

dr Aleksandra Szpulak

AUTOREFERAT

przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Wydział Nauk Ekonomicznych

Katedra Prognoz i Analiz Gospodarczych

WROCLAW 2018

Spis treści

| | |
|--|----|
| 1. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej..... | 4 |
| 2. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych..... | 4 |
| 3. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.) 5 | |
| 3.1. Tytuł osiągnięcia naukowego | 5 |
| 3.2. Uzasadnienie klasyfikacji osiągnięcia naukowego do dyscypliny finanse w dziedzinie nauki ekonomiczne | 5 |
| 3.3. Spis treści cyklu publikacji <i>Prognozowanie operacyjnych przepływów pieniężnych w przedsiębiorstwie z wykorzystaniem modelowania matematycznego. Modele i zastosowania</i> | 6 |
| 3.4. Omówienie celu naukowego cyklu publikacji | 8 |
| 3.4.1. Uzasadnienie podjęcia tematu..... | 8 |
| 3.4.2. Przedmiot badań i problem badawczy | 10 |
| 3.4.3. Istniejący stan wiedzy w zakresie tematu badań | 11 |
| 3.4.4. Luka metodyczna w obszarze modelowania i prognozowania operacyjnych przepływów pieniężnych | 14 |
| 3.4.5. Cel główny i cele cząstkowe oraz cele poboczne..... | 16 |
| 3.4.6. Hipoteza główna i hipotezy pomocnicze | 17 |
| 3.4.7. Wkład wyników badań w rozwój dyscypliny finanse w dziedzinie nauki ekonomiczne | 22 |
| 4. Opis uzyskanych wyników oraz ich zastosowania | 24 |
| 4.1. Opis wyników uzyskanych podczas realizacji celu głównego | 24 |
| 4.1.1. Przegląd koncepcji kapitału pracującego w literaturze ekonomicznej oraz metod i metodyki modelowania i prognozowania przepływów pieniężnych przedsiębiorstwa na podstawie literatury światowej i krajowej. | 24 |
| 4.1.2. Deterministyczny model operacyjnych przepływów pieniężnych | 26 |
| 4.1.3. Kryterium oceny efektywności inwestycji w operacyjny kapitał pracujący w warunkach pewności | 34 |
| 4.1.4. Koncepcja zintegrowanego zarządzania operacyjnym kapitałem pracującym w warunkach pewności..... | 38 |
| 4.1.5. Stochastyczny model operacyjnych przepływów pieniężnych przedsiębiorstwa | 43 |
| 4.4. Opis wyników uzyskanych podczas realizacji celów pobocznych..... | 46 |
| 4.4.1. Metodyka symulacji z zastosowaniem opracowanych modeli finansowych..... | 46 |
| 4.4.2. Zidentyfikowanie rozbieżności między memoriałowym a kasowym ujęciem inwestycji w operacyjny kapitał pracujący | 50 |
| 4.4.3. Miernik gotówkowych inwestycji w operacyjny kapitał pracujący | 53 |

| | | |
|-----------------|---|----|
| 4.4.4. | Zidentyfikowanie obciążenia miernika FCF z tytułu nieuwzględnionych przepływów pieniężnych z inwestycji w operacyjny kapitał pracujący | 55 |
| 4.4.5. | Mierniki płynności finansowej przedsiębiorstw naturalnie funkcjonujących w warunkach ujemnego cyklu konwersji gotówki..... | 56 |
| 5. | Podsumowanie | 58 |
| 6. | Uwagi dodatkowe do cyklu publikacji | 61 |
| 7. | Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych | 62 |
| 7.1. | Budowa analitycznych modeli teoretycznych należności handlowych | 62 |
| 7.2. | Zastosowania metod ilościowych w badaniach empirycznych w naukach ekonomicznych .. | 65 |
| Literatura..... | | 68 |

1. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

- Doktor nauk ekonomicznych w zakresie ekonomii, specjalność prognozowanie gospodarcze. Stopień naukowy doktora uzyskany w 2005 roku na Wydziale Gospodarki Narodowej (obecnie Wydział Nauk Ekonomicznych) Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu (obecnie Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu). Tytuł rozprawy doktorskiej: *Systemy wczesnego ostrzegania w zarządzaniu płynnością finansową przedsiębiorstw produkcyjnych*, promotor: prof. dr hab. Paweł Dittmann. Praca uzyskała wyróżnienie Rady Wydziału Gospodarki Narodowej.
- Magister ekonomii, kierunek: finanse i bankowość, specjalność: finanse przedsiębiorstw i jednostek samorządu terytorialnego. Tytuł zawodowy uzyskany w 2001 roku na Wydziale Gospodarki Narodowej (obecnie Wydział Nauk Ekonomicznych) Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu (obecnie Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu). Na liście rankingowej zajęłam III miejsce wśród absolwentów Wydziału Gospodarki Narodowej w roku 2001, a moja praca magisterska pt. *Analiza i prognoza kondycji finansowej przedsiębiorstw zajmujących się produkcją artykułów spożywczych i napojów* napisana pod kierunkiem prof. dr hab. Marii Cieślak uzyskała II nagrodę im. Wincentego Stysia za najlepszą pracę magisterską z dziedziny nauk ekonomicznych wrocławskiego Oddziału PTE

2. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

- 2016 – obecnie prodziekan Wydziału Nauk Ekonomicznych ds. promocji i współpracy z otoczeniem, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu.
- 2007 – obecnie adiunkt w Katedrze Prognoz i Analiz Gospodarczych na Wydziale Nauk Ekonomicznych Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, okres zdolności do pracy po uzyskaniu stopnia doktora wynosi 9 lat (tj. po wyłączeniu okresu niezdolności do pracy związanego z 4-krotnym podejmowaniem obowiązków wynikających z macierzyństwa w latach: 2005, 2008, 2012, 2017).
- 2005-2006 asystent w Katedrze Prognoz i Analiz Gospodarczych na Wydziale Nauk Ekonomicznych Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.

3. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.)

3.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Zgodnie z treścią art. 16 ust. 2 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65, poz. 595 ze zm.) do oceny w postępowaniu habilitacyjnym przedstawiam osiągnięcie naukowe pt. ***Prognozowanie operacyjnych przepływów pieniężnych w przedsiębiorstwie z wykorzystaniem modelowania matematycznego. Modele i zastosowania***, które stanowi cykl publikacji powiązanych tematycznie. Na cykl publikacji składa się 9 artykułów naukowych (wykaz publikacji wraz z ich oznaczeniem zawarto w tab. 1).

3.2. Uzasadnienie klasyfikacji osiągnięcia naukowego do dyscypliny finanse w dziedzinie nauki ekonomiczne¹

Przedmiotem moich badań są metody modelowania i prognozowania operacyjnych przepływów pieniężnych przedsiębiorstwa. W cyklu publikacji dokonano przeglądu metod dotychczas wypracowanych w obszarze: metod ilościowych, nauk o zarządzaniu i finansów przedsiębiorstw oraz przedstawiam własną propozycję metodyki modelowania i prognozowania operacyjnych przepływów pieniężnych przedsiębiorstwa z zastosowaniem modelowania matematycznego. Wykorzystanie modelowania matematycznego do modelowania i prognozowania operacyjnych przepływów pieniężnych pozwoliło mi na stworzenie modeli i prognoz, które spełniają jednocześnie dwa kryteria: (1) zbudowany model uwzględnia wpływ menedżerów na wielkość, moment pojawiania się i ryzyko prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych oraz (2) wyznaczoną prognozę można ocenić pod kątem finansowego kryterium decyzyjnego, spójnego z koncepcją maksymalizacji bogactwa firmy i jej interesariuszy. Zastosowanie w moich badaniach paradygmatu neoklasycznego, wywodzącego się z klasycznej teorii ekonomii, powoduje, że zbudowane przeze mnie modele pozwalają menedżerom na podejmowanie racjonalnych decyzji inwestycyjnych w kapitał pracujący oraz dotyczących jego finansowania. Przy założeniu, że menedżerowie realizują interesy inwestorów oraz chronią interesy pozostałych interesariuszy, zbudowane modele mogą

¹ Podstawa: komunikat nr 7/2010 Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów.

być stosowane w przedsiębiorstwie, które realizuje cel w postaci maksymalizacji bogactwa firmy i jej interesariuszy.

Różnorodność metod i narzędzi oraz kategorii formalnych wykorzystywanych w niniejszym badaniu determinuje jego interdyscyplinarny charakter. Z jednej bowiem strony nawiązano do metod statystyczno-ekonometrycznych, prognozowania gospodarczego i modelowania matematycznego, które należą do metod badawczych wspólnych dla wszystkich dyscyplin nauk ekonomicznych. Według klasyfikacji JEL opracowanej przez Amerykańskie Towarzystwo Ekonomiczne (*American Economic Association*) metody ilościowe i matematyczne są klasyfikowane do tzw. kategorii ogólnych nauk ekonomicznych (*General Categories*). Z drugiej strony wykorzystano do oceny wyznaczonych prognoz modele decyzyjne wypracowane w obszarze nauk o zarządzaniu, a następnie rozwinięte w dyscyplinie finanse. Ostatecznie opracowaną przeze mnie metodykę modelowania i prognozowania zastosowano do budowy modeli i prognoz kluczowych dla finansistów zmiennych z obszaru działalności operacyjnej przedsiębiorstwa, takich jak operacyjne wpływy i wydatki gotówkowe. Zbudowane przeze mnie modele służą oszacowaniu wpływu decyzji z obszaru zarządzania operacyjnym kapitałem pracującym na wielkość, moment pojawiania się i ryzyko prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych, które następnie podlegają ocenie w świetle fundamentalnego kryterium finansowego opartego na wartości bieżącej netto (NPV) prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych. Rozważania podjęte w przedkładanym do oceny cyklu publikacji są zatem integralną częścią finansowego zarządzania przedsiębiorstwem (*financial management*). Wobec wszystkich powyższych argumentów zasadne jest zaklasyfikowanie mojego osiągnięcia naukowego do subdyscypliny finanse przedsiębiorstw w dyscyplinie finanse w dziedzinie nauki ekonomiczne.

3.3. Spis treści cyklu publikacji *Prognozowanie operacyjnych przepływów pieniężnych w przedsiębiorstwie z wykorzystaniem modelowania matematycznego. Modele i zastosowania*

Przedstawione do oceny osiągnięcie, stanowiące cykl 9 publikacji powiązanych tematycznie, sklasyfikowałam w 4 następujących rozdziałów:

1. Modelowanie operacyjnych przepływów pieniężnych w literaturze przedmiotu
 - 1.1. Kapitał pracujący w literaturze ekonomicznej (publikacja A1)
 - 1.2. Modelowanie gotówki w przedsiębiorstwie – przegląd literatury (publikacja A2)
2. Modelowanie i prognozowanie operacyjnych przepływów pieniężnych w warunkach pewności
 - 2.1. Budowa deterministycznego modelu operacyjnego kapitału pracującego w rachunku zgodnym z zasadą kasową rachunkowości (publikacja A3)

- 2.2. Budowa kryterium oceny efektywności inwestycji w operacyjny kapitał pracujący w warunkach pewności (publikacja A4)
- 2.3. Koncepcja zintegrowanego zarządzania operacyjnym kapitałem pracującym w przedsiębiorstwie zorientowanym na maksymalizację bogactwa firmy i jej interesariuszy (publikacja A5)
3. Modelowanie i prognozowanie operacyjnych przepływów pieniężnych w warunkach niepewności
 - 3.1. Budowa modelu prognostycznego w deterministyczno-stochastycznym podejściu do modelowania gotówki w przedsiębiorstwie (publikacja A6)
 - 3.2. Wyznaczenie typowego przedziału zmienności gotówki operacyjnej w przedsiębiorstwie (publikacja A6)
 - 3.3. Szacowanie parametrów stochastycznego modelu gotówki w przedsiębiorstwie. Aplikacja modelu (publikacja A6)
4. Symulacje z zastosowaniem opracowanych modeli finansowych
 - 4.1. Zapotrzebowanie na operacyjny kapitał pracujący w rachunku opartym na zasadzie memoriałowej i kasowej rachunkowości (publikacja A7)
 - 4.2. Identyfikacja obciążenia miernika FCF z tytułu inwestycji w operacyjny kapitał pracujący (publikacja A8)
 - 4.3. Ocena zagrożenia finansowego przedsiębiorstw naturalnie funkcjonujących w warunkach ujemnego cyklu konwersji gotówki (publikacja A9)

Zbiorczy wykaz publikacji stanowiących cykl pt. *Prognozowanie operacyjnych przepływów pieniężnych w przedsiębiorstwie z wykorzystaniem modelowania matematycznego. Modele i zastosowania* wraz z oznaczeniem publikacji zawarto w tab.1.

Tabela1. Wykaz publikacji stanowiących cykl pt. *Prognozowanie operacyjnych przepływów pieniężnych w przedsiębiorstwie z wykorzystaniem modelowania matematycznego. Modele i zastosowania*

| Lp. | Autor/autorzy, tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa, recenzenci wydawniczy | Typ publikacji | Oznaczenie |
|-----|---|-----------------|------------|
| 1 | Szpulak A., 2011, <i>Różnice w poglądach na istotę kapitału obrotowego. Pieniężne zapotrzebowanie na kapitał obrotowy netto</i> , ZN Uniwersytetu Szczecińskiego. Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia, nr 640, s. 458-468 Recenzent: double blind-review process | artykuł naukowy | A1 |
| 2 | Szpulak A., 2016, <i>Modele gotówki w przedsiębiorstwie: przegląd literatury</i> , ZN Uniwersytetu Szczecińskiego, nr 4/1 (82), s. 509-520 Recenzent: double blind-review process | artykuł naukowy | A2 |
| 3 | Szpulak A., 2014, <i>Modelowanie operacyjnego kapitału pracującego z zastosowaniem arkusza kalkulacyjnego</i> , Ekonometria, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 4(46), s. 22-33 Recenzent: double blind-review process | artykuł naukowy | A3 |
| 4 | Szpulak A., 2015, <i>Evaluating net investments in the operating working capital under certainty: the integrated approach to working capital management</i> , Business and Economic Horizons, no. 11(1), s. 28-40 Recenzent: double blind-review process | artykuł naukowy | A4 |
| 5 | Szpulak A., 2015, <i>A concept of an integrative working capital management in line with wealth maximization criterion</i> , PN Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 381, s. 405-425 Recenzent: double blind-review process | artykuł naukowy | A5 |

| | | | |
|---|---|--|----|
| 6 | Szpułak A., Michael T., 2016, <i>Joint deterministic and stochastic approach to cash balance modelling: a cash model specification and verification</i> , European Financial Systems Proceedings of the 13 th Scientific Conference, 2016, s. 808-815 Recenzent: double blind-review process Oświadczenie współautora T. Michaela oraz A. Szpułak załączone jest do wniosku (zał. 6) | artykuł naukowy w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowej indeksowanych w Web of Science | A6 |
| 7 | Szpułak A., 2014, <i>Inwestycje w operacyjny kapitał pracujący netto w rachunku przepływów pieniężnych</i> , PN Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 364, s. 276-292 Recenzent: double blind-review process | artykuł naukowy | A7 |
| 8 | Szpułak A., 2016, <i>On the importance of free cash flow metrics bias resulting from static approach to free cash flow analysis</i> , The Essence and Measurement of Organizational Efficiency, red. T. Dudycz, G. Osbert-Pociecha, B. Brycz, Springer Proceedings in Business and Economics, s. 281-298 Recenzent: double blind-review process | artykuł naukowy w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowej indeksowanych w Web of Science | A8 |
| 9 | Szpułak A., 2016, <i>Assessing the Financial Distress Risk of Companies naturally operating under conditions of negative Cash Conversion Cycle</i> , e-finanse Financial Internet Quarterly, vol. 12, nr 4, s. 62-72 Recenzent: double blind-review process | artykuł naukowy | A9 |

3.4. Omówienie celu naukowego cyklu publikacji

3.4.1. Uzasadnienie podjęcia tematu

Teoria racjonalnego wyboru (*Choice theory*), stanowiąca główny nurt klasycznej teorii ekonomii, na której fundamenty zbudowały wydzielaające się z ekonomii finanse, w obszarze finansów przedsiębiorstw odnosi się do wartości aktywów, którą stanowi suma zdyskontowanych prognozowanych przepływów pieniężnych wygenerowanych przez te aktywa. Spośród dostępnych alternatywnych inwestycji menedżer wybiera taką opcję, która tworzy największą dodatkową wartość, ponieważ w ten sposób realizuje się postulat maksymalizowania bogactwa firmy i jej interesariuszy. Realizacja takiego celu oznacza, że menedżer jest zdolny do oceny każdej decyzji w świetle przytoczonego kryterium finansowego, tj. potrafi oszacować wpływ swoich decyzji na wielkość, moment pojawiania się i ryzyko prognozowanych przepływów pieniężnych. W teorii i praktyce finansowego zarządzania przedsiębiorstwem zorientowanym na maksymalizowanie bogactwa firmy i jej interesariuszy prognozowane przepływy pieniężne są podstawą podejmowania wszelkich decyzji w obszarze zarządzania przedsiębiorstwem, dlatego też budowa modeli i narzędzi pozwalających na: (i) wyznaczenie prognoz przepływów pieniężnych przedsiębiorstwa oraz (ii) dokonanie wyboru wariantu optymalnego w świetle przyjętego kryterium finansowego jest koniecznym warunkiem stosowania w praktyce rozwiązań proponowanych przez teorie naukowe. Mimo że

zasada ta odnosi się zarówno do decyzji długo-, jak i krótkookresowych, literatura z obszaru finansów przedsiębiorstw koncentruje się w głównej mierze na długookresowych decyzjach inwestycyjnych i finansowych, na szacowaniu wpływu decyzji strategicznych na bogactwo firmy i jej interesariuszy, niewiele uwagi poświęcając w tym kontekście działalności operacyjnej przedsiębiorstwa, zagadnieniom, które określa się jako zarządzanie operacyjnym kapitałem pracującym (*working capital management*).

Fundamentalnym źródłem bogactwa firmy i jej interesariuszy jest przede wszystkim działalność operacyjna przedsiębiorstwa, czego wyrazem jest stwierdzenie „*The very essence of a business is to increase wealth by means of its operating cycle*” [Vernimmen i in. 2014, s. 30]. W toku działalności operacyjnej powstają w przedsiębiorstwie strumienie operacyjnych przepływów pieniężnych – wpływów i wydatków gotówkowych. Wysokość, moment pojawiania się operacyjnych przepływów pieniężnych i ich ryzyko są przede wszystkim efektem decyzji podejmowanych w obszarze zarządzania operacyjnym kapitałem pracującym, tj. decyzji odnoszących się do parametrów polityki kapitału pracującego (*working capital policy parameters*). Jak głoszą od wielu lat finansiści [Stone, Miller 1987], prognozowania w przedsiębiorstwie wymagają głównie przepływy pieniężne z działalności operacyjnej, ponieważ pozostałe obszary działalności, tj. działalność inwestycyjna i finansowa, szczególnie w krótkim okresie, są stosunkowo łatwe do przewidzenia. Niemal codziennie zapadają w przedsiębiorstwie decyzje dotyczące długości kredytu kupieckiego, wysokości upustu, dokonania przedpłaty czy zakupów za gotówkę, długości cyklu dostaw i wielkości dostawy, ceny sprzedaży, ceny i rodzajów materiałów, windykacji należności, kosztów pracy itp. Ze względu na stopień skomplikowania wywołany powiązaniem między elementami cyklu operacyjnego w przedsiębiorstwie i elementami odpowiadającego mu cyklu finansowego, ocena wpływu różnorodnych i jednoczesnych decyzji o poziomie parametrów polityki kapitału pracującego na wielkość, moment pojawiania się i ryzyko operacyjnych przepływów pieniężnych nie jest zadaniem łatwym i wymaga wsparcia ze strony modeli formalnych. Ponadto rozważenia wymaga, jaki wpływ te decyzje będą miały na tworzenie się bogactwa firmy i jej interesariuszy.

W literaturze dotyczącej finansowego zarządzania przedsiębiorstwem zorientowanym na maksymalizowanie bogactwa firmy i jej interesariuszy istnieje wyraźna luka w obszarze zarządzania operacyjnym kapitałem pracującym w przedsiębiorstwie realizującym tak zdefiniowany cel. Wszechobecne w literaturze jest rozczłonkowanie składników operacyjnego kapitału pracującego i ich rozważanie z perspektywy bilansu w rachunku opartym na zasadzie memoriałowej rachunkowości, a nie z perspektywy przepływów pieniężnych i rachunku

opartego na zasadzie kasowej. W praktyce natomiast zarządzanie należnościami nie jest oderwane od zarządzania zobowiązaniami, zarządzanie zapasami od zarządzania zobowiązaniami, a zarządzanie zobowiązaniami od zarządzania należnościami itd. Podjęcie decyzji o długości kredytu kupieckiego udzielanego odbiorcom może zwiększyć sprzedaż, a wzrost sprzedaży może być podstawą do negocjowania wydłużenia terminu kredytu kupieckiego od dostawcy i/lub ceny materiałów. Zmianie może ulec długość cyklu dostaw materiałów, wielkość partii materiałów, koszty dostawy i koszty magazynowania, wydłużenie kredytu kupieckiego udzielanego odbiorcom może też być przyczyną wzrostu odsetka przeterminowanych i nieściągalnych należności, mogą ulec zmianie koszty windykacji długów i ich odsprzedaży itp. Wyraźnie widać zatem, że decyzje o poziomie parametrów polityki kapitału pracującego należy rozpatrywać łącznie, a nie w rozbiciu na jego bilansowe składniki. Ponadto decyzje finansowe w tym obszarze winny zapadać z wykorzystaniem rachunku zgodnego z zasadą kasową rachunkowości, na podstawie sumy zdyskontowanych prognozowanych przepływów pieniężnych, a nie z wykorzystaniem rachunku zgodnego z zasadą memoriałową rachunkowości, na podstawie sprawozdań finansowych *pro forma*. Wobec powyższych argumentów potrzebne jest: (1) zintegrowanie zarządzania operacyjnym kapitałem pracującym, (2) przeniesienie rozważań o skutkach decyzji dotyczących parametrów polityki kapitału pracującego z rachunku zgodnego z zasadą memoriałową rachunkowości do rachunku zgodnego z zasadą kasową rachunkowości oraz (3) wyprowadzenie kryterium decyzyjnego opartego na wartości bieżącej netto prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych. Oznacza to konieczność budowy modeli finansowych, które (1) uwzględnią wpływ decyzji o parametrach polityki kapitału pracującego na wielkość, moment pojawienia się i ryzyko prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych oraz (2) umożliwią ocenę zbudowanych prognoz w świetle finansowego kryterium decyzyjnego, opartego na wartości bieżącej netto prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych. Waga tematu, wyraźna luka w literaturze przedmiotu i jego znaczące walory aplikacyjne stanowią główne przesłanki podjęcia tematu.

3.4.2. Przedmiot badań i problem badawczy

Przedmiotem badań w niniejszym cyklu publikacji są metody modelowania i prognozowania operacyjnych przepływów pieniężnych. Omawiane w cyklu publikacji metody modelowania i prognozowania dotyczą operacyjnych przepływów pieniężnych przedsiębiorstwa, tj. zmiennych finansowych posiadających dwie cechy: (i) są to zmienne sterowalne, tj. takie, którymi menedżer poprzez podejmowane w obszarze zarządzania operacyjnym kapitałem

pracującym decyzje może do pewnego stopnia sterować w pożądanym kierunku oraz (ii) są to zmienne zoperacjonalizowane w rachunku zgodnym z zasadą kasową rachunkowości, który ma kluczowe znaczenie w finansowym zarządzaniu przedsiębiorstwem.

Aby dokonać wyboru decyzji w obszarze zarządzania operacyjnym kapitałem pracującym w zgodzie z celem przedsiębiorstwa opartym na maksymalizacji bogactwa firmy i jej interesariuszy, menedżer potrzebuje wsparcia ze strony modeli formalnych, a to oznacza, że modele te powinny uwzględniać wpływ podjętych decyzji na operacyjne przepływy pieniężne, których wartość bieżącą netto będzie można oszacować i na tej podstawie dokonać wyboru wariantu decyzji. W toku prowadzonych przeze mnie badań przedstawionych w niniejszym cyklu publikacji poszukiwano zatem rozwiązania następującego **problemu badawczego**: Jakie metody i jaką metodykę należy wykorzystać do modelowania i prognozowania operacyjnych przepływów pieniężnych przedsiębiorstwa, by jednocześnie zostały spełnione dwa warunki: (1) zbudowany model ma uwzględniać wpływ decyzji o poziomie parametrów polityki kapitału pracującego na wielkość, moment pojawienia się i ryzyko prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych oraz (2) wyznaczoną prognozę można ocenić pod kątem finansowego kryterium decyzyjnego, opartego na wartości bieżącej netto prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych.

3.4.3. Istniejący stan wiedzy w zakresie tematu badań

W przedsiębiorstwie maksymalizującym bogactwo firmy i jej interesariuszy udzielenie odpowiedzi na pytanie: jaką decyzję podjąć w odniesieniu do poziomu parametrów polityki operacyjnego kapitału pracującego wymaga wsparcia ze strony modeli formalnych. Z tej perspektywy nieco zaskakuje fakt, że modelowanie i prognozowanie operacyjnych przepływów pieniężnych przedsiębiorstwa jest od lat tematem marginalizowanym w literaturze z zakresu finansów przedsiębiorstw. O modelowaniu i prognozowaniu finansowym w literaturze pisze się głównie w kontekście takich metod, jak: (1) klasyczne metody statystyczno-ekonometryczne, (2) modelowanie i prognozowanie finansowe z użyciem arkusza kalkulacyjnego Excel oraz (3) modelowanie matematyczne.

W literaturze światowej coraz częściej w ostatnich latach pojawiają się publikacje zwarte poświęcone zastosowaniu metod ilościowych w planowaniu w przedsiębiorstwie, jednak prezentowane w nich metody ograniczają się do zastosowania klasycznych statystyczno-ekonometrycznych metod modelowania danych (np. [Shim, Siegel 2007; Lee, Lee, Lee 2009; Samsons 2015]). W literaturze z obszaru finansów przedsiębiorstw modelowanie i prognozowanie finansowe w przedsiębiorstwie przybiera mało sformalizowaną

postać tzw. modelowania z wykorzystaniem arkusza kalkulacyjnego Excel (*spreadsheet models*), w którym buduje się modele i prognozy konkretnych sytuacji biznesowych (np. [Ress 2008; Sengupta 2009; Tija 2009; Avon 2013; Samsons 2015]). Wspólną cechą tych modeli jest to, że: (i) dotyczą głównie oceny decyzji strategicznych w świetle przyjętego kryterium finansowego, (ii) odwzorowują logikę i pomiar zmiennych dokonywany w sprawozdaniach finansowych i rachunkowości w zgodzie z zasadą memoriałową rachunkowości, (iii) są modelami deterministycznymi, (iv) interwał prognozy wynosi najczęściej rok, jednak w zależności od potrzeb sporządza się także prognozy kwartalne i miesięczne. Do najpopularniejszych modeli finansowych w tej grupie należą: modele sprawozdań finansowych, model zdyskontowanych przepływów pieniężnych (DCF), model fuzji i przejęć (M&A), model pierwszej publicznej oferty (IPO), model wykupu lewarowanego (LBO), model sprawozdań skonsolidowanych i model budżetu. Nieco bardziej zaawansowane matematycznie są analizy związane z oceną ryzyka w ww. modelach, a szczególnie: symulacje techniką Monte Carlo, drzewa decyzyjne czy model wyceny opcji realnych [Benninga 2014].

W literaturze krajowej obserwujemy znaczne opóźnienie względem literatury światowej pod kątem zastosowania metod ilościowych w obszarze modelowania i prognozowania finansowego w przedsiębiorstwie. Warsztat badawczy nawiązujący do metod statystyczno-ekonometrycznych dotyczący modelowania i prognozowania finansowego w przedsiębiorstwie wypracowany w latach 70. i na początku lat 80. na zachodzie Europy i w USA właściwie nie przeniknął do polskiej literatury. W miejsce sformalizowanego prognozowania finansowego zaproponowano w literaturze polskiej w latach 90. zgoła odmienne ujęcie – mało sformalizowane planowanie finansowe, w którym raczej nie wspomina się o potrzebie prognozowania (zob. np. [Buk 2006; Naruć, Nowak, Wieloch 2008; *Budżetowanie...* 2010]) lub rolę prognozowania ogranicza się tylko do budowy prognoz zmiennych będących poza kontrolą menedżerów (zob. np. [Komorowski 2001; Marzec 2002; Pluta 2003]). O metodach modelowania i prognozowania w obszarze zarządzania finansami przedsiębiorstw wspominają w swoich książkach B. Pomykalska, P. Pomykalski [2007, s.136-152], ograniczając się jednak tylko do opisu klasycznych statystyczno-ekonometrycznych metod modelowania danych i pobieżnego opisu m.in. takich zagadnień, jak prognozowanie amortyzacji, wydatków inwestycyjnych czy podatków. O modelowaniu finansowym z użyciem Excela piszą J. Kaczmarczyk, T. Zieliński [2012], jednak omawiane przez autorów modele w zasadniczym zakresie dotyczą zmiennych z rynków finansowych, matematyki finansowej i oceny projektów inwestycyjnych. Implementacją sformalizowanych metod pomiaru i analizy ryzyka na gruncie finansów przedsiębiorstw zajmowali się także T. Wiśniewski [2008], dokonując oceny ryzyka

projektów inwestycyjnych; K. Kuziak [2011], dokonując pomiaru ryzyka przedsiębiorstwa; T. Berent [2013], wyprowadzając ogólną teorię dźwigni finansowej; P. Mielcarz i P. Płaszczyk [2013], dokonując oceny efektywności inwestycji w procesie tworzenia wartości; T. Słoński [2014], dokonując oceny efektywności wykupu lewarowanego oraz P. Owsian, M. Osińska [2016] dokonując pomiaru ekspozycji przedsiębiorstwa na ryzyko rynkowe wynikające z posiadanego portfela inwestycyjnego. Modelowaniem i prognozowaniem należności z zastosowaniem metod statystyczno-ekonometrycznych zajmował się D. Wędzki [2000].

Modelowanie matematyczne jest obecne w finansach od drugiej połowy XX wieku za sprawą prac H. Markowitza, W. Sharpe'a i M. Millera, którzy za ten szczególny wkład w rozwój nauk ekonomicznych otrzymali w 1990 roku Nagrodę Nobla [Karatzas, Shreve 1998, s. 3]. Współcześnie modelowanie matematyczne w finansach jest określane mianem ekonometrii finansowej (*financial econometrics*), gdy budowa modelu finansowego odnosi się do teorii modelowanego zjawiska, lub finansami ilościowymi (*quantitative finance*) czy finansami matematycznymi (*mathematical finance*), gdy modelowanie matematyczne stosuje się do opisanie danych, abstrahując od teorii finansowych. Oba rodzaje modelowania matematycznego dotyczą głównie zmiennych i zjawisk z takich obszarów, jak: rynki finansowe, ubezpieczenia oraz zarządzanie ryzykiem. Należy zauważyć, że w stosunku do wymienionych obszarów modelowanie i prognozowanie finansowe w przedsiębiorstwie są wyraźnie w tyle w zakresie zastosowania modelowania matematycznego do budowy modeli i prognoz zmiennych finansowych przedsiębiorstwa. Być może pewnym wyjaśnieniem tej sytuacji jest stwierdzenie, że „menedżer raczej woli żyć z problemem, którego nie potrafi rozwiązać, niż akceptować rozwiązanie, którego nie może zrozumieć” [Krawczyk 2007, s. 7]. Pewnym odstępstwem od tej reguły są modele zarządzania gotówką (które od pionierskiej pracy M. Millera i D. Orra [1966] są opisywane za pomocą coraz to bardziej zaawansowanych procesów stochastycznych) oraz modele przewidywania bankructwa. Wynika to jednak z tego, że problemy przewidywania przepływów gotówkowych i zarządzania gotówką oraz oceny zagrożenia finansowego były i nadal są obszarem intensywnych badań podmiotów sektora finansowego, szczególnie banków.

Nie powstała dotychczas na rynku polskim monografia ani zwarty cykl publikacji, w którym zebrano by proponowane rozwiązania w obszarze modelowania i prognozowania operacyjnych przepływów pieniężnych w zakresie wykraczającym poza mało sformalizowane planowanie finansowe, budżetowanie, modelowanie finansowe z zastosowaniem Excela czy klasyczne zastosowania metod statystyczno-ekonometrycznych do modelowania danych. Występującą w literaturze lukę częściowo wypełnia niniejszy cykl publikacji pt.

Prognozowanie operacyjnych przepływów pieniężnych w przedsiębiorstwie z wykorzystaniem modelowania matematycznego. Modele i zastosowania, zawierający koncepcję metodyki modelowania i prognozowania operacyjnych przepływów pieniężnych z wykorzystaniem modelowania matematycznego oraz zbudowane z jej zastosowaniem modele finansowe, stanowiące wkład w rozwój dyscypliny finanse przedstawiony do oceny w przewodzie habilitacyjnym.

3.4.4. Luka metodyczna w obszarze modelowania i prognozowania operacyjnych przepływów pieniężnych

Bezpośrednim motywem opracowania metodyki modelowania i prognozowania operacyjnych przepływów pieniężnych z zastosowaniem modelowania matematycznego były doświadczenie, obserwacja, a następnie identyfikacja: (i) różnic w postępowaniu prognostycznym prowadzącym do budowy prognoz zmiennych niesterowalnych (tj. będących poza kontrolą decydenta) vs. zmiennych sterowalnych (tj. będących pod częściową kontrolą decydenta), (ii) problemów towarzyszących modelowaniu danych finansowych przedsiębiorstwa o dużej częstotliwości, np. dziennej, przepływów pieniężnych netto, (iii) ograniczeń wynikających z zastosowania klasycznych statystyczno-ekonometrycznych metod modelowania do modelowania danych finansowych przedsiębiorstwa o dużej częstotliwości, (iv) ograniczeń modelowania finansowego z zastosowaniem Excela oraz (v) ograniczeń wynikających z zastosowania analitycznych modeli teoretycznych w prognozowaniu finansowym.

Bazując na studiach literatury oraz swoim wieloletnim doświadczeniu zdobytym w pracy dydaktycznej i naukowej z obszaru zastosowań metod ilościowych w naukach ekonomicznych, nabrałam przekonania, że metody modelowania danych wywodzące się ze statystyki i ekonometrii dostarczają narzędzi pozwalających na modelowanie tylko istotnych statystycznie prawidłowości, które można określić także mianem wzorców (*pattern*). Koncepcja wzorca jest pierwotna względem opisu sposobu modelowania danych, co jest charakterystyczne dla nauk apriorycznych, z których wywodzą się metody statystyczno-ekonometryczne. Wzorce, występujące pod postacią funkcji analitycznych, opisują powtarzające się zmiany zmiennej lub związku między zmiennymi, np. trend liniowy to wzorzec zmiany zmiennej o stałą wielkość w jednostce czasu, trend z wahaniami sezonowymi to rytmicznie powtarzające się zmiany wokół trendu w postaci stałych bezwzględnych odchyień od trendu czy też stałych względnych odchyień od trendu itp. Podobnie działają bardzo skomplikowane modele szeregów czasowych, np. procesy stochastyczne, które bazują na ściśle określonych założeniach dotyczących rozkładów prawdopodobieństwa momentów wystąpienia i wielkości losowych odchyień.

Ostatecznie nawet modele ze zmienną wariancją, np. GARCH, opisują zmienność jako pewną funkcję. W trakcie podejmowanych przeze mnie prób modelowania danych finansowych przedsiębiorstwa z zastosowaniem metod statystyczno-ekonometrycznych szybko okazywało się, że stosowanie w prognozowaniu zbudowanych modeli jest nieefektywne. Wynika to z następujących powodów. Po pierwsze, w klasycznym modelowaniu danych nie uwzględnia się wpływu decydenta na przebieg procesów i zjawisk finansowych przedsiębiorstwa, tymczasem podejmowane decyzje na ogół zmieniają dotychczasową zmienność analizowanych danych, co uniemożliwia ekstrapolację modeli poza typowy obszar zmienności. Podobny w istocie zarzut, jednak względem modeli ekonometrycznych zjawisk makroekonomicznych sformułował R. Lucas [1976], co zaowocowało pojawieniem się w ekonometrii nowych nurtów dynamicznego modelowania ekonometrycznego bazujących na teorii procesów stochastycznych [Bazeli 2014]. Po drugie, w klasycznym procesie prognostycznym jakość prognozy ocenia się na podstawie błędu prognozy, a dla zarządzania przedsiębiorstwem istotnym kryterium decyzyjnym jest np. wartość bieżąca netto prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych. Zatem w świetle aktualnej metodyki prognozowania gospodarczego nie jesteśmy w stanie prawidłowo ocenić jakości prognozy finansowej, co czyni ją mało interesującą dla menedżera przedsiębiorstwa zorientowanego na maksymalizację celu finansowego. Po trzecie, proponowane w literaturze modele zmiennych finansowych przedsiębiorstwa odzwierciedlają logikę ich raportowania w sprawozdaniu finansowym, szczególnie w bilansie i rachunku zysków i strat, które to sprawozdania nie są odpowiednie do modelowania i prognozowania danych o dużej częstotliwości. Po czwarte, zmienność operacyjnych przepływów pieniężnych obserwowana w danych finansowych przedsiębiorstwa, szczególnie tych o dużej częstotliwości, jest z natury tak duża i niestabilna, że: (i) bardzo trudno za pomocą narzędzi statystycznych wykryć występowanie statystycznie istotnych prawidłowości, tj. wzorców, które są fundamentem modelu budowanego z zastosowaniem metod statystyczno-ekonometrycznych, (ii) wyniki badania statystycznego są niestabilne, zależą od obserwacji nietypowych, (iii) procent zmienności wyjaśnianej przez model jest bardzo niski, nawet jeśli model spełnia statystyczne kryteria modelu „dobrego”, to w dalszym ciągu nie daje prognoz dostatecznie precyzyjnych, a więc dla decydenta takie prognozy nie są użyteczne, (iv) dane finansowe stosunkowo rzadko spełniają założenia wymagane do stosowania danej metody modelowania (w szczególności jest to założenie o rozkładzie normalnym analizowanej zmiennej czy liniowym związku zmiennych), a co za tym idzie, zbudowane na ich podstawie modele generują prognozy nietrafne, a dla odbiorcy takie prognozy są niewiarygodne.

3.4.5. Cel główny i cele cząstkowe oraz cele poboczne

Celem głównym niniejszego cyklu publikacji jest opracowanie modelu prognostycznego operacyjnych przepływów pieniężnych, który ma spełniać jednocześnie dwa kryteria: (1) uwzględnić wpływ decyzji dotyczących parametrów polityki operacyjnego kapitału pracującego na wielkość, moment pojawienia się i ryzyko prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych oraz (2) umożliwić ocenę wyznaczonej prognozy pod kątem wartości bieżącej netto prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych.

Cel główny został osiągnięty przez realizację następujących **celów cząstkowych**:

1. Dokonanie przeglądu koncepcji kapitału pracującego w literaturze ekonomicznej oraz metod i metodyki modelowania i prognozowania operacyjnych przepływów pieniężnych przedsiębiorstwa na podstawie literatury światowej i krajowej.
2. Budowa dynamicznego modelu operacyjnych przepływów pieniężnych przedsiębiorstwa w warunkach pewności w rachunku zgodnym z zasadą kasową rachunkowości.
3. Budowa kryterium decyzyjnego służącego ocenie alternatywnych decyzji o poziomie parametrów polityki kapitału pracującego opartego na wartości bieżącej netto prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych.
4. Zintegrowanie modelu operacyjnych przepływów pieniężnych i kryterium decyzyjnego w warunkach pewności.
5. Budowa dynamicznego modelu operacyjnych przepływów pieniężnych przedsiębiorstwa w warunkach niepewności w rachunku zgodnym z zasadą kasową rachunkowości.

Dodatkowo **celami pobocznymi** przeprowadzonych badań są:

1. Zbadanie rozbieżności pomiędzy inwestycjami w operacyjny kapitał pracujący wyznaczonymi w rachunku zgodnym z zasadą memoriałową i kasową rachunkowości.
2. Zbadanie wpływu inwestycji w operacyjny kapitał pracujący (ΔWCR) na akumulację wolnych przepływów pieniężnych FCF (*Free Cash Flow*) w przedsiębiorstwie.
3. Ocena zagrożenia finansowego przedsiębiorstw naturalnie funkcjonujących w warunkach ujemnego zapotrzebowania na kapitał pracujący.

Cel główny zrealizowano z wykorzystaniem modelowania matematycznego, a cele poboczne zrealizowano w drodze symulacji z zastosowaniem opracowanego modelu operacyjnych przepływów pieniężnych. Prezentowane w niniejszym cyklu badania mają charakter normatywny, teoretyczno-metodyczny, a ich efektem są modele – prognostyczne i decyzyjne – oraz wskaźniki finansowe, wszystkie zbudowane z zamysłem wspierania

menedżerów w procesie finansowego zarządzania przedsiębiorstwem zorientowanym na maksymalizację bogactwa firmy i jej interesariuszy.

3.4.6. Hipoteza główna i hipotezy pomocnicze

Wobec przytoczonych ograniczeń w zastosowaniu metod statystyczno-ekonometrycznych do modelowania i prognozowania operacyjnych przepływów pieniężnych cel główny badania nie może być z powodzeniem zrealizowany w istniejącym w prognozowaniu gospodarczym warsztacie badawczym. Budowanie zaś modeli finansowych w arkuszu kalkulacyjnym jest na tyle mało sformalizowane, że nie stanowi metody naukowej, a służy raczej rozwiązaniu konkretnych problemów biznesowych. Te właśnie ograniczenia proponowanych w literaturze rozwiązań, niewielka uniwersalność modeli finansowych budowanych w arkuszu kalkulacyjnym Excel, a także niska jakość prognoz budowanych na podstawie estymowanych modeli analitycznych oraz kierowanie moich badań na przedsiębiorstwo widziane „od strony” menedżera zarządzającego przedsiębiorstwem zorientowanym na maksymalizowanie bogactwa firmy i jej interesariuszy skłoniły mnie do modelowania procesów generujących dane, a nie samych danych. Przy takiej odmiennej perspektywie pierwsze pytanie w procesie modelowania operacyjnych przepływów pieniężnych brzmi: jak operacyjne przepływy pieniężne są generowane – tj. od czego zależy ich wielkość, moment pojawiania się i ryzyko oraz jaki model opisuje proces generujący operacyjne przepływy pieniężne **w ogólnym przypadku**, nie jest to zatem pytanie: jaka prawidłowość występuje w szeregu czasowym operacyjnych przepływów pieniężnych i jaki model analityczny ją opisuje **w konkretnym przypadku**. Oznacza to tymczasowe – tj. na czas formułowania równań modelu – odejście od analizy danych empirycznych, a skoncentrowanie się na analizie teoretycznej operacyjnych przepływów pieniężnych, na ich definicji, pomiarze, konstytutywnych cechach ontologicznych². Ponieważ celem niniejszych badań była budowa modeli formalnych, istnieje zatem potrzeba zapisania wiedzy o procesie generującym operacyjne przepływy pieniężne przedsiębiorstwa z wykorzystaniem języka matematyki. Dlatego też w niniejszym cyklu publikacji, w miejsce klasycznego modelowania danych, wywodzącego się z metod statystyki i ekonometrii oraz mało sformalizowanego modelowania finansowego z zastosowaniem arkusza kalkulacyjnego, zaproponowano podejście polegające na matematycznym modelowaniu procesu generującego operacyjne przepływy pieniężne przedsiębiorstwa. Zastosowanie modelowania matematycznego pozwala na zwięzły i precyzyjny zapis definicji

² W istocie taki postulat formułuje T. Lawson [Lawson 1997; Lawson 2003], którego krytyka ekonometrii wywodzi się z koncepcji krytycznego realizmu w metodologii ekonomii.

zmiennej z wykorzystaniem języka matematyki, a dzięki temu zbudowany model może opisać cechy konstytutywne (tj. cechy ontologiczne) modelowanego procesu. Modelowanie matematyczne jest z powodzeniem stosowane do opisu procesów generujących dane w wielu dziedzinach nauki, szczególnie w naukach technicznych i przyrodniczych, ale także w dziedzinie nauk ekonomicznych, tj. w ekonomii, jako ekonometria, i w finansach jako ekonometria finansowa, choć zdaniem wielu naukowców nauki ekonomiczne nadal niedostatecznie czerpią z dobrodziejstwa modelowania matematycznego. W jednym równaniu matematycznym można zawrzeć zmienne sterowalne, sterujące (w tym przypadku zmienne decyzyjne, będące parametrami polityki operacyjnego kapitału pracującego) i niesterowalne oraz zmienną czasową, a równania łączyć w logicznie powiązaną całość opisującą modelowany proces generujący dane (tj. działalność operacyjną przedsiębiorstwa), stanowiące losowe realizacje wybranej zmiennej zależnej (tj. operacyjne przepływy pieniężne – operacyjne wpływy i wydatki gotówkowe). Istnieje zatem uzasadnione przypuszczenie, stanowiące **hipotezę główną**, że zastosowanie modelowania matematycznego do modelowania i prognozowania operacyjnych przepływów pieniężnych umożliwi budowę takich dynamicznych modeli i prognoz operacyjnych przepływów pieniężnych, które: (1) uwzględnią wpływ decyzji dotyczących parametrów polityki operacyjnego kapitału pracującego na wielkość, moment pojawienia się i ryzyko prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych oraz (2) pozwolą na ocenę wyznaczonej prognozy pod kątem wartości bieżącej netto prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych. Budowa modelu procesu generującego dane z zastosowaniem modelowania matematycznego spełniającego zadane celem badania kryterium (1) determinuje konieczność rozdzielenia procesu generującego dane o operacyjnych przepływach pieniężnych na składową deterministyczną, będącą pod kontrolą menedżerów, i składową stochastyczną, będącą poza kontrolą menedżerów. Pierwszy Y.E. Orgler [1969], a następnie B.K. Stone i R.A. Wood [1977] zauważyli podczas prób modelowania przepływów pieniężnych, że nie są one czysto losowe, jak zakładali przy modelowaniu np. M.H. Miller i D. Orr [1966], ale ich wysokość do pewnego stopnia zależy od decyzji menedżerów, co uzasadnia rozdzielenie procesu na część deterministyczną i stochastyczną. Zabieg rozdzielenia procesu generującego dane na część deterministyczną i stochastyczną w modelowaniu procesów ekonomicznych jest z powodzeniem stosowany w dynamicznym modelowaniu ekonometrycznym (np. [Gosińska 2015]). Uzasadnia to sformułowanie **pierwszej hipotezy pomocniczej**, w myśl której rozdzielenie procesu generującego operacyjne przepływy pieniężne na dwie części, tj. część deterministyczną, stanowiącą rdzeń procesu, oraz część stochastyczną, wprowadzającą zakłócenia losowe do

procesu, umożliwi uwzględnienie w budowanym modelu wpływu decyzji dotyczących parametrów polityki operacyjnego kapitału pracującego na wielkość, moment pojawienia się i ryzyko prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych. Rdzeń procesu reprezentuje tę część procesu, która jest pod kontrolą menedżera, a część stochastyczna przeciwnie – jest poza kontrolą menedżerów. Przy próbie matematycznego modelowania procesu generującego operacyjne przepływy pieniężne przyjęcie pierwszej hipotezy pomocniczej pociąga za sobą spojrzenie na obie części procesu z odmiennej perspektywy. Na część deterministyczną bowiem składają się zmienne sterowalne i sterujące, a na część stochastyczną zmienna losowa, tj. wynik oddziaływania na proces zmiennych niesterowalnych, będących poza kontrolą menedżerów. Wydaje się, że dla lepszego poznania natury procesów i zjawisk finansowych w obszarze działalności operacyjnej przedsiębiorstwa na wstępie należy odrzucić to, co losowe i skupić się na części deterministycznej.

W ekonometrii, nawet w tak zaawansowanej, jak dynamiczne modele ekonometryczne, do opisu części deterministycznej stosuje się proste funkcje analityczne. Jednak zastosowanie ich w niniejszym badaniu zniweczyłoby próby zrealizowania kryterium (1) nałożonego na model końcowy, tj. uwzględnienia wpływu decyzji dotyczących parametrów polityki operacyjnego kapitału pracującego na wielkość, moment pojawiania się i ryzyko prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych. Zdecydowanie lepszym rozwiązaniem wydaje się zastosowanie w tym wypadku deterministycznego modelu finansowego (*certainty models*). Jak już wspomniano, obecnie takie modele finansowe najczęściej występują jako modele sporządzone w arkuszu kalkulacyjnym (*spreadsheet models*), pierwotnie jako zwykłe równania (np. modele zbudowane przez takich autorów, jak W.J. Baumol [1952], W. Beranek [1963], B.K. Stone, T.W. Miller [1987]). Budżety, w tym budżet gotówki, budżetowanie kapitałowe czy dochodowe modele wyceny przedsiębiorstwa sporządzane są właśnie na bazie deterministycznych modeli finansowych. Ich cechą wspólną, a jednocześnie wadą, jest niski stopień sformalizowania oraz odzwierciedlenie logiki i pomiaru dokonywanego w rachunkowości, szczególnie raportowania wyników w sprawozdaniach finansowych zgodnie z zasadą memoriałową rachunkowości. Precyzja i jednoznaczność modelowania matematycznego to jedno z podstawowych jego zalet [Przybylska-Mazur 2011] stanowiących fundament **drugiej hipotezy pomocniczej**, w myśl której zastosowanie modelowania matematycznego do budowy deterministycznego modelu operacyjnych przepływów pieniężnych umożliwi precyzyjne i jednoznaczne opisanie powiązań między operacyjnymi przepływami pieniężnymi a parametrami polityki operacyjnego kapitału

pracującego tworzącymi część deterministyczną procesu generującego operacyjne przepływy pieniężne w przedsiębiorstwie.

Podczas próby modelowania części stochastycznej procesu generującego dane finansowe w przedsiębiorstwie można się odnieść do najbardziej rozwiniętej obecnie techniki modelowania i prognozowania dynamicznych procesów generujących dane losowe – do symulacji Monte Carlo, którą z powodzeniem wykorzystuje się w modelowaniu finansowym. Jedną z udokumentowanych wad tego podejścia jest uwzględnianie w symulacjach stochastycznych egzogenicznego składnika losowego [Brandimarte 2014, s. 7-8]. Wynika to z konieczności przyjmowania założeń o rozkładach prawdopodobieństwa zmiennych niezależnych modelu, które w połączeniu z założeniami o korelacji zmiennych modelu powodują, że teoretyczny rozkład prawdopodobieństwa zmiennej zależnej nie zawsze pokrywa się z rozkładem empirycznym. Pojawia się zatem pytanie, czy można uniknąć tej wady symulacji Monte Carlo? W kontekście pierwszej hipotezy pomocniczej wydaje się, że dobrym rozwiązaniem byłoby analizowanie cech empirycznych zmiennej losowej, której realizacje to odchylenia modelowanych operacyjnych przepływów pieniężnych od ich poziomu referencyjnego, będącego realizacją finansowego modelu deterministycznego, a następnie opisanie tej zmiennej wybranym modelem procesu stochastycznego o parametrach oszacowanych na podstawie statystyk empirycznego rozkładu losowych odchyleń. Rozdzielenie procesu generującego operacyjne przepływy pieniężne na część deterministyczną i stochastyczną pozwala przyjąć założenie, że powstałe odchylenia operacyjnych przepływów pieniężnych od ich poziomu referencyjnego są losowe i niezależne, a ich liczba w przedziałach czasowych (o dowolnie ustalonej długości) w horyzoncie prognostycznym jest realizacją procesu Poissona z intensywnością λ . Ponieważ losowe odchylenia prawie na pewno wystąpią w każdym z momentów horyzontu prognozy (co oznacza, że $\lambda = 1$), to suma losowych i niezależnych odchyleń wyznaczona na moment budowy prognozy jest realizacją złożonego procesu Poissona o parametrach – wartości oczekiwanej i wariancji – oszacowanych na podstawie statystyk z próby losowych odchyleń. Zatem **trzecia hipoteza pomocnicza** stanowi, że dobrym narzędziem opisu losowych odchyleń operacyjnych przepływów pieniężnych od ich poziomu referencyjnego opisanego deterministycznym modelem finansowym będzie złożony proces Poissona.

Przyjęte dotychczas hipotezy pomocnicze 1 – 3 zostały sformułowane, aby umożliwić budowę modelu spełniającego kryterium (1), tj. uwzględnienie decyzji dotyczących parametrów polityki operacyjnego kapitału pracującego na wielkość, moment pojawiania się i ryzyko prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych. Pozostaje jeszcze spełnienie

kryterium (2), tj. ocena prognozy finansowej w świetle wartości bieżącej netto prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych. Fundamentalnym kryterium decyzyjnym w finansach jest właśnie NPV [Copeland, Weston 1988, s. 20], a decyzje podejmowane z zastosowaniem reguły opartej na NPV prowadzą do wzrostu wartości fundamentalnej przedsiębiorstwa, co wprost przekłada się na wzrost bogactwa nie tylko jej inwestorów, ale także pozostałych jej interesariuszy (*stakeholders*) i społeczeństwa w szerszej perspektywie [Brigham, Ehrhardt 2008, s. 9-10]. Zgodnie z formułą NPV wartość bieżącą netto prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych determinują trzy czynniki: wielkość przepływów pieniężnych, ich moment pojawiania się oraz cena ryzyka prognozowanych przepływów pieniężnych. Zastosowanie kryterium NPV wymaga zatem, aby zmiennymi zależnymi w budowanym modelu finansowym były każdorazowo przepływy pieniężne – operacyjne wpływy i wydatki. W teorii i praktyce finansów operacyjne przepływy pieniężne obliczane są metodą pośrednią na podstawie danych z bilansu oraz rachunku zysków i strat sporządzanych z zastosowaniem zasady memoriałowej, tj. poprzez dokonanie stosownych korekt zysku netto. Uzyskany w ten sposób wynik – operacyjne przepływy pieniężne netto – jest efektem netto, tj. różnicą między sumą operacyjnych wpływów gotówkowych a sumą operacyjnych wydatków gotówkowych zrealizowaną na koniec okresu sprawozdawczego. Do tak obliczonych operacyjnych przepływów pieniężnych netto nie można zastosować wprost kryterium NPV. W literaturze przedmiotu do oszacowania wpływu decyzji z obszaru zarządzania operacyjnym kapitałem pracującym na wartość stosowane są metody oparte na budowie sprawozdań finansowych *pro forma* i ocenie wariantu decyzji z zastosowaniem wybranego kryterium decyzyjnego, np. kryterium ekonomicznej wartości dodanej (*Economic Value Added*, EVA) [Wędzki 2003, s. 259-316] lub kryterium wartości przedsiębiorstwa dla akcjonariuszy wyznaczonej metodami DCF [Michalski 2014]. Wykorzystanie do budowy prognoz przepływów pieniężnych sprawozdań finansowych *pro forma*, a następnie stosowanie kryterium finansowego opartego np. na wartości przedsiębiorstwa jest uzasadnione w ocenie decyzji strategicznych np. M&A, LBO, a nie z obszaru zarządzania operacyjnym kapitałem pracującym. Wydaje się zatem, że zasadne jest przeniesienie metodyki modelowania i prognozowania operacyjnych przepływów pieniężnych z tradycyjnie stosowanego rachunku z zastosowaniem zasady memoriałowej do rachunku z zastosowaniem zasady kasowej. Zatem **czwarta hipoteza pomocnicza** stanowi, że zastosowanie zasady kasowej do budowy dynamicznego modelu operacyjnych przepływów pieniężnych umożliwi wykorzystanie finansowego kryterium decyzyjnego opartego na NPV do oceny prognoz operacyjnych przepływów pieniężnych. Z przyjęciem czwartej hipotezy pomocniczej wiąże się odejście od

modelowania sprawozdań finansowych na potrzeby budowy prognoz operacyjnych przepływów pieniężnych, jednocześnie hipoteza ta umożliwi zastosowanie finansowego kryterium decyzyjnego opartego na NPV do oceny prognoz operacyjnych przepływów pieniężnych wygenerowanych na działalności operacyjnej przedsiębiorstwa, tak jak to czynione jest w obszarze budżetowania kapitałowego.

3.4.7. Wkład wyników badań w rozwój dyscypliny finanse w dziedzinie nauki ekonomiczne

Bazując na przyjętych hipotezach – głównej i pomocniczych, opracowano z wykorzystaniem modelowania matematycznego dynamiczny model operacyjnych wpływów i wydatków gotówkowych opisujący proces je generujący w przedsiębiorstwie, który zoperacjonalizowano w rachunku zgodnym z zasadą kasową rachunkowości (szczegółowy opis wyników badań przedstawiony jest w kolejnym punkcie autoreferatu). Zgodnie z przyjętymi kryteriami, wyrażonymi w celu głównym badania, w modelu tym poprzez zmienne sterujące (tj. parametry polityki operacyjnego kapitału pracującego), takie jak np.: cena sprzedaży, okres kredytu kupieckiego, cykl dostaw, cykl zamówień, wynagrodzenia itp., uwzględniono wpływ jednoczesnych i wielokierunkowych decyzji menedżerów na wielkość, moment pojawiania się i ryzyko operacyjnych wpływów i wydatków gotówkowych, a poprzez zastosowanie kryterium NPV umożliwiono menedżerom ocenę prognoz operacyjnych wpływów i wydatków gotówkowych i wybór wariantu spójnego z celem maksymalizacji bogactwa firmy i jej interesariuszy. Model deterministyczny przedstawiono w publikacji **A3**. Składnik losowy będący poza kontrolą menedżerów opisano złożonym procesem Poissona, którego parametry oszacowano na podstawie empirycznych odchyłeń losowych. Model stochastyczny przedstawiono w publikacji **A6**. Szczególną wartością dodaną przedstawionego modelu prognostycznego operacyjnych przepływów pieniężnych jest: (1) zoperacjonalizowanie zarządzania operacyjnym kapitałem pracującym w rachunku zgodnym z zasadą kasową, która pozwoliła na dokonanie oceny prognoz operacyjnych przepływów pieniężnych wygenerowanych z tytułu inwestycji w operacyjny kapitał pracujący netto z zastosowaniem kryterium opartego na NPV, a więc analogicznie do budżetowania kapitałowego – tj. podejścia, którego zgodnie z moją wiedzą nie stosowano dotychczas w praktyce zarządzania operacyjnym kapitałem pracującym³ (wyniki zaprezentowano w publikacji **A4**), (2) zintegrowanie zarządzania operacyjnym kapitałem pracującym, ponieważ dominujące w literaturze podejście

³ Należy w tym miejscu dodać, że takie teoretyczne koncepcje istnieją w literaturze i do nich się odnoszę, wyprowadzając kryterium decyzyjne w publikacji A4, jednak koncepcje te nie znalazły zastosowania właśnie z uwagi na brak odpowiedniego dla tego kryterium modelu prognostycznego.

polega na rozdzieleniu operacyjnego kapitału pracującego netto na składniki go tworzące, wydzielone w zgodzie ze strukturą bilansu przedsiębiorstwa – zarządzanie gotówką, należnościami, zapasami oraz zobowiązaniami bieżącymi, i wyraźnie brakuje podejścia zintegrowanego (wyniki zaprezentowane są w publikacji **A5**). Ponadto zbudowany model ma znaczące walory aplikacyjne opisane w dalszej części autoreferatu.

Dodatkowo, poprzez realizację celów pobocznych, uzyskano następujące ciekawe i ważne dla teorii i praktyki finansowego zarządzania przedsiębiorstwem wyniki.

(1) Wyznaczono pieniężne zapotrzebowanie na kapitał pracujący, informujący o tym, ile gotówki i w jakim momencie inwestorzy przedsiębiorstwa muszą dostarczyć na sfinansowanie zaplanowanego poziomu działalności operacyjnej. Informacji takiej nie uzyskamy z zastosowaniem tradycyjnych mierników takich jak operacyjny kapitał pracujący netto NOWC czy zapotrzebowanie na kapitał pracujący WCR. Natomiast, w porównaniu z szacunkami z budżetu gotówki, uzyskamy z zastosowaniem zbudowanego modelu operacyjnych przepływów pieniężnych: (i) informację dokładniejszą zarówno co do wielkości, jak i momentu, ponieważ w budowie modelu nie stosowano tradycyjnie wykorzystywanej przy konstrukcji budżetu metody procentu od sprzedaży, (ii) możliwość analizowania tworzenia się nadwyżki gotówki i jej niedoborów w czasie, z wyłączeniem wpływu, jaki na te wielkości wywierają działalność inwestycyjna i finansowa; (iii) możliwość pomiaru i analizy ryzyka operacyjnych przepływów pieniężnych. Wyniki przedstawiono w publikacji **A7**.

(2) Zidentyfikowano obciążenie miernika przepływów FCF z tytułu nieuwzględniania w nim wszystkich przepływów pieniężnych z inwestycji w operacyjny kapitał pracujący, co może mieć wpływ na wycenę metodą DCF przedsiębiorstw posiadających znaczne inwestycje w operacyjny kapitał pracujący lub w przypadku przedsiębiorstw naturalnie funkcjonujących w warunkach ujemnego cyklu konwersji gotówki. Wyniki przedstawiono w publikacji **A8**.

(3) Zaproponowano mierniki płynności finansowej dedykowane przedsiębiorstwom naturalnie funkcjonującym w warunkach ujemnego cyklu konwersji gotówki (np. sieci handlowych), które, w odróżnieniu od tradycyjnie stosowanych mierników płynności finansowej, mierzą płynność finansową w stosunku do pieniężnego zapotrzebowania na kapitał pracujący wyznaczonego w rachunku zgodnym z zasadą kasową rachunkowości. Wyniki przedstawiono w publikacji **A9**.

Wyniki pogłębionych studiów literaturowych nad istotą kapitału pracującego i metodami modelowania operacyjnych przepływów pieniężnych stanowią ważny wkład w systematyzację wiedzy w obszarze finansów przedsiębiorstw. W publikacji **A1** przedstawiono koncepcje kapitału pracującego w literaturze ekonomicznej, sięgając do fundamentalnych prac

ojców współczesnej myśli ekonomicznej, ale także zaprezentowano rozbieżności w postrzeganiu koncepcji kapitału pracującego przez przedstawicieli rachunkowości i finansów przedsiębiorstw. W publikacji **A2** dokonano oryginalnej klasyfikacji metod modelowania przepływów pieniężnych w trójwymiarowej przestrzeni określonej przez: (i) liczbę zmiennych w modelu, (ii) poziom niepewności, tj. od modeli deterministycznych do stochastycznych oraz (iii) czas, tj. od modeli statycznych do dynamicznych.

4. Opis uzyskanych wyników oraz ich zastosowania

4.1. Opis wyników uzyskanych podczas realizacji celu głównego

4.1.1. Przegląd koncepcji kapitału pracującego w literaturze ekonomicznej oraz metod i metodyki modelowania i prognozowania przepływów pieniężnych przedsiębiorstwa na podstawie literatury światowej i krajowej.

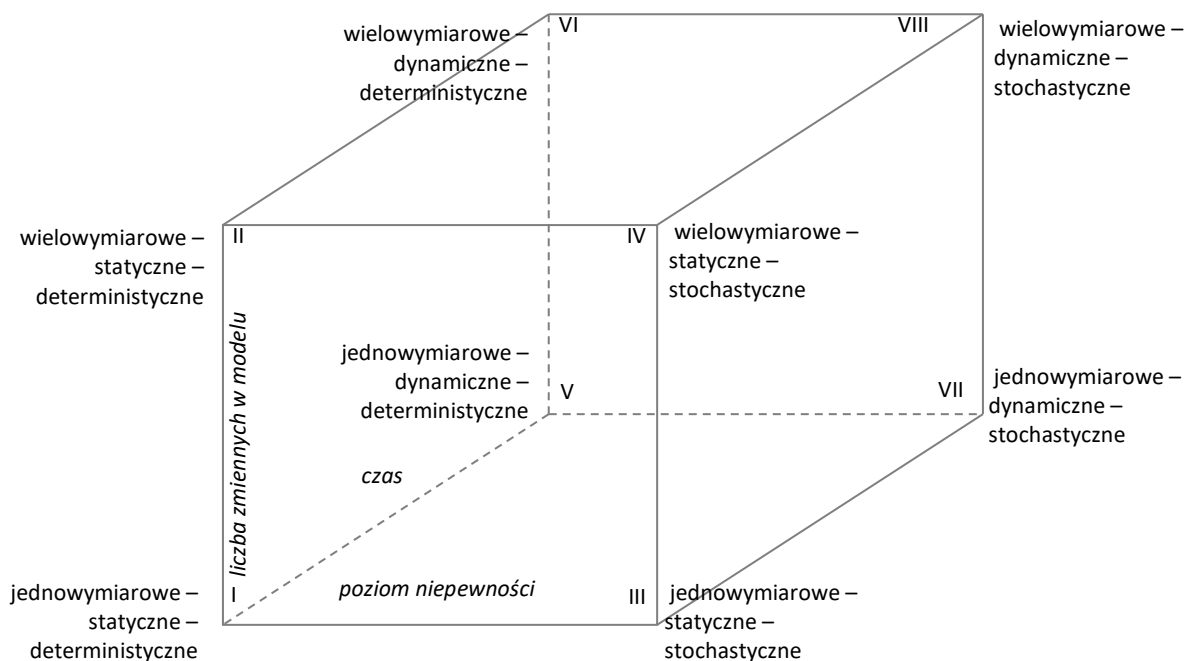
W obszarze modelowania operacyjnego kapitału pracującego scharakteryzowano:

- koncepcje kapitału pracującego w ekonomii, rachunkowości i finansach przedsiębiorstw, odwołując się do fundamentalnych dla nauk ekonomicznych prac A. Smitha, D. Ricardo czy J.S. Milla, a także do rekomendacji Amerykańskiego Instytutu Rachunkowości z 1953 roku oraz publikacji z *The Accounting Review* czy pionierskich prac nad koncepcją cyklu konwersji gotówki [Richards, Laughlin 1980] (publikacja **A1**),
- istotę operacyjnego kapitału pracującego, odwołując się do literatury o największym wpływie na postrzeganie tego zjawiska przez finansistów [Brigham, Ehrhart 2008; Richards, Laughlin 1980; Shulman, Cox 1985] (publikacje **A4**),
- kryteria decyzyjne wykorzystywane w zarządzaniu operacyjnym kapitałem pracującym oparte na: (1) kryterium minimalizacji kosztów np. [Miller, Orr 1966; Merville, Travis 1973], (2) kryterium maksymalizacji bogactwa [Liber, Orgler 1975; Sartoris, Hill 1983; Kim, Chung 1990; Arcelus, Srinivasan 1993] (publikacja **A4**),
- wskaźniki tradycyjnie stosowane do oceny efektywności zarządzania kapitałem pracującym: (1) wskaźniki wielkości i struktury kapitału pracującego [Collins 1946; Muller 1953], (2) wskaźniki długości cyklu konwersji gotówki [Gitman 1974, Richards, Laughlin 1980; Gentry i in. 1990], (3) wskaźniki wielkości i struktury finansowania operacyjnego kapitału pracującego netto [Shulman, Cox 1985] (publikacja **A4**),

- nurty teoretyczny (normatywny) i empiryczny (deskryptywny) w badaniu zjawisk związanych z zarządzaniem operacyjnym kapitałem pracującym z przyporządkowaniem wiodących prac z tego zakresu (publikacja A7).

Jednak poza opisywanymi w literaturze (np. [Sierpińska, Jachna 2007, s. 129-145; Wędzki 2003, s. 208-244]) metodami ustalania i budżetowania zapotrzebowania na kapitał pracujący opartymi na metodzie procentu od sprzedaży, nie ma w literaturze przedmiotu innych propozycji dotyczących modelowania i prognozowania operacyjnego kapitału pracującego w rachunku zgodnym zarówno z zasadą memoriałową, jak i kasową. Tę lukę obszernie zapełnią moje propozycje, w szczególności przedstawiony w niniejszym cyklu model operacyjnych przepływów pieniężnych.

W obszarze modelowania i prognozowania przepływów pieniężnych sklasyfikowano prezentowane w literaturze przedmiotu modele gotówki (którą wyznacza się na koniec okresu t , na podstawie korekty stanu początkowego gotówki w $t-1$ o uzyskane w okresie od $t-1$ do t przepływy pieniężne netto) w trójwymiarowej przestrzeni określonej przez: (i) liczbę zmiennych w modelu, (ii) poziom niepewności, tj. od modeli deterministycznych do stochastycznych oraz (iii) czas, tj. od modeli statycznych do dynamicznych (publikacja A2). Graficznie klasyfikację przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Klasyfikacja modeli gotówki

Źródło: A. Szpulak, 2016, *Modele gotówki w przedsiębiorstwie: przegląd literatury*, ZN Uniwersytetu Szczecińskiego, nr 4/1 (82), s. 509-520.

4.1.2. Deterministyczny model operacyjnych przepływów pieniężnych

Zgodnie z **pierwszą hipotezą pomocniczą** przyjętą w niniejszym badaniu, brzmiącą: *rozdzielenie procesu generującego operacyjne przepływy pieniężne na dwie części, tj.: część deterministyczną, stanowiącą rdzeń procesu, oraz część stochastyczną, wprowadzającą zakłócenia losowe do procesu, umożliwi uwzględnienie w budowanym modelu wpływu decyzji dotyczących parametrów polityki operacyjnego kapitału pracującego na wielkość, moment pojawiania się i ryzyko prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych*, budowa modelu operacyjnych przepływów pieniężnych z zastosowaniem modelowania matematycznego wymaga w pierwszej kolejności budowy modelu deterministycznego, a następnie opisanie składnika losowego wybranym procesem stochastycznym. Wyniki tych czynności są następnie kolejno opisane, tj. metodyka budowy modelu deterministycznego jest opisana poniżej, a równania modelu deterministycznego zbudowane z zastosowaniem proponowanej metodyki oraz równania modelu procesu stochastycznego opisującego losowe odchylenia operacyjnych przepływów pieniężnych od wartości referencyjnych wyznaczonych z modelu deterministycznego są przedstawione w dalszej części autoreferatu.

Metodyka budowy deterministycznego modelu operacyjnych przepływów pieniężnych z zastosowaniem modelowania matematycznego

Zgodnie z przyjętą w badaniu **drugą hipotezą pomocniczą**, *zastosowanie modelowania matematycznego do budowy deterministycznego modelu operacyjnych przepływów pieniężnych umożliwi precyzyjne i jednoznaczne opisanie powiązań między operacyjnymi przepływami pieniężnymi a parametrami polityki operacyjnego kapitału pracującego tworzącymi część deterministyczną procesu generującego operacyjne przepływy pieniężne w przedsiębiorstwie*, opierając się na definicjach operacyjnych przepływów pieniężnych, wypracowanych w teorii finansów, wykorzystano język matematyki do opisu ich cech konstytutywnych, wprowadzając do równań parametry polityki operacyjnego kapitału pracującego, stanowiące poziomy zmiennych decyzyjnych. Równania połączono w logicznie powiązany układ równań stanowiący deterministyczny model operacyjnych przepływów pieniężnych. Językiem opisu cech konstytutywnych stosowanym w proponowanym podejściu do modelowania jest matematyka. Zbudowane modele są zoperacjonalizowane w warsztacie badawczym finansów przedsiębiorstw, tj. posługują się powszechnie znanymi i stosowanymi w tym obszarze finansów pojęciami, metodami pomiaru i narzędziami.

Kluczową rolę w budowie teoretycznych modeli operacyjnych przepływów pieniężnych odegrało spostrzeżenie, że do opisu kształtowania się zmiennej finansowej w czasie potrzebne

są: zmienna wiodąca – w każdym przypadku jest to prognoza sprzedaży [Dittmann 2000, s. 15-16], a następnie zmienne decyzyjne odpowiedzialne za: skumulowanie zmiennych (np. okres kredytu kupieckiego, cykl dostaw, cykl zamówień itp.) oraz przesunięcia w czasie, tzw. *lead time*, i ostatecznie zmienna czasowa.

Przykładowo, zbudowany według opracowanej koncepcji model wpływów gotówkowych to:

$$CF_+(t) = p_s S(t - T_{AR} + 1) \quad t \geq T_{AR} \quad (1)$$

gdzie: $CF_+(t)$ – wpływy gotówkowe w okresie t , p_s – jednostkowa cena sprzedaży, S – sprzedaż w jednostkach naturalnych, T_{AR} – okres udzielonego odbiorcom kredytu kupieckiego. Dane o wpływach gotówkowych wygenerowanych przez model opisany wzorem (1) mogą być przedstawione przez funkcje analityczne na wiele sposobów, w zależności od tego, jaką prawidłowość te dane utworzą. Jednak dążono do zaproponowania rozwiązania bardziej elastycznego. Mianowicie, z modelu opisanego wzorem (1) wynika, że do wyznaczenia prognozy wpływów (w warunkach pewności, tj. po wykluczeniu „złych długów”) konieczne jest posiadanie informacji o cenie oraz prognozy sprzedaży, a idąc dalej – ta wymaga prognozy zamówień, te zaś zależą od popytu. Model szybko się rozrasta i komplikuje, ale dzięki obecnemu rozwojowi technologii i powszechnemu dostępowi do komputerów ta trudność może być łatwo wyeliminowana. W efekcie takiego podejścia do modelowania możemy analizować zmienność zmiennej objaśnianej, w tym przypadku wpływów gotówkowych, której nie byłibyśmy w stanie opisać za pomocą modeli analitycznych nawet na gruncie analizy deterministycznej (tj. z pominięciem składnika losowego). Wykorzystanie do zautomatyzowania pracy z modelem zwykłego arkusza kalkulacyjnego, np. Excela, umożliwia stworzenie ze wzajemnie powiązanych zmiennych systemu równań, który wprawiony w ruch w drodze symulacji deterministycznych może służyć na potrzeby sterowania operacyjnymi przepływami pieniężnymi w pożądanym przez menedżera kierunku.

Odrębność proponowanej metodyki budowy deterministycznego modelu finansowego od metod opisywanych w literaturze przedmiotu

Podstawowymi cechami odróżniającymi zbudowany w niniejszym badaniu deterministyczny model procesu generującego operacyjne przepływy pieniężne od modeli finansowych zbudowanych z zastosowaniem arkusza kalkulacyjnego, powszechnie stosowanego w modelowaniu finansowym (np. [Sengupta 2004; Charnes 2007]), są: (i) odstępianie od przyjmowania *a priori* założeń o postaci funkcji analitycznych, (ii) odstępianie od modelowania danych w rachunku zgodnym z zasadą memoriałową rachunkowości, (iii) wprowadzenie do modeli parametrów odpowiedzialnych za opóźnienie i skumulowanie

zmiennych (tj. okres odroczenia płatności, długość cyklu rotacji), a dzięki temu (iv) odstępianie od prognozowania zmiennych finansowych kształtujących operacyjne przepływy pieniężne metodą procentu od sprzedaży oraz (v) formalny (tj. matematyczny) zapis zbudowanego modelu. Cechy (i) – (v) czynią modele procesów generujących dane finansowe modelami uniwersalnymi. W zasadzie prezentowane w przywołanych pracach [Sengupta 2004; Charnes 2007] podejście do modelowania finansowego jest nauczaniem, jak wykorzystać Excela do budowy modeli bardzo konkretnych sytuacji biznesowych, powielających pomiar w rachunku zgodnym z zasadą memoriałową rachunkowości. Z tego względu mówi się np. o modelach sprawozdań finansowych. W niniejszym badaniu budowano model procesu generującego operacyjne przepływy pieniężne poprzez analizę merytoryczną tego zjawiska finansowego, a więc na podstawie (ontologicznych) cech konstytutywnych procesów i zjawisk, całkowicie rezygnując z powiązań o założonej *a priori* postaci analitycznej oraz definicji zmiennej w rachunku zgodnym z zasadą memoriałową rachunkowości. Modelowanie konkretnych sytuacji biznesowych z zastosowaniem arkusza kalkulacyjnego jest w dużej mierze oparte na cechach gnoseologicznych procesów i zjawisk, a więc ograniczone do identyfikacji i modelowania prawidłowości zaobserwowanych w zbiorach danych zebranych dla konkretnej sytuacji biznesowej. Zbudowane modele można przełożyć dla ułatwienia ich zastosowań na formuły np. Excela lub innego algorytmu czytelnego dla informatyka.

Deterministyczny model finansowy operacyjnych przepływów pieniężnych – geneza

Fundamentalnym autorskim osiągnięciem niniejszego cyklu publikacji jest model finansowy opisujący proces generujący operacyjne przepływy pieniężne z wykorzystaniem modelowania matematycznego. Model ewoluował na przestrzeni lat. Wstępnie opracowano model operacyjnego kapitału pracującego (publikacja **A3**), tj. system równań opisujących składniki operacyjnego kapitału pracującego: należności, zapasy, operacyjną gotówkę i operacyjne zobowiązania bieżące. Wówczas poszukiwano dynamicznej modelowej zależności między składnikami operacyjnego kapitału pracującego, co ostatecznie zaowocowało rozdzieleniem zapasów, należności i operacyjnych zobowiązań bieżących od operacyjnej gotówki, tak że łącznikiem pomiędzy pierwszymi trzema składnikami operacyjnego kapitału pracującego a operacyjną gotówką stały się operacyjne wpływy i wydatki gotówkowe (publikacja **A7**). W zbudowanym ostatecznie deterministycznym modelu operacyjnych przepływów pieniężnych dla zrealizowania planowanego poziomu sprzedaży przy określonych wielkościach parametrów polityki kapitału pracującego (*working capital policy parameters*) suma dziennych niedoborów operacyjnej gotówki, będącej różnicą między dziennymi wpływami a wydatkami gotówki,

odpowiada poziomowi gotówki, którą inwestorzy (tj. dawcy kapitału własnego oraz oprocentowanego kapitału obcego) muszą zainwestować w działalność operacyjną, aby zrealizować planowany poziom sprzedaży. Sedno w tym, że tej kwoty koniecznej do zainwestowania wprost nie można odczytać ze sprawozdania finansowego przedsiębiorstwa. To bowiem, co powszechnie uważa się za inwestycje w działalność operacyjną – czyli operacyjny kapitał pracujący netto (NOWC) – jest wielkością kapitału wyliczaną zgodnie z zasadą memoriałową rachunkowości (*accrual basis accounting*), a środki, które można obliczyć na podstawie zbudowanego modelu są wyznaczone zgodnie z zasadą kasową (*cash basis accounting*). Ponadto w rachunku przepływów pieniężnych sporządzanym metodą bezpośrednią inwestycje w operacyjny kapitał pracujący (ujęte jako korekta zysku netto) także mają charakter memoriałowy. W porównaniu z NOWC kwota wyliczona z opracowanego modelu jest „oczyszczona” z części memoriałowej, jaką tworzy w mierniku NOWC odroczenie terminów płatności należności i zobowiązań bieżących, czyli tzw. *current accruals*. Różnicę tą dobrze opisuje następująca analogia do inwestycji w lokatę terminową: NOWC pokazuje, ile inwestor inwestuje kapitału wraz z odsetkami uzyskanymi na koniec okresu, a w ujęciu zaproponowanym w artykule **A7**, ile inwestuje samego kapitału (szerzej ten temat jest opisany w publikacji **A7**). Fakt, że w zbudowanym modelu połączono operacyjne wpływy i wydatki gotówkowe w ujęciu zasady kasowej z inwestycjami w operacyjny kapitał pracujący w ujęciu zasady memoriałowej, pozwolił przenieść rozważania o efektywności inwestycji w ten kapitał z tradycyjnie stosowanego rachunku opartego na danych wykazywanych w bilansie oraz rachunku zysków i strat na rachunek oparty na przepływach pieniężnych, na wzór rachunku opłacalności inwestycji. Zmiennymi zależnymi w opracowanym modelu są dzienne wpływy i wydatki zrealizowane w okresie objętym prognozą, nie jest to skumulowany wynik netto, tj. przepływy pieniężne netto zarejestrowane na koniec okresu sprawozdawczego, tak jak to ma miejsce w rachunku przepływów pieniężnych sporządzonym metodą pośrednią czy bezpośrednią. Posiadając projekcje wpływów i wydatków gotówkowych, można do ich oceny użyć narzędzi tradycyjnie służących ocenie efektywności inwestycji. Kierując się przy wyborze wariantu polityki operacyjnego kapitału pracującego wartością bieżącą netto prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych, menedżerowie podejmują decyzje spójne z celem przedsiębiorstwa, którym jest maksymalizowanie bogactwa firmy i jej interesariuszy.

Jak już wspomniano, koncepcja modelu rozwijała się przez wiele lat, co można zaobserwować, porównując prace z 2011 roku z pracami z 2016 roku, jednak jego pełny zapis przedstawiony do oceny znajduje się w publikacjach **A3** oraz **A5**. Publikacje **A3**, **A4**, **A5** prezentują także weryfikację modelu przeprowadzoną w drodze symulacji. Symulacje

umożliwiały dowiedzenie poprawności zapisu formalnego oraz przełożenia tego zapisu na formuły arkusza kalkulacyjnego.

Założenia przyjęte podczas budowy modelu

Założenie 1. Działalność operacyjna przedsiębiorstwa jest rozpatrywana jako zbiór projektów inwestycyjnych, z których każdy jest ograniczony do jednej linii produkcyjnej i jednego odbiorcy (lub homogenicznej grupy odbiorców).

Założenie 2. Przedsiębiorstwo zna popyt na swój produkt.

Założenie 3. Przedsiębiorstwo dysponuje mocami produkcyjnymi koniecznymi do zaspokojenia popytu na swój produkt.

Założenie 4. Odbiorcy i dostawcy ściśle przestrzegają warunków współpracy z przedsiębiorstwem.

Założenie 5. Przedsiębiorstwo ściśle przestrzega przyjętych zasad organizacji produkcji

Ograniczenie prognozy do jednego produktu i jednego odbiorcy jest uzasadnione indywidualizowaniem oferty przedsiębiorstwa i/lub podejmowanymi z odbiorcami negocjacjami handlowymi. Oba te elementy wpływają na wysokość parametrów polityki kapitału pracującego. Powstające w ten sposób prognozy cząstkowe można łączyć w prognozy globalne poprzez zwykłe sumowanie. Założenia 2-3 są naturalną konsekwencją rozpatrywania prognoz krótkookresowych, przyjęcie tych założeń pozwala na ekstrapolację modelu bez obawy, że niemożliwe będzie zaspokojenie prognozowanego popytu. Wyłączenie niepewności z analizy (czego dotyczą założenia 2, 4-5) jest zgodne z przyjętą koncepcją modelowania i prognozowania operacyjnych przepływów pieniężnych w rozdzieleniu na część deterministyczną i stochastyczną oraz jest uzasadnione na etapie budowy modelu deterministycznego. W kolejnych etapach modelowania, tj. modelowaniu losowych odchyłeń od poziomu referencyjnego, odstępuje się od tych założeń. Pomimo wyłączenia z analizy niepewności, uwzględniono w modelu rezerwy operacyjnych aktywów bieżących, ponieważ ich utworzenie z definicji podnosi poziom inwestycji w operacyjny kapitał pracujący w przedsiębiorstwie.

Zasady współpracy z odbiorcami i dostawcami

Zasady współpracy z odbiorcami i dostawcami oraz zasady organizacji produkcji determinują wielkość opóźnienia w czasie zmiennych, czyli tzw. *leadtime*. Wielkości te mogą być jednak dowolnie kształtowane przez użytkownika modelu i dlatego nie mają charakteru założeń. Poniżej wyszczególniono kolejno obowiązujące zasady:

1. W bieżącym dniu przyjmowane są do realizacji zamówienia złożone wcześniej, sprzedaż jest równa wielkości zamówienia, a należność powstaje w dniu sprzedaży.
2. Planowanie produkcji polega na równomiernym rozłożeniu obciążenia linii produkcyjnej na każdy dzień produkcji, a obciążenie to wynika z przyjętych do realizacji zamówień.
3. Zamówienia na materiały składane są w stałym cyklu, w dniu realizacji zamówienia powstaje zobowiązanie.
4. Odbiorcy regulują należności, a przedsiębiorstwo płaci swoje zobowiązania dokładnie ostatniego dnia udzielonego kredytu kupieckiego.
5. Wynagrodzenie pracowników płatne jest z dołu.

Równania deterministycznego modelu operacyjnych przepływów pieniężnych

Równania deterministycznego modelu operacyjnych przepływów pieniężnych są następujące:

Produkcja

Produkcja realizowana jest według planu produkcji. Zgodnie z zasadami współpracy z odbiorcami i dostawcami planowanie produkcji polega na równomiernym obciążeniu linii produkcyjnej na każdy dzień produkcji. W bieżącym dniu przyjmowane są do realizacji zamówienia złożone dnia poprzedniego. Zamówienia składane są w stałym cyklu równym T_O :

$$S_i(t) = \begin{cases} \sum_{t=(i-1)T_O+1}^{iT_O} D_0 f(t) & t = iT_O \\ 0 & t \neq iT_O \end{cases} \quad (2)$$

gdzie: $S_i(t)$ – zamówienie na produkty w jednostkach naturalnych, t – okres prognozy, $t = 1, 2, \dots, T$, i – numer zamówienia, $i = 1, 2, \dots$, $D(t)$ – dzienny popyt, T_O – cykl zamówień [w dniach].

Okres T_O jest jednocześnie okresem całkowitej realizacji zamówienia, dlatego dzienna produkcja wynosi:

$$Q_i(t) = \begin{cases} \frac{S_i}{T_O} & t < iT_O \\ S_i - \sum_{t=(i-1)T_O+1}^{iT_O-1} Q_i(t) & t = iT_O \end{cases} \quad (3)$$

gdzie $Q_i(t)$ – dzienna produkcja w jednostkach naturalnych wynikająca z zamówienia S_i .

Zamówienia materiałów do produkcji – dostawy

W produkcji wykorzystywanych jest r materiałów, $r = M1, M2, \dots$. Zamówienia na materiały składane są w stałym cyklu wynoszącym $T_{MD,r}$ dni, zamówienie składane jest na dzień przed

rozpoczęciem produkcji i realizowane w kolejnym dniu. Zamówienia MD w kolejnych dniach t wynoszą:

$$MD_{r,j}(t) = \begin{cases} \sum_{t=(j-1)T_{MD,r}+1}^{jT_{MD,r}} Q(t) \cdot m_r & t = (j-1)T_{MD,r} + 1 \\ 0 & t \neq (j-1)T_{MD,r} + 1 \end{cases} \quad (4)$$

gdzie: $MD_{r,j}$ – zamówienie materiałów do produkcji, $T_{MD,r}$ – cykl zamówień materiałów [w dniach], j – numer zamówienia materiałów, $j = 1, 2, \dots$, r – rodzaj materiałów, $r = 1, 2, \dots$, m_r – zużycie materiału w jednostkach naturalnych na jednostkę produkcji.

Koszty pracy

Wynagrodzenia LC naliczane są z dołu, za okres oznaczony przez T_L :

$$LC_g(t) = \begin{cases} 0 & t \neq gT_L \\ \sum_{t=(g-1)T_L+1}^{gT_L} Q(t) p_l & t = gT_L \end{cases} \quad (5)$$

gdzie: $LC(t)$ – koszty pracy, p_l – jednostkowy koszt pracy, g – numer wypłaty, $g = 1, 2, \dots$, T_L – cykl rozliczania wynagrodzeń [w dniach]

Operacyjne wydatki gotówkowe

Operacyjne wydatki gotówkowe są związane z regulowaniem zobowiązań przedsiębiorstwa z tytułu dostaw materiałów oraz pracy i wynoszą:

$$CF_-(t) = \sum_r CF_{-,r}(t) + CF_{-,L}(t) \quad (6)$$

gdzie: $CF_-(t)$ – operacyjne wydatki gotówkowe w dniu t , $CF_{-,r}(t)$ – wydatki gotówkowe związane z dostawą materiałów r , $CF_{-,L}(t)$ – wydatki gotówkowe związane z kosztami pracy.

$$CF_{-,r}(t) = p_r MD_r(t - T_{r,AP} + 1) \quad t \geq T_{r,AP} \quad (7)$$

gdzie: $T_{r,AP}$ – okres odroczenia płatności zobowiązań, p_r – jednostkowa cena materiałów do produkcji.

$$CF_{-,L}(t) = LC(t - T_W + 1) \quad t \geq T_W \quad (8)$$

gdzie: T_W – okres odroczenia płatności wynagrodzeń [w dniach].

Operacyjne wpływy gotówkowe

Wpływy gotówkowe realizowane są ze sprzedaży kredytowej:

$$CF_+(t) = p_s S(t - T_{AR} + 1) \quad t \geq T_{AR} \quad (9)$$

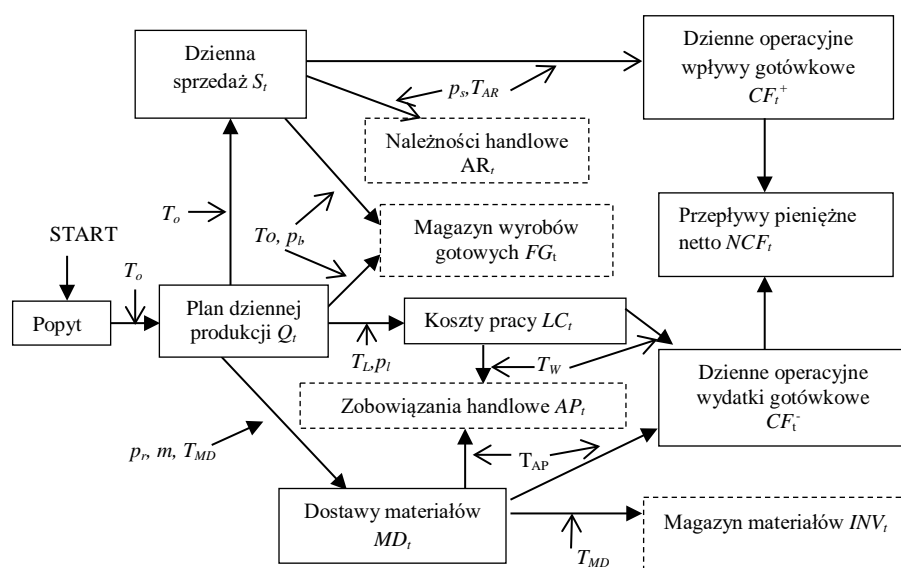
gdzie: $CF_+(t)$ a – operacyjne wpływy gotówkowe w dniu t , T_{AR} – okres odroczenia płatności należności, p_s – jednostkowa cena sprzedaży.

Posiadając stan początkowy gotówki C_0 oraz projekcje operacyjnych wpływów i wydatków gotówkowych wyznaczonych z równań 6 i 9 w okresie prognozowanym $t = 1, \dots, T$ poziom gotówki w przedsiębiorstwie wyznacza model:

$$C(t) = C_0 + \sum_{t=1}^T CF_+(t) - \sum_{t=1}^T CF_-(t) \quad (10)$$

Gotówka wyznaczona z modelu opisanego wzorem (10) jest referencyjnym poziomem gotówki wygenerowanym przez część deterministyczną procesu generowania gotówki w przedsiębiorstwie.

Na rys. 2 przedstawiono schemat modelu operacyjnych przepływów pieniężnych.



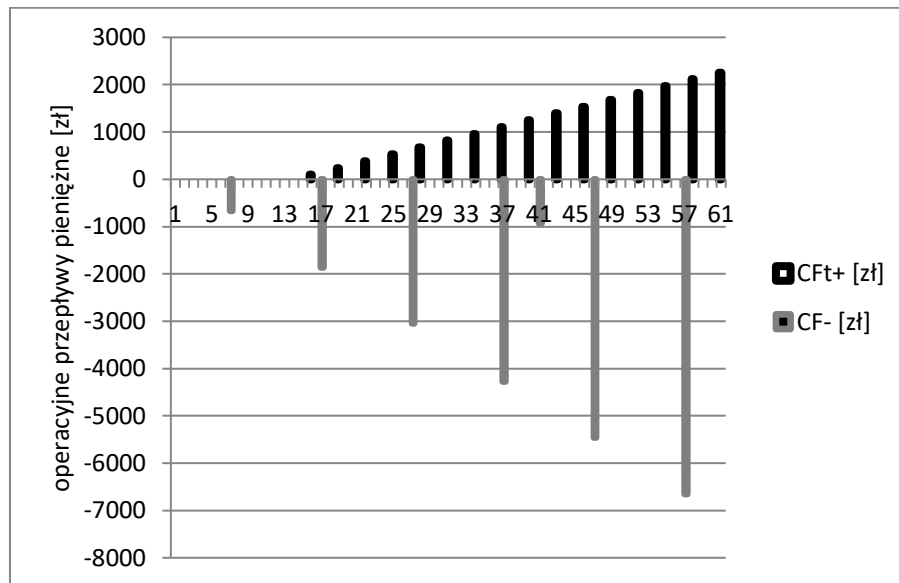
gdzie: T_o – cykl zamówień, p_m – jednostkowa cena materiałów, p_l – jednostkowa cena pracy, m – jednostkowe zużycie materiałów, p_s – jednostkowa cena sprzedaży, T_{AR} – okres odroczenia płatności należności, T_{MD} – cykl zamówień materiałów, T_{AP} – okres odroczenia płatności zobowiązań handlowych, T_L – okres rozliczania wynagrodzeń, T_W – okres odroczenia płatności wynagrodzeń. Linia przerywaną zaznaczono zmienne ujęte w bilansie, a linią ciągłą zmienne nieobserwowane w sprawozdaniach finansowych.

Rys. 2. Schemat finansowego modelu dziennych operacyjnych wpływów i wydatków gotówkowych

Źródło: A. Szpulak, 2014, *Modelowanie operacyjnego kapitału pracującego z zastosowaniem arkusza kalkulacyjnego*, Ekonometria, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, nr 4(46), s. 22-33.

Na rys. 3 przedstawiono przykład operacyjnych przepływów pieniężnych wygenerowanych z zastosowaniem modelu. Na rysunku przedstawiono w postaci graficznej wynik symulacji na finansowym modelu operacyjnych wpływów i wydatków gotówkowych, zakładając

następujące hipotetyczne wielkości: $T_0 = 3$, $r=2$, $T_{1,MD} = 6$, $T_{2,MD}=12$, $T_{AR} = 14$, $T_{L,AP} = 6$, $T_{2,AP} = 10$, $T_L = 20$, $T_W = 10$, $m_{M1} = 2$, $m_{M2} = 2$, $p_{mM1} = 1$, $p_{mM2} = 1$, $p_l = 1$, $p_s = 4$, $M1_0 = 10$, $M2_0 = 10$, $FG_0 = 15$ ($M1$, $M2$ – materiały do produkcji, $M1_0$, $M2_0$ – rezerwa materiałów FG_0 – rezerwa wyrobów gotowych). Popyt opisano funkcją $D_t = 2t$



Rys. 3. Dzielne operacyjne wpływy i wydatki gotówkowe wygenerowane w okresie $t = 1, \dots, T$.

Źródło: A. Szpulak, 2014, *Inwestycje w operacyjny kapitał pracujący netto w rachunku przepływów pieniężnych*, PN Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 364, s. 276-292.

4.1.3. Kryterium oceny efektywności inwestycji w operacyjny kapitał pracujący w warunkach pewności

Zbudowany deterministyczny model operacyjnych przepływów pieniężnych na wyjściu generuje projekcje dziennych wpływów i wydatków gotówkowych. W kolejnym kroku, zgodnie z **przyjętą hipotezą czwartą**, w myśl której zastosowanie zasady kasowej do budowy dynamicznego modelu operacyjnych przepływów pieniężnych umożliwi wykorzystanie finansowego kryterium decyzyjnego opartego na NPV do oceny prognoz operacyjnych wpływów i wydatków gotówkowych, konieczne było wyznaczenie kryterium decyzyjnego służącego ocenie projekcji operacyjnych przepływów pieniężnych pod kątem ich wpływu na wartość bieżącą netto prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych. W tym celu, bazując na wynikach prac amerykańskich naukowców (szczególnie [Sartoris, Hill 1983]), w publikacji **A4** wyprowadzono następujące kryterium decyzyjne oparte na NPV:

$$NPV = \int_0^T \left(-CF_-(t) \cdot e^{-rT_{AP}} + CF_+(t) \cdot e^{-r(T_S + T_{AR})} \right) \cdot e^{-rt} dt = \int_0^T NPV_t \cdot e^{-rt} dt \quad (11)$$

gdzie: T_s – dzień sprzedaży kredytowej ($t = 0$ jest momentem dokonania zakupu materiałów), r – stopa procentowa wolna od ryzyka (model wyprowadzono w warunkach pewności), pozostałe oznaczenia jak we wzorach (2) – (10).

W modelu tym wpływy i wydatki gotówkowe wygenerowane w pojedynczej pętli przepływów pieniężnych są w pierwszej kolejności dyskontowane na moment dokonania zakupów materiałów do produkcji t , a następnie te zdyskontowane przepływy pieniężne netto są ponownie dyskontowane na moment podejmowania decyzji $t = 0$. Podwójne dyskontowanie dotyczy wszystkich wpływów i wydatków w horyzoncie projekcji, którego ostatnim momentem jest T . Przy rozważaniu zmiany poziomu parametrów polityki kapitału pracującego z T_{AR} i T_{AP} na T'_{AR} i T'_{AP} menedżer kierujący się maksymalizacją bogactwa firmy i jej interesariuszy wybierze nowy wariant tylko wówczas, gdy $NPV' - NPV > 0$.

Następnie kryterium opisane wzorem (11) rozbudowano do modeli opisanych wzorami (12) – (14), inspirując się pracą autorów [Liber, Orgler 1975], którzy wyprowadzili model zarządzania należnościami z zastosowaniem rachunku NPV, oraz pracą autorów [Kim, Chung 1990], którzy wyprowadzili model zarządzania zapasami w świetle kryterium NPV. Wprowadzono do modelu opisanego wzorem (11) kolejne parametry polityki kapitału pracującego, tj.: cenę sprzedaży, przedpłaty za sprzedane produkty, rabat z tytułu wcześniejszej zapłaty, okres odroczenia płatności należności dla kontrahentów korzystających z rabatu, odsetki karne za nieterminową wpłatę, odsprzedaż przeterminowanych należności agencji windykacyjnej, cenę materiałów, zużycie materiałów, przedpłaty za dostawy, rabat z tytułu wcześniejszej spłaty zobowiązań, okres kredytu kupieckiego przy wcześniejszej spłacie zobowiązań, jednostkowe koszty pracy, okres odroczenia płatności wynagrodzeń, koszty magazynowania materiałów, koszty windykacji przeterminowanych należności, koszty dostawy materiałów oraz koszty dostawy wyrobów gotowych i odpowiadające im okresy odroczenia płatności zobowiązań. Z uwagi na mnogość parametrów polityki kapitału pracującego oddzielnie opisano równanie bieżącej wartości wpływów gotówkowych $PV_{CF_-}(t)$ i bieżącej wartości wydatków gotówkowych $PV_{CF_+}(t)$, a następnie sugerując się opracowaniem [Arcelus, Srinivasan 1993], w którym połączono modele wyprowadzone przez autorów prac [Liber, Orgler 1975; Kim, Chung 1990], zintegrowano oba zdyskontowane strumienie w następującej formule:

$$NPV = \int_0^T |(-PV_{CF_-}(t) + PV_{CF_+}(t)) \cdot e^{-rt}| dt \quad (12)$$

Wartość terażniejsza wpływów gotówkowych realizowanych w horyzoncie projekcji finansowych $t = 0, \dots, T$ z uwzględnieniem zmiennych decyzyjnych to:

$$PV_{CF_+}(t) = \int_0^{T_{AP}} |v_s p_s S(t) \cdot e^{-rt}| dt + (1 - d_s) q_s p_s S(t) \cdot e^{-r(T_s + T_{ARd})} + \lambda_1 (1 - v_s - q_s) p_s S(t) \cdot e^{-r(T_s + T_{AR})} + \int_{T_s + T_{AR}}^{T_s + T_{AR} + T_{LATE}} |(k + 1) \lambda_2 (1 - v_s - q_s) p_s S(t) \cdot e^{-rt}| dt + b(1 - \lambda_1 - \lambda_2) (1 - v_s - q_s) p_s S(t) \cdot e^{-r(T_s + T_{AR} + T_{LATE})} \quad (13)$$

gdzie: v_s – odsetek sprzedaży kredytowej regulowanej przedpłatami, p_s – jednostkowa cena sprzedaży, $S(t)$ – sprzedaż opisana dowolną tendencją rozwojową, T_{AP} – termin kredytu kupieckiego otrzymanego od dostawców, d_s – upust dla odbiorców za wcześniejszą płatność, q_s – odsetek sprzedaży kredytowej odpowiadający odbiorcom korzystającym z upustu za wcześniejszą płatność, T_s – moment sprzedaży, T_{ARd} – termin kredytu kupieckiego udzielonego odbiorcom korzystającym z upustu, λ_1 – odsetek sprzedaży kredytowej odpowiadający odbiorcom płacącym w terminie kredytu kupieckiego, T_{AR} – termin kredytu kupieckiego udzielonego odbiorcom, k – odsetki za płatność z opóźnieniem, λ_2 – odsetek sprzedaży kredytowej odpowiadający odbiorcom płacącym z opóźnieniem, T_{LATE} – koniec pojedynczego cyklu operacyjnego, maksymalny czas na windykację należności przez przedsiębiorstwo, b – odsetek należności przeterminowanych odsprzedanych firmie windykacyjnej.

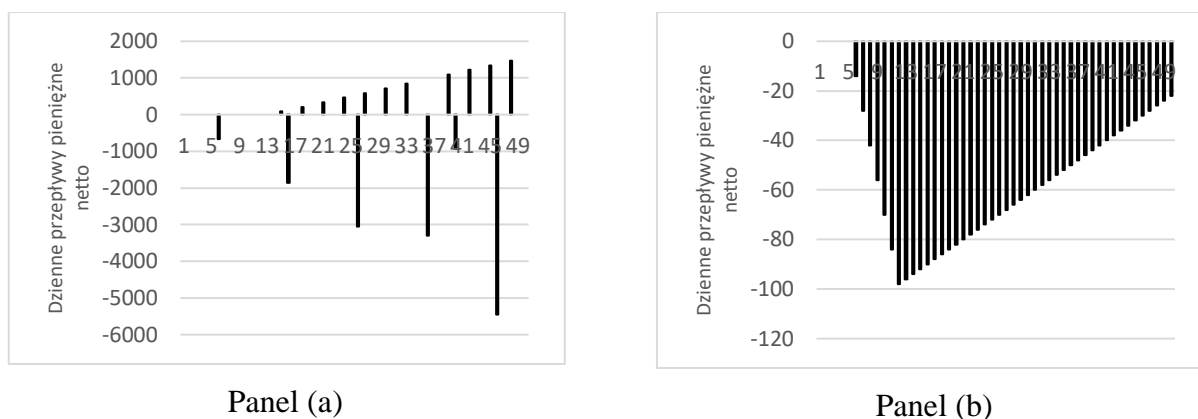
Wartość terażniejsza wydatków gotówkowych z uwzględnieniem zmiennych decyzyjnych to:

$$PV_+(t) = v_m p_m m S(t) \cdot e^{-rT_{APv}} + (1 - d_m) q_m p_m m S(t) \cdot e^{-rT_{APd}} + (1 - v_m - q_m) p_m m S(t) \cdot e^{-tT_{AP}} + p_l S(t) \cdot e^{-rT_L} + [h_m + h_{fg} + h_c \lambda_2 p_s (1 - v_s - q_s)] S(t) \cdot e^{-rT_{BILL}} + C_M m S(t) \cdot e^{-rT_M} + C_{FG} S(t) \cdot e^{-rT_{FG}} \quad (14)$$

gdzie: v_m – odsetek kosztów wytworzenia opłaconych przedpłatami, p_m – jednostkowa cena materiałów, m – jednostkowe zużycie materiałów, T_{APv} – termin kredytu kupieckiego udzielonego przez dostawców w sytuacji korzystania z przedpłaty, d_m – upust otrzymany od dostawców za płatność przed terminem, q_m – odsetek kosztów wytworzenia regulowanych z upustem za wcześniejszą płatność, T_{APd} – termin kredytu kupieckiego udzielonego przez dostawców przy korzystaniu z upustu, T_{AP} – termin kredytu kupieckiego udzielonego przez dostawców, p_l – jednostkowe koszty pracy, T_L – odroczenie płatności wynagrodzeń, h_m – koszty magazynowania materiałów jako stopa (odsetek), h_{fg} – jednostkowe koszty magazynowania zapasów wyrobów gotowych, h_c – koszty windykacji należności jako stopa (odsetek), T_{BILL} – moment opłaty rachunków (tj. kosztów magazynowania materiałów i wyrobów gotowych oraz kosztów windykacji), C_m – koszty dostaw jako stopa (odsetek), T_M – termin kredytu kupieckiego udzielonego za dostawy materiałów, C_{FG} – koszty dostaw wyrobów gotowych jako stopa (odsetek), T_{FG} – termin kredytu kupieckiego udzielonego przez firmę transportową za usługi dostaw wyrobów gotowych.

Zaproponowane kryterium decyzyjne zostało zastosowane w praktyce gospodarczej do oceny zmian polityki kapitału pracującego w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Wyniki aplikacji modelu przedstawione są w publikacji **A5**.

Zbudowane modele finansowe opisane wzorami (11)-(14) są skomplikowane matematycznie, wpasowują się w nurt badań amerykańskich finansistów, którego cechą charakterystyczną jest chęć budowy analitycznych modeli finansowych i wskazywania analitycznych rozwiązań problemów decyzyjnych. W modelach tych szczególnie ograniczające są odsetki takie jak: q_s , λ_l , v_m itp., które wymuszają zachowanie liniowości zmian przepływów pieniężnych od sprzedaży. W publikacjach⁴ **A5** oraz B1 wykazano, że założenie o liniowych związkach zmiennych zależnych od sprzedaży jest bardzo rygorystyczne, zasadniczo może być zrealizowane tylko w nierealnych warunkach. Po pierwsze, zgodnie z wywodem w publikacji **A5**, przy zachowaniu ciągłości zmian modelowanych zmiennych, wprowadzenie parametrów odpowiedzialnych za opóźnienie i skumulowanie wpływów i wydatków gotówkowych, takich jak: T_{AR} , T_{AP} , T_{DM} , T_L , T_W , itp. powoduje, że wpływy i wydatki gotówkowe nie zmieniają się zgodnie z tą samą prawidłowością co sprzedaż. Sytuację tę zaprezentowano na rys. 4.



Rys. 4. Symulacje przepływów pieniężnych netto w ciągu 50 dni działalności operacyjnej w warunkach liniowego trendu ze sprzedaży w panelu (a) zbliżone do przepływów rzeczywistych, a w panelu (b) z założeniem ciągłych przepływów pieniężnych wynikających z liniowego związku przepływów pieniężnych i sprzedaży.

Źródło: A. Szpulak, 2015, *A concept of an integrative working capital management in line with wealth maximization criterion*, PN Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 381, s. 405-425 (publikacja **A5**)

Na wartość NPV mają wpływ: wysokość przepływów pieniężnych, moment ich pojawiania się oraz ryzyko. Symulacje przepływów pieniężnych, których wyniki przedstawiono na rys. 4, ilustrują, jak bardzo odmienne pod względem wielkości i momentu pojawiania się są przepływy pieniężne wygenerowane w warunkach zbliżonych do rzeczywistych od wygenerowanych w

⁴ Wykaz publikacji oznaczonych literą B znajduje się w tab. 2 i 3 w dalszej części autoreferatu

warunkach zachowania założenia o ciągłości zmian zmiennych. Z tych względów istnieje konieczność odstąpienia od założenia o ciągłości zmian zmiennych.

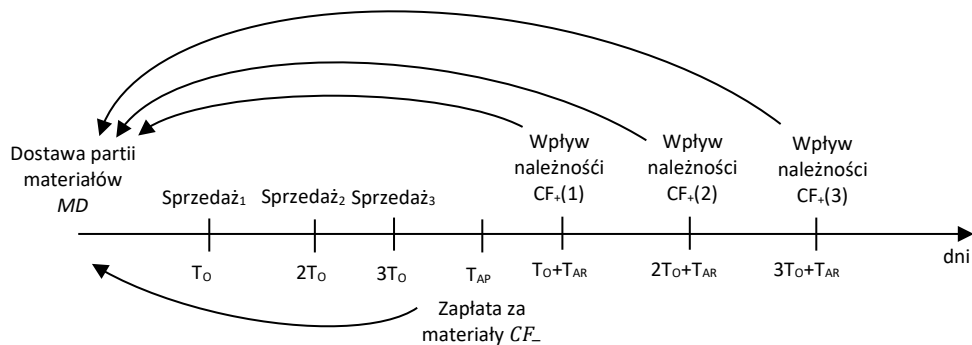
Ponadto w publikacji B1 argumentowano, że między należnościami a przychodami netto ze sprzedaży (które są *de facto* skumulowanymi dziennymi przychodami netto ze sprzedaży) nie zachodzi w ogóle związek liniowy. Przy założeniu, że dzienna sprzedaż rozwija się zgodnie z trendem liniowym, przychody netto ze sprzedaży (skumulowane dzienne przychody netto ze sprzedaży) rozwijają się w sposób nieliniowy (tj. dokładnie wielomian stopnia 2), a należności zgodnie z trendem liniowym, dlatego teoretycznie nie ma podstaw do zakładania liniowego związku między tymi zmiennymi, tak jak to się czyni w metodzie procentu od sprzedaży. Inne zmienne, takie jak zapasy czy zobowiązania, podobnie jak należności, nie rozwijają się zgodnie z tą samą prawidłowością co przychody netto ze sprzedaży.

Zgodnie z powyższymi argumentami kryterium decyzyjne wyprowadzone w publikacji A4 w warunkach modelu ciągłego zostało zastosowane w publikacji A5 w warunkach modelu dyskretnego, który jest jednocześnie i bardziej elastyczny, i łatwiejszy w zastosowaniach.

4.1.4. Koncepcja zintegrowanego zarządzania operacyjnym kapitałem pracującym w warunkach pewności

W publikacji A5 połączono oba autorskie modele finansowe: deterministyczny model operacyjnych przepływów pieniężnych z modelem decyzyjnym i wykazano, że można w miejsce ograniczających opis rzeczywistości modeli analitycznych wykorzystać znacznie bardziej elastyczny deterministyczny model operacyjnych przepływów pieniężnych. Zbudowany model jest narzędziem symulacji finansowych, a w związku z tym można bardzo prosto z jego użyciem wyznaczyć projekcje finansowe przepływów pieniężnych przy różnych parametrach polityki kapitału pracującego, a następnie wyznaczone projekcje operacyjnych przepływów pieniężnych zdyskontować zgodnie z kryterium NPV. Publikacja A5 stanowi swoiste studium wykonalności modeli teoretycznych zaproponowanych w publikacjach A3 oraz A4. Wydaje się, że kluczowe dla tego celu okazało się modelowe zestawienie dziennych wpływów i wydatków gotówki w zgodzie z zasadą kasową rachunkowości oraz odstąpienie od założenia o liniowości związku przepływów pieniężnych i sprzedaży oraz ciągłości zmian zmiennych.

Rozważana w zintegrowanym zarządzaniu operacyjnym kapitałem pracującym pętla przepływów pieniężnych przedstawiona jest na rys. 5.



Rys. 5. Przykład pętli operacyjnych przepływów pieniężnych

Źródło: A. Szpulak, 2015, *A concept of an integrative working capital management in line with wealth maximization criterion*, PN Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 381, s. 405-425 (publikacja **A5**)

Projekcje wpływów i wydatków gotówkowych w przedsiębiorstwie wygenerowane są z zastosowaniem deterministycznego modelu operacyjnych przepływów pieniężnych. Na wejściu do modelu znajdują się prognoza popytu $D(t)$ oraz ustalone wielkości parametrów polityki kapitału pracującego. Dla ułatwienia rozważany zbiór parametrów zawężono do: T_0 , T_{MD} , T_{AR} , T_{AP} , p_s , p_m , oraz m . Wartość bieżąca netto (porównaj wzór (11)) to:

$$NPV = \sum_{j=1}^n \frac{NPV[(j-1)T_{MD}]}{(1+r)^{T_{MD}}} \quad (15)$$

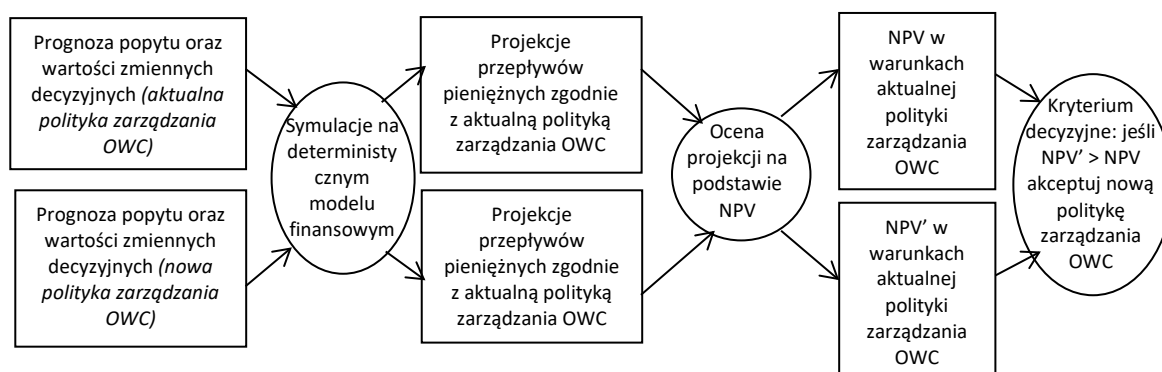
gdzie:

$$NPV[(j-1)T_{MD}] = -\frac{CF_-[T_{AP} + (j-1)T_{MD}]}{(1+r)^{T_{AP}+(j-1)T_{MD}}} + \sum_{i=1}^p \frac{CF_+[j(iT_0 + T_{AR})]}{(1+r)^{j(iT_0 + T_{AR})}} \quad (16)$$

natomiast $j = 1, \dots, n$ jest liczbą dostaw partii materiałów zrealizowaną w okresie projekcji $t = 1, \dots, T$, a $i = 1, \dots, p$ jest liczbą partii dostaw wyrobów gotowych.

Procedura zintegrowanego zarządzania operacyjnym kapitałem pracującym w oparciu o projekcje wpływów i wydatków gotówkowych oraz finansowe kryterium oceny projekcji oparte na NPV przedstawiona jest na rys. 6.

W publikacji **A5** przedstawiony jest przykład aplikacji modelu opisanego wzorem (15) do wyboru optymalnej wielkości parametru decyzyjnego – długości cyklu dostaw T_{MD} . We wspomnianej aplikacji model zastosowano w warunkach pewności.



Rys. 6. Procedura zintegrowanego zarządzania operacyjnym kapitałem pracującym

Źródło: A. Szpulak, 2015, *A concept of an integrative working capital management in line with wealth maximization criterion*, PN Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 381, s. 405-425 (publikacja **A5**)

Porównanie i zalety proponowanego podejścia do zarządzania operacyjnym kapitałem pracującym (operating working capital, OWC) na tle metod proponowanych w literaturze przedmiotu

W publikacji **A5** wymieniono następujące cechy i zalety proponowanego podejścia:

- Pozwala na zintegrowanie zarządzania operacyjnym kapitałem pracującym i umieszcza rachunek efektywności inwestycji w OWC w pożądanym w świecie biznesu rachunku opartym na zasadzie kasowej rachunkowości

W literaturze z obszaru zarządzania finansami przedsiębiorstw dominują następujące trendy w metodyce zarządzania OWC: (1) Rozdzielenie OWC na składniki: należności, zapasy, gotówkę i zobowiązania oraz oddzielne zarządzanie tymi składnikami. Finansowe kryterium decyzyjne oparte jest na rachunku alternatywnych kosztów i korzyści (*tade-off*). (2) Spośród zintegrowanych modeli OWC popularność zdobyła koncepcja cyklu konwersji gotówki (CCC) zaproponowana przez [Richards, Laughlin 1980]. Zgodnie z tą koncepcją im krótszy jest cykl konwersji gotówki, tym efektywniej przedsiębiorstwo zarządza operacyjnym kapitałem pracującym, jednak z uwagi na brak możliwości uchwycenia dynamiki zmian składników OWC w modelu CCC nie wiadomo, jak bardzo należy skracać CCC, by nie utracić płynności finansowej i/lub przy zbyt restrykcyjnym działaniu nie zmniejszyć sprzedaży czy nie zwiększyć kosztów. Ponadto CCC jest wrażliwy na rodzaj prowadzonej działalności – jest ujemny dla przedsiębiorstw handlowych, a dodatni dla produkcyjnych, co dodatkowo potęguje problemy związane z opisanym powyżej brakiem jego unormowania. (3) W kontekście oceny skutków prowadzonej przez przedsiębiorstwo polityki zarządzania OWC dominuje podejście polegające na oszacowaniu skutków prowadzonej polityki i jej wariantów dla sprawozdania finansowego. W tym podejściu buduje się bilans oraz rachunek zysków i strat *pro forma*, a następnie dokonuje się oceny i wyboru wariantu polityki z zastosowaniem wybranego kryterium decyzyjnego, np.

kryterium ekonomicznej wartości dodanej (*Economic Value Added*, EVA) (zob. [Wędzki 2003, s. 259-316]) lub kryterium wartości przedsiębiorstwa wyznaczonej metodami DCF (zob. [Michalski 2014]).

W odróżnieniu od metod opisywanych w literaturze proponowana koncepcja: (1) Integruje zarządzanie OWC w jednym modelu z uwzględnieniem elastycznego pakietu zmiennych decyzyjnych, co pozwala uchwycić wzajemne powiązania między decyzjami oraz zmianami poziomem składników OWC. Przykładowo: wydłużenie terminu kredytu kupieckiego odbiorcom może zwiększyć sprzedaż, co w efekcie zwiększa produkcję i zamówienia na materiały do produkcji, a następnie zmianie ulega cykl dostaw i wielkość partii dostawy zarówno materiałów, jak i wyrobów gotowych. W zaproponowanym modelu można z łatwością uchwycić te wzajemne powiązania, oszacować ich skutki dla wielkości i momentu pojawiania się przepływów pieniężnych (docelowo także dla ryzyka) oraz dokonać wyceny tych przepływów celem podjęcia właściwej, z perspektywy maksymalizacji bogactwa firmy i jej interesariuszy decyzji. (2) Wprowadza rachunek zgodny z zasadą kasową i kryterium NPV w miejsce rachunku kosztów alternatywnych, który powszechnie jest uznawany za żmudny i trudny. (3) Pozwala uchwycić dynamikę zmian w czasie dotyczącą prawidłowości sprzedaży, ale także związków między przepływami pieniężnymi a sprzedażą. (4) Nie wymaga sporządzania prognoz sprawozdań finansowych, jest dopasowana do potrzeb bieżącego zarządzania przedsiębiorstwem. (5) Pozwala kontrolować płynność finansową przedsiębiorstwa (ten argument jest szerzej opisany poniżej).

- Jednoznacznie, na gruncie teoretycznym, dowodzi, że efektywne zarządzanie OWC może być źródłem bogactwa firmy i jej interesariuszy

W literaturze z obszaru finansów przedsiębiorstw związek między inwestycjami w OWC a poziomem bogactwa jest tłumaczony na gruncie teoretycznym z zastosowaniem modelu CCC (zob. [Brigham, Ehrhart 2008, s. 775]) oraz wyceny przedsiębiorstwa w oparciu o zdyskontowane przepływy FCF (zob. [Berk, DeMarzo 2014, s. 889]). W obu przypadkach redukcja inwestycji w OWC przy zachowaniu co najmniej tego samego poziomu sprzedaży zwiększa w sposób bezpośredni stopę zwrotu z zainwestowanych w aktywa operacyjne kapitałów. Taka redukcja jest możliwa głównie poprzez wprowadzanie ulepszeń w procesach technologicznych i organizacyjnych, co pozwala na zmniejszenie niezbędnych rezerw składników OWC oraz ich zużycia (zapasów i gotówki) do koniecznego minimum. Powstaje zatem pytanie, czy przedsiębiorstwo, które dokonało ulepszeń i działa płynnie z posiadanym poziomem rezerw operacyjnych aktywów bieżących, nie może podejmować innych działań

zmierzających do zwiększenia bogactwa firmy i jej interesariuszy? Z zastosowaniem proponowanej koncepcji menedżerowie mogą dowolnie projektować politykę zarządzania OWC, która powinna się przyczynić do zwiększania przepływów pieniężnych netto, a tym samym bogactwa firmy i jej interesariuszy (przy założeniu, że ryzyko projektowanych przepływów pieniężnych nie ulegnie znacznym zmianom).

- Łączy cele długoterminowe z krótkoterminowymi w zarządzaniu finansami

Rozbieżność pomiędzy celami krótkoterminowymi a długoterminowymi przedsiębiorstwa jest postrzegana jako jedna z głównych przyczyn ostatniego kryzysu finansowego. Zazwyczaj menedżerowie przedsiębiorstwa zorientowanego na maksymalizowanie bogactwa firmy i jej interesariuszy nie są wyposażeni w narzędzia bieżącego zarządzania przedsiębiorstwem, które pozwalają im działać w zgodzie z tak formułowanymi celami długofalowymi. Trudno bowiem przy każdej bieżącej decyzji sporządzać prognozy sprawozdań finansowych, obliczać FCF i dokonywać wyceny przedsiębiorstwa. Wykorzystanie w bieżącym zarządzaniu przedsiębiorstwem proponowanej koncepcji wyznaczania projekcji operacyjnych przepływów pieniężnych i ich oceny pod kątem wartości bieżącej netto umożliwia spójne zarządzanie przedsiębiorstwem zorientowanym na maksymalizowanie bogactwa firmy i jej interesariuszy w długim i krótkim okresie.

- Oddziela decyzje inwestycyjne od decyzji finansowych

Jeśli dokonując symulacji, założymy na wstępie, że stan początkowy gotówki wynosi zero, to wówczas wygenerowane ujemne przepływy pieniężne netto stanowią dzienne niedobory gotówki operacyjnej, a ich suma jest projekcją zapotrzebowania na operacyjną gotówkę pochodzącą od inwestorów (dawców kapitału własnego oraz oprocentowanego kapitału obcego). Zgodnie z teorematem separacji Fishera można z zastosowaniem zbudowanego modelu oddzielić decyzje finansowe od operacyjnych. Decyzje o tym, z jakich źródeł i w jakich proporcjach będzie finansowane gotówkowe zapotrzebowanie na kapitał pracujący, można podejmować niezależnie od tego, jakie są aktualnie rozpatrywane parametry polityki kapitału pracującego w przedsiębiorstwie.

- Umożliwia kontrolę płynności finansowej

Z powyższego punktu wynika także, że wiemy, kiedy przedsiębiorstwo musi pozyskać gotówkę oraz w jakiej wysokości. Uzyskujemy zatem kontrolę nad ryzykiem utraty płynności, kiedy to jej utrata jest wynikiem pozyskania niewystarczających środków na sfinansowanie przewidywanej sprzedaży. Kontrolujemy także rozdysponowanie nadwyżki gotówkowej.

- Umożliwia przeprowadzenie analizy ryzyka inwestycji w OWC

Zbudowany model jest, jak dotąd, deterministycznym modelem finansowym, a symulacje z wykorzystaniem tego modelu dostarczają projekcji, a nie prognoz finansowych. Model można wykorzystać do symulacji stochastycznych przeprowadzanych metodą Monte Carlo. Wówczas w drodze symulacji stochastycznych możemy uzyskać rozkład prawdopodobieństwa przepływów pieniężnych, a następnie, z zastosowaniem mierników ryzyka, oszacować: wartość zagrożoną (*Value at Risk*, VaR) czy oczekiwany niedobór (*Expected Shortfall*, ES). Pomiar ryzyka umożliwia jego wycenę i następnie wykorzystanie jej do obliczenia NPV.

4.1.5. Stochastyczny model operacyjnych przepływów pieniężnych przedsiębiorstwa

Zgodnie z **trzecią hipotezą pomocniczą** przyjętą w badaniu, tj. *dobrym narzędziem opisu losowych odchyłeń operacyjnych przepływów pieniężnych od ich poziomu referencyjnego opisanego deterministycznym modelem finansowym będzie złożony proces Poissona*, z zastosowaniem deterministycznego modelu finansowego wyznaczono projekcje operacyjnych wpływów i wydatków gotówkowych (dziennych), a sumując dzienne wpływy i wydatki w horyzoncie planowania $t = 1, \dots, T$ i korygując tę sumę o stan początkowy gotówki, można wyznaczyć stan końcowy operacyjnej gotówki. Opisaną zależność przedstawiono w deterministycznym równaniu gotówki:

$$C(t) = C_0 + \sum_{t=1}^T CF_+(t) - \sum_{t=1}^T CF_-(t) \quad (17)$$

Z deterministycznego modelu gotówki uzyskujemy referencyjny poziom gotówki, tj. projekcje zbudowane przy zdefiniowanym poziomie zmiennych decyzyjnych kształtujących politykę kapitału pracującego. Do modelu deterministycznego gotówki opisanego wzorem (17) w badaniu przeprowadzonym wspólnie z Tomaszem Michael⁵ (publikacja **A6**) został dołączony proces stochastyczny – złożony proces Poissona – który opisuje losowe odchylenia gotówki w przedsiębiorstwie od poziomu wynikającego z modelu deterministycznego.

Wyprowadzenie stochastycznego modelu gotówki

Złożony proces Poissona jest prostym procesem stochastycznym sumującym losowe realizacje zmiennej losowej. Proste sumowanie jest ogromną zaletą tego procesu

⁵ Oświadczenie współautora Tomasza Michaela, studenta na Wydziale Informatyki i Matematyki Uniwersytetu Opolskiego, dołączone jest do wniosku (zał. 6).

stochastycznego, na stan końcowy gotówki bowiem będzie, analogicznie do sumy poziomu referencyjnego gotówki, wpływała suma losowych odchyłeń od poziomu referencyjnego. Złożony proces Poissona jest więc zgodnym z naturą opisywanego zjawiska. Złożony proces Poissona jest wykorzystywany w modelowaniu finansowym, m.in. w ubezpieczeniach, do modelowania momentu i sumy losowych wypłat odszkodowań [Kingman 2000; Ross 2010], na rynkach finansowych do prognozowania punktów zwrotnych w cenach kursu akcji oraz do modelowania gotówki w przedsiębiorstwie w podejściu stochastycznym jako model losowych wpływów i wydatków [Tapiero, Zuckerman 1980]. Okres objęty planowaniem, tj. $t = 1, \dots, T$ dzielimy na T_k przedziałów czasowych. Przedziały czasowe T_k tworzą zbiór $\{T_k, k = 1, 2, \dots, T\}$. Następnie budujemy dwa zbiory zmiennych losowych $\{Y_{CF+,k}, k = 1, 2, \dots, T\}$ oraz $\{Y_{CF-,k}, k = 1, 2, \dots, T\}$ reprezentujące odpowiednio losowe odchylenia od poziomu referencyjnego dla wpływów i wydatków. Liczba losowych odchyłeń zrealizowanych do t jest zmienną losową $N(t)$ generowaną przez proces Poissona z intensywnością wynoszącą λ . Suma wygenerowanych odchyłeń jest zmienną losową opisaną przez złożony proces Poissona. Złożony proces Poissona dla odchyłeń losowych odpowiadających wpływom gotówkowym opisuje następujące równanie:

$$X_{CF+}(t) = \sum_{k=1}^{N(t)} Y_{CF+,k} \quad (18)$$

Złożony proces Poissona dla odchyłeń losowych odpowiadający wydatkom gotówkowym opisuje równanie:

$$X_{CF-}(t) = \sum_{k=1}^{N(t)} Y_{CF-,k} \quad (19)$$

Agregując równania (17), (18) i (19), otrzymuje się stochastyczny model gotówki:

$$C(t) = C_0 + \sum_{t=1}^T CF_+(t) - \sum_{t=1}^T CF_-(t) + \sum_{k=1}^{N(t)} Y_{CF+,k} - \sum_{k=1}^{N(t)} Y_{CF-,k} \quad (20)$$

Wyznaczenie typowego obszaru zmienności

Typowy obszar zmienności wyznaczono poprzez zbudowanie przedziału liczbowego wynikającego z krotności odchylenia standardowego wokół wartości przeciętnej. Korzystając z wprowadzenia wartości oczekiwanej i wariancji sumy losowych odchyłeń [Ross 2010]:

$$E(X_{CF_+}(t)) = \lambda t E(Y_{CF_+,1}) \text{ and } E(X_{CF_-}(t)) = \lambda t E(Y_{CF_-,1}) \quad (21)$$

$$\text{Var}(X_{CF_+}(t)) = \lambda t E(Y_{CF_+,1}^2) \text{ and } \text{Var}(X_{CF_-}(t)) = \lambda t E(Y_{CF_-,1}^2) \quad (22)$$

oraz z wykorzystaniem wzorów (14) i (15), wyznaczono granice typowego przedziału zmienności. Dla wpływów gotówkowych typowy przedział zmienności wynosi:

$$\left[\sum_{t=1}^T CF_+(t) + \lambda t E(Y_{CF_+,1}) - \sqrt{\lambda t E(Y_{CF_+,1}^2)}, \sum_{t=1}^T CF_+(t) + \lambda t E(Y_{CF_+,1}) + \sqrt{\lambda t E(Y_{CF_+,1}^2)} \right] \quad (23)$$

Dla wydatków gotówkowych typowy przedział zmienności to:

$$\left[\sum_{t=1}^T CF_-(t) + \lambda t E(Y_{CF_-,1}) - \sqrt{\lambda t E(Y_{CF_-,1}^2)}, \sum_{t=1}^T CF_-(t) + \lambda t E(Y_{CF_-,1}) + \sqrt{\lambda t E(Y_{CF_-,1}^2)} \right] \quad (24)$$

Dla ułatwienia przyjęto, że wzór (23) przybiera postać [a(t), b(t)], a wzór 24 [c(t), d(t)]. Ostatecznie, integrując wzory (20), (23) i (24), wyznaczono typowy obszar zmienności dla gotówki w przedsiębiorstwie:

$$[C_0 + a(t) - c(t), C_0 + b(t) - d(t)] \quad (25)$$

Szacowanie parametrów stochastycznego modelu gotówki

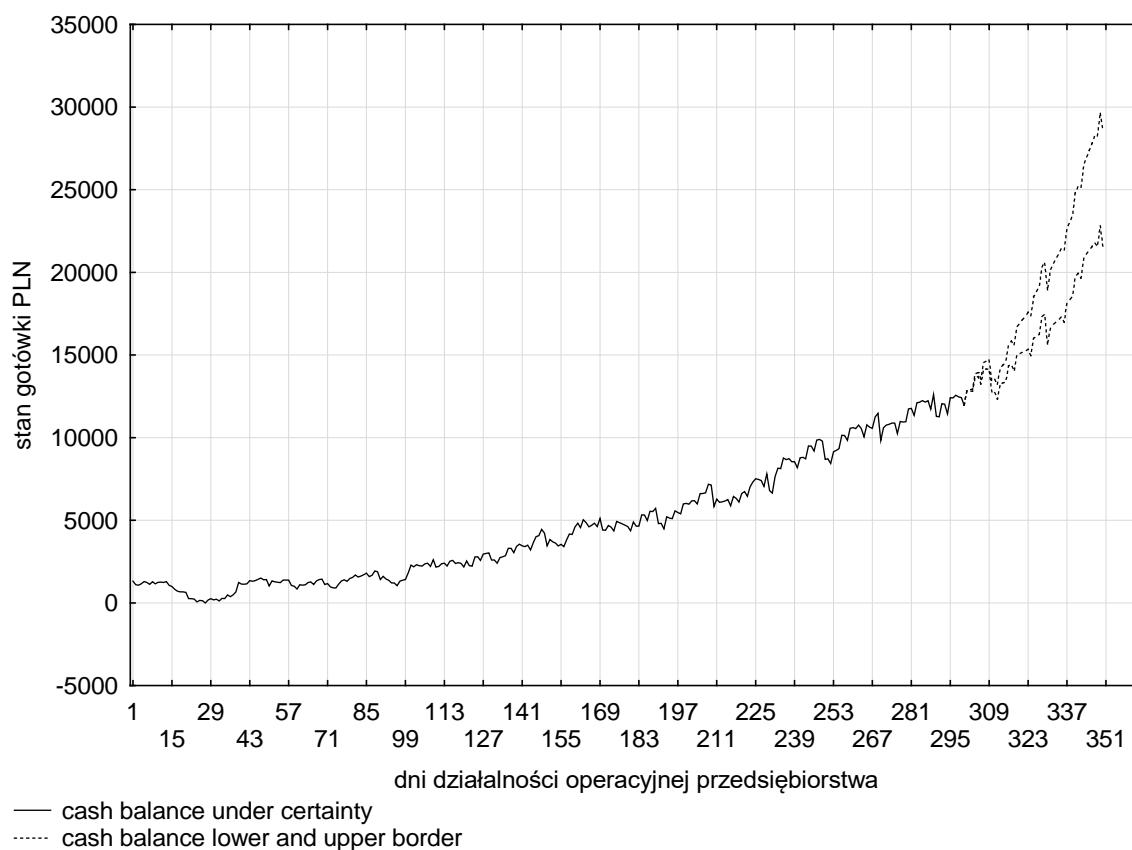
Po opracowaniu prognozy sprzedaży oraz zdefiniowaniu parametrów deterministycznego modelu finansowego (tj. zmiennych decyzyjnych) można wyznaczyć projekcje wpływów i wydatków gotówkowych, a następnie porównać tak obliczone poziomy referencyjne do odpowiadających im wartości rzeczywistych, oddzielnie dla wpływów i wydatków, i obliczyć odchylenia. Pojedyncze odchylenia są realizacjami zmiennej losowej Y_{CF_-} w przypadku wydatków oraz Y_{CF_+} w przypadku wpływów. Bazując na obserwacji rzeczywistych losowych odchylen, można być prawie pewnym, że losowe odchylenia pojawią się każdego dnia w horyzoncie prognozy. Z tych względów przyjęto, że $\lambda = 1$ oraz że $1/\lambda = 1$ bez względu na długość analizowanego przedziału czasowego T_k . Ponownie korzystając z wyprowadzenia [Ross 2010], za estymatory wartości oczekiwanej i wariancji przyjęto średnią i odchylenie standardowe z próby:

$$E(Y_{CF_+,1}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{CF_+,i} \quad \text{oraz} \quad E(Y_{CF_-,1}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{CF_-,i} \quad (26)$$

$$E(Y_{CF_+,1}^2) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{CF_+,i}^2 \quad \text{oraz} \quad E(Y_{CF_-,1}^2) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_{CF_-,i}^2 \quad (27)$$

Do obliczenia statystyk z próby, tj. danych wzorami (26) i (27), wykorzystano empiryczne realizacje losowych odchyłeń gotówki od poziomu referencyjnego wyznaczonego z deterministycznego modelu gotówki.

Przykład aplikacji modelu przedstawia praca A6. W wyniku symulacji na wyprowadzonym stochastycznym modelu gotówki opisanym wzorem (20) wygenerowano szereg czasowy gotówki w przedsiębiorstwie przedstawiony na rys. 7.



Rys. 7. Prognozy gotówki w przedsiębiorstwie wyznaczone na podstawie stochastycznego modelu gotówki zbudowanego w podejściu deterministyczno-stochastycznym do modelowania gotówki

Źródło: A. Szpulak, T. Michael, 2016, *Joint deterministic and stochastic approach to cash balance modelling: A cash model specification and verification*, European Financial Systems 2016, Proceedings of the 13th Scientific Conference, s. 808-815.

Na wykresie linią ciągłą oznaczone są projekcje gotówki wyznaczone z modelu deterministycznego, a liniami przerywanymi granice typowego przedziału zmienności wyznaczonego po uwzględnieniu złożonego procesu Poissona do opisu losowych odchyłeń gotówki.

4.4. Opis wyników uzyskanych podczas realizacji celów pobocznych

4.4.1. Metodyka symulacji z zastosowaniem opracowanych modeli finansowych

Deterministyczny model finansowy zbudowany z zastosowaniem modelowania matematycznego, przełożony na formuły Excela, może się stać narzędziem symulacji przeprowadzanych celem poznawania natury procesów i zjawisk finansowych przedsiębiorstwa. Symulacje mogą mieć charakter symulacji deterministycznych i symulacji stochastycznych. Symulacje przeprowadzono podczas realizacji celów pobocznych niniejszego cyklu publikacji.

Symulacje deterministyczne

Lepsze poznanie natury zjawisk i procesów finansowych umożliwiają symulacje na zbudowanym modelu deterministycznym. Poprzez zadawanie pytań typu „*co by było, gdyby*” i uzyskiwanie odpowiedzi na nie w drodze symulacji deterministycznych na zbudowanym modelu finansowym ujawniono cechy rdzenia procesu generującego operacyjne przepływy pieniężne w przedsiębiorstwie, które w warunkach modelowania danych empirycznych tak bardzo zakłócają: złożoność modelowanego procesu, pomiar generowanych przez proces danych i ich raportowanie w systemie rachunkowości, cechy indywidualne przedsiębiorstw (np. wielkość, rodzaj działalności, finansowanie, czynniki makroekonomiczne itp.) oraz składnik losowy, że niemożliwe jest wiarygodne wnioskowanie o cechach procesu tylko na podstawie samych danych.

Interesujące jest pytanie, czy eksperymenty, których podjęto się w niniejszych badaniach ekonomicznych na wzór kontrolowanych eksperymentów laboratoryjnych w naukach przyrodniczych, mogą być źródłem wiedzy o naturze procesów oraz zjawisk, skoro nie sposób ich empirycznie odkryć? Otóż, moim zdaniem, takie eksperymenty i zdobyta tą drogą wiedza są niesłychanie ważne dla prawidłowego wnioskowania o procesach oraz zjawiskach finansowych w przedsiębiorstwie, ponieważ pozwalają dotrzeć do samej ich istoty, do fundamentów tych zjawisk. Dla lepszego przedstawienia mojego stanowiska posłużę się przykładem prawa swobodnego spadania ciał w polu grawitacyjnym z fizyki, sformułowanego przez Galileusza w 1602 roku. Zgodnie z tym prawem wszystkie ciała w jednorodnym polu grawitacyjnym przy braku innych sił spadają z jednakowym przyspieszeniem. Choć wiemy, że w rzeczywistości na ciała działa dodatkowo np. tarcie i dlatego nie obserwujemy tego, co głosi prawo, to jednak nic nie zaprzeczy faktom, że spadają w pewnych wyidealizowanych warunkach, tak jak to opisuje prawo Galileusza⁶. Ponadto, analizując naturę procesów i zjawisk

⁶ O tym, jak ważne są kwestie fundamentalne i jak poważne w skutkach może być ich lekceważenie, może świadczyć przykład ostatniego kryzysu finansowego i niejako „zapomnienia” o fakcie powiązania ryzyka ze wzrostem dźwigni finansowej. Świetnie zjawisko zmiany ryzyka wraz ze wzrostem zadłużenia, powołując się

finansowych w ten wyidealizowany sposób, można skierować uwagę w badaniach na siły, które powodują, że ciała nie spadają w rzeczywistości z tym samym przyspieszeniem. Można bowiem do modelu procesu generującego dane wyprowadzonego w warunkach idealnych (tj. do modelu deterministycznego) wprowadzać kolejno pod kontrolą badacza dodatkowe czynniki i obserwować ich wpływ na zachowanie się zmiennej zależnej. Dokładnie tak postępowano, wykazując np. w publikacji **A8**, że w różnych warunkach funkcjonowania przedsiębiorstwa, charakteryzowanych przez cykl konwersji gotówki (tj. dodatni, charakterystyczny dla przedsiębiorstw produkcyjnych i ujemny, charakterystyczny dla przedsiębiorstw handlowych) dwa przedsiębiorstwa pod wszystkimi innymi względami identyczne generują zupełnie inne wolne przepływy pieniężne FCF bynajmniej, nie dlatego, że potencjał do generowania FCF któregoś z tych przedsiębiorstw jest większy, ale z powodu przyjętego sposobu pomiaru FCF.

Zbudowany deterministyczny model finansowy wykorzystano w symulacjach deterministycznych celem wnioskowania o naturze zjawisk i procesów finansowych w obszarze finansów przedsiębiorstw na dwa sposoby: (i) zakładając ciągłość modelowanych procesów oraz (ii) odstępując od założenia o ciągłości modelowanych procesów.

Symulacje deterministyczne przy założeniu ciągłości modelowanych procesów

Zakładając ciągłość procesów w modelowaniu finansowym, odstępowano od wprowadzania do modelu parametrów odpowiedzialnych za opóźnienia zmiennych i ich skumulowanie. Przykładowo, wprowadzenie do deterministycznego modelu przepływów pieniężnych parametru opisującego termin odroczenia płatności za dostawy materiałów powoduje, że wydatki gotówkowe odpowiadające konkretnej dostawie będą się pojawiały co pewien czas. Odstąpienie od wprowadzania tego parametru do modelu i przyjęcie założenia, że każdej jednostce sprzedaży odpowiada stały procent kosztów, z którymi łączą się wydatki, jest jednoznaczne z przyjęciem założenia o ciągłości procesów (takie założenie jest typowym zabiegiem, powszechnie stosowanym w modelowaniu finansowym z zastosowaniem funkcji analitycznych, szczególnie popularnym w piśmiennictwie amerykańskim). Budowa modeli finansowych i symulacje deterministyczne przeprowadzane przy założeniu ciągłości procesów umożliwiły obserwowanie zachowania zmiennej objaśnianej w różnych warunkach, jednak prawidłowość rozwoju występujący w zmiennej zależnej, który można było uzyskać dzięki symulacjom na modelu, był każdorazowo inną funkcją analityczną (zob. wykres na rys. 8).

właśnie na prawo Galileusza (co stanowiło pewną inspirację dla mnie), tłumaczą w swojej książce profesorowie Stanford University [Berk, DeMarzo 2014, s. 184].

Symulacje deterministyczne przy odstępianiu od założenia o ciągłości modelowanych procesów

Odstąpienie w procesie modelowania finansowego od założenia o ciągłości modelowanych procesów polega w niniejszych badaniach na wprowadzeniu do deterministycznego modelu operacyjnych przepływów pieniężnych parametrów odpowiedzialnych za opóźnienia zmiennych i ich skumulowanie, np. termin kredytu kupieckiego, cykl dostaw, cykl zamówień. Symulacje na takim modelu pozwalały na odtworzenie wzorców występujących w zmiennych endogenicznych modelu (np. zapasach, należnościach handlowych, zobowiązaniach handlowych) oraz w przepływach pieniężnych wygenerowanych w różnych warunkach funkcjonowania przedsiębiorstwa, np. dodatni vs. ujemny cykl konwersji gotówki, popyt rozwijający się zgodnie z funkcją liniową vs. popyt stały itp. Przykłady wygenerowanych zmiennych przedstawione są na wykresach na rys. 4 i 7. Wzorce występujące w wygenerowanych za pomocą modelu danych, jak i te przedstawione na wymienionych wykresach byłyby trudne do opisanie za pomocą funkcji analitycznych, a w wielu przypadkach byłoby to nawet niemożliwe. Wykorzystując proponowane podejście, można pominąć etap analitycznego rozwiązania problemu bez uszczerbku dla stopnia realizacji celu badania. Deterministyczny model finansowy operacyjnych przepływów pieniężnych lub jego poszczególne równania uwzględniające parametry odpowiedzialne za skumulowanie i opóźnienie zmiennych mogą być stosowane przez menedżerów jako modele wspierające podejmowanie decyzji: pozwalają na identyfikację możliwych skutków rozważanych wariantów decyzji, a następnie na wybór rozwiązania pożądanego w świetle przyjętego kryterium decyzyjnego.

Wyniki symulacji deterministycznych, przeprowadzanych w obu opisanych wariantach, pozwoliły na:

- 1) zidentyfikowanie rozbieżności między memoriałowym a kasowym ujęciem inwestycji w operacyjny kapitał pracujący,
- 2) wyprowadzenie miernika gotówkowych inwestycji w operacyjny kapitał pracujący, CashOnOWC,
- 3) zidentyfikowanie obciążenia miernika FCF z tytułu nieuwzględnionych przepływów z inwestycji w operacyjny kapitał pracujący,
- 4) wyprowadzenie wskaźników płynności finansowej służących ocenie płynności finansowej przedsiębiorstw naturalnie funkcjonujących w warunkach ujemnego cyklu konwersji gotówki

4.4.2. Zidentyfikowanie rozbieżności między memoriałowym a kasowym ujęciem inwestycji w operacyjny kapitał pracujący

W publikacji A7 obszernie dowodzone, jakie są różnice między memoriałowym a kasowym ujęciem inwestycji w operacyjny kapitał pracujący. Memoriałowe ujęcie inwestycji w operacyjny kapitał pracujący to operacyjny kapitał pracujący netto (*Net Operating Working Capital*, NOWC). NOWC jest to różnica między operacyjnymi aktywami obrotowymi, takimi jak: operacyjna gotówka, należności oraz zapasy, a operacyjnymi zobowiązaniami bieżącymi [Brigham, Ehrhard 2008, s. 775; Wędzki 2003, s. 88]:

$$NOWC = OC + INV + AR - OCL \quad (28)$$

gdzie: *NOWC* – operacyjny kapitał obrotowy netto, *OC* – operacyjna gotówka, *INV* – zapasy, *AR* – należności handlowe, *OCL* – operacyjne zobowiązania bieżące.

Wielkość inwestycji w operacyjny kapitał pracujący netto ustalona na podstawie operacyjnych przepływów pieniężnych osiągniętych na koniec okresu sprawozdawczego wynosi:

$$\text{CashOnOWC}(t) = - \sum_{t=1}^T RCF_{-}(t) - \sum_{t=1}^T CF_{-}(t) + \sum_{t=1}^T NCF_{+}(t) \quad (29)$$

gdzie: *CashOnOWC(T)* – inwestycja w operacyjny kapitał obrotowy netto wyznaczona na koniec okresu 1, ..., t, *RCF₋(t)* – rezerwa operacyjnych aktywów bieżących utworzona w t, *NCF₊(t)* – operacyjne wpływy gotówkowe netto

Rezerwy operacyjnych aktywów bieżących wynoszą:

$$RCF_{-}(t) = ROC(t) + RM(t) + RFG(t) \quad (30)$$

gdzie: *ROC* – rezerwa operacyjnej gotówki, *RM* – rezerwa materiałów, *RFG* – rezerwa wyrobów gotowych.

Zgodnie ze wzorem (29) wielkość inwestycji w operacyjny kapitał pracujący netto przedsiębiorstwa mierzona *CashOnOWC* jest różnicą między sumą operacyjnych wpływów gotówkowych wycenianych według kosztów wytworzenia (stąd określane są mianem operacyjnych wpływów netto) a sumą poniesionych w okresie od $t=1, \dots, T$ operacyjnych wydatków gotówkowych, powiększoną o sumę wydatków poniesionych na utworzenie rezerwy operacyjnych aktywów bieżących.

Aby porównać *NOWC* oraz *CashOnOWC*, do równań deterministycznego modelu operacyjnych przepływów pieniężnych wprowadzono dodatkowe równania opisujące składniki operacyjnych aktywów i pasywów bieżących, tj. należności handlowe, zapasy oraz operacyjne zobowiązania bieżące:

Stan magazynu materiałów

$$INV(t) = \sum_{t=1}^t MD(t) - \sum_{t=1}^t MC(t) \quad (31)$$

gdzie: $INV(t)$ – stan magazynu materiałów do produkcji na koniec dnia t .

Stan magazynu wyrobów gotowych

$$FG(t) = \left(\sum_{t=1}^t Q(t) - \sum_{t=1}^t S(t) \right) \cdot kw \quad (32)$$

gdzie: FG_t – stan magazynu wyrobów gotowych na koniec dnia t , kw – jednostkowy koszt wytworzenia $kw = m \cdot p_m + p_l$.

Zobowiązania z tytułu dostaw i usług

Na zobowiązania z tytułu dostaw i usług składają się zobowiązania z tytułu dostaw materiałów oraz zobowiązania z tytułu wynagrodzenia za pracę. Zobowiązania z tytułu dostaw materiałów powstają w dniu otrzymania dostawy, a kredyt kupiecki wynosi T_{AP} dni. Przedsiębiorstwo płaci swoje zobowiązania dokładnie ostatniego dnia udzielonego kredytu kupieckiego. Wynagrodzenie dla pracowników płatne jest z dołu, 10. dnia kolejnego miesiąca. Jeśli przez j oznaczymy numer cyklu robocizny, to zobowiązania z tytułu dostaw i usług AP w każdym dniu t wynoszą:

$$AP(t) = \begin{cases} \sum_{t=1}^t MD(t) + \sum_{t=1}^t LC(t) & t < T_{AP} \wedge j = 1 \\ \sum_{t=t-T_{AP}+2}^t MD(t) + \sum_{t=(j-1)n_1+1}^t LC(t) & t \geq T_{AP} \wedge j > 1 \end{cases} \quad (33)$$

gdzie: $AP(t)$ – stan zobowiązań z tytułu dostaw i usług na koniec dnia t , T_{AP} – cykl zobowiązań [w dniach] (długość kredytu kupieckiego), j – numer cyklu rozliczeń robocizny, $j=1,2, 3, \dots$ (indeks związany jest z płaceniem wynagrodzenia za pracę – co następuje zgodnie z przyjętymi zasadami 10. dnia kolejnego miesiąca), n_1 – liczba dni w miesiącu.

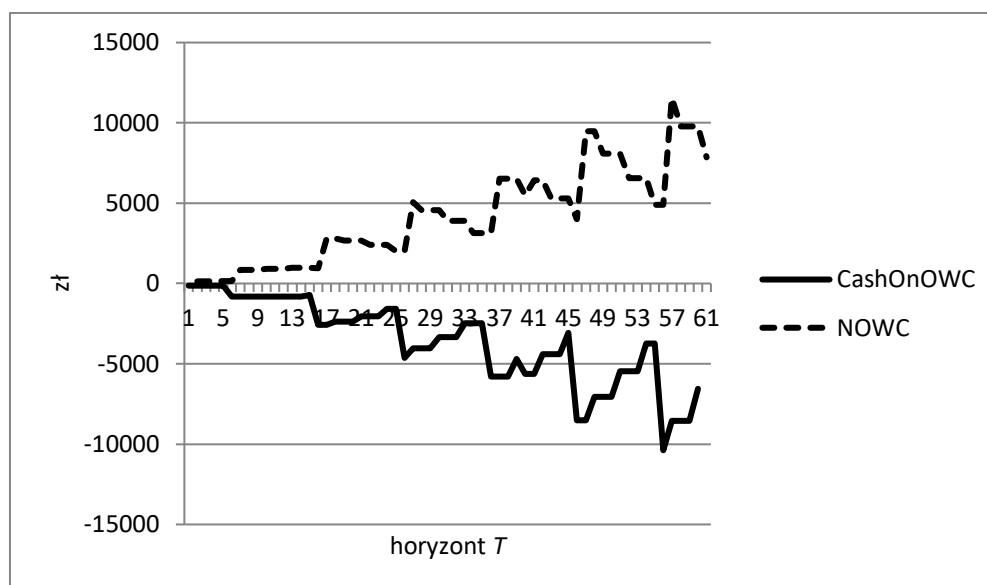
Należności z tytułu dostaw

Należność z tytułu dostaw powstaje w dniu sprzedaży i wynosi CS , a odbiorcy regulują należności dokładnie ostatniego dnia udzielonego kredytu kupieckiego T_{AR} . Należność z tytułu dostaw w każdym dniu t wynosi:

$$AR(t) = \begin{cases} \sum_{t=1}^t CS(t) & t < T_{AR} \\ \sum_{t=t-T_{AR}+2}^t CS(t) & t \geq T_{AR} \end{cases} \quad (34)$$

gdzie: T_{AR} – okres inkasa należności [w dniach].

Następnie przeprowadzono symulacje deterministyczne, obliczając NOWC według wzoru (28) i CashOnOWC według wzoru (29). Porównanie obu wielkości przedstawione jest na rys. 8. Zaprezentowano na nim w postaci graficznej wynik symulacji na deterministycznym modelu operacyjnych wpływów i wydatków gotówkowych, zakładając następujące hipotetyczne wielkości: $T_0 = 3$ (cykl zamówień wyrobów gotowych, w dniach), $r = 2$ (dwa materiały do produkcji), $T_{1,MD} = 6$ (cykl dostaw materiału pierwszego, w dniach), $T_{2,MD} = 12$ (cykl dostaw materiału drugiego, w dniach), $T_{AR} = 14$ (okres kredytu kupieckiego udzielonego odbiorcom, w dniach), $T_{1,AP} = 6$ (okres kredytu kupieckiego udzielonego przez dostawcę materiału pierwszego, w dniach), $T_{2,AP} = 10$ (okres kredytu kupieckiego udzielonego przez dostawcę materiału drugiego, w dniach), $T_L = 20$ (cykl rozliczania wynagrodzeń, dni), $T_W = 10$ (odroczenie płatności wynagrodzeń, w dniach), $m_{M1} = 2$ (jednostkowe zużycie materiału pierwszego), $m_{M2} = 2$ jednostkowe zużycie materiału drugiego, $p_{mM1} = 1$ (cena za jednostkę materiału pierwszego), $p_{mM2} = 1$ (cena za jednostkę materiału drugiego), $p_1 = 1$ (koszty pracy na jednostkę produkcji), $p_s = 4$ (jednostkowa cena sprzedaży), $M1_0 = 10$ (rezerwa materiału pierwszego), $M2_0 = 10$ (rezerwa materiału drugiego), $FG_0 = 15$ (rezerwa wyrobów gotowych). Popyt opisano funkcją $D(t) = 2t$.



Rys. 8. Inwestycje w operacyjny kapitał obrotowy netto wyznaczone na podstawie stanów operacyjnych aktywów obrotowych i operacyjnych zobowiązań bieżących NOWC oraz na podstawie operacyjnych wpływów i wydatków CashOnOWC.

Źródło: A. Szpulak, 2014, *Inwestycje w operacyjny kapitał pracujący netto w rachunku przepływów pieniężnych*, PN Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 364, s. 276-292.

Dwa zidentyfikowane źródła rozbieżności to: (i) odwrotny kierunek, tj. ujemny CashOnOWC odpowiada dodatniemu NOWC i odwrotnie, oraz (ii) ujmowanie w operacyjnym kapitale obrotowym netto NOWC należności wycenianych w cenach netto sprzedaży, co systematycznie zawyża kwotę NOWC o przyszłe odroczone i skumulowane zyski.

4.4.3. Miernik gotówkowych inwestycji w operacyjny kapitał pracujący

Korzystając z połączenia między zmiennymi endogenicznymi modelu, tj. stanami operacyjnych aktywów bieżących oraz operacyjnych zobowiązań bieżących, a operacyjnymi przepływami pieniężnymi wyprowadzono oszacowanie CashOnOWC na podstawie danych zawartych w sprawozdaniach finansowych:

$$\text{CashOnOWC}(t) = -(\text{NOWC}(t) - E_{AR}) \quad (35)$$

gdzie: E_{AR} – suma zysku brutto uwzględnionego w należnościach zgodnie z zasadą memoriałową rachunkowości

$$E_{AR} = \sum_{T-T_{AR}+2}^T S(t) \cdot e \quad (36)$$

gdzie: e – zysk jednostkowy, $e = p_s - p_m - p_l$.

Oszacowanie korekty E_{AR} zgodnie ze wzorem (36) wymaga oszacowania okresu udzielanego kredytu kupieckiego T_{AR} oraz sumy zysków znajdujących się w należnościach na

koniec okresu sprawozdawczego. Przybliżoną wielkość T_{AR} w warunkach ograniczonego dostępu do danych uzyskamy, obliczając popularny wskaźnik DSO, który mierzy, z ilu przeciętnie dni pochodzą wykazywane na koniec roku w bilansie należności:

$$DSO = \text{należności} / \text{przeciętne} \text{ dzienne przychody netto ze sprzedaży}$$

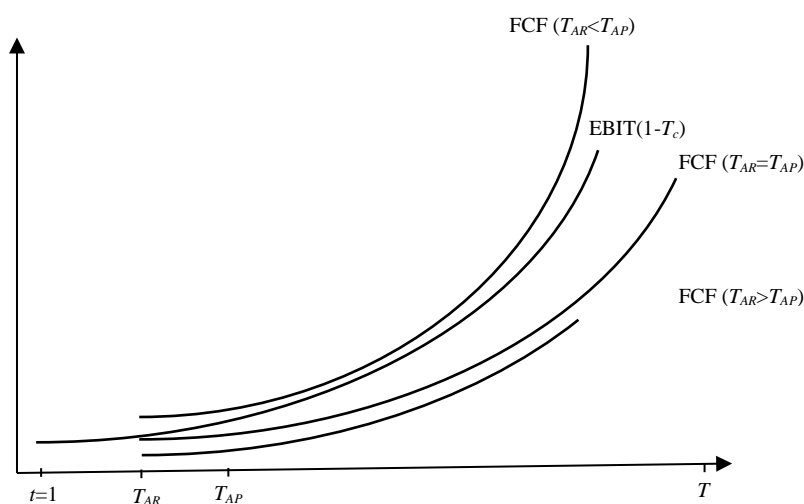
Z uwagi na dużą niedokładność DSO w mierzeniu T_{AR} najlepiej jest obliczać przeciętne dzienne przychody netto ze sprzedaży w oparciu o dane kwartalne, a w przypadku braku tych danych korzystać z danych rocznych, pamiętając jednak o kierunku obciążenia – w warunkach rosnącej sprzedaży, a z taką najczęściej mamy do czynienia, średnia dzienna sprzedaż jest typowa dla połowy roku, nie zaś dla końca roku. Z tego względu otrzymane wielkości przeciętnych dziennych przychodów są na ogół zaniżone w stosunku do tych z końca roku, a to właśnie ze sprzedażą z końca roku związane są wykazywane w bilansie należności. Stosując dane roczne do obliczenia DSO, uzyskujemy wielkość zawyżoną w stosunku do rzeczywistej wielkości T_{AR} . Szacowanie sumy zysków uwzględnionych w należnościach wycenianych według cen netto sprzedaży na koniec roku obrotowego następuje w oparciu o dane zawarte w rachunku zysków i strat. Zgodnie z ustawą o rachunkowości (art. 28, pkt 1) należności wyceniane są w cenie wymagającej zapłaty, a zysk brutto ze sprzedaży, który zawarty jest w tej cenie, powinien m.in. pokryć wszystkie inne koszty oraz wymagane wydatki związane z prowadzeniem działalności operacyjnej. Jednostki wykazują zysk brutto ze sprzedaży tylko wówczas, gdy sporządzają rachunek zysków i strat w wariantcie kalkulacyjnym. Jeśli nie ma informacji o zysku brutto ze sprzedaży, należy zastąpić go kolejnymi poziomami zysku z rachunku zysków i strat, pamiętając jednak o wynikającym stąd obciążeniu – na ogół mniejszych przeciętnych dziennych zyskach, niż gdyby wykorzystano do obliczeń zysk brutto ze sprzedaży.

Aby obliczyć wielkość zysku brutto ujętą w należnościach, należy, podobnie jak w przypadku wskaźnika DSO, założyć, że dzienna sprzedaż jest taka sama w całym roku oraz że wszystkie inne czynniki nie ulegają zmianie. Wówczas wielkość dziennego zysku brutto jest taka sama w całym okresie T_{AR} . Mając DSO, który szacuje długość okresu T_{AR} , oraz przeciętny dzienny zysk brutto ze sprzedaży e , oszacowano sumę zysków uwzględnionych w należnościach wycenianych według cen netto sprzedaży.

Przykładowe obliczenia przeprowadzono na przykładzie spółki produkcyjnej Union Chocolate (dane finansowe o spółce zgromadzono z bazy EMIS). Wyniki obliczeń przedstawione są w publikacji **A7**.

4.4.4. Zidentyfikowanie obciążenia miernika FCF z tytułu nieuwzględnionych przepływów pieniężnych z inwestycji w operacyjny kapitał pracujący

Przeprowadzając symulacje na deterministycznym modelu operacyjnych przepływów pieniężnych przy założeniu ciągłości modelowanych procesów, zidentyfikowano obciążenie FCF z tytułu inwestycji w operacyjny kapitał pracujący, które ujawnia się w momencie porównania przepływów FCF wygenerowanych przez dwa pod wszelkimi względami takie same przedsiębiorstwa z wyjątkiem długości normalnego cyklu konwersji gotówki. W przedsiębiorstwach naturalnie funkcjonujących w warunkach dodatniego cyklu konwersji gotówki FCF będą niedoszacowane z powodu nieuwzględniania wpływów gotówkowych z już rozpoczętych, a jeszcze niezakończonych cykli operacyjnych (tj. nastąpił wydatek i jeszcze nie pojawił się odpowiadający mu wpływ). Odwrotnie, w przedsiębiorstwach normalnie funkcjonujących w warunkach ujemnego cyklu konwersji gotówki FCF będą zawyżone o wysokość wpływów gotówkowych osiągniętych z rozpoczętych, a jeszcze niezakończonych na moment pomiaru FCF cykli operacyjnych (tj. pojawił się wpływ, a jeszcze nie nastąpił odpowiadający mu wydatek). W konsekwencji, przy dodatnim cyklu konwersji gotówki FCF są zawsze mniejsze niż przy ujemnym cyklu konwersji gotówki dla tego samego poziomu działalności operacyjnej mierzonej EBIT. Sytuację tę ilustruje wykres na rys. 9.



Rys. 9. Akumulacja FCF w warunkach dodatniego ($T_{AP} > T_{AR}$), równego zero ($T_{AP} = T_{AR}$) i ujemnego ($T_{AR} > T_{AP}$) cyklu konwersji gotówki przy założeniu, że obie spółki generują ten sam $EBIT(1-T)$

Źródło: A. Szpulak, 2016, *On the importance of free cash flow metrics bias resulting from static approach to free cash flow analysis*, The Essence and Measurement of Organizational Efficiency, red. T. Dudycz, G. Osbert-Pociecha, B. Brycz, Springer Proceedings in Business and Economics, s. 281-298.

Obciążenie miernika FCF ujawnia się także podczas analizy definicji FCF w warunkach ujemnego cyklu konwersji gotówki. Jeśli definicja FCF mówi, że jest to gotówka do dyspozycji

dla inwestorów (dawców kapitału własnego i oprocentowanego kapitału obcego), to w tym wypadku można dość dowolnie dysponować gotówką będącą tylko tymczasowo w dyspozycji przedsiębiorstwa. Szerzej problem ten opisano w publikacji **A8**.

4.4.5. Mierniki płynności finansowej przedsiębiorstw naturalnie funkcjonujących w warunkach ujemnego cyklu konwersji gotówki

Wskaźniki płynności finansowej obliczane na podstawie stanów aktywów i zobowiązań bieżących są wrażliwe na rodzaj prowadzonej działalności, a w związku z tym ich wykorzystanie do oceny płynności finansowej dwóch przedsiębiorstw prowadzących różny rodzaj działalności operacyjnej jest bezcelowe. W przytoczonej sytuacji nie powinniśmy wnioskować o ryzyku utraty płynności finansowej na podstawie wysokości wskaźników płynności. Wykorzystując koncepcję salda płynności netto (*Net Liquid Balance*, NLB) [Schulman, Cox 1985] oraz gotówkowych inwestycji w operacyjny kapitał pracujący CashOnOWC, wyprowadzono dwa mierniki płynności finansowej: margines płynności operacyjnej (*Operating Liquidity Margin*, OLM) oraz prospektywny indeks płynności operacyjnej (*Prospective Operating Liquidity Index*, POLI). Inspiracją do budowy tych wskaźników była obserwacja sytuacji finansowej dużych sieci handlowych funkcjonujących w Polsce. Zauważono, że z uwagi na realizowanie dużych nadwyżek gotówki na koniec okresu sprawozdawczego, wynikających z dysponowania środkami od dostawców i pracowników oraz z tytułu podatków i innych zobowiązań bieżących o charakterze publicznoprawnym, a związanych z odraczaniem płatności operacyjnych zobowiązań bieżących i jednoczesnym realizowaniem sprzedaży za gotówkę, sieci handlowe, które w powszechnej opinii uważa się za posiadające wysoką płynność finansową, narażone są na duże ryzyko utraty płynności finansowej wskutek znacznego wykorzystania zrealizowanej nadwyżki gotówkowej. Nadwyżka gotówkowa w sieciach handlowych składa się z trzech składników: (1) z gotówki, która jest tymczasowo w posiadaniu sieci i odpowiada kwocie nieuregulowanych operacyjnych zobowiązań bieżących, (2) z gotówki, która odpowiada kwocie zrealizowanych zysków ze sprzedaży towarów, za które jeszcze nie zapłacono dostawcom oraz (3) z gotówki odpowiadającej zyskom zrealizowanym w poprzednich okresach i niewypłaconym. Wykorzystanie przez sieci handlowe tej nadwyżki gotówkowej znacznie przekracza kwotę zrealizowanych zysków, tj. (2)+(3), co oznacza, że sieci sięgają po „nie swoje środki”, czyli zaciągają dług, który jednak nie jest jawny. Dług ten jest stopniowo powiększany i rolowany na kolejne okresy, a mechanizm powtarza się tak długo, jak długo sprzedaż jest przynajmniej na tym samym co w poprzednim okresie poziomie. Dlatego ryzyko utraty płynności finansowej

się materializuje, gdy dopływ środków od odbiorców zostanie zahamowany lub zacznie się zmniejszać w wyniku pogarszającej się sytuacji na rynku i w konsekwencji sprzedaży.

Do zmierzenia skali wykorzystania pozostających w dyspozycji sieci nadwyżek gotówkowych (czy ogólnie mówiąc przez przedsiębiorstwa naturalnie funkcjonujące w warunkach ujemnego cyklu konwersji gotówki) służą dwa wspomniane wskaźniki finansowe, tj. margines płynności operacyjnej oraz prospektywny wskaźnik płynności operacyjnej:

$$OLM = \frac{NLB}{CashOnOWC} \quad (37)$$

oraz

$$POLI = \frac{NLB(t) + \sum_{t+1}^{-CCC} CF_+(t)}{CashOnOWC(t)} \quad CashOnOWC > 0, CCC < 0 \quad (38)$$

gdzie: OLM – margines płynności operacyjnej (*Operating Liquidity Margin*), POLI – prospektywny indeks płynności operacyjnej (*Prospective Operating Liquidity Index*), NLB – saldo płynności netto (*Net Liquid Balance*), CashOnOWC – gotówkowe inwestycje w operacyjny kapitał pracujący.

CashOnOWC w warunkach ujemnego cyklu konwersji gotówki mierzy pozostającą w dyspozycji przedsiębiorstwa gotówkę w kwocie nieuregulowanych operacyjnych zobowiązań bieżących zaciągniętych w rozpoczętych cyklach operacyjnych. Wskaźnik OLM mierzy margines bezpieczeństwa finansowego, ponieważ pokazuje, jaka część płynnych środków będących aktualnie w dyspozycji przedsiębiorstwa, tj. NLB, pokrywa kwotę nieuregulowanych operacyjnych zobowiązań bieżących, tj. CashOnOWC. Wskaźnik OLM mniejszy od 1 pokazuje, jaką część gotówki już rozdysponowano, a im mniejszy jest wskaźnik, tym większe jest ryzyko utraty płynności w sytuacji wystąpienia niekorzystnych zmian na rynku. Wskaźnik POLI mierzy zdolność do spłaty operacyjnych zobowiązań bieżących ze środków dostępnych, tj. NLB, powiększonych o przyszłe wpływy z tytułu rozpoczętych cykli operacyjnych. Przyszłe wpływy gotówkowe zależą w zasadniczej mierze od sytuacji na rynku, gdy zatem prognozuje się pogorszenie warunków funkcjonowania przedsiębiorstwa, wskaźnik POLI może przyjąć poziom niższy niż 1, wskazując na przewidywaną utratę płynności finansowej, tj. brak możliwości uregulowania bieżących zobowiązań w wymaganym terminie.

Koncepcje wskaźników OLM oraz POLI wykorzystano następnie do oceny ryzyka zagrożenia finansowego dla Jeronimo Martins Dystrybucja, właścicieli sieci sklepów Biedronka. Opis aplikacji wskaźników z zastosowaniem symulacji stochastycznych na finansowym modelu operacyjnych przepływów pieniężnych przedstawiono w publikacji **A9**.

5. Podsumowanie

Celem badań zaprezentowanych w cyklu publikacji było opracowanie koncepcji modelowania i prognozowania operacyjnych przepływów pieniężnych w przedsiębiorstwie zorientowanym na maksymalizację bogactwa firmy i jej interesariuszy, tj. opracowanie modelu prognostycznego operacyjnych przepływów pieniężnych, który ma spełniać jednocześnie dwa kryteria: (1) uwzględnić wpływ decyzji dotyczących parametrów polityki operacyjnego kapitału pracującego na wielkość, moment pojawienia się i ryzyko prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych oraz (2) umożliwić ocenę wyznaczonej prognozy pod kątem finansowego kryterium decyzyjnego, opartego na wartości bieżącej netto prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych. Cel ten osiągnięto, wykorzystując w procesie modelowania i prognozowania operacyjnych przepływów pieniężnych modelowanie matematyczne, zgodnie z uzasadnionymi przypuszczeniami stanowiącymi hipotezę główną niniejszego cyklu publikacji. W zaprezentowanych badaniach w miejsce modelowania danych zaproponowano modelowanie procesu generującego dane, a w miejsce modeli opisujących konkretne sytuacje biznesowe zaproponowano ogólne modele teoretyczne, które cechuje precyzja, jednoznaczność i elastyczność. Rozdzielono proces generujący losowe operacyjne przepływy pieniężne na część deterministyczną i stochastyczną. Część deterministyczną opisano deterministycznym (matematycznym) modelem finansowym, a część stochastyczną – złożonym procesem Poissona. Bazując na przyjętych hipotezach pomocniczych, opracowano teoretyczny model operacyjnych wpływów i wydatków gotówkowych opisujący proces je generujący w przedsiębiorstwie z zastosowaniem rachunku zgodnego z zasadą kasową rachunkowości. Zgodnie z przyjętymi kryteriami wyrażonymi w celu głównym badania, w modelu tym poprzez zmienne sterujące (tj. parametry polityki operacyjnego kapitału pracującego), takie jak np. cena sprzedaży, okres kredytu kupieckiego, cykl dostaw, cykl zamówień, wynagrodzenia, uwzględniono wpływ menedżerów na wielkość, moment pojawiania się i ryzyko operacyjnych wpływów i wydatków gotówkowych, a poprzez zastosowanie kryterium NPV umożliwiono menedżerom ocenę prognoz operacyjnych wpływów i wydatków gotówkowych. To właśnie ten uzyskany w badaniach rezultat stanowi znaczny wkład w rozwój dyscypliny finanse w dziedzinie nauki ekonomiczne.

W toku badań wypracowano i poddano testom narzędzie – model symulacyjny operacyjnych wpływów i wydatków gotówkowych – które ma **istotne walory aplikacyjne**. W ogólnym przypadku z zastosowaniem tego narzędzia możliwe jest bowiem podejmowanie decyzji bieżących, które są spójne z długookresowym celem przedsiębiorstwa zorientowanym

na maksymalizowanie bogactwa, a w szczególnym przypadku narzędzie można wykorzystać do:

- zintegrowanego zarządzania operacyjnym kapitałem pracującym (tj. oszacowania wpływu zmian polityki kapitału pracującego na wielkość, moment pojawiania się i ryzyko operacyjnych przepływów pieniężnych),
- zarządzania płynnością finansową (tj. oszacowania potrzeb finansowych – zarówno momentów ich powstania, wielkości, jak i ryzyka),
- zarządzania nadwyżkami gotówki (tj. model umożliwia śledzenie akumulacji nadwyżek gotówki),
- negocjacji handlowych podczas ustalania warunków kontraktów z odbiorcami i dostawcami (tj. oszacowania wpływu rozważanych kontraktów na wartość operacyjnych przepływów pieniężnych),
- oszacowania inwestycji w operacyjny kapitał pracujący niezbędnych do zrealizowania planowanego wzrostu sprzedaży (tj. w wymiarze inwestycji gotówkowych),
- budżetowania kapitałowego (tj. do prognozowania przepływów pieniężnych z inwestycji – zasadniczo do zbudowanego modelu deterministycznego wystarczy dopisać jedno równanie opisujące: wydatki kapitałowe pomniejszone o amortyzację (tj. inwestycje netto: *capex* – amortyzacja)) oraz wartość końcową inwestycji kapitałowej, by móc szacować prognozowane przepływy pieniężne z inwestycji),
- przy wycenie przedsiębiorstwa (tj. w świetle stosowanej metodyki prognozowania wolnych przepływów pieniężnych FCF, opartej na prognozowaniu sprawozdań finansowych *pro forma*, przyjmuje się zbyt upraszczające powiązanie wielkości inwestycji w operacyjny kapitał pracujący z poziomem sprzedaży (metodą procentu od sprzedaży) do prognozowania inwestycji w operacyjny kapitał pracujący netto, który często w praktyce wyceny jest zmienną niewłaściwie używaną do uzyskiwania pożądanego wyniku wyceny przedsiębiorstwa).

Przedstawione w cyklu publikacji wyniki badań w znacznym stopniu wypełniają **lukę metodyczną**, tj. wraz z opracowaniem metodyki modelowania i prognozowania operacyjnych przepływów pieniężnych z wykorzystaniem modelowania matematycznego możliwe stało się osiągnięcie celu badania, czyli opracowanie modelu prognostycznego operacyjnych przepływów pieniężnych, który ma spełniać jednocześnie dwa kryteria: (1) uwzględnić wpływ decyzji dotyczących parametrów polityki operacyjnego kapitału pracującego na wielkość, moment pojawienia się i ryzyko prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych oraz

(2) umożliwić ocenę wyznaczonej prognozy pod kątem finansowego kryterium decyzyjnego, opartego na wartości bieżącej netto prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych. Celu tego nie można było z powodzeniem zrealizować w istniejącym warsztacie badawczym prognozowania gospodarczego – w tym warsztacie bowiem dominują klasyczne metody statystyczno-ekonometryczne, które nie pozwalają na budowę modeli i prognoz spełniających kryterium (1). Celu tego nie można było w pełni osiągnąć także z zastosowaniem zawansowanych narzędzi ekonometrycznego modelowania dynamicznego ze względu na opisywanie części deterministycznej procesu generującego dane modelami analitycznymi, co zniweczyłoby próby realizacji celu (1). Natomiast w warsztacie badawczym finansów przedsiębiorstw osiągnięcie tego celu było niewykonalne, ponieważ stosowana w tej subdyscyplinie finansów metodyka modelowania i prognozowania finansowego odnosi się do prognozowania sprawozdań finansowych *pro forma*, które nie pozwalają na wyznaczenie prognoz operacyjnych wpływów i wydatków gotówkowych, a jedynie projekcji (zagregowanych) przepływów pieniężnych netto. Ponadto modelowanie finansowe w finansach przedsiębiorstw odbywa się z zastosowaniem mało sformalizowanej metodyki modelowania w arkuszu kalkulacyjnym Excel, a w niniejszym cyklu zastosowano w tym celu jednoznaczne i precyzyjne modelowanie matematyczne. Dodatkowo, dzięki rozdzieleniu procesu generującego dane finansowe na część deterministyczną i stochastyczną, a następnie modelowaniu tej drugiej z wykorzystaniem złożonego procesu Poissona, możliwe stało się zbudowanie modelu losowego z ominięciem symulacji Monte Carlo mającej udokumentowane wady.

Wyniki badań przedstawione w cyklu publikacji wypełnią także **lukę poznawczą**. Opisano poszczególne etapy prognozowania operacyjnych przepływów pieniężnych, które prowadzą do budowy modelu i prognoz spełniających požądane przez menedżerów warunki, tj. uwzględniają: (1) wpływ menedżerów na poziom prognozowanej zmiennej finansowej oraz (2) ocenę prognozy zmiennej finansowej pod kątem finansowego kryterium decyzyjnego, opartego na wartości bieżącej netto prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych. Dokonano przeglądu koncepcji kapitału pracującego w literaturze ekonomicznej: ekonomii, rachunkowości i finansach oraz metod modelowania gotówki w przedsiębiorstwie i je sklasyfikowano. Dzięki przeprowadzeniu symulacji z zastosowaniem opracowanych modeli finansowych wyprowadzono pojęcie gotówkowych inwestycji w operacyjny kapitał pracujący, CashOnOWC, które ułatwia udzielenie odpowiedzi na kluczowe pytanie: „Ile gotówki należy zainwestować, by zrealizować przewidywany poziom sprzedaży?” w oderwaniu od sposobu finansowania tej wielkości, co jest zgodne z teorematem separacji Fishera (*Fisher's separation*

theorem). Zaproponowano pomiar płynności finansowej, tj. wskaźniki: margines płynności operacyjnej, OLM, oraz prospektywny indeks płynności operacyjnej, POLI, szczególnie dedykowane przedsiębiorstwom naturalnie funkcjonującym w warunkach ujemnego cyklu konwersji gotówki. W badaniach zwrócono także uwagę na potencjalne źródło obciążenia miernika FCF z tytułu nieuwzględniania w nim przepływów z inwestycji w operacyjny kapitał pracujący, które może mieć znaczenie w kontekście wyceny przedsiębiorstwa metodami dochodowymi.

Spośród **kierunków dalszych badań** szczególnie ważne dla zastosowań opracowanego modelu finansowego są pomiar i wycena ryzyka, np. z zastosowaniem rachunku opcji realnych. W warunkach zbudowanego modelu operacyjnych przepływów pieniężnych przy zadanym poziomie zmiennych decyzyjnych można obliczyć wielkości losowych odchyłeń rzeczywistych realizacji operacyjnych wpływów i wydatków gotówkowych od odpowiadającego im poziomu referencyjnego wyznaczonego z modelu deterministycznego. Te odchylenia opisano w cyklu publikacji złożonym procesem Poissona. W konsekwencji możliwe było oszacowanie wielkości estymatorów wartości oczekiwanej i wariancji losowych odchyłeń na podstawie danych z próby. W przyszłych badaniach warto rozważyć wykorzystanie wariancji z próby pod kątem pomiaru ryzyka prognozowanych operacyjnych przepływów pieniężnych, a następnie jego wyceny na rynku finansowym. Ponadto opracowany model nie jest prosty, składa się z wielu równań i dla menedżerów w takiej zmatematyzowanej postaci byłby trudny do zastosowania. Konieczne jest jego oprogramowanie.

Ciekawymi wątkami dalszych badań, o charakterze deskryptywnym, a nie – jak dotychczas – normatywnym, będzie wykorzystanie zaproponowanych wskaźników płynności finansowej do zbadania tego zjawiska w badaniach przekrojowych, a także zbadanie, czy i jak inwestorzy – uczestnicy rynku finansowego – wyceniają potencjalny efekt obciążenia FCF z tytułu nieuwzględniania w nich przepływów z inwestycji w operacyjny kapitał pracujący. Ten wątek potencjalnych przyszłych badań wiąże się z prowadzonymi od wielu lat przez amerykańskich finansistów badaniami nad zjawiskiem nazwanym *accruals anomaly*.

6. Uwagi dodatkowe do cyklu publikacji

- Równania modelu operacyjnych przepływów pieniężnych w różnym zakresie prezentowane są w wielu moich pracach (publikacje **A3**, **A5**, **A6**, **A7**), co wynikało z konieczności odnoszenia się do autorskiej propozycji, a przywoływanie równań modelu było konieczne, ponieważ zawsze łączyło się z próbą rozwiązywania odmiennych dla

poszczególnych publikacji problemów badawczych, co tłumaczy liczne powtórzenia w moim dorobku tym zakresie.

- Spis treści tworzących cykl publikacji pt. *Prognozowanie operacyjnych przepływów pieniężnych w przedsiębiorstwie z wykorzystaniem modelowania matematycznego. Modele i zastosowania* nie powieli wprost tytułów publikacji tworzących cykl z następujących powodów: (i) w spisie treści chciałam wyróżnić części, które stanowią mój wkład własny w rozwój dyscypliny finanse, (ii) spis treści cyklu publikacji podporządkowany jest celowi głównemu, a nazwy poszczególnych publikacji pisanych na przestrzeni 10 lat – ich celom, (iii) część publikacji wchodzących w skład cyklu napisana jest w języku angielskim, (iv) z perspektywy czasu niektórym artykułom nadałabym inne, bardziej odpowiednie tytuły, bez zmiany ich zawartości.
- Wiele z proponowanych autorskich rozwiązań zostało poddanych empirycznej weryfikacji na przykładzie rzeczywistych danych pochodzących z przedsiębiorstwa produkcyjnego działającego na rynku mleczarskim w Polsce (w publikacjach **A2**, **A3**, **A4**, **A6**). Wykorzystywane w moich badaniach dane są wrażliwe, dlatego tożsamość przedsiębiorstwa została utajniona. Z uwagi jednak na moją wieloletnią współpracę z przedsiębiorstwem, w tym także odbywanie w nim stażu finansowanego z PAIP, którego celem było wdrożenie autorskiego modelu operacyjnych przepływów pieniężnych, posiadam nieograniczone możliwości dostępu do danych o przedsiębiorstwie. Zbiór rzeczywistych danych wykorzystywanych do weryfikacji autorskich rozwiązań przedstawionych w cyklu publikacji jest typowym zbiorem danych archiwizowanych w bazach danych przedsiębiorstw. Wykazane w cyklu publikacji zastosowanie opracowanych modeli na takim typowym zbiorze danych wzmacnia wiarygodność zbudowanych modeli i dowodzi ich możliwości aplikacyjnych w innych przedsiębiorstwach.

7. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

7.1. Budowa analitycznych modeli teoretycznych należności handlowych

Przed opracowaniem modelu operacyjnych przepływów pieniężnych, zaprezentowanego w poprzedniej części autoreferatu, podjęłam próbę budowy analitycznych modeli teoretycznych jako alternatywnej, a jednocześnie bardzo popularnej, szczególnie w piśmiennictwie amerykańskim, metody modelowania i prognozowania finansowego. Wykaz publikacji w tym obszarze przedstawiony jest w tab. 2.

Tabela 2. Wykaz publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe pt. *Budowa analitycznych modeli teoretycznych należności handlowych, jako przykład alternatywnej drogi modelowania i prognozowania finansowego z zastosowaniem modelowania matematycznego*

| Lp. | Autor/autorzy, tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa, recenzenci wydawniczy | Typ publikacji | Oznaczenie |
|-----|---|-----------------|------------|
| 1 | Szpułak A., 2011, <i>The efficiency of the receivable rotation ratio as a measure of accounts receivable settlement period</i> , <i>Badania Operacyjne i Decyzje</i> , nr 3/4, s. 129-142 | artykuł naukowy | B1 |
| 2 | Szpułak A., 2010, <i>Przyczyny wahań sezonowych poziomu należności z tytułu dostaw i usług</i> , ZN Uniwersytetu Szczecińskiego. <i>Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia</i> , nr 29, s. 193-208 | artykuł naukowy | B2 |

W budowie modeli analitycznych, zgodnie ze sztuką nauk apriorycznych, wychodzi się od zdefiniowania *a priori* modelowanej sytuacji. W przypadku omawianych badań były to założenia nałożone na prawidłowość rozwoju dziennych przychodów ze sprzedaży. Główne pytanie badawcze w modelowaniu tą metodą brzmi: Jaka jest postać analityczna funkcji należności, jeśli postać analityczna funkcji dziennych przychodów ze sprzedaży jest z góry ustalona?

W wyniku przeprowadzonych badań (przedstawionych w publikacjach B1 i B2) powstały następujące modele:

- przy założeniu, że dzienne przychody są stałe $P_t = a$

- model szeregu czasowego należności ma postać:

$$N_t = T_{AR} \cdot a \quad (39)$$

- model regresji prostej należności ma postać:

$$N_t = T_{AR} \cdot P_t \quad (40)$$

- przy założeniu, że dzienne przychody są funkcją trendu $P_t = at$

- model trendu należności ma postać:

$$N_t = T_{AR} \cdot at - \frac{a}{2} T_{AR}^2 + \frac{a}{2} T_{AR} \quad (41)$$

- model regresji prostej ma postać:

$$N_t = T_{AR} \cdot P_t - b \quad (42)$$

- przy założeniu, że dzienne przychody ze sprzedaży opisuje model szeregu czasowego ze składową periodyczną o postaci: $P_{it} = P_t + c_{it}$

- model szeregu czasowego należności ma postać:

$$N_{ij} = T_{AR} \cdot at - \frac{a}{2} T_{AR}^2 + \frac{a}{2} T_{AR} + c_j^N \quad (43)$$

gdzie: P_t – dzienne przychody ze sprzedaży, N_t – dzienne należności handlowe, T_{AR} – okres inkasowania należności, a, b – stała, c_j^N – wskaźnik sezonowości należności dla fazy j , $j = 1, \dots, r$

$$c_j^N = \sum_{i=j}^k c_i \quad (44)$$

c_i – wskaźnik sezonowości w modelu przychodów ze sprzedaży, $i = 1, \dots, r$,

k – reszta z dzielenia Te przez wielokrotność liczby faz r (tj. iloczyn $p \cdot r$, p jest liczbą naturalną większą od 0, $T_{AR} = p \cdot r + k$)

Zbudowane modele opisane wzorami (39) - (43) dostarczają nam wiedzy o kształtowaniu się należności, którą można wykorzystać w zarządzaniu przedsiębiorstwem w sposób opisany poniżej.

W publikacji B1 wykorzystano modele opisane wzorami (39) i (41) celem oceny efektywności DSO jako miernika średniego okresu odroczenia płatności należności. W publikacji B1 dowodzono, że wskaźnik DSO jest dobrym estymatorem średniego okresu odroczenia płatności tylko w przypadku stałego poziomu dziennej sprzedaży kredytowej. Przeprowadzone w publikacji B1 symulacje deterministyczne obnażają wady wskaźnika DSO, tj. wskazują, że mimo iż założenie o stałych przychodach ze sprzedaży jest bardzo nierealistyczne, to jednak powszechne są zastosowania wskaźnika DSO w analizie finansowej bez względu na obserwowaną w analizowanych przedsiębiorstwach prawidłowość rozwoju przychodów ze sprzedaży, co na ogół skutkuje tym, że wnioski z analizy wskaźnika DSO są mało wiarygodne. Aby zniwelować te wady wskaźnika DSO w publikacji B1, bazując na modelu opisanym wzorem (41), zaproponowano obliczanie wskaźnika DSO dla przypadku liniowego trendu w dziennych przychodach ze sprzedaży, wykorzystując do tego celu współczynnik kierunkowy funkcji regresji.

W publikacji B2 zastosowano model opisany wzorem (43) celem wyjaśnienia przyczyn występowania wahań sezonowych w szeregu czasowym należności. W publikacji B2 dowodzono, że wahania sezonowe w szeregu czasowym należności nie wynikają z czynników związanych z tzw. kalendarzem (np. z porami roku), ale raczej ze sposobu ich ujmowania jako modelu ruchomej sumy, ponadto wykazano, że w szczególnym przypadku, tj. gdy okres inkasowania należności jest wielokrotnością liczby faz cyklu sezonowego szeregu czasowego dziennych przychodów ze sprzedaży, wahania sezonowe występujące w szeregu czasowym należności się niwelują.

Zastosowanie zbudowanych analitycznych modeli teoretycznych należności w teorii i w praktyce zarządzania i prognozowania należności handlowych

Proponowane autorskie rozwiązania poddawano empirycznej weryfikacji:

- w publikacji B1 pokazano, na podstawie rzeczywistych danych dziennych pochodzących z przedsiębiorstwa produkcyjnego działającego w branży mleczarskiej, w jaki sposób oszacować okres kredytu kupieckiego z zastosowaniem regresji prostej (tj. modelu regresji opisanego wzorem (41)),
- w publikacji B2 pokazano na danych pochodzących ze sprawozdania finansowego spółki giełdowej Mieszko SA oraz na podstawie danych pochodzących z przedsiębiorstwa produkcyjnego działającego w branży mleczarskiej, w jaki sposób zbudować prognozy należności z zastosowaniem modelu opisanego wzorem (43) w warunkach ograniczonego (tj. przypadek spółki giełdowej) i nieograniczonego (tj. przypadek przedsiębiorstwa produkcyjnego działającego w branży mleczarskiej) dostępu do danych.

Ze względu na ograniczone możliwości zastosowania analitycznych modeli teoretycznych, tj. konieczność spełnienia przez dane rzeczywiste założenia, np. o trendzie liniowym przychodów ze sprzedaży, tak aby możliwe było uzyskanie wiarygodnych wyników modelowania i prognozowania (a spełnianie tych założeń jest rzadkością w realnych warunkach), odstąpiono w niniejszych badaniach od budowy analitycznych modeli teoretycznych na rzecz modelowania procesu generującego dane finansowe z wykorzystaniem modelowania matematycznego.

7.2. Zastosowania metod ilościowych w badaniach empirycznych w naukach ekonomicznych

Poza głównym nurtem moich badań naukowych, który został omówiony w punktach 4 i 5.1 autoreferatu, szczególnie pasjonuje mnie wykorzystanie metod ilościowych w badaniach empirycznych przeprowadzanych w obszarach badawczych dziedziny nauk ekonomicznych, a przede wszystkim:

- zastosowanie metod ilościowych w badaniach empirycznych w finansach,
- zastosowanie metod ilościowych w badaniach empirycznych w naukach o zarządzaniu.

Do oceny w przewodzie habilitacyjnym przedstawiam osiągnięcie naukowe będące efektem mojej pracy indywidualnej oraz współpracy interdyscyplinarnej z przedstawicielami dyscyplin nauk ekonomicznych, ze szczególnym uwzględnieniem dyscyplin: finanse oraz nauki o zarządzaniu. Wykaz publikacji przedstawionych do oceny w przewodzie

habilitacyjnym zawiera tab. 3. Publikacje oznaczono, tak jak poprzednio, literą B oraz numerem porządkowym.

Tabela 3. Wykaz publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe pt. *Wykorzystanie metod ilościowych w badaniach empirycznych w obszarach badawczych dziedziny nauk ekonomicznych*

| Lp. | Autor/autorzy, tytuł publikacji, wydawnictwo, rok wydania, nr, strony | Oznaczenie |
|-----|--|------------|
| 1 | Szpułak A., 2008, <i>Propozycja statystycznej metody analizy zamiany poziomu wskaźników finansowych</i> , PN Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, nr 1200, s. 537-547 | B3 |
| 2 | Szandula J., Szpułak A., 2011, <i>The application of the multivariate comparative analysis to company's financial performance evaluation and benchmark forecasting</i> , Ekonometria, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 196(32), s. 92-110 Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na: (1) napisaniu artykułu, (2) sporządzeniu przeglądu literatury, (3) przeprowadzeniu obliczeń, (4) współudziale w tworzeniu wzorów. Mój udział procentowy szacuję na 80%. Oświadczenie współautora J. Szanduly dołączone jest do wniosku (zał. 7) | B4 |
| 3 | Daszyńska-Żygadło K., Szpułak A., 2012, <i>The Determinants of Corporate Debt Ratios in Chosen European Countries</i> , Economics and Management, Kaunas University of Technology, nr 17(1), s. 62-68 Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na: (1) sformułowaniu koncepcji weryfikacji hipotez badawczych/realizacji celu badania, (2) napisaniu części 2 artykułu, (3) przeprowadzeniu obliczeń. Mój udział procentowy szacuję na 30%. Oświadczenie współautora K. Daszyńskiej-Żygadło (zał. 8) | B5 |
| 4 | Szyszka A., Daszyńska-Żygadło K., Szpułak A., 2014, <i>Investor sentiment, optimism and excess stock market returns. Evidence from emerging markets</i> , Business and Economics Horizons, nr 10(4), s. 362-373 Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na: (1) sformułowaniu koncepcji weryfikacji hipotez badawczych, (2) napisaniu części 2, 3 i 4 artykułu, (3) przeprowadzeniu obliczeń. Mój udział procentowy szacuję na 30%. Oświadczenie współautorów A. Szyszki oraz K. Daszyńskiej-Żygadło dołączone jest do wniosku (zał. 9 i 10) | B6 |
| 5 | Krycia-Chomińska A., Szpułak A., <i>Wpływ elementów nazwy na wizerunek marki – wyniki badań empirycznych</i> , Management Sciences/Nauki o Zarządzaniu, 28(3), 2016, s. 56-70 Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na: (1) sformułowaniu koncepcji weryfikacji hipotez badawczych, (2) napisaniu części artykułu pt. <i>Analiza danych i wyniki sprawdzania hipotezy</i> , (3) przeprowadzeniu obliczeń, (4) korekcie treści artykułu. Mój udział procentowy szacuję na 30%. Oświadczenie współautora A. Kryci dołączone jest do wniosku (zał. 11) | B7 |
| 6 | Krycia-Chomińska A., Szpułak A., <i>Wpływ elementów nazwy na zapamiętywanie wizerunku marki – wyniki badań empirycznych</i> , Management Sciences/Nauki o Zarządzaniu, 30(1), 2017, s. 38-53 Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na: (1) sformułowaniu koncepcji weryfikacji hipotez badawczych, (2) napisaniu części artykułu pt. <i>Analiza danych i wyniki sprawdzania hipotezy</i> , (3) przeprowadzeniu obliczeń, (4) korekcie treści artykułu. Mój udział procentowy szacuję na 30%. Oświadczenie współautora A. Kryci dołączone jest do wniosku (zał.12) | B8 |
| 7 | A.Krycia-Chomińska, A. Szpułak, <i>Wpływ elementów nazwy na świadomość marki – wyniki badań empirycznych</i> , PN UE we Wrocławiu nr 499, 2017 (po recenzji, w druku) Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na: (1) sformułowaniu koncepcji weryfikacji hipotez badawczych, (2) napisaniu części artykułu pt. <i>Analiza danych i wyniki sprawdzania hipotezy</i> , (3) przeprowadzeniu obliczeń, (4) korekcie treści artykułu. Mój udział procentowy szacuję na 30%. Oświadczenie współautora A. Kryci dołączone jest do wniosku (zał. 13). Oświadczenie o przyjęciu publikacji do druku wydane przez zastępcę redaktora naczelnego Wydawnictwa UE we Wrocławiu J. Domaradzką dołączone jest do wniosku (zał. 14) | B9 |

W publikacji B3 zaproponowano algorytm oparty na indeksach dynamiki, który zastosowany do analizy wskaźnikowej sprawozdania finansowego pozwala jednoznacznie odpowiedzieć na pytanie: Jakie zmiany licznika i mianownika ułamka będącego wskaźnikiem finansowym decydują o zmianie wskaźnika? Artykuł powstał jako odpowiedź na problem analizy danych masowych – tj. jednoczesnej analizy danych wielowymiarowych: wielu wskaźników finansowych, wielu spółek, w kilku okresach. W publikacji B4 wraz z dr. Jackiem Szandulą zaproponowano sposób budowy rankingu spółek oparty na wskaźnikach finansowych, który nawiązuje do metod wielowymiarowej analizy danych (WAP) oraz wykorzystuje miary pozycyjne (percentyle) rozkładu zmiennej syntetycznej.

W pozostałych publikacjach B5-B9 moja rola jako współautora polegała na: (i) zaproponowaniu metody weryfikacji hipotezy badawczej, (ii) przełożeniu na język statystyki hipotez badawczych (sformułowaniu hipotez statystycznych), (iii) wstępnej obróbce i analizie danych empirycznych, (iv) zbadaniu założeń metody, (v) przeprowadzeniu obliczeń, (vi) ocenie jakości modelu oraz (vii) sformułowaniu wniosków wynikających z przeprowadzonej analizy (interpretacje oszacowanych parametrów modelu, decyzje o odrzuceniu/braku podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej). W publikacji B5 do identyfikacji czynników zadłużenia spółek w wybranych krajach europejskich zastosowano analizę wariancji ANOVA oraz regresję danych panelowych. W publikacji B6 do identyfikacji wpływu zmiennych behawioralnych (indeksów sentymentu i optymizmu inwestorów) na kształtowanie ponadprzeciętnych stóp zwrotu z indeksów giełdowych na wybranych rynkach rozwijających się zastosowano model czynnikowy regresji badający interakcje występujące między zmiennymi objaśniającymi. W publikacji B7 do identyfikacji wpływu siedmiu typów budowy nazw (zbudowanych z różnych elementów, tj. liter, morfemów i słów mogących sugerować skojarzenia z markami oraz z elementów niesugestywnych) na wizerunek marki zastosowano analizę wariancji ANOVA oraz procedury wielokrotnych porównań. Podobnie w publikacji B8, do zbadania wpływu kolejności przekazywanych o marce informacji za pomocą elementów nazwy (sugestywnych liter, morfemów i słów) na zapamiętanie i blokowanie zapamiętania nowych informacji o marce, wykorzystano analizę wariancji ANOVA i procedurę wielokrotnych porównań. W publikacji B9 do zbadania wpływu elementów nazwy (tj. liter, morfemów i słów, mogących sugerować skojarzenia z markami oraz z elementów niesugestywnych) na świadomość marki zastosowano model log-liniowy.

Literatura

- Arcelus F.J., Srinivasan G., 1993, *Integrating Working Capital Decisions*, The Engineering Economist, vol. 39, no.1, Fall.
- Avon J., 2013, *The Handbook of Financial Modelling*, Apress.
- Baumol W.J., 1952, *The transactions demand for cash: An inventory theoretic approach*, The Quarterly Journal of Economics, s. 545-556.
- Bazeli B., 2014, *Zajmująca ekonometria – dynamika myśli i dokonań*, Roczniki Ekonomiczne Kujawsko-Pomorskiej Szkoły Wyższej Bydgoszczy, no. 7, s. 11-20.
- Benninga S., 2014, *Financial Modelling*, The MIT Press, England.
- Beranek W., 1963., *Analysis of Financial Decisions*, Homewood, Illinois.
- Berent T., 2013, *Ogólna teoria dźwigni finansowej*, Oficyna Wydawnicza SHG, Warszawa.
- Berk J., DeMarzo P., 2014, *Corporate Finance*, Pearson Education Limited, Harlow, England.
- Brandimarte P., 2014., *Handbook in Monte Carlo Simulation: Applications in Financial Engineering, Risk Management, and Economics*, John Wiley & Sons.
- Brigham E.F., Ehrhardt M.C., 2008, *Financial Management. Theory and Practice*, Thomson Learning, USA.
- Budżetowanie w przedsiębiorstwie. Organizacja, procedury, zastosowanie*, 2010, red. E. Nowak, B. Nita, Wolters Kluwer, Kraków.
- Buk H., 2006, *Nowoczesne zarządzanie finansami. Planowanie i kontrola*, C.H. Beck, Warszawa.
- Charnes J., 1997, *Financial Modelling with Cristal Ball and Excel*, Wiley.
- Collins G.W., 1946, *Analysis of working capital*, The Accounting Review, vol. 21, no. 4.
- Copeland T.E., Weston J.F., 1988, *Financial Theory and Corporate Finance*, Addison Wesley Publishing Company.
- Dittmann, P., 2000, *Metody prognozowania sprzedaży w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław.
- Gentry J.A., Vaidyanathan R., Lee H.W., 1990, *A Weighted Cash Conversion Cycle*, Financial Management, Spring.
- Gitman L., 1974, *Estimating corporate liquidity requirements: A simplified approach*, The Financial Review, no. 1, February.
- Gosińska E., 2015, *Modelowanie procesów ekonomicznych generowanych przez niestacjonarne procesy stochastyczne ze zmianą strukturalną*, rozprawa doktorska, Uniwersytet Łódzki, Łódź.
- Kaczmarczyk J., Zieliński T., 2012, *Modelowanie finansowe z użyciem arkusza kalkulacyjnego*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice.
- Karatzas I., Shreve S., 1998, *Methods for Mathematical Finance*, Springer.
- Kim Y.H., Chung K.H., 1990, *An integrated evaluation of investment in inventory and credit: A cash flow approach*, Journal of Business and Accounting, vol. 17, no. 3, Summer.
- Kingmann J.F.C., 2002, *Procesy Poissona*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Komorowski J., 2001, *Planowanie finansowe w przedsiębiorstwie*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk.
- Krawczyk S., 2001, *Metody ilościowe w planowaniu (działalności przedsiębiorstwa)*, t. 1, C.H. Beck, Warszawa.
- Kuziak K., 2011, *Pomiar ryzyka przedsiębiorstwa. Modele pomiaru i ich ryzyko*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław.
- Lawson T., 1997, *Economics and Reality*, Taylor & Francis.
- Lawson T., 2003, *Reorienting Economics*, Taylor & Francis.

Lee C.F., Lee A.C., Lee J.C., 2009, *Financial Analysis, Planning and Forecasting*, World Scientific Publishing Co.

Liber Z., Orgler E.Y., 1975, *An Integrated Model for Accounts Receivable Management*, Management Science, vol. 22, no. 2, October.

Lucas Jr., R.E., 1976, *Econometric policy evaluation: A critique*, Carnegie-Rochester conference series on public policy, vol. 1. North-Holland.

Marzec J., 2002, *Planowanie i budżetowanie działalności przedsiębiorstwa*, PWE, Warszawa.

Merville L.J., Tavis L.A., 1973, *Optimal working capital policies: A chance-constrained programming approach*, Journal of Financial and Quantitative Analysis, January.

Michalski G., 2014, *Value-based working capital management*, Macmillan, s. 9, 25.

Mielcarz P., Płaszczyk P., 2013, *Analiza projektów inwestycyjnych w procesie tworzenia wartości przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Miller M.H., Orr D., 1966, *A Model of The Demand for Money by Firms*, Quarterly Journal of Economics, vol. 80, no. 3.

Mueller F.W., 1953, *Corporate Working Capital and Liquidity*, The Journal of Business of the University of Chicago, vol. 26, no. 3.

Naruć W., Nowak J., Wieloch M., 2008, *Operacyjne planowanie finansowe*, Difin, Warszawa.

Orgler Y.E., 1969, *Cash Management: Methods and Models*, Wadsworth Pub. Co.

Owsian P., Osińska M., 2016, *Zarządzanie ryzykiem w przedsiębiorstwie z wykorzystaniem wybranych metod ilościowych*, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń.

Pluta W., 2003, *Planowanie finansowe w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa

Pomykańska B., Pomykański P., 2007, *Analiza finansowa przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Przybylska-Mazur A., 2011, *O formalnym opisie zjawisk ekonomicznych*, Didactics of Mathematics, nr 8, s. 119-126.

Ress M., 2008, *Financial Modelling in Practice*, Wiley.

Richards V.D., Laughlin E.J., 1980, *A cash conversion cycle approach to liquidity analysis*, Financial Management, Spring.

Ross S.M., 2010, *Introduction to Probability Models*, 10th edition, Elsevier.

Samsons M., 2015, *Financial Forecasting, Analysis and Modelling: A Framework for Long-Term Forecasting*, Wiley.

Sartoris W.L., Hill N.C., 1983, *A generalized cash flow approach to short-term financial decisions*, The Journal of Finance, vol. 38, no. 2, May.

Sengupta C., 2009, *Financial Analysis and Modelling using Excel and VBA*, Wiley.

Sengupta C., 2004, *Financial modeling using excel and VBA*, vol. 152, John Wiley & Sons.

Shim J.K., Siegel J.G., 2007, *Handbook of Financial Analysis, Forecasting, and Modelling*, CCH, Wolters Kluwer Business.

Shulman J.M., Cox R.A., 1985, *An integrative approach to working capital management*, Journal of Cash Management, vol. 5(6), s. 64-68.

Sierpińska M., Jachna T., 2007, *Metody podejmowania decyzji finansowych. Analiza przykładów i przypadków*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Słoński T., 2014, *Analiza wpływu wspomaganego długiem wykupu akcji (LBO) na wartość spółki*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław.

Stone B.K., Miller T.W., 1987, *Daily cash forecasting with multiplicative models of cash flow patterns*, Financial Management, Winter.

Stone B.K., Wood R.A., 1977, *Daily cash forecasting: A simple method for implementing the distribution approach*, Financial Management, vol. 6, no. 3, Fall.

Tapiero C.S., Zuckerman D., 1980, *A note on the optimal control of a cash balance problem*, Journal of Banking & Finance, vol. 4(4), s. 345-352.

Tija J., 2009, *Building Financial Models*, McGraw Hill.

Vernimmen P. i in., 2014, *Corporate finance. Theory and Practice*, 4th edition, Wiley.

Wędzki D., 2000, *Teoria zintegrowanego zarządzania kredytem handlowym w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków.

Wędzki D., 2003, *Strategie płynności finansowej przedsiębiorstwa*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków.

Wiśniewski T., 2008, *Ocena efektywności inwestycji ze szczególnym uwzględnieniem ryzyka*, Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin.

Aleksandra Szpulak