie sterowania ryzykiem, takie jak ustalanie odpowiednich poziomów rezerw, zabezpieczeń lub strategii hedgingowych. Należy

podkreślić, że proces zarządzania ryzykiem charakteryzuje się wieloetapowością i uporządkowaniem poszczególnych działań. W celu prawidłowego zarządzania ryzykiem wykorzystuje się zróżnicowane i dostosowane do potrzeb konkretnych podmiotów metody kwantyfikacji tego zjawiska. Właściwy pomiar ryzyka stanowi solidną podstawę do skutecznego zarządzania ryzykiem. Samo zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie określa się według normy ISO 31000 (2018) jako skoordynowane działania zmierzające do odpowiedniego kierowania i kontrolowania organizacji pod kątem ryzyka. Podstawowym celem zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie jest minimalizacja niekorzystnych konsekwencji, jakie mogą wynikać z wystąpienia ryzyka. Podmioty gospodarcze dążą do osiągnięcia równowagi między generowaniem zysków a kontrolowaniem ryzyka, aby zapewnić stabilność finansową i zagwarantować trwałość prosperowania w dłuższym okresie. Dla inwestorów, instytucji finansowych oraz przedsiębiorców najważniejszymi miarami ryzyka w ujęciu ogólnym są (Jajuga, 2007):

- miary zmienności
- miary wrażliwości
- miary zagrożenia.

Miary zmienności odzwierciedlają zmiany czynników ryzyka. Ryzyko jest tu rozumiane jako niezgodność z oczekiwanym rezultatem, a zatem pod uwagę bierze się rozkład stopy zwrotu. Stosuje się dowolną miarę zmienności rozkładu stopy zwrotu. Przy tym im większa zmienność, tym wyższe ryzyko. Odwołując się do koncepcji ryzyka mówiącej, że wraz ze wzrostem zmian stóp zwrotu bądź cen instrumentów finansowych rośnie ryzyko. W początkowej fazie rozwoju wiedzy na temat zarządzania ryzykiem wiele organizacji polegało na odchyleniu standardowym od średnich wyników z przeszłości jako miary ryzyka (Guikema i in., 2003). Miary zmienności są najczęściej prostymi statystykami rozkładu losowego opisującymi zmienną ryzyka. Do typowych miar ryzyka zmienności należą:

- średni rozstęp
- odchylenie przeciętne
- wariancja
- odchylenie standardowe
- współczynnik zmienności.

Miary wrażliwości odzwierciedlają wpływ pewnych zmiennych (czynników ryzyka) na finansowe ceny (bądź stopy zwrotu). Im bardziej cena jest wrażliwa na działanie czynników wpływających na tę cenę, tym większe jest ryzyko. Analiza wrażliwości pokazuje, które parametry są najważniejsze, ważne i najprawdopodobniej wpływające na zachowanie systemu lub przewidywania modelu (Smith i in., 2008). Chociaż miary te dostarczają użytecznych informacji o adekwatności wartości danej zmiennej w odniesieniu do pewnych dobrze zdefiniowanych zdarzeń, nie można ich stosować do pomiaru ryzyka zagregowanego, gdyż nie uwzględniają zmian różnych czynników ryzyka (McNeil i in., 2015). Stąd też stosuje się je zazwyczaj w połączeniu z innymi instrumentami pomiaru ryzyka w celu m.in. wyznaczania limitów ekspozycji na ryzyko dla konkretnych pozycji. Popularną metodą do wyznaczania wrażliwości danej organizacji na zmiany poszczególnych czynników ryzyka rynkowego są testy warunków skrajnych, które służą do symulacji rezultatów przyszłych anormalnych zdarzeń (Bank for International Settlements, 2005).

Miary zagrożenia określają maksymalną wielkość straty możliwą do poniesienia przy zadanym prawdopodobieństwie. Najpopularniejszą miarą zagrożenia jest Value at Risk (VaR), tzw. wartość zagrożona. Początki VaR sięgają lat 90. XX wieku, kiedy to banki inwestycyjne zaczęły dążyć do wypracowania nowych metod pomiaru ryzyka inwestycyjnego. W tym okresie wiele instytucji finansowych doświadczyło znacznych strat, które wynikały z niewłaściwego zarządzania ryzykiem. W odpowiedzi na te wyzwania zrodziła się potrzeba opracowania narzędzi, które pozwoliłoby na oszacowanie potencjalnych strat związanych z różnymi aktywami i portfelami. Metoda VaR szybko stała się popularnym narzędziem w inżynierii finansowej, jednakże pojawiła się również krytyka dotycząca jej ograniczeń. Krytycy zauważali, że VaR nie uwzględnia wystąpienia skrajnych zdarzeń, które mogą powodować znacznie większe straty, niż przewiduje model. W odpowiedzi na to rozwinięto inne miary ryzyka, takie jak Conditional Value at Risk (CVaR) czy Expected Shortfall (ES), które starają się uwzględnić te skrajne scenariusze.

### **Metody pomiaru ryzyka finansowego w leśnictwie**

Za punkt wyjścia do procesu pomiaru ryzyka należy wskazać prawidłową identyfikację źródeł i czynników

ryzyka, które mogą mieć istotny wpływ na funkcjonowanie danej jednostki, a także skutkować poważnymi konsekwencjami, na przykład w postaci utraty płynności finansowej, spadku wartości posiadanego majątku obrotowego czy też osłabieniu udziału danego podmiotu w rynku. W rozpatrywanym zakresie badań można wyróżnić dwie grupy podmiotów, które z uwagi na swój status prawny w nieco odmienny sposób kształtują zachowania wobec ryzyka i w różnych kategoriach przyszłych zdarzeń będą rozpatrywały zaistnienie niepożądanych rezultatów oddziaływania ryzyka finansowego. Do jednej z przytoczonych grup należy zaliczyć PGL LP, podmiot nieposiadający osobowości prawnej o złożonej strukturze organizacyjnej, który na mocy ustawy o lasach (Ustawa z dnia 28 września 1991) zarządza lasami stanowiącymi własność Skarbu Państwa, a więc reprezentuje Skarb Państwa w zakresie posiadanego mienia. Jak wynika z powyższego opisu, jednostki organizacyjne Lasów Państwowych nie są formalnie osobami prawnymi, natomiast taki stan prawny nie pozbawia ich posiadania w obrocie prawnym atrybutów osobowości prawnej, do których zalicza się m.in. zdolność do czynności prawnych, zdolność sądową (Kalina-Prasznic, 2007). Po drugiej stronie należy umiejscowić grupę podmiotów należących do sektora prywatnego, wśród której dominują jednoosobowe działalności gospodarcze, spółki osobowe i kapitałowe. Istotną różnicę pomiędzy tymi dwiema wskazanymi grupami podmiotów stanowi nadrzędny cel działalności – dla PGL LP celem dominującym jest prowadzenie trwale zrównoważonej gospodarki leśnej na podstawie planów urządzenia lasu przy zachowaniu wskazanej w rozporządzeniu w sprawie szczegółowych zasad gospodarki finansowej w PGL LP zasady samofinansowania działalności PGL LP. Z kolei dla podmiotów zaliczanych do grona sektora prywatnego za nadrzędny cel działalności należy wskazać maksymalizację zysku lub – jak głoszą niektóre koncepcje – maksymalizację bogactwa właścicieli kapitału (Gorczyńska i in., 2008). Dążeniu do maksymalizacji zysku towarzyszy konieczność akceptowania coraz wyższych poziomów ryzyka, które zazwyczaj rosną wraz ze wzrostem dochodów (Brzozowska, 2005). Mając na uwadze powyższe, można sformułować tezę, że podmioty zarządzające mieniem Skarbu Państwa (w tym przypadku PGL LP) oraz należące do sektora prywatnego odmiennie będą

podchodziły do procesu estymacji poziomu ryzyka finansowego. Dla PGL LP proces kwantyfikacji ryzyka finansowego będzie polegał na liczbowym wyrażeniu prawdopodobieństwa wystąpienia negatywnych zdarzeń, które mogą zdestabilizować lub całkowicie zaburzyć funkcjonowanie zasady samofinansowania, a także na wyrażeniu w jednostkach pieniężnych możliwych do poniesienia strat wynikających z roli oddziaływania ryzyka na organizację. W sektorze prywatnym pomiar ryzyka finansowego służyć będzie do oszacowania prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń mogących doprowadzić do strat majątku i pogorszenia sytuacji finansowej podmiotu, a w skrajnych przypadkach oznaczać jego całkowitą upadłość i eliminację z rynku. Zaproponowana powyżej koncepcja podziału podmiotów stanowiących uogólniony przekrój gospodarstw leśnych stanowi realizację metody analizy profilowej, której zasadniczym zadaniem jest stworzenie profilu organizacji i analizy działalności na podstawie wyszczególnienia jej charakterystycznych cech (Zawiła-Niedźwiecki, 2013). Warto w tym miejscu nadmienić, że w sektorze prywatnych gospodarstw leśnych obserwuje się znaczne zróżnicowanie poziomu tolerancji na ryzyko finansowe, a sposób podejmowania decyzji jest w wielu przypadkach neutralny wobec ryzyka, co w wielu przypadkach skutkuje przyjęciem nieoptymalnej stopy zwrotu w zamian za akceptację mniejszej skali ryzyka (Laakkonen i in., 2018; Feliciano i in., 2017; Andersson i Gong, 2010).

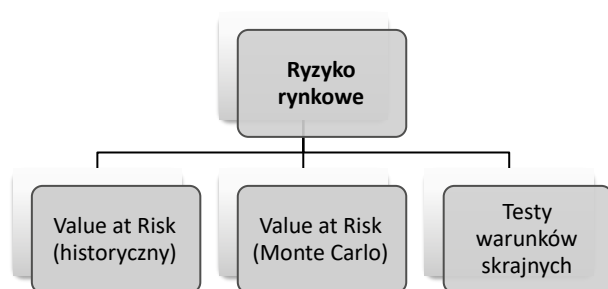
W niniejszej publikacji zdecydowano się poświęcić uwagę problematyce szacowania ryzyka finansowego w odniesieniu do najbardziej znaczącego podmiotu funkcjonującego w ramach pojęcia gospodarstw leśnych, jakim jest PGL LP. Jak zostało wcześniej odnotowane, dla PGL LP cel kwantyfikacji ryzyka finansowego będzie nierozzerwalnie związany z zasadą zachowania samofinansowania, a więc znajdzie swoje zastosowanie do podejmowania decyzji wspomagających i zapobiegających potencjalnym zaburzeniom w zakresie samowystarczalności finansowej. W tym miejscu warto również wskazać, że z uwagi na status i formę prawną PGL LP, nawet w przypadku istotnego zachwiania wspomnianej wcześniej zasady istnieje teoretyczna możliwość posiłkowania się metodami interwencjonizmu państwowego w celu uniknięcia uszczuplenia majątku publicznego (Kosikowski, 2018).

Uwzględniając profil organizacji oraz cele pomiaru ryzyka, zdecydowano się omówić możliwe do zastosowania metody kwantyfikacji ryzyka dla następujących jego rodzajów towarzyszących działalności PGL LP, a mianowicie dla ryzyka:

- rynkowego,
- płynności,
- kredytu kupieckiego.

Następnie dla każdej kategorii ryzyka zaprezentowanej powyżej wskazano trzy najbardziej adekwatne zdaniem autorów i odpowiadające wskazanym wcześniej celom pomiaru ryzyka finansowego w PGL LP metody kwantyfikacji ryzyka finansowego. Dobór metod szacowania ryzyka w odniesieniu do poszczególnych kategorii został poprzedzony analizą możliwości ich implementacji na gruncie gospodarki finansowej prowadzonej przez PGL LP, a także oceną praktycznych możliwości ich zastosowań w procesie zarządzania gospodarstwem leśnym.

Na rysunku 1 wskazano metody pomiaru odpowiadające w dużej mierze potrzebom PGL LP w zakresie ustalania potencjalnego wpływu ryzyka rynkowego na możliwość finansowania działalności i antycypowania potencjalnych wahań kosztów i przychodów w kontekście zdolności do prawidłowej i terminowej realizacji zadań wykonywanych w ramach prowadzonej gospodarki leśnej. Autorzy celowo nie uwzględnili w badaniach efektu zastąpienia drewna innym surowcem o zbliżonych właściwościach, którego wprowadzenie



**Rys. 1.** Wybrane metody kwantyfikacji ryzyka rynkowego w gospodarstwie leśnym

Źródło: opracowanie własne.

**Fig. 1.** Selected methods of quantifying market risk in a forest management entity

Source: own elaboration.

na rynek mogłoby powodować nagły spadek zainteresowania podstawowym surowcem produkowanym przez PGL LP, ponieważ dostępne w literaturze metody szacowania ryzyka rynkowego opierają się na założeniu zachowania ciągłości działalności, co jednocześnie eliminuje zdarzenia o charakterze czysto teoretycznym, dla których nie znajduje się na moment dokonywania obliczeń znaczących przesłanek świadczących o możliwości ich wystąpienia w przyszłości.

*Value at Risk* (VaR) jest jedną z najpopularniejszych miar ryzyka rynkowego. Istnieje wiele metod szacowania VaR, ale jedną z bardziej przystępnych do stosowania jest metoda historyczna, w której na podstawie danych historycznych tworzy się hipotetyczne szeregi czasowe wartości narażonych na ryzyko. Precyzując, metoda ta polega na symulacji historycznej zmian cen aktywów na podstawie danych z przeszłości i wyznaczeniu percentyla rozkładu strat i zysków portfela. Metoda historyczna ma kilka zalet, takich jak: łatwość implementacji, brak założeń o rozkładzie zmian cen, uwzględnienie korelacji między aktywami, możliwość uwzględnienia opcji i innych instrumentów pochodnych. Jednakże opisywana metoda charakteryzuje się pewnymi ograniczeniami, takimi jak: zależność od dostępności i jakości danych historycznych, brak uwzględnienia zmian warunków rynkowych i struktury portfela, niedoszacowanie ryzyka ekstremalnego. Metoda historyczna może znaleźć zastosowanie do kalkulacji ryzyka rynkowego w sektorze leśnym, które charakteryzuje się dużą zmiennością cen drewna oraz wysokim stopniem niepewności co do przyszłego popytu i podaży (Adamowicz i Michalski, 2023). Przykładowo, gospodarstwo leśne może posiadać aktywa obrotowe w postaci zapasu drewna składającego się z różnych grup handlowo-gatunkowych. Wynik VaR informuje, jaką maksymalną stratę może ponieść gospodarstwo leśne w ciągu jednego dnia z przyjętym prawdopodobieństwem wynoszącym 95%, przy założeniu, że warunki rynkowe nie ulegną znaczącej zmianie. Wynik ten może być wykorzystany do zarządzania strategicznego podmiotem leśnym, np. do:

- optymalizacji struktury zapasów w celu zmniejszenia ryzyka rynkowego lub zwiększenia oczekiwanej stopy zwrotu
- określenia poziomu kapitału własnego lub rezerw niezbędnych do pokrycia potencjalnych strat

- ustalenia limitów ryzyka dla poszczególnych grup handlowo-gatunkowych drewna
- monitorowania ryzyka i na bieżąco podejmowania odpowiednich działań korygujących w razie potrzeby.

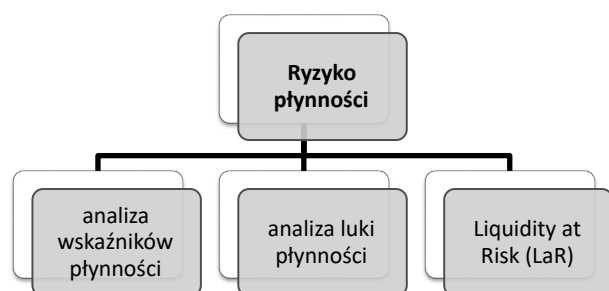
Z kolei model VAR w wariancie Monte Carlo jest techniką, która łączy dwie metody: modelowanie wektorowego autoregresji (VAR) i symulację Monte Carlo. Ta kombinacja pozwala na szacowanie ryzyka rynkowego w leśnictwie poprzez generowanie wielu losowych trajektorii scenariuszy, które uwzględniają niepewność i zmienność różnych zmiennych. Przykłady zastosowań modelu VAR w wariancie Monte Carlo dla szacowania ryzyka rynkowego w leśnictwie mogą stanowić:

1. szacowanie zmienności cen drewna: Model VAR w połączeniu z symulacją Monte Carlo może stanowić istotny fundament w prognozowaniu zmienności cen drewna na podstawie historycznych danych i uwzględnieniu różnych czynników ryzyka.
2. ocena wpływu czynników zewnętrznych: Model VAR wariantu Monte Carlo może być wykorzystany do analizy wpływu czynników zewnętrznych, takich jak zmiany klimatyczne, polityczne czy gospodarcze, na ryzyko rynkowe w leśnictwie poprzez generowanie różnych scenariuszy przyszłych zdarzeń
3. prognozowanie popytu na produkty leśne: Model VAR w połączeniu z symulacją Monte Carlo może pomóc w prognozowaniu popytu na produkty leśne na podstawie różnych czynników ekonomicznych i demograficznych oraz uwzględnieniu niepewności i zmienności
4. ocena wpływu innowacji technologicznych: Model VAR w wariancie Monte Carlo może być stosowany do analizy wpływu postępu technologicznego na ryzyko rynkowe w leśnictwie poprzez generowanie scenariuszy rynkowych z uwzględnieniem zmienności w zastosowanych technologiach.

Ostatnią z prezentowanych metod służących do pomiaru ryzyka rynkowego w gospodarstwach leśnych są testy warunków skrajnych. Testy te polegają na symulowaniu skutków hipotetycznych scenariuszy kryzysowych na poziomie kapitału, płynności i rentowności badanych podmiotów. Dla przykładu

w bankowości definiuje się je jako ocenę sytuacji finansowej banku w warunkach wystąpienia niekorzystnych zdarzeń, które z praktycznego punktu widzenia są mało prawdopodobne, ale nie można wykluczyć całkowicie, że kiedyś wystąpią (Basel Committee on Banking Supervision, 2009). Zastosowanie testów warunków skrajnych dla kalkulacji ryzyka rynkowego w gospodarstwie leśnym może być uzasadnione ze względu na specyfikę branży, która jest narażona na różne rodzaje zagrożeń, takie jak zmiany klimatu, zjawiska naturalne, wahania cen drewna czy zamiany regulacji prawnych. Testy te mogą pomóc w identyfikacji potencjalnych luk w zarządzaniu ryzykiem, ocenie adekwatności kapitału obrotowego netto, analizie zabezpieczenia płynności oraz planowaniu odpowiednich działań naprawczych lub zapobiegawczych. Mechanizm kalkulacji ryzyka rynkowego w testach warunków skrajnych opiera się na założeniu, że wartość aktywów i zobowiązań podmiotu leśnego zmienia się w zależności od przyjętego scenariusza kryzysowego. Przykładowo, jeśli scenariusz zakłada spadek rynkowej stopy procentowej o 100 punktów bazowych, to wartość aktywów o stałym oprocentowaniu wzrośnie, a wartość zobowiązań o zmiennym oprocentowaniu spadnie. W ten sposób można obliczyć wpływ scenariusza na poziom kapitału własnego i wskaźnik wypłacalności podmiotu leśnego. Niewątpliwie testy warunków skrajnych po przystosowaniu do zastosowania na gruncie gospodarki prowadzonej przez PGL LP mogłyby stanowić element ekspertyzy ekonomicznej nadleśnictwa, przyczyniając się do wzrostu walorów merytorycznych, a w szczególności planistycznych i prognostycznych w opracowaniu długoterminowych założeń ekonomicznych do planów urządzenia lasu.

Kolejną kategorią ryzyka finansowego, dla której zaproponowano przedstawione na rysunku 2 narzędzia szacowania ryzyka dopasowane do specyfiki działalności gospodarstw leśnych, jest ryzyko płynności. Za punkt wyjścia do estymacji skali ryzyka płynności zdecydowano się przyjąć metody analizy wskaźnikowej, których interpretacja dostarcza podstawowych informacji odnośnie kierunków i wektorów zmian poziomu ryzyka płynności w danym horyzoncie czasowym, a jej znaczenie wzrasta wraz z rolą i odpowiedzialnością decydentów za podejmowane decyzje w zakresie zarządzania jednostkami tworzącymi



**Rys. 2.** Wybrane metody kwantyfikacji ryzyka płynności w gospodarstwie leśnym  
Źródło: opracowanie własne.

**Fig. 2.** Selected methods of quantifying liquidity risk in a forest management entity  
Source: own elaboration.

całość organizacji PGL LP (Buraczewski i in., 2008). Wskaźniki płynności stanowią zatem narzędzie umożliwiające ilościową ocenę zdolności jednostki do regulowania bieżących zobowiązań poprzez analizę aktywów obrotowych i krótkoterminowych zobowiązań (Arkan, 2016). Z przeprowadzonego przeglądu literatury wynika, że wartość wskaźników płynności szacowana dla PGL LP osiąga bardzo wysokie poziomy (Kozuch i in., 2016), powyżej przyjętych standardów, co powoduje że zagregowana skala ryzyka płynności dla tej organizacji może utrzymywać się na bezpiecznym poziomie. Tym niemniej wymaga zaznaczyć, że do szacowania ryzyka płynności w gospodarstwie leśnym potrzebna jest kompleksowa analiza następujących aspektów:

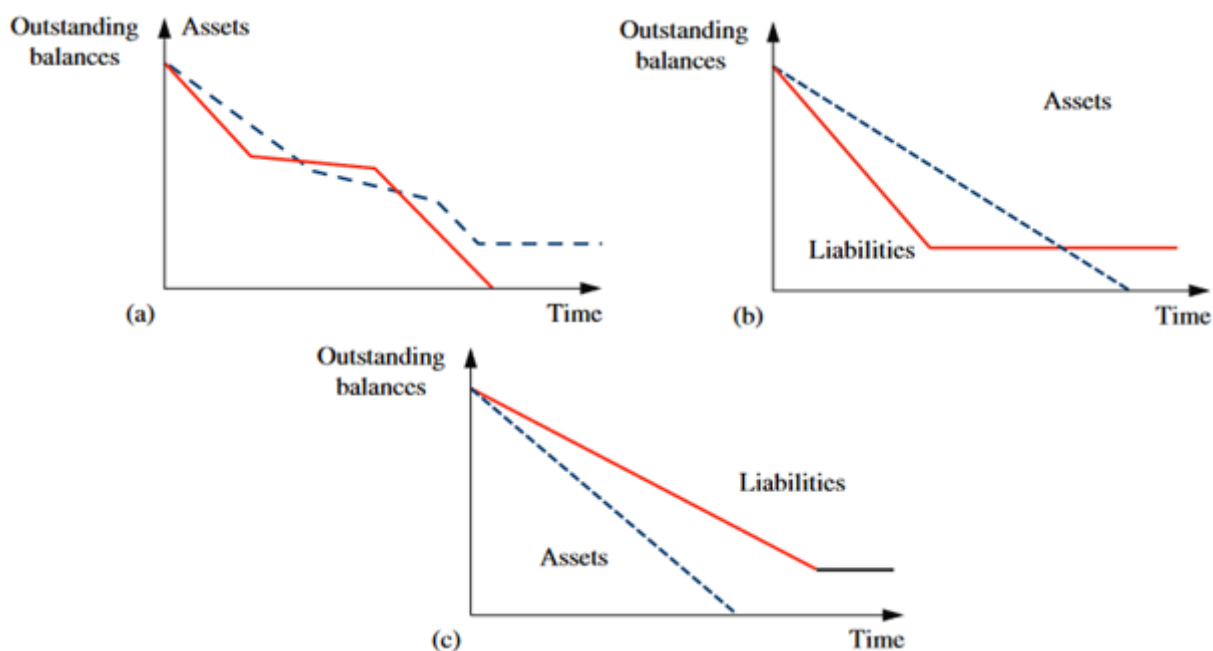
- porównanie wskaźników dla poszczególnej jednostki z odnotowywanymi w danej branży, sektorze gospodarki – rozbieżności mogą wskazywać na potencjalne zagrożenia
- weryfikacja trendów czasowych – pozwala na identyfikację długoterminowych tendencji zmian wskaźników oraz rozpoznanie sezonowych fluktuacji
- analiza czynników otoczenia makroekonomicznego – w procesie skutkowo-przyczynowym umożliwia powiązanie wahań wskaźników ze zmianami zachodzącymi na rynku będących punktem odniesienia
- analiza wpływu ekstremalnych zdarzeń – pozwala ocenić zmianę płynności finansowej zachodzącą w wyniku sytuacji kryzysowych.

Analiza wskaźników płynności stanowi pierwszy etap oceny ryzyka płynności w gospodarstwie leśnym. Poprzez systematyczną analizę tych wskaźników w powiązaniu z porównaniem ich do norm branżowych, trendów czasowych oraz wpływu czynników makroekonomicznych, możliwe jest przeprowadzenie podstawowych analiz zdolności podmiotów do zachowania płynności finansowej w zmieniającym się otoczeniu, ponieważ sezonowe wahania w wolumenie sprzedaży drewna czy dostępności usługodawców mogą mieć istotny wpływ na zmienność wskaźników płynności, co w konsekwencji może wymagać bardziej precyzyjnego planowania przepływów pieniężnych.

Jako kolejne narzędzie służące do szacowania ryzyka płynności w PGL LP należy wskazać analizę luki płynności, która polega na zestawieniu przewidywanych wpływów i wypływów środków pieniężnych w danym okresie czasu, najczęściej kwartale lub roku. W przypadku PGL LP należy skrócić czasookres do jednego miesiąca z uwagi na miesięczne rozrachunki z tytułu funduszu leśnego pomiędzy poszczególnymi szczeblami organizacji, które w przypadku estymacji luki płynności dla pojedynczej jednostki niższego szczebla należałoby wyeliminować dla uzyskania rzetelnych szacunków. Skumulowana luka płynności to różnica między skumulowanymi wpływami i wpływami środków pieniężnych organizacji w określonym horyzoncie czasowym. Dodatnia luka wskazuje na nadwyżkę środków pieniężnych, podczas gdy ujemna luka oznacza potencjalny niedobór płynności. W przypadku gdy w danym przedziale czasowym nie odnotowuje się aktywów zapadalnych/pasywów wymagalnych, bądź są one równe, mówi się o występowaniu luki zerowej, co zostało zaprezentowane na rysunku 3.

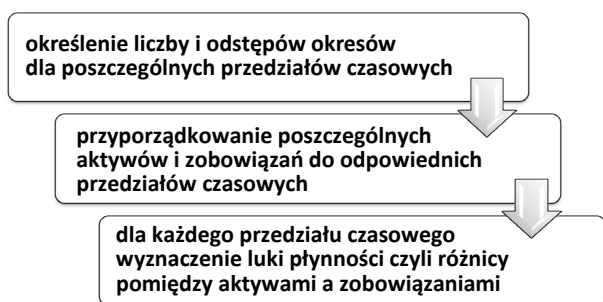
Na podstawie przeprowadzonego przeglądu literatury można syntetycznie zestawić poszczególne procesy kwantyfikacji luki płynności, tak jak zaprezentowano je na rysunku 4.

Ostatnią metodą, która może znaleźć praktyczne zastosowanie z punktu widzenia użyteczności w kontekście kwantyfikacji poziomu ryzyka płynności w gospodarce leśnej, jest *Liquidity at Risk* (LaR) – model płynności narażonej na ryzyko. Umożliwia on określenie z przyjętym prawdopodobieństwem niedoboru płynności w sytuacjach wystąpienia najbardziej niekorzystnych zdarzeń. Metoda *Liquidity at Risk*



**Rys. 3.** Trzy podstawowe sytuacje: (a) luka płynności bliska zero; (b) luka dodatnia – dopasowanie środków pieniężnych; (c) luka ujemna – niedopasowanie środków pieniężnych  
Źródło: Bessis, 2015.

**Fig. 3.** Three basic situations: (a) liquidity gap close to zero; (b) positive gap – cash matching; (c) negative gap – cash mismatch  
Source: Bessis, 2015.



**Rys. 4.** Etapy szacowania luki płynności  
Źródło: opracowanie własne na podstawie Iwanicz-Drozdowskiej, 2010.

**Fig. 4.** Stages of estimating the liquidity gap  
Source: own elaboration based on Iwanicz-Brozdowska, 2010.

opiera się na analizie historycznych danych finansowych i uwzględnia różne scenariusze zmian w płynności finansowej. Kluczowym elementem tej metody jest określenie odpowiedniego poziomu zaufania

(poziomu ufności) oraz okresu prognozowanego ryzyka płynności. Scenariusze kształtowania się płynności w czasie w danej jednostce są określane na podstawie prognozowanej dynamiki przepływów pieniężnych (Iwanicz-Drozdowska, 2012). Ryzyko płynności związane ze scenariuszami warunków skrajnych określa się jako deficyty płynności netto wynikające z danego scenariusza warunków skrajnych (Cont i in., 2020). Powyższą tezę można zapisać następująco:

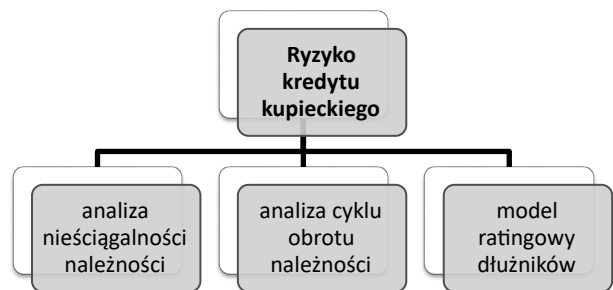
$$\text{Liquidity at Risk} = \text{wymagalne w przyszłości zobowiązania} + \text{zaplanowane wydatki netto} + \text{wpływ netto zmiennej marży} + \text{planowane wydatki na finansowanie długu}$$

Model płynności narażonej na ryzyko mierzy potencjalny odpływ środków odpowiadający rozważanemu scenariuszowi warunków skrajnych. W przypadku PGL LP LaR można określić jako wielość zasobów płynności potencjalnie dostępnych dla danej jednostki PGL LP w scenariuszu warunków skrajnych, w tym



przy uwzględnieniu wykonanych działań naprawczych, aby ocenić prawdopodobieństwo braku zapłaty zobowiązań. Podstawową barierę do szacowania ryzyka płynności w PGL LP może stanowić jednak brak odpowiednich narzędzi informatycznych służących do bieżącej analizy dynamiki zmian rachunków przepływów pieniężnych z uwagi na zbyt krótkie szeregi czasowe niezbędne do estymacji wartości płynności narażonej na ryzyko. Ponadto za kolejną przeszkodę w kalkulacji LaR należy wskazać konieczność wyeliminowania podczas kalkulacji rozrachunków z tytułu funduszu leśnego.

Ostatnią kategorią ryzyka finansowego, dla której podjęto próbę dopasowania narzędzi i metod kwantyfikacji do specyfiki działalności gospodarstw leśnych, jest ryzyko kredytu kupieckiego. Na podstawie przeprowadzonych analiz metod szacowania ryzyka kredytu kupieckiego przyjęto, że do najbardziej wartościowych pod względem specyfiki działalności gospodarstw leśnych należą metody przedstawione na rysunku 5.



**Rys. 5.** Wybrane metody kwantyfikacji ryzyka kredytu kupieckiego w gospodarstwie leśnym

Źródło: opracowanie własne.

**Fig. 5.** Selected methods of quantifying trade credit risk on a forest management entity

Source: own elaboration.

Analiza nieściągalności należności w kontekście pomiaru ryzyka kredytu kupieckiego w gospodarstwach leśnych jest procesem kompleksowym, wymagającym zaawansowanej analizy danych, modelowania statystycznego oraz głębokiej wiedzy o specyfice sektora leśnego. Proces ten skupia się zasadniczo na badaniu potencjalnego ryzyka związanego z niemożnością klientów do spłaty swoich zobowiązań.

Decydujące znaczenie w ocenie nieściągalności należności ma rzetelność danych historycznych w zakresie wiekowania należności. Rzeczywistą skalę problemu przeterminowanych płatności dobrze oddaje analiza struktury terminowej należności, a w szczególności wskaźnik udziału należności przeterminowanych powyżej 12 miesięcy w sumie należności przeterminowanych (Dankiewicz, 2018). Im wyższy udział należności przeterminowanych powyżej 12 miesięcy, tym wyższe ryzyko kredytu kupieckiego zostaje odnotowane w obrębie działalności danego podmiotu. Do oceny ryzyka kredytu kupieckiego ważnym czynnikiem jest również weryfikacja wartości odpisów aktualizujących należności poprzez zbadanie ich udziału w sumie należności ogółem. Powyższy wskaźnik może stanowić cenną informację odnośnie do poziomu ryzyka kredytu kupieckiego zrealizowanego w przeszłości i negatywnego w skutkach w postaci wzrostu wartości należności, dla których stwierdzono wysokie prawdopodobieństwo nieściągalności. Warto w tym miejscu dodać, że wartość należności aktualizuje się, uwzględniając stopień prawdopodobieństwa ich zapłaty poprzez dokonanie odpisu aktualizującego zgodnie z zasadami określonymi w art. 35 b ust. 1 ustawy o rachunkowości (Ustawa..., 1994). Rozwinięcie analizy nieściągalności należności w kontekście szacowania ryzyka kredytu kupieckiego stanowi analiza cyklu rotacji należności na podstawie następującej formuły (Gołębiowski i in., 2016):

$$\text{wskaźnik rotacji należności} = \text{iloraz należności krótkoterminowych} \times 365 \text{ dni i przychodów ze sprzedaży}$$

Wskaźnik rotacji należności jest praktycznym narzędziem do oceny ryzyka kredytu kupieckiego w gospodarstwach leśnych. Mierzy średnią liczbę dni, które upływają od momentu wystawienia faktury do momentu otrzymania płatności od klientów. W kontekście ryzyka kredytowego wskaźnik rotacji należności może dostarczyć cennych informacji m.in. w zakresie:

- szacowania zmian opóźnień płatności – wzrost wartości wskaźnika może sugerować, że klienci coraz częściej opóźniają się z płatnościami, co może stanowić przesłankę do stwierdzenia zwiększenia ryzyka ich niewypłacalności
- identyfikacji klientów ryzykownych – analiza szczegółowa wskaźnika rotacji należności dla

poszczególnych kontrahentów pozwala na identyfikację klientów, którzy wykazują tendencję do długotrwałych opóźnień płatności

- przeprowadzenia porównań branżowych – porównywanie wskaźnika rotacji należności w ramach różnych branż może dostarczyć informacji o specyficznych ryzykach związanych z danym sektorem.

W świetle dostępnych wyników badań w obszarze PGL LP wielkości wskaźnika rotacji należności utrzymują się na niskich poziomach z uwagi na przyjęte zasady sprzedaży drewna, w których preferowane są mechanizmy zapłaty należności oparte na zasadzie przedpłaty. Dla przykładu przeciętna wielkość tego wskaźnika dla siedmioletniego okresu analizy dla nadleśnictw zgrupowanych w RDLP Białystok wyniosła 20 dni (Konieczny i in., 2019).

Nieco inne spojrzenie na kwestię szacowania ryzyka kredytu kupieckiego oddaje ostatnia z analizowanych metod szacowania tego ryzyka, której zasada działania skupiona jest na przypisaniu oceny punktowej (ratingu) danemu kontrahentowi na podstawie analizy różnych czynników i wskaźników istotnych z perspektywy oceny ryzyka kredytowego. Celem ratingu jest uporządkowanie podmiotów według kryterium ryzyka niewypłacalności (Dziawgo, 2004). Metoda ratingu dłużników dzieli się na kilka etapów, z których pierwszy polega na właściwym doborze kryteriów oceny podmiotów. W przypadku PGL LP istnieje możliwość wykorzystania centralnej kartoteki kontrahentów do ustalenia dla każdego z nich m.in. wskaźników opóźnień płatności, wskaźników przekroczeń limitów kredytu kupieckiego, a także wyznaczenia okresów długości współpracy z kontrahentem i wolumenów zakupu w poszczególnych latach. Na podstawie analizy danych i kryteriów oceny dla każdego kontrahenta możliwe jest w kolejnym etapie przypisanie określonej liczby punktów dla każdego przyjętego w modelu ratingowym kryterium. Punkty powinny być przyznawane według ustalonej wcześniej skali, w zależności od poziomu ryzyka przyjętego dla poszczególnych przedziałów liczbowych. Na podstawie łącznej liczby punktów następuje przypisanie kontrahentowi określonego ratingu, który może odzwierciedlać stopień ryzyka niewypłacalności. Ratingi mogą mieć oznaczenia zgodnie z tabelą 1 lub bardziej uproszczone, np. „A”, „B”, „C” lub „wysokie

**Tabela 1.** Przykładowe zestawienie oznaczeń ratingowych  
**Table 1.** Sample list of rating markings

Kod literowy	Opis oceny ratingowej
AAA	najwyższa kategoria – szczególnie silna zdolność do regulowania bieżących zobowiązań
AA	bardzo silna zdolność do obsługi zobowiązań, chociaż podatna na niekorzystne efekty zmian w otoczeniu
A	silna zdolność kredytowa, jednakże w większym stopniu wrażliwa na zmiany w otoczeniu finansowo-ekonomicznym
BBB	satysfakcjonujące bezpieczeństwo – odpowiednia zdolność do spłaty zadłużenia, chociaż w sytuacji niewielkich zmian w otoczeniu mogą występować pewne opóźnienia
BB	niezadowalająca zdolność do wypełniania bieżących zobowiązań
B	kontrahent ma zdolność kredytową, ale niekorzystne zmiany w otoczeniu powodują trudności w terminowym regulowaniu zobowiązań
CCC	brak zdolności kredytowej, jej odzyskanie zależy od korzystnych zmian w otoczeniu
CC	brak zdolności kredytowej
C	zagrożona zdolność do terminowego regulowania zobowiązań
DDD	bankrut, będzie zalegał z płatnościami
DD	
D	

Źródło: opracowanie własne na podstawie Dziawgi, 1998.  
Source: own elaboration based on Dziawgo, 1998.

ryzyko”, „średnie ryzyko”, „niskie ryzyko”. W przypadku nowych kontrahentów, dla których w centralnej bazie danych nie istnieje żadna historia transakcji, przeprowadzenie prawidłowej oceny ryzyka niewypłacalności jest o wiele trudniejsze. W tej sytuacji należy posłużyć się danymi ilościowymi, np. sprawozdaniami finansowymi rocznymi i śródrocznymi, wewnętrznymi raportami analitycznymi na potrzeby instytucji finansujących, jak również jakościowymi przy wykorzystaniu wielu dostępnych zasobów informacji na przykład doniesień prasowych, raportów zaufania konsumentów. Do najczęściej stosowanych

źródeł zawierających dane ilościowe i jakościowe należą (Kaczmarek, 2006):

- Krajowy Rejestr Sądowy
- specjalistyczna prasa branżowa
- opinie instytucji finansowych obsługujących dany podmiot
- zaświadczenia o niezaleganiu z płatnościami
- dane pochodzące z wywiadowni gospodarczych.

## WNIOSKI

Na podstawie przeglądu literatury oraz analizy możliwości zastosowania wybranych metod kwantyfikacji ryzyka finansowego na gruncie gospodarki finansowej prowadzonej przez PGL LP należy stwierdzić, że istnieje wiele metod pomiaru ryzyka finansowego, dla których stwierdza się możliwości ich praktycznego wykorzystania w procesie szacowania ryzyka finansowego w obrębie PGL LP. Jednakże prawidłowy dobór metod kwantyfikacji ryzyka finansowego w gospodarstwie leśnym zależy w znacznej mierze od prawidłowego rozeznania specyfikacji branży, w tym czynników, które dla danego obszaru działalności mają istotne znaczenie w kontekście konieczności dostosowania danego modelu szacowania ryzyka, tak jak na przykład uwzględnienie rozrachunków wewnątrzbranżowych przy szacowaniu luki płynności dla jednostek PGL LP. Kolejnym aspektem jest cel kwantyfikacji ryzyka, który – jak wspomniano w artykule – będzie odmienny, biorąc pod uwagę strukturę gospodarstw leśnych – dla PGL LP jest to pomiar ryzyka w celu zabezpieczenia realizacji zadań ustawowych oraz zasady samofinansowania, z kolei dla sektora prywatnego gospodarstw leśnych nadrzędnym celem procesu kwantyfikacji ryzyka będzie zapewnienie maksymalizacji zysku przy zachowaniu akceptowalnego poziomu ryzyka. Warto również dodać, że dobór metod oceny ryzyka finansowego w gospodarstwach leśnych będzie w dużym stopniu uwarunkowany dostępnością i jakością danych, na podstawie których użytkownicy kalkulują poziom ryzyka – im większe możliwości dostępu do danych, tym większe szanse na realizację szerszych analiz pozwalających na dokładniejsze określenie skali ryzyka. Można to zaobserwować podczas analizy nieściągłości należności, dla której bogaty zasób danych pozwala na przeprowadzenie szerszej analizy i zastosowanie

bardziej skomplikowanego modelu opartego na weryfikacji wieloczynnikowej. Biorąc pod uwagę przydatność metod pomiaru ryzyka finansowego w działalności PGL LP, zwraca się uwagę, że nie każda metoda pomiaru ryzyka będzie adekwatna do oczekiwań jej użytkowników. Na przykład metodę analizy warunków skrajnych dla szacowania ryzyka stopy procentowej, a w szczególności wartości utraconego dochodu odsetkowego można uznać w realiach gospodarki finansowej prowadzonej przez PGL LP za użyteczną, natomiast trudniej będzie w praktyce zastosować metodę duracji (analizy okresowej) do szacowania tego samego ryzyka, gdyż znajduje ona swoje zastosowanie zasadniczo do oceny ryzyka stopy procentowej występującego w przypadku inwestowania w instrumenty finansowe na podstawie stałej stopie procentowej. Konkludując niniejsze rozważania, można stwierdzić, że w procesie kwantyfikacji ryzyka finansowego w gospodarstwach leśnych istnieją możliwości poszerzenia wiedzy na temat metod kwantyfikacji ryzyka, posilając się doświadczeniem z innych dziedzin nauki i praktyki rynkowej, ale aby dany model szacowania ryzyka spełniał oczekiwania jego użytkowników, wymagane jest jego dostosowanie do specyfiki branży leśnej, uwzględniając jednocześnie wszystkie czynniki, takie jak: warunki gospodarowania, cykle produkcyjne, sezonowość prac, specyfikę rozliczeń wewnątrzinstytucjonalnych, otoczenie makroekonomiczne, a także zagrożenia w postaci zjawisk naturalnych. Dopiero po doborze najbardziej adekwatnych metod pomiaru ryzyka finansowego oraz po otrzymaniu wyników badań należy zastanowić się nad włączeniem niektórych z nich do ekspertyz ekonomicznych lub do udoskonalenia mechanizmów przepływu środków w ramach ich redystrybucji z funduszu leśnego w zależności od przyjętego przez najwyższy szczebel zarządzania kryterium użyteczności.

Podsumowując powyższe rozważania, można wskazać kluczowe wnioski dotyczące skuteczności metod kwantyfikacji ryzyka finansowego w PGL LP.

1. Istnieje wiele metod pomiaru ryzyka finansowego, które mogą być praktycznie wykorzystywane w PGL LP, jednak ich skuteczność wymaga zrozumienia specyfiki branży.
2. W procesie kwantyfikacji ryzyka finansowego istotne jest uwzględnienie szerokiego zakresu czynników wpływających na działalność leśną,

- takich jak warunki prowadzenia gospodarki, cykle produkcyjne i sezonowość, aby skutecznie dostosować metody oceny do specyfiki sektora leśnego.
3. Cele pomiaru ryzyka różnią się w zależności od sektora dla PGL LP kluczowe jest zabezpieczenie zadań ustawowych oraz samofinansowanie działalności, podczas gdy w przypadku sektora prywatnego większe znacznie może odgrywać maksymalizacja zysku.
  4. Jakość i dostępność danych wpływają na możliwość przeprowadzenia dokładnych analiz ryzyka, co jest niezbędne do wiarygodnego oszacowania poziomu ryzyka finansowego.
  5. Kluczowe jest, aby metody kwantyfikacji ryzyka były elastycznie dostosowywane do celów i wymogów zarządzania w PGL LP, co umożliwi skuteczniejsze podejmowanie decyzji.

## PIŚMIENNICTWO

- Adamowicz, K., Michalski, K. (2023). Application of Value at Risk Method to Assess Timber Selling Price Risk. *Drewno. Prace Naukowe, Doniesienia, Komunikaty, Wood*, 66(212). <https://doi.org/10.53502/wood-177423>
- Andersson, M., Gong, P. (2010). Risk preferences, risk perceptions and timber harvest decisions — an empirical study of nonindustrial private forest owners in Northern Sweden. *For. Policy Econ.*, 12, 330–339. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2010.02.002>
- Arkan, T. (2016). The Importance of Financial Ratios in Predicting Stock Price Trends: A Case Study in Emerging Markets. *Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia*, 1(79). DOI: 10.18276/frfu.2016.79-01
- Bank for International Settlements (2005). Stress testing at major financial institutions: survey results and practice. *BIS*, 24.
- Basel Committee on Banking Supervision (2009). Principles for Sound Stress Testing Practices and Supervision. Montreal, Quebec, Kanada: Analyst Prep.
- Bessis, J. (2015). Risk management in banking. Wyd. 4. West Sussex, Chichester, United Kingdom: John Wiley & Sons.
- Brzozowska, K. (2005). Bankowość – wybrane zagadnienia. Szczecin: Stow. Nauk. Inst. Gosp. Rynku.
- Buraczewski, A., Jarosz, K., Kot, R., Paszkiewicz, A. (2008). Podstawy rachunkowości i gospodarki finansowej w Lasach Państwowych. Poznań: Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.
- Cont, R., Kotlicki, A., Valderrama, L. (2020). Liquidity at risk: Joint stress testing of solvency and liquidity. *J. Banking Finance*, 118, 105871. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2020.105871>
- Dankiewicz, R.A. (2018). Wpływ przeterminowanych należności na kondycję polskich przedsiębiorstw – analiza branżowa. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio H – Oeconomia*, 52(1). <http://dx.doi.org/10.17951/h.2018.52.1.39>
- Dziawgo, D. (1998). Credit-rating. Ryzyko i obligacje na międzynarodowym rynku finansowym. Warszawa: PWN.
- Dziawgo, D. (2004). Credit rating podbija świat. *Bank*, 10, 36–38.
- Feliciano, D., Bouriaud, L., Brahic, E., Deuffic, P., Dobsinska, Z., ..., Ficko, A. (2017). Understanding private forest owners' conceptualisation of forest management: evidence from a survey in seven European countries. *J. Rural Stud.* 54, 162–176. doi:10.1016/j.jrurstud.2017.06.016
- Gołębiowski, G., Grycuk, A., Tłaczała, A., Wiśniewski, P. (2016). Analiza finansowa przedsiębiorstwa. Warszawa: Wydawnictwo Difin.
- Gorczyńska, M., Wieczorek-Kosmala, M., Znaniecka, K. (2008). *Finanse Przedsiębiorstwa*. Katowice: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej.
- Guikema, S. D., Coffelt, J. P. (2008). A flexible count data regression model for risk analysis, *Risk Analysis*, 28(1), 213–223. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2008.01014.x>
- Instrukcja urządzania lasu. (2012). Część I. Instrukcja sporządzania projektu planu urządzania lasu dla nadleśnictwa. Warszawa: CILP.
- ISO 31000 (2018). Risk management — Guidelines. Pobrane 03.02.2023 z: [www.iso.org](http://www.iso.org).
- Iwanicz-Drozdowska, M. (2010). Zarządzanie finansowe bankiem. Warszawa: PWE.
- Iwanicz-Drozdowska, M. (2012). Zarządzanie ryzykiem bankowym. Warszawa Poltext.
- Jajuga, K. (red.) (2007). Zarządzanie ryzykiem (Risk management). Warszawa: PWN.
- Kaczmarek, T. (2006). Ryzyko i zarządzanie ryzykiem. Ujęcie interdyscyplinarne. Warszawa: Difin.
- Kalina-Prasznica, U. (red.) (2007). Encyklopedia prawna. Warszawa: C.H. Beck.
- Konieczny, A. A., Sikora, A. T. (2019). Ocena efektywności ekonomicznej gospodarki leśnej w Leśnym Kompleksie Promocyjnym Puszcza Białowieska. Część 2. Analiza wskaźników gospodarczych i finansowych. *Sylwan*, 163(8), 619–628. <https://doi.org/10.26202/sylwan.2019041>
- Kosikowski, C. (2018). Współczesny interwencjonizm. Warszawa: Wolters Kluwer Polska.
- Kożuch, A., Banaś, J., Zięba, S., Słowiński, K. (2016). Evaluation of the economic viability of forest management

- in the State Forests National Forest Holding. *Acta Agr. Silv. ser. Silv.* 54, 35–46.
- Laakkonen, A., Zimmerer, R., Kähkönen, T., Hujala, T., Takala, T., Tikkanen, J. (2018). Forest owners' attitudes toward pro-climate and climate responsive forest management. *For. Policy Econ.*, 87, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2017.11.001>
- McNeil, A. J., Frey, R., Embrechts, P. (2015). *Quantitative risk management: Concepts, techniques and tools: Revised edition*. Princeton: Princeton University Press.
- Płotkowski, L. (2008). Ekonomiczne aspekty oceny funkcji lasu, czyli gospodarka leśna w koncepcji zrównoważonego rozwoju. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*, 10, 3(19), 252–272.
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 6 grudnia 1994 r. w sprawie szczegółowych zasad gospodarki finansowej w Państwowym Gospodarstwie Leśnym Lasy Państwowe. *Dz.U.* 1994 nr 134 poz. 692.
- Smith, E. D., Szidarovszky, F., Karnavas, W. J., Bahill, A.T. (2008). Sensitivity Analysis, a Powerful System Validation Technique. *The Open Cybernetics and Systemics Journal*, 2, 39–56. DOI: 10.2174/1874110X00802010039
- Ustawa z dnia 28 września 1991 r. o lasach. *Dz.U.* 2023.0.1356 ze zm.
- Ustawa z dnia 29 września 1994 r. o rachunkowości. *Dz.U.* 2023.0.120 ze zm.
- Zawiła-Niedźwiecki, J. (2013). *Zarządzanie ryzykiem operacyjnym w zapewnianiu ciągłości organizacji*. Warszawa–Kraków: edu-Libri.

## **METHODS OF QUANTIFICATION AND ASSESSMENT OF THE IMPACT OF FINANCIAL RISK ON THE OPERATIONS OF FOREST MANAGEMENT ENTITIES**

### **ABSTRACT**

Risk management is a multi-stage process of coordinated actions aimed at adjusting the scale of risk to an acceptable level. One of the elements in this process is the risk quantification stage, which facilitates estimation of probability of negative events occurring over a specified time horizon. In this paper the authors reviewed methods of measuring financial risk presented in available literature, whose assumptions make it possible to implement them in the process of estimating financial risk in forest management, specifically in the measurement of financial risk in financial management conducted by the State Forests National Forest Holding (hereinafter PGL LP). The study assumes that for three types of financial risk, namely market risk, liquidity risk, and trade credit risk, which in the opinion of the authors significantly influence the level of aggregated financial risk within PGL LP's operations, three quantification methods will be selected for each of the indicated categories of financial risk. These methods will optimally reflect the level of each risk type in PGL LP. Furthermore, when selecting the most appropriate methods, the conditions of financial management conducted by forest management entities were taken into account. Based on the assumptions made and the review of the literature, it was found that there are several methods that can have practical applications in the process of estimating financial risk in forest management. However, each of the presented solutions for estimating financial risk requires adjustment to the specificity of the forestry industry. It was also noted that for all entities conducting activities, goals regarding risk measurement should be formulated differently, which may significantly influence their preferences in selecting particular methods of measuring financial risk.

**Keywords:** risk, financial risk, forest management, risk measurement

