

ISSN 1898-6447

Uniwersytet
Ekonomiczny
w Krakowie

Zeszyty Naukowe

Cracow Review
of Economics
and Management

Nr 8 (956)

Kraków 2016



Uniwersytet
Ekonomiczny
w Krakowie

Zeszyty Naukowe

Cracow Review
of Economics
and Management

Nr 8 (956)

Kraków 2016

Rada Naukowa

Andrzej Antoszewski (Polska), Slavko Arsovski (Serbia), Josef Arlt (Czechy), Daniel Baier (Niemcy), Hans-Hermann Bock (Niemcy), Ryszard Borowiecki (Polska), Giovanni Lagioia (Włochy), Tadeusz Markowski (Polska), Martin Mizla (Słowacja), David Ost (USA), Józef Pociecha (Polska)

Komitet Redakcyjny

Janusz Czekał, Jerzy Kornaś, Ryszard Kowalski (sekretarz), Barbara Pawełek, Aleksy Pocztowski (redaktor naczelny), Krystyna Przybylska, Tadeusz Sikora, Grzegorz Strupczewski (sekretarz), Wanda Sułkowska, Angelika Wodecka-Hyjek (sekretarz)

Redaktor statystyczny

Paweł Ulman

Redaktorzy Wydawnictwa

Agnieszka Penarska, Monika Rusin, Seth Stevens (teksty w j. angielskim)

Projekt okładki i układ graficzny tekstu

Marcin Sokołowski

Streszczenia artykułów są dostępne w międzynarodowej bazie danych The Central European Journal of Social Sciences and Humanities <http://cejsh.icm.edu.pl> oraz w Central and Eastern European Online Library www.ceeol.com, a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych i pokrewnych BazEkon http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Kraków 2016

ISSN 1898-6447

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Teksty artykułów są dostępne na stronie internetowej: www.zeszyty-naukowe.uek.krakow.pl oraz w bazie CEEOL (www.ceeol.com)

Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie

31-510 Kraków, ul. Rakowicka 27, tel. 12 293 57 42, e-mail: wydaw@uek.krakow.pl
www.zeszyty-naukowe.uek.krakow.pl

Zakład Poligraficzny Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie
31-510 Kraków, ul. Rakowicka 27

Objętość 6,8 ark. wyd.
Zam. 335/2016

Spis treści

Tomasz Jedynek	
Ryzyko starości a dodatkowy system emerytalny w Polsce	5
Michał Kasolik	
Weryfikacja przydatności modelu CAPM do wyceny instrumentów finansowych. Zastosowanie portfela zero-beta przy szacowaniu stopy wolnej od ryzyka	23
Iwona Kik, Bartłomiej Marona, Adam Nalepka	
Wykorzystanie środków zwrotnych na realizację inwestycji gmin w województwie małopolskim	35
Piotr Sołtyk	
Nieprawidłowości w gospodarce finansowej jednostek samorządu terytorialnego ujawniane przez regionalne izby obrachunkowe – analiza za lata 2006–2014	51
Michał Halagarda, Grzegorz Suwała	
The Quality of Salted Potato Chips Available on the Polish Market	71
Bartłomiej Kabaja	
Możliwości wykorzystania metody TVScore do oceny znakowania opakowań na przykładzie suplementów diety	87
Maciej Sarnek, Przemysław Szopa, Jacek Czerniak, Andrzej Gajewski	
Wpływ promieniowania gamma na kondycję roślin zimozielonych na przykładzie żywotnika zachodniego (<i>Thuja occidentalis</i>)	107

Tomasz Jedynak

Ryzyko starości a dodatkowy system emerytalny w Polsce

Streszczenie

W opracowaniu poruszono problematykę zabezpieczania przed ryzykiem starości przez dodatkowy system emerytalny w Polsce. W toku przeprowadzonych analiz weryfikacji poddano hipotezę mówiącą, że w celu skutecznego zarządzania ryzykiem starości w Polsce niezbędne jest wprowadzenie zmian w funkcjonowaniu instrumentów trzeciego filara systemu emerytalnego. W tym celu w pierwszej kolejności scharakteryzowano ryzyko starości oraz omówiono zasady funkcjonowania instrumentów trzeciego filara. Następnie przeprowadzono analizę aktualnego zakresu wykorzystania tych instrumentów. W rezultacie stwierdzono, że nie ma podstaw do odrzucenia postawionej hipotezy, co stało się podstawą do wskazania pożądanych kierunków zmian w zakresie funkcjonowania tych instrumentów. Ponadto podkreślono również wagę edukacji emerytalnej społeczeństwa.

Słowa kluczowe: system emerytalny, stopa zastąpienia, luka emerytalna, trzeci filar.

Klasyfikacja JEL: H55, J32, E21.

1. Wprowadzenie

Wyzwaniem stojącym przed współczesnymi systemami emerytalnymi jest skuteczne zabezpieczanie przed ryzykiem starości w jego zarówno indywidualnym, jak i ogólnospołecznym aspekcie. W Polsce po reformie przeprowadzonej w 1999 r. zadanie to zostało rozłożone pomiędzy bazową (obowiązkową) oraz dodatkową (dobrowolną) część systemu emerytalnego. Rezultaty różnych analiz

jednoznacznie wskazują, że w przypadku osób objętych reformą emerytury z części bazowej systemu będą kształtowały się na stosunkowo niskim poziomie, a ich wysokość nie będzie zapewniała osiągnięcia oczekiwanej stopy zastąpienia (np. [EUC 2012, OECD 2013]). W tej sytuacji szczególnego znaczenia nabierają dodatkowe formy oszczędzania na emeryturę funkcjonujące w ramach trzeciego filara systemu emerytalnego. Sytuacja ta skłoniła autora do podjęcia problemu badawczego, który może zostać sformułowany w postaci pytania: „czy instrumenty dostępne obecnie w ramach trzeciego filara skutecznie zabezpieczają przed ryzykiem starości?”. Określony w ten sposób problem badawczy leży u podstaw postawionej hipotezy, zgodnie z którą w celu skutecznego zarządzania ryzykiem starości niezbędne jest wprowadzenie zmian w funkcjonowaniu instrumentów trzeciego filara polskiego systemu emerytalnego. Mając na uwadze potrzebę weryfikacji tej hipotezy, za główne cele opracowania przyjęto charakterystykę ryzyka starości oraz analizę obecnych zasad funkcjonowania i zakresu wykorzystania instrumentów trzeciego filara. Ponadto celem opracowania jest również wskazanie potencjalnych kierunków zmian w zakresie funkcjonowania tych instrumentów.

2. Ryzyko starości

Złożoność zagadnień związanych z ryzykiem w naukach ekonomicznych powoduje, że w zależności od przyjętej perspektywy formułowane są definicje akcentujące różne aspekty tego pojęcia. Ryzyko bywa definiowane przez pryzmat: niepewności [Knight 1921, Willet 1951, Arrow 1979], niebezpieczeństwa [Philip 1967, Rowe 1977], możliwości osiągnięcia wyniku innego niż oczekiwany [Williams, Smith i Young 2002], prawdopodobieństwa straty [Skov 1991] oraz prawdopodobieństwa uzyskania wyniku innego niż oczekiwany [Czekaj i Dresler 2006]. Ryzyko starości, w zależności od rozważającego je podmiotu, również może być różnie postrzegane. Jednostka będzie traktować ryzyko starości jako niepewność dożycia określonego wieku (np. powszechnego wieku emerytalnego) bądź niebezpieczeństwo dożycia wieku, w którym nie będzie w stanie uzyskać dochodu z pracy. Z punktu widzenia całego systemu emerytalnego oraz instytucji stanowiących jego składowe ryzyko starości to przede wszystkim prawdopodobieństwo, że określona kohorta wiekowa będzie żyła dłużej lub krócej niż oczekiwana dla niej przeciętna długość trwania życia.

W klasycznym modelu ryzyka starości zaproponowanym przez T. Szumlicza ryzyko to dzieli się na dwie fazy. Pierwsza faza – faza oszczędzania, związana jest z możliwością dożycia wieku emerytalnego, a druga – faza konsumpcji, z możli-

wością zbyt długiego życia na emeryturze [Szumlicz 2005, s. 10]. Fazy te zostały syntetycznie scharakteryzowane w tabeli 1.

Tabela 1. Charakterystyka faz ryzyka starości

Czynnik wyróżniający	Faza I (oszczędzanie)	Faza II (konsumpcja)
Początek fazy	Rozpoczęcie aktywności zawodowej	Rozpoczęcie pobierania świadczeń emerytalnych
Koniec fazy	Zaprzestanie aktywności zawodowej	Śmierć
Obszar ryzyka	Dożycie wieku emerytalnego	Długość życia po rozpoczęciu pobierania świadczeń emerytalnych
Problemy w konstrukcji systemu emerytalnego	Zasady gromadzenia oszczędności (uprawnień) emerytalnych Zasady nabywania świadczeń emerytalnych	Zasady ustalania wysokości wypłaty świadczeń emerytalnych
Przykładowe produkty finansowe mające zastosowanie w dodatkowych systemach emerytalnych	Fundusze inwestycyjne, lokaty bankowe, ubezpieczenia na dożycie, ubezpieczenia na życie z funduszem kapitałowym	Ubezpieczenia rentowe

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Szumlicz 2005, s. 10].

Szczegółowe rozważania nad problematyką ryzyka starości prowadzą do wyróżnienia kilku powiązanych z nim specyficznych rodzajów ryzyka (por. tabela 2). Należy przy tym zaznaczyć, że ryzyko dożycia wieku emerytalnego oraz ryzyko długowieczności odwołują się bezpośrednio do modelu faz ryzyka starości. Ryzyko emerytalne związane jest bezpośrednio z funkcjonowaniem systemów emerytalnych (bazowych i dobrowolnych). Ryzyko niedożycia starczego oraz ryzyko ubóstwa wywołanego starością leżą natomiast w obszarze zainteresowania polityki społecznej i zasadniczo nie stanowią przedmiotu rozważań ekonomii systemów emerytalnych.

Z perspektywy podjętej w opracowaniu problematyki funkcjonowania dodatkowego systemu emerytalnego ryzyko starości odnosi się przede wszystkim do sytuacji, w której poziom życia jednostki, która zaprzestała aktywności zawodowej i rozpoczęła pobieranie świadczeń emerytalnych, ulega istotnemu pogorszeniu. Tak rozumiane ryzyko starości jest więc związane z uzyskiwaniem przez jednostkę niższej niż oczekiwana stopy zastąpienia.

Tabela 2. Wybrane rodzaje ryzyka towarzyszące starości

Rodzaj ryzyka	Charakterystyka
Ryzyko dożycia wieku emerytalnego	Ryzyko związane z osiągnięciem przez jednostkę wieku uprawniającego do otrzymywania świadczeń emerytalnych. O ile jednostka postrzega dożycie wieku emerytalnego jako zjawisko pozytywne, to dla rachunku aktuarialnego systemu emerytalnego jest to zdarzenie o charakterze negatywnym, gdyż powoduje konieczność wypłacania świadczeń emerytalnych [Poteraj 2011, s. 185]
Ryzyko długowieczności	Z indywidualnego punktu widzenia ryzyko długowieczności polega na dożyciu przez jednostkę wieku dłuższego niż oczekiwany. Zagregowane ryzyko długowieczności sprowadza się do sytuacji, w której średnia długość życia całej kohorty wiekowej jest większa niż pierwotnie zakładano. Jest to zatem ryzyko niewłaściwego oszacowania przeciętnej długości trwania życia dla danej populacji lub poszczególnych jej roczników [Szczępański 2014, s. 733]
Ryzyko emerytalne	Ryzyko to jest definiowane jako ryzyko uzyskania przez jednostkę niższej niż pożądana stopy zastąpienia [Handshke, Łyskawa i Ratajczak 2005, s. 148, za: Rutecka 2012, s. 24]. Ryzyko to dotyczy problemu adekwatności świadczeń emerytalnych i sprowadza się do możliwości otrzymywania zbyt niskiego świadczenia emerytalnego
Ryzyko niedoświetła starczego	Ryzyko to sprowadza się do niezdolności osób starszych do samodzielnego funkcjonowania. Jako takie dotyczy ono przede wszystkim kondycji psychofizycznej, a nie sytuacji majątkowej
Ryzyko ubóstwa wywołanego starością	Ryzyko polegające na braku środków finansowych na zaspokojenie podstawowych potrzeb życiowych przy jednoczesnym braku możliwości zarobkowania. Podobnie jak ryzyko niedoświetła starczego ryzyko to z reguły jest przedmiotem polityki społecznej państwa [Poteraj 2011, s. 185]

Źródło: opracowanie własne.

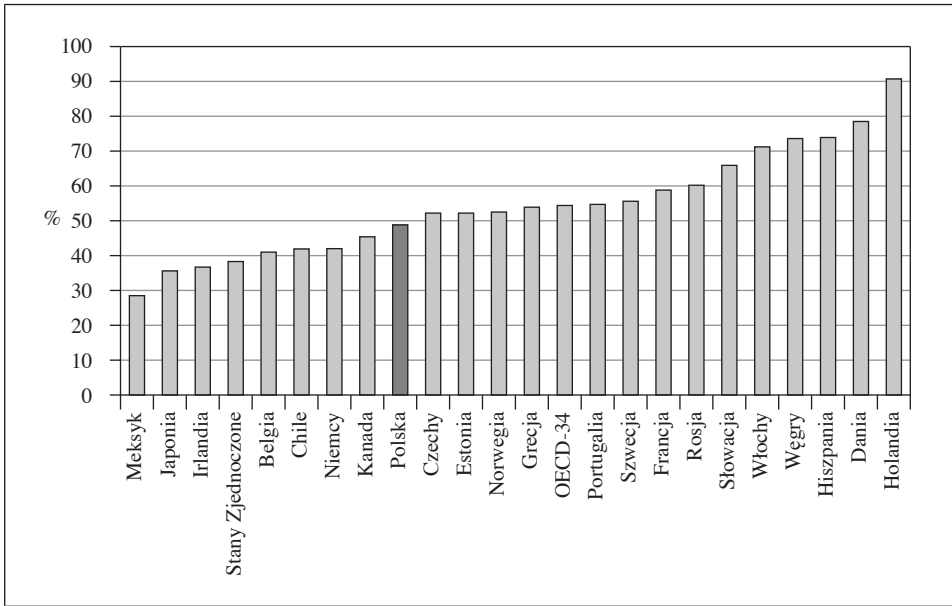
3. Dodatkowe systemy emerytalne w zabezpieczeniu przed ryzykiem starości

W perspektywie makroekonomicznej system emerytalny jest narzędziem podziału bieżącego PKB między pokolenie pracujące i pokolenie emerytów. Rozmiary tak rozumianego systemu emerytalnego stanowią efekt konsensusu społecznego i są wyznaczane przez wielkość części PKB, która nie służy wyznaczeniu czynników produkcji, lecz jest przekazywana na konsumpcję pokolenia niepracującego [Góra 2003, s. 62]. Z punktu widzenia jednostki – uczestnika systemu, system emerytalny powinien być natomiast traktowany jako narzędzie wyrównania (wygładzania) poziomu konsumpcji w całym okresie życia [Barr i Diamond 2014, s. 32] czy też alokacji dochodu w cyklu życia [Góra 2003, s. 51]. Podstawowym celem funkcjonowania tak rozumianych systemów emerytalnych

jest zapewnienie ich uczestnikom dochodów w okresie po zakończeniu przez nich aktywności zawodowej [Góra 2003, s. 37; Szczepański 2014, s. 734]. W szerszym ujęciu cele funkcjonowania systemów emerytalnych obok wyrównania poziomu konsumpcji w cyklu życia oraz zaspokojenia potrzeb bytowych ludzi starszych obejmują również pomoc dla ubogich oraz redystrybucję dochodów. Ponadto wskazuje się, że polityka emerytalna może realizować również dodatkowe cele ekonomiczne i społeczne, takie jak np. wzrost gospodarczy [Barr i Diamond 2014, s. 37].

Cele stawiane systemom emerytalnym mogą być realizowane na różne sposoby, z wykorzystaniem zróżnicowanych metod finansowania i przez różne podmioty [Handshke, Łyskawa i Ratajczak 2005, s. 147]. Najpowszechniejszą formą realizacji tych celów są organizowane przez państwo powszechne (bazowe) systemy emerytalne. Uczestnictwo w tych systemach jest na ogół obowiązkowe, a uzyskiwane w ich ramach świadczenia są gwarantowane przez skarb państwa. Zmiany społeczno-gospodarcze, w tym w szczególności postępujący proces starzenia się społeczeństw, powodują jednak, że finanse publiczne większości państw są w coraz większym stopniu obciążone wydatkami związanymi z funkcjonowaniem tych systemów. Sytuacja ta sprawia, że w wielu krajach wdrażane są obecnie rozwiązania mające na celu z jednej strony zmniejszenie nierównowagi finansowej systemów emerytalnych, z drugiej zaś strony zapewnienie obywatelom skutecznego zabezpieczenia przed ryzykiem starości. Do rozwiązań tych należą m.in.: podnoszenie wieku emerytalnego, likwidacja przywilejów emerytalnych, zaostrzanie warunków uprawniających do uzyskania minimalnej emerytury bądź przejścia na wcześniejszą emeryturę czy też obniżanie relatywnej wysokości świadczeń. Ponadto w obliczu niewydolności obowiązkowych systemów emerytalnych szczególnego znaczenia nabierają również dobrowolne (dodatkowe) formy zabezpieczenia emerytalnego.

Analizując funkcjonowanie dodatkowych form zabezpieczenia emerytalnego, w pierwszej kolejności należy określić poziom pokrycia potrzeb obywateli przez emerytury zapewniane przez obowiązkowy system emerytalny. Niższa od pożądanego oczekiwana wysokość świadczeń z obowiązkowego systemu emerytalnego stanowi bowiem warunek *sine qua non* funkcjonowania systemów dodatkowych. Powszechnie stosowaną miarą pokrycia potrzeb obywateli przez emerytury zapewniane przez obowiązkowy system emerytalny jest stopa zastąpienia. Szacunkowe wartości tej miary w wybranych krajach OECD dla osób uzyskujących przeciętne wynagrodzenie przedstawiono na rys. 1. Miarą służącą temu samemu celowi jest również tzw. luka emerytalna. Na potrzeby analizy, podobnie jak autorzy raportu OECD *Pensions at a Glance 2013* [OECD 2013, s. 193] oraz J. Rutecka [2014, s. 45], lukę emerytalną zdefiniowano jako różnicę pomiędzy stopą zastąpienia brutto zapewnianą przez obowiązkowy system emerytalny



Rys. 1. Stopa zastąpienia w wybranych krajach OECD

Źródło: opracowanie własne na podstawie [OECD 2013, s. 193].

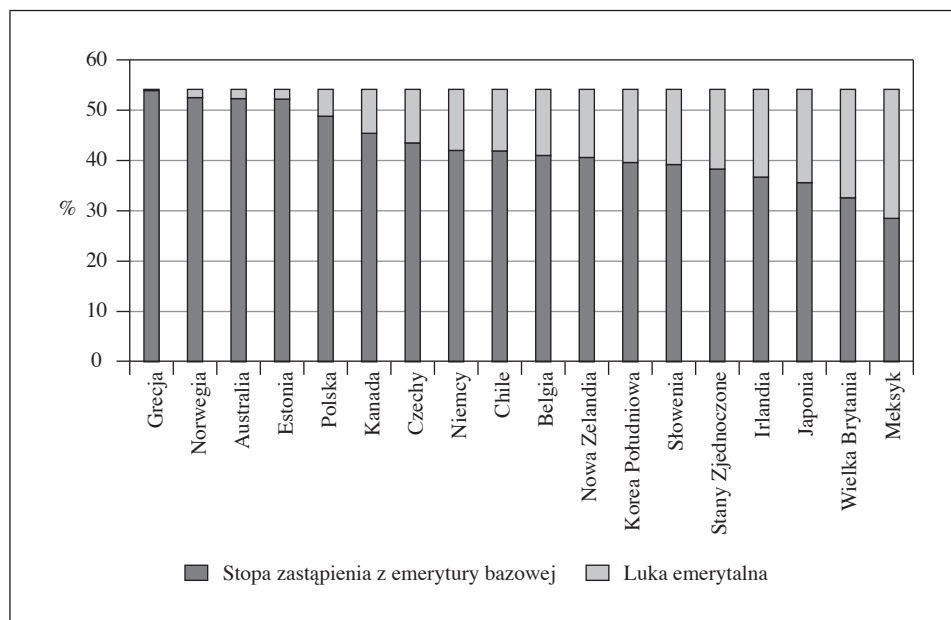
osobie zarabiającej średnie wynagrodzenie a średnią stopą zastąpienia obliczoną dla wszystkich krajów OECD (54,4%). Wysokość luki emerytalnej w wybranych krajach OECD przedstawiono na rys. 2.

W tym miejscu odnotować należy, że zastosowana uproszczona metoda ustalania wysokości luki emerytalnej daje jedynie przybliżony obraz rzeczywistości, a jej wartość poznawcza jest ograniczona. Interpretując tę miarę, trzeba w szczególności wziąć pod uwagę następujące kwestie:

- dla jednostek podejmujących decyzję o dodatkowym oszczędzaniu na emeryturę istotna jest wielkość indywidualnej luki emerytalnej, która zależy od potrzeb i oczekiwań konkretnej osoby [Rutecka 2012, s. 46];

- zastosowany sposób ustalania luki emerytalnej nie uwzględnia różnic w poziomie zamożności oraz w sposobach realizacji polityki społecznej w różnych państwach;

- uzyskane wartości luki emerytalnej zostały obliczone jako średnia wartość dla uczestników powszechnych systemów emerytalnych. Ze względu na postępujące zmiany demograficzne obecnie systemy te są jednak reformowane, czego konsekwencją w większości krajów europejskich będzie pogłębianie się luki emerytalnej w przyszłości [EUC 2012, s. 96–99].



Objaśnienia: na rysunku uwzględniono kraje cechujące się dodatnią wartością luki emerytalnej, tj. kraje, w których stopa zastąpienia brutto z powszechnego systemu emerytalnego jest niższa od średniej stopy zastąpienia dla wszystkich krajów OECD (54,4%).

Rys. 2. Luka emerytalna w wybranych krajach OECD

Źródło: opracowanie własne na podstawie [OECD 2013, s. 193].

Ostatnia ze sformułowanych uwag ma szczególne znaczenie w przypadku Polski. O ile bowiem obecna wysokość stopy zastąpienia jest relatywnie wysoka (48,8%), a rozmiary luki emerytalnej kształtują się na względnie niskim poziomie (ok. 5,6%), to prognozy Komisji Europejskiej wskazują, że w przyszłości wielkość ta drastycznie wzrośnie [EUC 2012, s. 98]. Sytuacja ta wynikać będzie ze spadku teoretycznej stopy zastąpienia dla kolejnych pokoleń pracowników, będącej jednym z efektów strukturalnej reformy systemu emerytalnego z 1999 r. W modelowym scenariuszu¹ do 2050 r. stopa zastąpienia z systemu bazowego spadnie w Polsce o 32,2 pkt proc. [EUC 2012, s. 335–336]. Spośród wszystkich krajów Unii Europejskiej jedynie w przypadku Grecji prognozowany jest większy spadek wysokości stopy zastąpienia.

¹ W scenariuszu tym obliczona została stopa zastąpienia dla mężczyzny, który był aktywny zawodowo przez 40 lat i uzyskiwał w tym czasie dochód na poziomie średniego wynagrodzenia.

4. Funkcjonowanie trzeciego filara systemu emerytalnego w Polsce

Spadek stopy zastąpienia uczestników zreformowanego systemu emerytalnego nie jest zjawiskiem nieoczekiwanym, będącym nieprzewidzianą konsekwencją przeprowadzonej reformy. Co prawda, problematyka ta stała się przedmiotem ożywionych dyskusji dopiero w ostatnich latach, jednakże fakt zmniejszenia się przyszłych stóp zastąpienia w ramach systemu bazowego był znany już w chwili jego projektowania. Stąd też jednym z elementów reformy z 1999 r. było zainicjowanie w Polsce dobrowolnego trzeciego filara, którego zadaniem jest uzupełnienie dochodu uzyskiwanego z części obowiązkowej systemu [*Dodatkowy system...* 2014, s. 11].

Mając na uwadze główny cel opracowania, ograniczoną objętość tekstu, a także bogactwo piśmiennictwa poruszającego problematykę zasad funkcjonowania trzeciego filara systemu emerytalnego, zaniechano przeprowadzania gruntownego studium na ten temat. W celu weryfikacji postawionej hipotezy oraz realizacji sformułowanych we wstępie celów badań skoncentrowano się na wybranych aspektach funkcjonowania instrumentów dostępnych w ramach tego filara. Ponadto syntetycznie zaprezentowano również wybrane dane empiryczne obrazujące zakres wykorzystania analizowanych instrumentów.

Zindywidualizowane formy dobrowolnego oszczędzania na emeryturę (IKE i IKZE) prowadzone są na podstawie umowy zawieranej przez oszczędzającego z instytucją finansową. Z kolei PPE będące formą zbiorowego oszczędzania na przyszłą emeryturę funkcjonują na podstawie umowy zakładowej zawieranej przez pracodawcę z pracownikami (reprezentacją pracowników) oraz umowy pomiędzy pracodawcą a instytucją finansową, przy czym każdy pracownik indywidualnie podejmuje decyzję o uczestnictwie w PPE. Najważniejsze zasady korzystania z tych instrumentów przedstawiono w tabeli 3.

Obniżanie się relatywnej wysokości świadczeń z obowiązkowego systemu emerytalnego powinno mieć wpływ na skłonność Polaków do gromadzenia dodatkowych oszczędności w ramach trzeciego filara. Jednakże zakres wykorzystania promowanych przez państwo dobrowolnych form oszczędzania na emeryturę jest znikomy. Szacuje się, że spośród ogółu osób aktywnych zawodowo ok. 5,1% ma konta w IKE, a 3,3% w IKZE [KNF 2015a, s. 25]. Środki w ramach PPE gromadzi z kolei ok. 2,4% pracujących [KNF 2015b, s. 3].

Według danych Komisji Nadzoru Finansowego² w 2014 r. IKE posiadało 824 tys. osób. W przeszłości liczba ta była większa – w 2007 r. prowadzonych

² Wszystkie informacje statystyczne przytoczone w tej części opracowania opierają się na danych KNF zawartych w: [*Biuletyn...* 2015, *Dane ze sprawozdań dotyczące IKE 2015*, *Dane ze sprawozdań dotyczące IKZE 2015*, KNF 2015a, KNF 2015b], a także raporcie [*Dodatkowy system...* 2014].

Tabela 3. Wybrane zasady funkcjonowania PPE, IKE oraz IKZE

Wyszczególnienie	PPE		IKE	IKZE
	składka podstawowa	składka dodatkowa		
Źródło finansowania	Środki pracodawcy	Wynagrodzenie netto	Środki oszczędzającego	Środki oszczędzającego
Limit wpłat uprawniający do skorzystania z preferencji podatkowych w roku kalendarzowym	7% wynagrodzenia uczestnika	4,5-krotność przeciętnego prognozowanego wynagrodzenia miesięcznego (2014 r. – 16 857 zł)	3-krotność przeciętnego prognozowanego wynagrodzenia miesięcznego (2014 r. – 11 238 zł)	1,2-krotność przeciętnego prognozowanego wynagrodzenia miesięcznego (2014 r. – 4495,20 zł)
Preferencje podatkowe	Wpłata jest kosztem uzyskania przychodu pracodawcy. Nie jest wliczana do wynagrodzenia stanowiącego podstawę ustalania składek na ubezpieczenie społeczne. Jest jednak wliczana do przychodu uczestnika i obciążona podatkiem dochodowym od osób fizycznych	Potrącana z wynagrodzenia netto	Wpłaty opodatkowane podatkiem dochodowym od osób fizycznych na zasadach ogólnych	Wpłaty zwolnione z podatku dochodowego od osób fizycznych
	Wpłaty zwolnione z podatku dochodowego od osób fizycznych			Wpłaty opodatkowane zryczałtowanym podatkiem dochodowym od osób fizycznych (10%)
	Zysk z inwestowania zgromadzonych środków nie podlega opodatkowaniu podatkiem od zysków kapitałowych Zgromadzone środki podlegają dziedziczeniu i są zwolnione z podatku od spadków			

cd. tabeli 3

Wyszczególnienie	PPE		IKE	IKZE
	składka podstawowa	składka dodatkowa		
Warunki wypłaty ^a	<ul style="list-style-type: none"> – na wniosek uczestnika po osiągnięciu przez niego 60 lat – na wniosek uczestnika po ukończeniu przez niego 55 lat i uzyskaniu prawa do emerytury – w przypadku ukończenia przez uczestnika 70 lat, jeżeli wcześniej nie wystąpił on z wnioskiem o wypłatę środków 		Na wniosek: <ul style="list-style-type: none"> – po osiągnięciu 60 lat – po nabyciu uprawnień emerytalnych i ukończeniu 55 lat pod warunkiem dokonywania wpłat co najmniej w 5 latach kalendarzowych lub dokonania co najmniej 50% wpłat nie później niż 5 lat przed złożeniem wniosku 	Na wniosek po osiągnięciu 65 lat oraz pod warunkiem dokonywania wpłat co najmniej w 5 latach kalendarzowych
Forma wypłaty	Jednorazowa lub w ratach			

^a Podano standardowe warunki wypłaty, pomijając możliwość wcześniejszych wypłat (wypłata transferowa, zwrot środków oraz wypłaty dla osób dziedziczących).

Źródło: opracowanie własne.

było ponad 915 tys. IKE, jednakże w latach 2008–2010, na fali spadku zaufania do instytucji finansowych w związku z globalnym kryzysem, zamkniętych zostało ponad 100 tys. tego typu kont. Liczba osób posiadających IKZE na koniec 2014 r. wynosiła 528 tys., co – biorąc pod uwagę, że instrument ten jest dostępny dopiero od 2012 r. – jest wynikiem mogącym świadczyć o wzroście przezorności emerytalnej Polaków, a także o atrakcyjności tej formy oszczędzania. Tak optymistyczny wniosek okazuje się jednak niezasadny, jeżeli wziąć pod uwagę informacje dotyczące liczby rachunków aktywnych w ostatnim roku (tj. takich, na które wpłynęła składka). W przypadku IKZE jest to zaledwie 86 tys. kont (16% ogółu). Podobnie jest w przypadku IKE – w 2014 r. aktywnych było niewiele ponad 262 tys. kont (32%). Łączna wartość aktywów zgromadzonych na IKE na koniec grudnia 2014 r. wynosiła 5030,5 mln zł i była o 17,4% wyższa w stosunku do roku poprzedniego. Na każdego uczestnika IKE przypadało więc średnio 6101 zł zgromadzonych oszczędności, w przypadku IKZE było to natomiast 560 zł. Tak niska średnia

wynika głównie z istnienia nieaktywnych kont o bardzo niskim lub zerowym saldzie. Jeżeli odnieść sumę środków zgromadzonych na IKE i IKZE jedynie do liczby aktywnych kont, wielkości te wynoszą odpowiednio 19 039 zł oraz 3414 zł. Suma wszystkich wpłat dokonanych na IKE i IKZE w całym 2014 r. wynosiła odpowiednio 909,0 mln zł oraz 201,9 mln zł. Oznacza to, że przeciętny posiadacz IKE wpłacił na swoje konto 3440 zł (wzrost w stosunku do 2013 r. o 312 zł), a posiadacz IKZE – 2333 zł (wzrost w stosunku do 2013 r. o 1202 zł). Warto zauważyć, że wartości te stanowią zaledwie 31% (IKE) oraz 52% (IKZE) maksymalnych limitów wpłat objętych preferencjami podatkowymi (por. tabela 3).

W 2014 r. prowadzonych było 1064 pracowniczych programów emerytalnych. Przy czym w latach 2005–2010 liczba PPE zwiększała się w tempie kilkudziesięciu programów rocznie, osiągając maksymalną wartość 1116, a począwszy od 2011 r. wartość ta z roku na rok maleje. Co ciekawe, wbrew powszechnej opinii, jakoby warunki i koszty prowadzenia PPE powodowały, że programy te są prowadzone wyłącznie przez duże przedsiębiorstwa, największą ich liczbę zarejestrowano w przypadku małych i średnich przedsiębiorstw (50,3% ogółu PPE). Liczba uczestników PPE z roku na rok rośnie, obecnie środki w ramach PPE posiada ponad 381 tys. osób, jednakże 15,4% z nich to uczestnicy bierni, tj. tacy, w przypadku których w ostatnim roku nie odprowadzono żadnej składki. Wskaźnik uczestnictwa w PPE obliczony jako stosunek liczby uczestników PPE, na rzecz których wnoszone są składki, do całkowitej liczby osób zatrudnionych u pracodawców prowadzących PPE wynosi ok. 74%. Całkowita wartość aktywów zgromadzonych w PPE systematycznie rośnie³ – w 2014 r. wyniosła ponad 9867,8 mln zł (wzrost w stosunku do 2013 r. o 14%). Łączna wartość składek odprowadzanych na PPE wynosiła w 2014 r. 1209 mln zł, jednakże jedynie 3% tej kwoty (36,3 mln zł) stanowiły składki dobrowolne. Oznacza to, że w ujęciu jednostkowym konto przeciętnego uczestnika PPE w 2014 r. zostało zasilone kwotą równą 3077 zł z tytułu składki podstawowej oraz 95 zł z tytułu składki dodatkowej. Obliczona w analogiczny sposób średnia wartość aktywów przypadających na jednego uczestnika wynosi 25,9 tys. zł.

5. Instrumenty trzeciego filara polskiego systemu emerytalnego w zabezpieczeniu przed ryzykiem starości

Przegląd zasad funkcjonowania oraz analiza zakresu wykorzystania dodatkowych form oszczędzania dostępnych w ramach trzeciego filara prowadzą do

³ Ze względu na fakt, że zdecydowana większość uczestników PPE nadal znajduje się w fazie akumulacji środków, sytuacja ta jest jednak oczywista i nie stanowi podstawy do formułowania twierdzeń o wzroście znaczenia PPE jako instrumentu dodatkowego zabezpieczenia emerytalnego.

sformułowania szeregu zastrzeżeń dotyczących możliwości skutecznego zabezpieczenia przed ryzykiem starości przez te instrumenty. W pierwszej kolejności zwraca uwagę znikome wykorzystanie tego typu instrumentów. Z przeprowadzonych analiz wynika, że łączna wartość środków zgromadzonych w trzecim filarze wynosi 15,2 mld zł, a liczba osób posiadających oszczędności w PPE, IKE lub IKZE wynosi ok. 1,7 mln, przy czym jedynie 670 tys. spośród tych osób poczyniło w 2014 r. jakiegokolwiek oszczędności emerytalne. Odniesienie tej wielkości do liczby osób pracujących w gospodarce – 14,563 mln osób [GUS 2015a, s. 25], prowadzi do stwierdzenia, że statystycznie jedynie co 22 osoba pracująca dokonała w 2014 r. dobrowolnej wpłaty na poczet przyszłej emerytury.

W obliczu niewielkiego stopnia wykorzystania dobrowolnych form oszczędzania na emeryturę niepokojącym zjawiskiem jest także obserwowana w ostatnich latach stagnacja dotycząca trzeciego filara. Co prawda wartość środków zgromadzonych na IKE, IKZE i PPE z roku na rok systematycznie rośnie, ale wzrost ten nie jest adekwatny do rzeczywistych potrzeb. Zaskakujące jest to, że pomimo rozszerzania oferty produktowej instytucji finansowych oferujących możliwość gromadzenia środków w formie różnych instrumentów finansowych nastąpił spadek liczby prowadzonych IKE. Co najmniej alarmujące jest zmniejszenie się liczby prowadzonych PPE, które w ogólnych statystykach przysłania powolny wzrost liczby pracowników objętych tego typu programami. Odnotować należy także, że wprowadzone w 2014 r. zmiany w zasadach funkcjonowania IKZE nie wpłynęły istotnie na zwiększenie liczby nowo otwieranych kont i wzrost wartości dokonywanych wpłat.

Niewielki zakres wykorzystania instrumentów trzeciego filara oraz stagnacja ich rozwoju nie powinny być jednak traktowane jako przyczyny niskiej skuteczności trzeciego filara w zabezpieczeniu przed ryzykiem starości. Okoliczności te są jedynie objawami ułomności funkcjonowania całego dodatkowego systemu zabezpieczenia emerytalnego w Polsce. Zasadniczo wynikają one z dwóch nakładających się na siebie czynników – małej atrakcyjności dostępnych instrumentów oraz niskiej świadomości emerytalnej Polaków.

Na ogół mała atrakcyjność instrumentów dodatkowego zabezpieczenia emerytalnego utożsamiana jest ze zbyt niskim poziomem zachęt kierowanych do oszczędzających. Rozumowanie takie opiera się na twierdzeniu, że skłonność do oszczędzania wzrasta wraz ze zwiększaniem skali zachęt fiskalnych, a gdy bodźce *stricte* fiskalne okazują się zbyt słabe – innych zachęt o charakterze ekonomicznym, takich jak np. bezpośrednie dopłaty do programów oszczędnościowych (*matching contributions*) [Pieńkowska-Kamieniecka i Ostrowska-Dankiewicz 2013, s. 120]. Konstrukcja systemu zachęt do dodatkowego oszczędzania na emeryturę poza oczekiwaniami oszczędzających musi jednak uwzględniać również realne możliwości ich finansowania, będące pochodną polityki fiskalnej państwa. W praktyce

od samej wielkości zachęt dużo istotniejsza jest zatem ich konstrukcja. Analiza systemu zachęt fiskalnych oferowanych w ramach IKE, IKZE oraz PPE prowadzi do sformułowania następujących uwag dotyczących ich budowy:

- funkcjonujący w ramach IKE oraz PPE schemat opodatkowania, w którym opodatkowaniu podlega składka, a zwolnione są dochody od zysków kapitałowych oraz wypłacane świadczenia (schemat TEE: *tax, exempt, exempt*), z punktu widzenia oszczędzającego stanowi dużo mniejszy bodziec do oszczędzania niż schemat, w którym opodatkowaniu podlegają świadczenia, a dochody od zysków kapitałowych i składki są zwolnione z podatku (schemat EET: *exempt, exempt, tax*);

- brak ujednoczonego, spójnego z powszechnym wiekiem emerytalnym, wieku uprawniającego do wypłaty świadczeń z poszczególnych instrumentów trzeciego filara. Ponadto forma opodatkowania świadczeń z IKZE oraz zwolnienie z podatku dochodowego świadczeń z IKE i PPE nie zachęcają oszczędzających do dokonywania wypłat w formie rent dożywotnich. W efekcie istnieje zagrożenie, że zgromadzone środki zostaną wykorzystane na cele inne niż emerytalne [*Dodatkowy system...* 2014, s. 43];

- zwolnienie składki podstawowej ze składki na ubezpieczenie społeczne oraz możliwość jej wliczenia w koszty działalności przedsiębiorstwa nie są wystarczająco atrakcyjne dla pracodawców rozważających założenie PPE;

- w przypadku składki dodatkowej na PPE jedyną zachętą jest zwolnienie z podatku od zysków kapitałowych, będące słabym bodźcem do dodatkowego oszczędzania, szczególnie w sytuacji, gdy wiąże się ono z ograniczeniem możliwości dysponowania zainwestowanymi środkami;

- jednakowe dla wszystkich oszczędzających (liniowe) zwolnienie z podatku dochodowego składek na IKZE powoduje, że instrument ten nie jest atrakcyjny dla uboższej części społeczeństwa.

W odniesieniu do PPE można sformułować również zastrzeżenia dotyczące stopnia skomplikowania procedury ich rejestracji w KNF, a także treści przepisów, które uniemożliwiają pracodawcom elastyczne kształtowanie warunków uczestnictwa poszczególnych pracowników, co utrudnia wykorzystanie PPE jako instrumentu aktywnego zarządzania kapitałem ludzkim [*Dodatkowy system...* 2014, s. 41]. Ponadto należy zwrócić uwagę, że mnogość dostępnych w ramach IKE i IKZE form oszczędzania powoduje, że różnice między tymi instrumentami nie są wystarczająco jasne i zrozumiałe dla oszczędzających. Sytuację tę dodatkowo utrudnia brak obowiązków sprawozdawczych dotyczących efektywności IKE i IKZE, co powoduje, że oszczędzający nie mają możliwości porównania posiadanego produktu z ofertą konkurencji.

Poziom świadomości emerytalnej ma kluczowe znaczenie dla powszechności dodatkowych instrumentów zabezpieczenia emerytalnego. Nawet najlepiej skonstruowany system zachęt nie zapewni bowiem szerokiego ich wykorzystania, jeżeli

potencjalni oszczędzający nie będą świadomi istnienia luki emerytalnej oraz nie będą wiedzieć, z jakich produktów mogą korzystać, aby podnieść poziom dochodu po zaprzestaniu aktywności zawodowej [Rutecka 2014, s. 11]. Obraz świadomości emerytalnej Polaków przybliżają rezultaty empirycznych badań opinii [*Polacy...* 2010, *Portret...* 2012, *Zachowania...* 2014, *Wpływ reformy...* 2014]. Zasadniczym wnioskiem płynącym z tych badań jest stwierdzenie, że zarówno wiedza dotycząca systemu emerytalnego, jak i poziom świadomości emerytalnej Polaków kształtują się na niskim poziomie. Zaznaczyć należy jednak, że na skutek ożywionych dyskusji na forum publicznym, które towarzyszyły zmianom w systemie emerytalnym wprowadzonym w latach 2011–2014, sytuacja ta w ostatnich latach stopniowo się poprawia [*Portret...* 2012, s. 8–9; *Dodatkowy system...* 2014, s. 42; *Wpływ reformy...* 2014, s. 2–4].

Niski poziom edukacji emerytalnej powoduje, że większość Polaków (ponad 60%) nie wykazuje zainteresowania długoterminowym oszczędzaniem z myślą o przyszłej emeryturze⁴ [*Wpływ reformy...* 2014, s. 2]. Wynika to z powszechnie panującego przekonania, że to państwo jest odpowiedzialne za świadczenia emerytalne i to ono w przyszłości zatroszczy się o dochody przyszłych emerytów [KNF 2015a, s. 26]. Brak wystarczającej wiedzy emerytalnej i finansowej utrudnia również wybór odpowiednich instrumentów zabezpieczenia emerytalnego oraz prowadzi do występowania zjawiska tzw. misselingu (niedopasowania produktu do potrzeb nabywcy), co powoduje spadek zaufania do całego dodatkowego systemu zabezpieczenia emerytalnego [Rutecka 2014, s. 11]. Warto również odnotować, że według badanych głównym powodem braku gromadzenia środków na przyszłą emeryturę jest zbyt niski poziom bieżących dochodów [*Polacy...* 2010, s. 8]. Jednocześnie z danych GUS wynika, że udział wydatków w dochodach rozporządzalnych gospodarstw domowych w latach 2004–2014 zmniejszył się z 94,5% do 80,5% [GUS 2015b, s. 41]. Obiektywnie sytuacja ta powinna więc wpływać na wzrost możliwości dodatkowego oszczędzania.

Niezależnie od sformułowanych powyżej zastrzeżeń dotyczących funkcjonowania trzeciego filara polskiego systemu emerytalnego jego całościowa analiza prowadzi do stwierdzenia, że dostępne w jego ramach instrumenty nie tworzą spójnego systemu, który można by określić mianem dodatkowego systemu emerytalnego. W szczególności zwraca uwagę niewielki stopień powiązania ze sobą poszczególnych form oszczędzania oraz wspomniany brak jednolitego wieku uprawniającego do wypłaty środków. Co więcej, w obecnej formie trzeci filar ogranicza się wyłącznie do oszczędzania na emeryturę, brak natomiast jakichkolwiek promowanych przez państwo rozwiązań dotyczących wypłaty zgromadzonych środków. W efekcie powoduje to, że trzeci filar nie zabezpiecza oszczęd-

⁴ Co ciekawe, wbrew oczekiwaniom rezultaty badań wskazują, że skłonność Polaków do oszczędzania na emeryturę maleje wraz z wiekiem [*Wpływ reformy...* 2014, s. 3–4].

dzających przed zagrożeniami związanymi z drugą fazą ryzyka starości, w tym w szczególności przed ryzykiem długowieczności.

6. Podsumowanie i wnioski

Jednym z efektów strukturalnej reformy systemu emerytalnego z 1999 r. jest długookresowy spadek stopy zastąpienia z bazowego systemu emerytalnego dla kolejnych roczników przechodzących na emeryturę. W tej sytuacji najważniejszym zadaniem stawianym trzeciemu filarowi polskiego systemu emerytalnego jest wypełnienie powiększającej się luki emerytalnej. Analiza dotychczasowego funkcjonowania instrumentów dostępnych w ramach tego filara wykazała jednak, że nie są one wystarczająco atrakcyjne dla potencjalnych oszczędzających. Powoduje to, że są one wykorzystywane przez niewielu oszczędzających i na małą skalę. Jeśli chodzi o sformułowany we wstępie problem badawczy, głównym wnioskiem płynącym z przeprowadzonych analiz jest więc stwierdzenie, że instrumenty dostępne obecnie w ramach trzeciego filara nie zabezpieczają skutecznie przed ryzykiem starości. Oznacza to więc, że nie ma podstaw do odrzucenia przyjętej hipotezy badawczej, zgodnie z którą w celu skutecznego zarządzania ryzykiem starości niezbędne jest wprowadzenie zmian w trzecim filarze polskiego systemu emerytalnego.

Konsekwencją stwierdzenia braku podstaw do odrzucenia przyjętej hipotezy badawczej jest sformułowanie wniosków wynikających z przeprowadzonych analiz. Wnioski te mają dwojaki charakter:

1) obiektywnych spostrzeżeń dotyczących funkcjonowania poszczególnych instrumentów dostępnych w ramach trzeciego filara (IKE, IKZE, PPE), które zostały sformułowane w toku prowadzonych rozważań;

2) wskazanych poniżej sugestii w zakresie potencjalnych kierunków zmian w trzecim filarze systemu emerytalnego, które w przeważającej mierze zostały sformułowane na podstawie przeglądu różnych propozycji jego modyfikacji [Porównanie... 2011, World Bank 2014, Barr i Diamond 2014, *Dodatkowy system...* 2014, Kawalec, Błażuk i Kurek 2015, Rutecka 2015]. Zalecenia te obejmują:

– uproszczenie konstrukcji indywidualnych form oszczędzania – jedno wielo-produktowe rozwiązanie w miejsce doczasowych IKE i IKZE (alternatywą proponowaną przez KNF jest wprowadzenie kolejnego produktu – emerytalnego konta oszczędnościowego, mającego funkcjonować równoległe z już istniejącymi);

– wprowadzenie powszechności PPE przez zastosowanie klauzuli automatycznego zapisu pracowników (*auto-enrollment*) z opcją wyjścia (*opt-out*);

– modyfikację PPE w kierunku przybliżenia w czasie korzyści podatkowych dla uczestnika w celu zwiększenia bodźców zachęcających do oszczędzania (model EET lub ETT w miejsce dotychczasowego TEE);

- nałożenie na pracodawców (wszystkich lub wybrane grupy) obowiązku tworzenia PPE lub partycypacji w programach międzyzakładowych o charakterze ogólnokrajowym;
- zainicjowanie systemu jednorazowych lub systematycznych dopłat bezpośrednich do oszczędności emerytalnych;
- wprowadzenie degresywnych odpisów od podatku w związku z korzystaniem z instrumentów trzeciego filara, tak aby wzmocnić zachęty kierowane do uboższej części społeczeństwa;
- wprowadzenie preferencyjnych zasad opodatkowania wypłat środków zgromadzonych w instrumentach trzeciego filara w formie rent dożywotnich bądź stworzenie nowego produktu rentowego oferowanego przez instytucje publiczną.

Niemniej istotna od sugerowanych zmian w funkcjonowaniu instrumentów trzeciego filara jest również edukacja emerytalna społeczeństwa [Rutecka 2014, s. 265]. Warunkami rozwoju dodatkowego systemu emerytalnego są bowiem zarówno istnienie atrakcyjnej i przejrzystej oferty produktów oszczędnościowych, jak i uświadomiona społeczeństwu potrzeba ich wykorzystywania. Część ciężaru edukacji finansowej i emerytalnej mogą wziąć na siebie podmioty prywatne (banki, zakłady ubezpieczeń itp.), które są zainteresowane promowaniem oferowanych przez siebie produktów. W tym kontekście ciekawą propozycją jest wprowadzenie systemu zachęt podatkowych (np. w zakresie obniżenia stawki podatku VAT) dla instytucji reklamujących produkty trzeciego filara [Porównanie... 2011, s. 42]. Skuteczna akcja edukacyjna wymaga również współdziałania instytucji rynku finansowego, takich jak NBP, KNF, Rzecznik Finansowy itp. Działalność edukacyjna tych podmiotów powinna być ukierunkowana na przedstawianie korzyści wynikających z długiego okresu i systematyczności oszczędzania oraz powinna być skierowana w szczególności do osób rozpoczynających pracę [KNF 2015a, s. 26].

Literatura

- Arrow K. [1979], *Eseje z teorii ryzyka*, PWN, Warszawa.
- Barr N., Diamond P. [2014], *Reformy systemu emerytalnego, Krótki przewodnik*, PTE, Warszawa.
- Biuletyn roczny. Rynek PPE 2014* [2015], KNF, http://www.knf.gov.pl/opracowania/rynek_emerytalny/dane_o_rynku/rynek_ppe_ike/Dane_roczne/roczne_ppe.html (data dostępu: 21.11.2015).
- Czekaj J., Dresler Z. [2006], *Zarządzanie finansami przedsiębiorstw. Podstawy teorii*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Dane ze sprawozdań dotyczące IKE* [2015], KNF, http://www.knf.gov.pl/opracowania/rynek_emerytalny/dane_o_rynku/rynek_ppe_ike/Dane_IKE/dane_ike.html (data dostępu: 21.11.2015).

- Dane ze sprawozdań dotyczące IKZE [2015] KNF, http://www.knf.gov.pl/opracowania/rynek_emerytalny/dane_o_rynku/rynek_ppe_ike/Dane_IKZE/dane_ikze.html (data dostępu: 21.11.2015).
- Dodatkowy system emerytalny w Polsce – diagnoza i rekomendacje zmian [2014], red. J. Rutecka, Towarzystwo Ekonomistów Polskich, Warszawa.
- EUC [2012], *Pension Adequacy in the European Union. 2010–2050*, Report prepared jointly by the Directorate-General for Employment, Social Affairs and Inclusion of the European Commission and the Social Protection Committee, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Góra M. [2003], *System emerytalny*, PWE, Warszawa.
- GUS [2015a], *Pracujący w gospodarce narodowej w 2014 r.*, Warszawa, http://stat.gov.pl/download/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5474/7/11/1/pracujacy_w_gospodarce_narodowej_w_2014.pdf (data dostępu: 23.11.2015).
- GUS [2015b], *Budżety gospodarstw domowych w 2014 r.*, Warszawa, <http://stat.gov.pl/download/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5486/9/9/1/publikacja.pdf> (data dostępu: 2.12.2015).
- Handshke J., Łyskawa K., Ratajczak J. [2005], *Ryzyko emerytalne w systemie zabezpieczenia na starość [w:] Społeczne aspekty ubezpieczenia*, red. T. Szumlicz, SGH, Warszawa.
- Jurek Ł. [2012], *Ekonomia starzejącego się społeczeństwa*, Difin, Warszawa.
- Kawalec S., Błażuk K., Kurek M. [2015], *Jak mobilizować dodatkowe oszczędności emerytalne?*, Capital Strategy, Warszawa.
- KNF [2015a], *Indywidualne Konta Emerytalne oraz Indywidualne Konta Zabezpieczenia Emerytalnego w 2014 r.*, Warszawa http://www.knf.gov.pl/Images/Raport_IKE_IKZE_2014_tcm75-41353.pdf (data dostępu: 20.11.2015).
- KNF [2015b], *Pracownicze programy emerytalne w 2014 r.*, Warszawa, http://www.knf.gov.pl/Images/RAPORT_PPE_w_2014_tcm75-41984.pdf (data dostępu: 20.11.2015).
- Knight F. [1921], *Risk, Uncertainty and Profit*, Houghton Mifflin, Boston–New York.
- OECD [2013], *Pensions at a Glance 2013: OECD and G20 Indicators*, <http://www.oecd.org/pensions/public-pensions/OECDPensionsAtAGlance2013.pdf> (data dostępu: 1.12.2015).
- Philip F. [1967], *Risiko und Risikopolitik*, C.E. Poeschel Verlag, Stuttgart.
- Pieńkowska-Kamieniecka S., Ostrowska-Dankiewicz A. [2013], *Dopłaty do dobrowolnych oszczędności emerytalnych – ocena skuteczności rozwiązań na przykładzie Niemiec i Nowej Zelandii*, „Wiadomości Ubezpieczeniowe”, nr 3.
- Polacy o dodatkowym oszczędzaniu na emeryturę [2010], Komunikat CBOS nr BS/77/2010, Warszawa, http://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2010/K_077_10.PDF (data dostępu: 29.11.2015).
- Porównanie systemów dodatkowego zabezpieczenia emerytalnego w Polsce oraz wybranych krajach Unii Europejskiej [2011], Raport PwC Polska dla Izby Zarządzających Funduszami i Aktywami, http://www.pwc.pl/en/publikacje/raport_pwc_porownanie_systemow_dodatkowego_zabezpieczenia_emerytalnego.pdf (data dostępu: 6.12.2015).
- Portret finansowy Polaków 2012. Plany na 2013 rok [2012], Deutsche Bank, Warszawa, <https://www.deutschebank.pl/file-5865472.bdoc> (data dostępu: 30.11.2015).
- Poteraj J. [2011], *Metoda ubezpieczeniowa w zarządzaniu ryzykiem starości [w:] Ubezpieczenia gospodarcze i społeczne. Wybrane zagadnienia ekonomiczne*, red. W. Sułkowska, Wolters Kluwer, Warszawa.

- Rowe W.A. [1977], *An Anatomy of Risk*, John Wiley and Sons, New York.
- Rutecka J. [2012], *Zakres redystrybucji dochodowej w ubezpieczeniowym systemie emerytalnym*, SGH, Warszawa.
- Rutecka J. [2014], *Dodatkowe zabezpieczenie emerytalne – charakterystyka i czynniki rozwoju*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 342, Wrocław, <https://doi.org/10.15611/pn.2014.342.24>.
- Rutecka J. [2015], *Relokacja czy nowe oszczędności? O efektach zachęt podatkowych w dodatkowym oszczędzaniu na starość w Polsce*, „Rozprawy Ubezpieczeniowe”, nr 18(1).
- Skov N.A. [1991], *Finanse i zarządzanie. Amerykańskie propozycje dla polskich firm prywatnych*, International School of Management, Warszawa.
- Szczepański M. [2014], *Zarządzanie ryzykiem długowieczności w polskim systemie emerytalnym*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, nr 802, Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia, nr 65, Szczecin.
- Szumlicz T. [2005], *Ubezpieczenie społeczne. Teoria dla praktyki*, Oficyna Wydawnicza Branta, Bydgoszcz–Warszawa.
- Willet A.H. [1951], *The Economic Theory of Risk Insurance*, University of Pennsylvania Press, Philadelphia.
- Williams A., Smith M., Young P. [2002], *Zarządzanie ryzykiem a ubezpieczenia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- World Bank [2014], *Poland: Saving for Growth and Prosperous Aging. Country Economic Memorandum*, World Bank, <http://documents.worldbank.org/curated/en/2014/06/20291843/poland-country-economic-memorandum-saving-growth-prosperous-aging> (data dostępu: 6.12.2015).
- Wpływ reformy OFE na oszczędzanie w III Filarze* [2014], Raport z badań, CBOS, Warszawa, http://www.dobraemerytura.org/media/uploads/raport/Raport_CBOS_dla_IZFiA_III_filar.pdf (data dostępu: 29.11.2015).
- Zachowania finansowe Polaków dotyczące oszczędzania na emeryturę* [2014], Badanie TNS Polska na zlecenie Nordea PTE SA, <http://www.nordeapolska.pl/koniec-konsumpcji-czas-na-oszczedzanie> (data dostępu: 30.11.2015).

Managing Old-age Risk and a Supplementary Pension System in Poland

(Abstract)

The article examines the use of a supplementary pension scheme in Poland to insure against old-age risk. The following hypothesis was verified: In order to effectively manage the risks that attend aging, the rules governing third pillar instruments in Poland must be changed. To this end, the old-age risk was characterised and the rules governing the third pillar instruments were analysed, as were the current state and use of those instruments. No grounds to reject the research hypothesis were found, though the desirable direction of changes in the functioning of these instruments is indicated. In addition, the importance of education about pension systems is emphasised.

Keywords: pension system, replacement rate, pension gap, third pillar.

Michał Kasolik

Weryfikacja przydatności modelu CAPM do wyceny instrumentów finansowych. Zastosowanie portfela zero-beta przy szacowaniu stopy wolnej od ryzyka

Streszczenie

W artykule przedstawiono problematykę wyceny aktywów finansowych za pomocą modelu CAPM (*capital asset pricing model*). W części teoretycznej zaprezentowano opis założeń i wniosków wynikających z zastosowania modelu CAPM, a także modyfikację modelu polegającą na zastąpieniu instrumentu wolnego od ryzyka portfelem aktywów zero-beta. W części empirycznej skupiono się na badaniach skuteczności modelu CAPM. Przedstawiono badania, które zaprzeczają wnioskowi wynikającemu z modelu, jak i potwierdzają ich słuszność. Ponadto przeprowadzono weryfikację modelu uwzględniającego portfel aktywów zero-beta na polskim rynku kapitałowym z wykorzystaniem współczynnika korelacji. W pracy portfel aktywów zero-beta został utworzony z kontraktów terminowych na WIG20 oraz z jednostek Multi Units Luxembourg Lyxor. Portfel ten, jak wynika z badań, może stanowić odpowiednią metodę szacowania wolnej od ryzyka stopy procentowej. Badania nad skutecznością wyceny zostały przeprowadzone na podstawie danych dwóch spółek – KGHM Polska Miedź SA oraz Próchnik SA. Rezultaty badań wskazują, że w większości przypadków zmienność stóp zwrotu spółek jest większa niż ta wynikająca z modelu CAPM.

Słowa kluczowe: CAPM, portfel aktywów zero-beta, teoria portfelowa, hipoteza rynku efektywnego.

Klasyfikacja JEL: G11, G12, G17.

1. Wprowadzenie

Inwestorzy podejmują decyzje o alokowaniu zasobów finansowych, wybierając różne strategie. Niektórzy z nich opierają się na analizie fundamentalnej, inni na analizie technicznej, jeszcze inni polegają na metodach ekonometrycznych. Każdy racjonalny inwestor bez względu na wybraną strategię intuicyjnie dąży jednak do maksymalizacji stopy zwrotu przy jednoczesnym minimalizowaniu ryzyka inwestycyjnego. H. Markowitz jako pierwszy zapisał ten postulat za pomocą formuł matematycznych, tworząc ilościową teorię pozwalającą na stworzenie przez inwestora portfela optymalnego, zwaną do dziś teorią portfelową (otrzymał za nią Nagrodę Banku Szwecji im. Alfreda Nobla w dziedzinie ekonomii w 1990 r.) [Rynki, instrumenty... 2008]. Teoria portfelowa H. Markowitza stała się podstawą do stworzenia modelu wyceny aktywów kapitałowych (model CAPM). Model ten został opracowany niemal równocześnie i niezależnie od siebie przez trzy osoby – W. Sharpe’a, J. Lintnera oraz J. Mosinna [French 2003]. Głównym zadaniem modelu jest wyjaśnienie struktury cen aktywów na rynkach kapitałowych. Ponadto służy on do wyceny instrumentów finansowych, dzięki czemu istnieje możliwość badania efektywności portfeli inwestycyjnych.

Celem artykułu jest określenie wiarygodności i istotności założeń, ich empiryczna weryfikacja oraz sprawdzenie, czy model wyceny aktywów kapitałowych może znaleźć zastosowanie w wycenie instrumentów finansowych notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie. Do testów empirycznych na polskim rynku finansowym zostanie wykorzystana opisana w artykule modyfikacja modelu CAPM stworzona przez F. Blacka. Zakładając, że model ten jest poprawny, powinno się otrzymać odpowiednią metodę szacowania wolnej od ryzyka stopy procentowej oraz wyjaśnienie zmienności stóp zwrotu. Jak wykazano w artykule, model w odpowiedni sposób szacuje tylko wolną od ryzyka stopę procentową.

2. Model wyceny aktywów kapitałowych

Model wyceny aktywów kapitałowych (*capital asset pricing model* – CAPM) opiera się na następujących założeniach [Rynki, instrumenty... 2008]:

- 1) inwestorzy, podejmując decyzje o wyborze aktywów, kierują się teorią H. Markowitza,
- 2) nie uwzględnia się kosztów transakcyjnych oraz podatków,

3) przyjmuje się wspólny horyzont inwestycyjny oraz identyczne przewidywania co do wartości oczekiwanych stóp zwrotu, wariancji oraz kowariancji,

4) aktywa finansowe są doskonale podzielne oraz można dokonywać krótkiej sprzedaży bez ograniczeń,

5) istnieje stopa procentowa pozbawiona ryzyka (r_f), według której inwestorzy mogą zaciągać i udzielać pożyczki.

Założenie opisane w punkcie pierwszym oznacza, że inwestor alokuje swoje środki na podstawie dwóch parametrów – oczekiwanej wartości stopy zwrotu oraz ryzyka (wariancji lub odchylenia standardowego), oraz dąży do maksymalizacji pierwszego parametru i minimalizacji drugiego. Podatki i koszty transakcyjne zostały w modelu pominięte, gdyż ich wpływ w przypadku wielu inwestorów jest niewielki ze względu na duży wolumen dokonywanych przez nich transakcji. Konsekwencją trzeciego założenia jest to, że każdy inwestor ma do wyboru identyczny zbiór możliwości inwestycyjnych (występuje jednorodność oczekiwań). Założenie czwarte pozwala traktować inwestycje jako funkcje ciągłe [Elton i Gruber 1998]. Piąte założenie oznacza, że inwestor może ulokować część swoich środków finansowych w instrumencie wolnym od ryzyka, czyli instrumencie, dla którego istnieje pewny wynik finansowy, a pozostałe w portfelu aktywów ryzykownych.

Według CAPM portfelem najefektywniejszym jest tzw. portfel rynkowy, który stanowi kombinację wszystkich aktywów ryzykownych (nie tylko akcji, ale także np. obligacji przedsiębiorstw, opcji, nieruchomości, dzieł sztuki), przy czym proporcje aktywów występujących w tym portfelu muszą odpowiadać proporcjom, w jakich te aktywa występują na rynku (pod względem wartości) [Reilly i Brown 2001].

Znając skład portfela rynkowego, można przejść do wyceny instrumentów finansowych. W tym celu należy wprowadzić pojęcie współczynnika β , który mierzy ryzyko danego waloru portfela. Współczynnik ten można obliczyć z następującego wzoru [Elton i Gruber 1998]:

$$\beta_i = \frac{\text{cov}(r_i, r_m)}{\sigma_m^2}, \quad (1)$$

gdzie:

β_i – współczynnik β i -tego instrumentu finansowego,

r_i – stopa zwrotu z i -tego instrumentu finansowego,

r_m – stopa zwrotu z portfela.

Współczynnik β równy 1 oznacza, że zmienność stopy zwrotu z danego instrumentu jest równa zmienności stóp zwrotu portfela rynkowego. Wartość większa od 1 wskazuje na większą zmienność, natomiast wartość poniżej 1 na mniejszą zmienność w stosunku do portfela rynkowego [Reilly i Brown 2001]. Zależność pomiędzy współczynnikiem β dowolnego portfela a oczekiwanymi stopami

zwrotu z niego jest liniowa. Zależność tę można wyrazić także algebraicznie za pomocą wzoru:

$$E(r_i) = r_f + \beta_i [E(r_m) - r_f], \quad (2)$$

gdzie:

- $E(r_i)$ – oczekiwana stopa zwrotu z portfela i ,
- r_f – stopa zwrotu z instrumentu wolnego od ryzyka,
- β – współczynnik β i -tego portfela,
- $E(r_m)$ – oczekiwana stopa zwrotu z portfela rynkowego.

W równaniu (nazywanym równaniem linii SML) wyrazem wolnym jest stopa wolna od ryzyka, natomiast współczynnikiem kierunkowym jest iloraz $[E(r_m) - (r_f)] / \beta_m$ (gdzie $\beta_m = 1$, gdyż m to portfel rynkowy). Zgodnie z tym wzorem oczekiwana stopa zwrotu składa się z sumy dwóch czynników: stopy wolnej od ryzyka oraz premii za ryzyko (im wyższy współczynnik β , tym wyższa premia).

3. Empiryczna weryfikacja CAPM

Model wyceny aktywów kapitałowych jest jednym z najważniejszych w teorii funkcjonowania rynków kapitałowych. Pozwala on na matematyczne ujęcie zależności między ryzykiem a oczekiwanym zyskiem oraz przedstawia spójne podejście do wyceny aktywów finansowych. Model CAPM jest jednak uproszczonym wariantem rzeczywistości i dlatego należy zadać pytanie o prawdziwość założeń i wniosków tego modelu.

Model CAPM można formułować bez niektórych restrykcji, jednakże o ile uchylenie założeń o braku kosztów transakcyjnych i podatków, podzielności instrumentów finansowych, jednorodności oczekiwań czy możliwości krótkiej sprzedaży nieznacznie wpłynie na cały model (otrzyma się po prostu nieznacznie inną postać linii CML oraz SML [Rynki, instrumenty... 2008]), to uchylenie założeń o występowaniu na rynku kapitałowym instrumentu finansowego wolnego od ryzyka dostępnego dla wszystkich inwestorów (który w praktyce nie istnieje) jest niemożliwe. Pewnym rozwiązaniem tego problemu jest przekształcenie modelu CAPM zaproponowane przez F. Blacka [1972]. Podstawą tego przekształcenia jest zastąpienie instrumentu finansowego wolnego od ryzyka portfelem, który charakteryzuje się najmniejszą wariancją oraz o współczynniku β równym zero (czyli portfel bez ryzyka systematycznego). Taki portfel (tzw. portfel aktywów zero-beta; *zero-beta portfolio*), chociaż nie jest pozbawiony ryzyka niesystematycznego, w przybliżeniu najlepiej oddaje charakterystykę instrumentu wolnego od ryzyka (według wzoru (3), oczekiwana stopa zwrotu z instrumentu, dla którego $\beta = 0$, jest równa stopie wolnej od ryzyka). Ponieważ kowariancja pomiędzy port-

felem aktywów zero-beta a portfelem rynkowym jest podobna do kowariancji między instrumentem wolnym od ryzyka a portfelem rynku, można przyjąć, że kombinacja portfela o zerowej wartości β oraz portfela rynkowego będzie tworzyć liniową zależność między stopą zwrotu a ryzykiem. Matematyczną formułę przekształconego modelu wyraża się następującym wzorem:

$$E(r_i) = E(r_z) + \beta_i [E(r_m) - (r_z)], \quad (3)$$

gdzie $E(r_z)$ to oczekiwana stopa zwrotu z portfela aktywów zero-beta.

Istotnym ograniczeniem w tworzeniu portfela aktywów zero-beta jest założenie, że inwestor może dokonywać krótkiej sprzedaży bez ograniczeń.

Głównymi wnioskami wynikającymi z modelu CAPM są liniowa zależność pomiędzy zyskiem a ryzykiem oraz wpływ dodatniego współczynnika β na premię za ryzyko.

Badania empiryczne, które zarówno zaprzeczają wnioskom z modelu CAPM, jak i je potwierdzają, pojawiały się w wielu w pracach naukowych, najważniejsze z nich to:

1) badania przeprowadzone przez F. Blacka, M.C. Jenasena oraz M. Scholesa [1972] dla danych z lat 1926–1965. Ich wyniki badań potwierdzają przydatność modelu CAPM, gdyż oszacowana linia SML ma cechy funkcji liniowej, a współczynnik kierunkowy SML jest statystycznie różny od zera i jest dodatni;

2) testy przeprowadzone przez E. Famę i MacBetha [1973] również dla danych z 1926–1965, które wykazują słusność modelu CAPM, ponieważ:

- portfele, które historycznie charakteryzowały się wyższymi od średniej współczynnikami β , przynosiły wyższe stopy zwrotu,
- istnieje liniowa zależność pomiędzy współczynnikiem β a stopą zwrotu,
- wartość średnia współczynnika kierunkowego linii SML jest dodatnia i statystycznie różna od zera;

3) badania E. Famy i K.R. Frencha [1992] dla danych z lat 1963–1990, które podważają tezy wynikające z modelu CAPM, gdyż:

- akcje, które charakteryzowały się wyższym poziomem ryzyka systematycznego nie charakteryzowały się wyższymi stopami zwrotu,
- współczynnik β stanowi słaby predyktor przyszłych stóp zwrotu,
- znaczny wpływ na stopy zwrotu miały wartości kapitalizacji spółek oraz wskaźnik cena/zysk.

Niejednoznaczne wyniki badań mogą wynikać z kilku przyczyn. Pierwsza z nich to problem z identyfikowaniem portfela rynkowego. Kolejne to dobór odpowiedniego szeregu czasowego, niestabilność współczynnika β , wybór metod statystycznych [Fama i French 2004].

Badania nad skutecznością CAPM przeprowadzane na polskim rynku finansowym wskazują na nieprawdziwość tez stawianych w tym modelu [Rutkowska

i Żarnowski 2012]. Wyniki nie wykazały dodatniej liniowej zależności między wartością współczynnika β a stopą zwrotu z portfela, a ponadto premia (liczona jako różnica między średnią stopą zwrotu z portfela o największej wartości współczynnika β a stopą zwrotu z portfela o najniższej wartości współczynnika β) była ujemna, co jest sprzeczne z postulatami CAPM. Dodatkowym argumentem był fakt, że większość portfeli o najniższych współczynnikach β charakteryzowała się następnie największą zmiennością.

4. Test modelu CAPM na polskim rynku kapitałowym na przykładzie spółek KGHM Polska Miedź SA oraz Próchnik SA przy zastosowaniu portfela zero-beta

Badania dotyczą skuteczności wyceny na podstawie linii SML, tj. określenia, czy zmienność stop zwrotu spółki zależy jedynie od zmienności portfela rynkowego i współczynnika β . Jako okres badawczy do oszacowania parametrów β zostały wybrane miesięczne dane (ceny zamknięcia) z lat 1997–2014 dla spółki KGHM oraz z lat 1991–2014 dla spółki Próchnik. Horyzont inwestycyjny stanowi 2015 r. Jako portfel rynkowy został przyjęty indeks WIG, jako ten, który wyliczany jest na podstawie największej grupy spółek.

Badanie wykorzystuje portfel aktywów zero-beta złożony z kontraktów terminowych na WIG20 (FW20) oraz jednostek Multi Units Luxembourg Lyxor ETFWIG20 (ETF20L). Ceny obu instrumentów zależą od indeksu WIG20. Jednostki ETF20L będą służyły do zajmowania długich pozycji, natomiast kontrakty terminowe do pozycji krótkich i w konsekwencji do uzyskania portfela o zerowym wskaźniku β . Niestety na rozwijającym się polskim rynku finansowym krótka sprzedaż akcji nie charakteryzuje się wysokim obrotem (m.in. ze względu na koszty), a także jest uwarunkowana wieloma regulacjami prawnymi. Powoduje to, że powyższy portfel instrumentów nie jest arbitralnym wyborem, ale koniecznością.

Portfel aktywów zero-beta został stworzony na podstawie danych historycznych z lat 2010–2014 (2010 r. to początek notowań ETF20L). Obliczenia optymalizujące portfel były wykonane za pomocą programu Solver. Celem głównym było to, aby minimalizować ryzyko przy następujących warunkach ograniczających:

- β portfela równa zero (zgodnie z przekształceniem modelu CAPM),
- suma wag równa jeden (100%),
- brak możliwości krótkiej sprzedaży dla ETF20L (gdyż w rzeczywistości nie jest ona dostępna),

– inwestor nie będzie korzystał z dźwigni finansowej, aby nie zwiększać ryzyka specyficznego, które należy minimalizować (tzn. będzie utrzymywał depozyt zabezpieczający w wysokości 100% wartości kontraktu),

– dodatnia stopa zwrotu z portfela aktywów zero-beta.

Wyliczone parametry instrumentów FW20 oraz ETFW20L prezentuje tabela 1, natomiast charakterystyki portfela zawiera tabela 2.

Tabela 1. Parametry instrumentów finansowych (okres badawczy lipiec 2010 r. – grudzień 2014 r.)

Wyszczególnienie	ETFW20L	FW20
Wariancja	0,0025	0,0027
Kowariancja z WIG	0,0021	0,0022
β	1,0418	1,1041

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 2. Parametry portfela

Wyszczególnienie	Portfel aktywów zero-beta
β	0,0000
Oczekiwana stopa zwrotu (miesięczna) w %	0,16
Wariancja portfela	0,013

Źródło: opracowanie własne.

Zgodnie z teorią, wskaźnik β powinien być dodatni (skoro reprezentuje premię za ryzyko). To założenie jest spełnione zarówno dla ETFW20L, jak i FW20. Wskaźnik o wartości powyżej 1 oznacza, że siła i kierunek zmiany indeksu WIG20 są wyższe niż zmiany indeksu WIG. Nie jest to zależność zaskakująca, gdyż stopy zwrotu spółek z WIG20 mają znaczny wpływ na obliczanie WIG, a indeks WIG20 jest mniej zdywersyfikowany niż WIG.

Dzięki przekształceniu F. Blacka udało się otrzymać portfel, który można uznać za reprezentanta instrumentu wolnego od ryzyka. Jego współczynnik β jest równy zero oraz charakteryzuje się dodatnią stopą zwrotu. Ponadto ryzyko specyficzne mierzone wariancją jest niższe niż w przypadku instrumentów wchodzących w jego skład.

Następną czynnością po ustaleniu portfela zero-beta było ustalenie wskaźnika β dla akcji spółek KGHM i Próchnik. Oszacowany współczynnik β wynosi 1,2014 dla spółki KGHM i 0,9756 dla drugiej spółki.

Ostatnim etapem jest weryfikacja ustaleń modelu z wykorzystaniem danych pochodzących z notowań spółek z 2015 r. Weryfikacja ta będzie opierała się

na porównaniu rzeczywistych stóp zwrotu z tymi, które zostały obliczone na podstawie linii SML.

Po uzyskaniu odpowiednich wartości stopy zwrotu na podstawie linii SML są liczone według następującego wzoru (wyniki dla KGHM przedstawia tabela 3 oraz rys. 1, wyniki dla Próchnika tabela 4 i rys. 2):

$$r_i = 0,16\% + \beta_i [r_m - 0,16\%], \quad (4)$$

gdzie:

r_i – stopa zwrotu według SML w okresie t ,

5,52% – stopa wolna od ryzyka,

β_i – współczynnik β dla i -tego portfela,

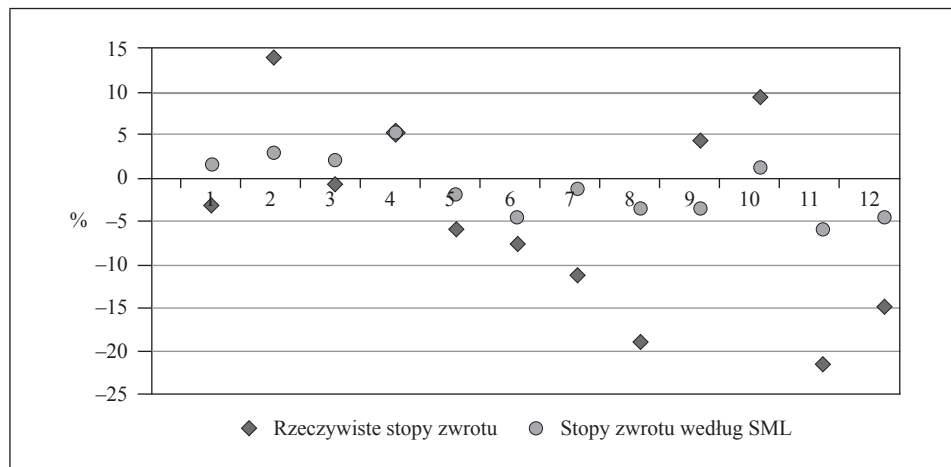
r_m – stopa zwrotu z indeksu WIG dla okresu t .

Tabela 3. Weryfikacja modelu SML dla spółki KGHM (w %)

Data	Rzeczywiste stopy zwrotu		Stopy zwrotu według SML
	KGHM	WIG	KGHM
31.12.2014	–	–	–
30.01.2015	–3,27	1,33	1,56
27.02.2015	13,85	2,28	2,71
31.03.2015	–0,83	1,47	1,73
30.04.2015	5,24	4,32	5,15
29.05.2015	–6,08	–1,69	–2,06
30.06.2015	–7,81	–4,05	–4,90
31.07.2015	–11,47	–1,09	–1,34
31.08.2015	–19,04	–2,83	–3,43
30.09.2015	4,26	–2,88	–3,49
30.10.2015	9,21	0,89	1,04
30.11.2015	–21,74	–4,80	–5,80
31.12.2015	–14,95	–3,84	–4,65

Źródło: opracowanie własne.

W celu bardziej szczegółowego zinterpretowania wyników oszacowano współczynniki korelacji ρ pomiędzy rzeczywistymi stopami zwrotu a wynikającymi z równania linii SML oraz wykonano test istotności dla danych współczynników korelacji. Za hipotezę zerową przyjęto $\rho = 0$. Zgodnie z założeniami CAPM powinna istnieć dodatnia liniowa zależność między wartością współczynnika β a stopą zwrotu z portfela rynkowego, za hipotezę alternatywną przyjęto $\rho > 0$. Test przeprowadzono dla poziomu istotności wynoszącego $\alpha = 0,05$. Wyniki obliczeń przedstawia tabela 5.



Rys. 1. Rzeczywiste i oszacowane stopy zwrotu dla spółki KGHM

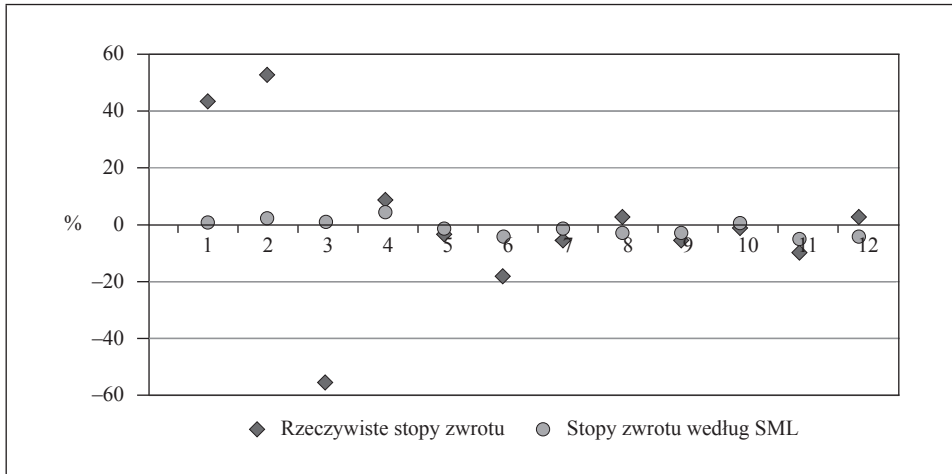
Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4. Weryfikacja modelu SML dla spółki Próchnik (w %)

Data	Rzeczywiste stopy zwrotu		Stopy zwrotu według SML
	Próchnik	WIG	Próchnik
31.12.2014	-	-	-
30.01.2015	42,79	1,33	1,29
27.02.2015	52,41	2,28	2,22
31.03.2015	-54,65	1,47	1,43
30.04.2015	8,70	4,32	4,20
29.05.2015	-2,82	-1,69	-1,64
30.06.2015	-17,95	-4,05	-3,93
31.07.2015	-5,26	-1,09	-1,06
31.08.2015	2,67	-2,83	-2,75
30.09.2015	-5,41	-2,88	-2,80
30.10.2015	-0,93	0,89	0,87
30.11.2015	-9,81	-4,80	-4,66
31.12.2015	3,05	-3,84	-3,73

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku KGHM $p < \alpha$, dlatego należy odrzucić hipotezę zerową na rzecz hipotezy alternatywnej. W przypadku Próchnika $p > \alpha$, czyli nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej.



Rys. 2. Rzeczywiste i oszacowane stopy zwrotu dla spółki Próchnik

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5. Zależność stóp zwrotu

Wyszczególnienie	KGHM	Próchnik
Współczynnik korelacji	0,73	0,31
<i>p</i> -value	0,0024	0,1539

Źródło: opracowanie własne.

Jak wskazują powyższe wyniki, teza o słuszności modelowania stóp zwrotu jedynie na podstawie zmian portfela rynkowego i współczynnika β nie okazuje się uzasadniona. W większości przypadków zmienność stóp zwrotu spółek jest większa niż ta wyjaśniona przez współzależność z indeksem WIG i wynikająca z modelu CAPM. W przypadku KGHM tylko w pierwszym półroczu wyniki oszacowań były w przybliżeniu poprawne, co przełożyło się na odpowiednio istotny współczynnik korelacji liczony dla całego roku. Natomiast z danych dla Próchnika wynika, że nie istnieje znacząca zależność pomiędzy rzeczywistymi stopami zwrotu a wynikającymi z równania linii SML, tj. brak zależności wskazuje na złą jakość predykcji równania SML.

Wartość wolnej od ryzyka stopy procentowej oszacowanej za pomocą portfela zero-beta była niższa od rentowności polskich obligacji dla analogicznego okresu, jednakże wynika to z tego, że cena polskich obligacji zawiera w sobie premię także za inne czynniki ryzyka (np. ryzyko płynności), dlatego można uznać portfel zero-beta za poprawną miarę wolnej od ryzyka stopy procentowej.

5. Podsumowanie

Najważniejszym wnioskiem wynikającym z zastosowania modelu CAPM jest stwierdzenie, że wraz ze wzrostem ryzyka systematycznego (mierzonego współczynnikiem β) instrumentu (lub portfela) rośnie także oczekiwana stopa zwrotu. Empiryczna weryfikacja modelu jest utrudniona przede wszystkim ze względu na brak możliwości określenia portfela rynkowego [Roll 1977]. Jak wynika z teorii, portfel ten powinien nie tylko zawierać akcje spółek, ale również takie instrumenty, jak obligacje, nieruchomości, surowce, aktywa alternatywne, czy nawet wartość kapitału ludzkiego. W zależności od przyjętego sposobu badania wnioski dotyczące weryfikacji poprawności modelu mogą być różne.

Pomimo zastrzeżeń co do założeń i przydatności CAPM jest jednym z najpopularniejszych modeli wyceny używanych przez praktyków nie tylko z dziedziny rynków finansowych, ale także przez kadre zarządczą firm (np. do wyceny kosztu kapitału własnego), co jest spowodowane łatwością szacowania i implementacji [Bruner i in. 1998]. Jak wskazuje przykład spółek KGHM i Próchnik, na polskim rynku kapitałowym model CAPM nie jest wystarczająco dobrym indykatorem zmienności stóp zwrotu, trzeba jednak podkreślić, że polska giełda to rynek rozwijający się o stosunkowo niskiej płynności [Olbrys 2013], co może powodować jego nieefektywność i w konsekwencji błędną wycenę instrumentów finansowych.

Literatura

- Black F. [1972], *Capital Market Equilibrium with Restricted Borrowing*, „Journal of Business”, vol. 45, nr 3, <https://doi.org/10.1086/295472>.
- Black F., Jensen M.C., Scholes M. [1972], *The Capital Asset Pricing Model: Some Empirical Tests* [w:] *Studies in the Theory of Capital Markets*, ed. M.C. Jensen, Praeger, New York.
- Bruner R.F., Eades K.M., Harris R.S., Higgins R.C. [1998], *Best Practices in Estimating the Cost of Capital: Survey and Synthesis*, „Financial Practice and Education”, vol. 8, nr 1.
- Elton E.J., Gruber M.J. [1998], *Nowoczesna teoria portfelowa i analiza papierów wartościowych*, WIG-Press, Warszawa.
- Fama E.F., French K.R. [1992], *The Cross-Section of Expected Stock Returns*, „Journal of Finance”, vol. 47, nr 2, <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1992.tb04398.x>.
- Fama E.F., French K.R. [2004], *The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence*, „Journal of Economic Perspectives”, vol. 18, nr 3, <https://doi.org/10.1257/0895330042162430>.
- Fama E.F., MacBeth J.D. [1973], *Risk, Return, and Equilibrium: Empirical Tests*, „Journal of Political Economy”, vol. 81, nr 3, <https://doi.org/10.1086/260061>.
- French C.W. [2003], *The Treynor Capital Asset Pricing Model*, „Journal of Investment Management”, vol. 1, nr 2.

- Olbrys J. [2013], *Zastosowanie wybranych miar płynności aktywów kapitałowych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie SA*, „Zarządzanie i Finanse”, nr 3.
- Reilly F.K., Brown K.C. [2001], *Analiza inwestycji i zarządzanie portfelem*, t. 1 i 2, PWE, Warszawa.
- Roll R. [1977], *A Critique of the Asset Pricing Theory's Tests Part I: On Past and Potential Testability of the Theory*, „Journal of Financial Economics”, vol. 4, nr 2, [https://doi.org/10.1016/0304-405x\(77\)90009-5](https://doi.org/10.1016/0304-405x(77)90009-5).
- Rutkowska J., Żarnowski J. [2012], *Stopy zwrotu z portfeli sortowanych według współczynnika beta z modelu CAPM na przykładzie akcji notowanych na Giełdzie Papierów Wartościowych w Warszawie w latach 1998–2010*, Zeszyty Naukowe Polskiego Towarzystwa Naukowego, nr 13.
- Rynki, instrumenty i instytucje finansowe* [2008], red. J. Czekaj, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Testing the Effectiveness of CAPM in the Valuation of Financial Instruments – Estimation of the Risk-free Rate Using a Zero-beta Portfolio (Abstract)

The article describes the issue of capital asset pricing using Capital Assets Pricing Models (CAPM). The theoretical section presents the assumptions, zero-beta portfolio modification and results of using CAPM. The empirical part focuses on studies of the effectiveness of the CAPM model. Empirical tests are given, providing evidence that both denies and confirms the findings of the CAPM model, while the correlation coefficient is used to verify the model on the Polish capital market. The zero-beta portfolio was created based on futures contracts on WIG20 and units of the Multi Units Luxembourg Lyxor. As indicated by the results, this portfolio may be an appropriate method for estimating the risk-free interest rate. Research on the effectiveness of the valuation was carried out on the basis of two companies: KGHM Polska Miedź SA and Próchnik SA. The results of the study show that in most cases the variability of the companies' returns is greater than that resulting from the CAPM model.

Keywords: CAPM, zero-beta portfolio, portfolio theory, efficient market hypothesis.

Iwona Kik

Bartłomiej Marona

Adam Nalepka

Wykorzystanie środków zwrotnych na realizację inwestycji gmin w województwie małopolskim*

Streszczenie

Głównym celem opracowania jest identyfikacja uwarunkowań wyboru zwrotnych źródeł finansowania inwestycji przez gminy w Polsce oraz ocena zakresu wykorzystania środków zwrotnych na realizację projektów inwestycyjnych w gminach województwa małopolskiego. W artykule postawiono hipotezę badawczą, zgodnie z którą gminy miejskie częściej niż inne realizują inwestycje z wykorzystaniem środków zwrotnych.

Aby zrealizować cele i zweryfikować hipotezę, dokonano analizy literatury przedmiotu oraz zrealizowano badania empiryczne opierające się na danych Głównego Urzędu Statystycznego i Regionalnej Izby Obrachunkowej w Krakowie. Do zweryfikowania hipotezy badawczej zastosowano metodę analizy skupień. Przedmiotem badań były wszystkie gminy województwa małopolskiego (182 gminy).

Iwona Kik, e-mail: i.kik@onet.pl

Bartłomiej Marona, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Katedra Ekonomiki Nieruchomości i Procesu Inwestycyjnego, 31-510 Kraków, ul. Rakowicka 27, e-mail: maronab@uek.krakow.pl

Adam Nalepka, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Katedra Ekonomiki Nieruchomości i Procesu Inwestycyjnego, 31-510 Kraków, ul. Rakowicka 27, e-mail: nalepkaa@uek.krakow.pl

* Artykuł powstał w ramach projektu badawczego sfinansowanego ze środków przyznanych w 2016 r. Wydziałowi Ekonomii i Stosunków Międzynarodowych Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie w ramach dotacji na utrzymanie potencjału badawczego.

Słowa kluczowe: środki zwrotne, inwestycje gmin, finansowanie inwestycji, gmina.

Klasyfikacja JEL: H71, H72, P43.

1. Wprowadzenie

Problematyka wykorzystania zwrotnych źródeł finansowania inwestycji jest istotna ze względu na spotykany często brak adekwatności pomiędzy poziomem środków finansowych, którymi dysponują gminy, a rozmiarem zadań przekazanych im do realizacji. Środki własne gmin nie wystarczają na sfinansowanie zadań bieżących i potrzeb inwestycyjnych. Dlatego też gminy stają przed koniecznością poszukiwania dodatkowych, zewnętrznych źródeł finansowania inwestycji. Problem ten jest szczególnie aktualny w sytuacji, w której transfery do budżetu gmin z tytułu udziału w podatku dochodowym od osób fizycznych mogą zostać w najbliższym czasie uszczuplone na skutek konieczności podniesienia kwoty wolnej od podatku¹.

Celem niniejszego artykułu jest identyfikacja uwarunkowań wyboru zwrotnych źródeł finansowania inwestycji przez gminy w Polsce oraz ocena zakresu wykorzystania środków zwrotnych na realizację projektów inwestycyjnych w gminach województwa małopolskiego. Na podstawie wstępnej analizy literatury postawiono hipotezę badawczą, zgodnie z którą gminy miejskie częściej niż inne realizują inwestycje z wykorzystaniem środków zwrotnych. Aby zrealizować cele i zweryfikować hipotezę, w artykule dokonano analizy literatury przedmiotu oraz przeprowadzono badania empiryczne opierające się na danych Głównego Urzędu Statystycznego i Regionalnej Izby Obrachunkowej w Krakowie. Stosując analizę skupień, wyróżniono grupy gmin z województwa małopolskiego charakteryzujące się podobnym stopniem wykorzystania środków zwrotnych. Podjęto także próbę znalezienia zależności, które mogłyby wyjaśnić, dlaczego pewne gminy częściej niż inne sięgają po środki zwrotne przy realizacji projektów inwestycyjnych.

2. Specyfika inwestycji gmin i ich finansowanie

Definicja pojęcia inwestycji gmin jest kwestią dyskusyjną zarówno w teorii, jak i w praktyce gospodarczej [Hermaszewski 2006, s. 5]. Wielu specjalistów zajmujących się problematyką samorządów terytorialnych zamiennie stosuje takie określenia, jak: inwestycje lokalne, inwestycje gminne, inwestycje komunalne czy też inwestycje infrastrukturalne. Spotkać można też takie terminy jak inwestycje samorządu terytorialnego i inwestycje publiczne. Zestawienie określeń wystę-

¹ Wyrok w imieniu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 28 października 2015 r. Sygn. akt K 21/14.

pujących w literaturze wskazuje na różne rozumienie pojęcia inwestycji gmin (tabela 1).

Tabela 1. Wybrane definicje inwestycji podejmowanych przez gminy

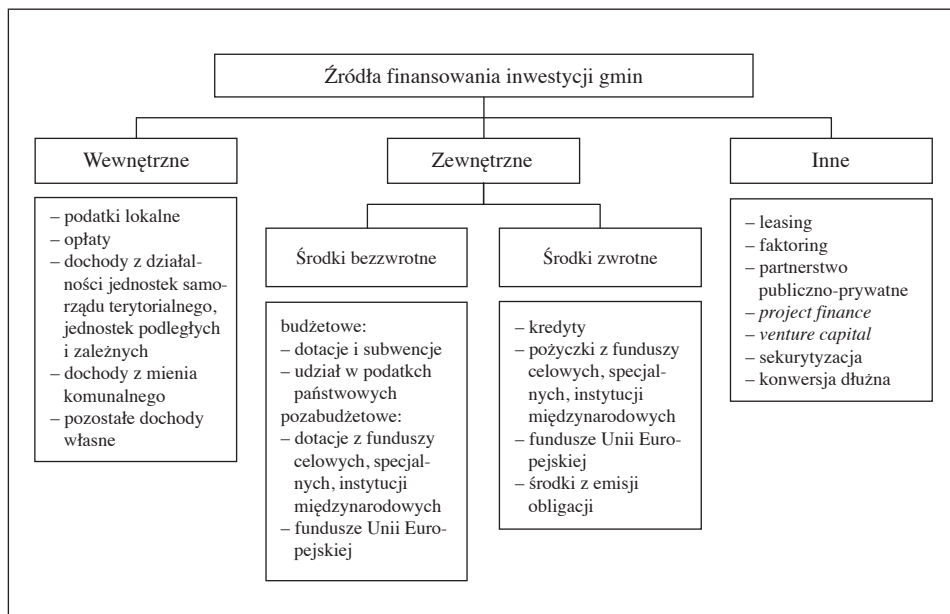
Autor	Określenie	Definicja
M. Ziolo	Inwestycje jednostek samorządu terytorialnego	Inwestycje o charakterze infrastrukturalnym, technicznym, integrowane z zadaniami własnymi jednostek samorządu terytorialnego, wspierające ich realizację, kreujące wartość dodaną na poziomie jednostki terytorialnej i zwiększające jej konkurencyjność przez podnoszenie zdolności jednostek samorządu terytorialnego do wzrostu i rozwoju
J. Czempas	Inwestycje samorządu terytorialnego	Przez inwestycje samorządu terytorialnego należy rozumieć obciążone ryzykiem celowe wydatkowanie kapitału, ukierunkowane na powiększenie korzyści materialnych i niematerialnych wspólnoty samorządowej oraz na powiększenie możliwości wzrostu jakości oraz zakresu dostarczanych dóbr i usług
H. Kurek i H. Zielińska	Inwestycje komunalne	Wszystkie inwestycje prowadzone przez przedsiębiorstwa komunalne, jednostki samorządu terytorialnego lub ich jednostki pomocnicze
M. Graczyk	Inwestycje komunalne	Techniczne instrumenty stymulowania zrównoważonego rozwoju (ładu zintegrowanego), ponieważ ich realizacja wpływa na ogólną poprawę stanu środowiska (ład ekologiczny) i jakości życia mieszkańców (ład społeczny), a jednocześnie rzutuje w istotny sposób na rozwój gospodarczy gminy (ład ekonomiczny)
C. Rudzka-Lorentz i J. Sierak	Inwestycje gmin	Wydatki na zakup lub wytworzenie materialnych składników majątkowych związanych z realizacją ustawowych zadań mianem inwestycji gmin; obejmują one działania z zakresu użyteczności publicznej i mają charakter nieochodowy

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Nowe zarządzanie... 2005, s. 162–163; Kurek i Zielińska 2007, s. 140; Graczyk 2008, s. 48; Ziolo 2012, s. 17; Czempas 2013, s. 26].

Mimo różnorodności interpretacyjnych jako podstawowy cel inwestycji realizowanych przez gminy przyjmuje się poprawę warunków życia społeczności lokalnej i zaspokojenie potrzeb użyteczności publicznej. Inwestycje gmin są zatem instrumentem oddziaływania na lokalny rozwój społeczno-gospodarczy.

Aby możliwa była realizacja projektów inwestycyjnych, konieczne jest zagwarantowanie odpowiedniego poziomu środków finansowych. W Polsce występują liczne możliwości finansowania inwestycji, z których część jest typowa dla sektora publicznego, natomiast inne formy zostały wzięte z sektora przedsiębiorstw.

Źródła finansowania inwestycji gmin są różnie klasyfikowane. Najogólniej można podzielić je na wewnętrzne, zewnętrzne oraz inne (rys. 1).



Rys. 1. Źródła finansowania inwestycji gmin

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Bankowo-finansowa obsługa... 2008, s. 23; Guziejewska 2008, s. 45–46; Zioto 2012, s. 70–71].

W grupie wewnętrznych źródeł finansowania znajdują się dochody własne, m.in. wpływy z podatków (np. od nieruchomości, rolnego, leśnego), opłat (np. skarbowej, targowej, miejscowej), dochody uzyskiwane przez gminne jednostki budżetowe i wpłaty od samorządowych zakładów budżetowych, dochody z majątku gminy, spadki, zapisy i darowizny na rzecz gminy.

Zewnętrzne źródła obejmują środki bezzwrotne oraz zwrotne. Źródła bezzwrotne to środki budżetowe (tj. dotacje i subwencje oraz udział w podatkach państwowych) oraz pozabudżetowe (tj. fundusze Unii Europejskiej oraz dotacje z funduszy celowych, specjalnych i instytucji międzynarodowych). Do źródeł zwrotnych zalicza się kredyty, pożyczki i środki z emisji obligacji.

Inne źródła to przede wszystkim złożone formy finansowania: partnerstwo publiczno-privatne [Węgrzyn 2013, s. 125–126], *project finance*, *venture capital*, sekurytyzacja aktywów, konwersja dłużna, a także leasing oraz faktoring.

3. Uwarunkowania wyboru zwrotnych źródeł finansowania

W warunkach utrzymującego się niedoboru środków finansowych na realizację koniecznych przedsięwzięć inwestycyjnych w zaspokajaniu potrzeb społeczności lokalnych coraz większą rolę odgrywają zwrotne źródła finansowania, pochodzące z kredytów, pożyczek oraz emisji papierów wartościowych. Tego typu źródła finansowania umożliwiają władzom gmin realizację inwestycji oraz zwiększenie poziomu realizowanych inwestycji.

W literaturze przedmiotu wskazuje się na pozytywne aspekty finansowania inwestycji gmin środkami zwrotnymi. Wśród nich wymienia się [Wiewióra 2009, s. 10–11]:

- przyśpieszenie okresu realizacji przedsięwzięcia inwestycji, co skutkuje obniżeniem kosztów inwestycji,
- potencjalne korzyści z inwestycji, które przekraczają koszty obsługi zadłużenia,
- równość międzypokoleniową – każde pokolenie czerpie korzyści z inwestycji i partycypuje w spłacie zobowiązań zaciągniętych na jej realizację (realizacja zasady: „płać, skoro korzystasz”),
- poprawę absorpcji środków unijnych, które wymagają zapewnienia wkładów własnych (tj. udziału własnego, który może być wniesiony w formie kredytów inwestycyjnych).

O wyborze zewnętrznych źródeł finansowania decydują różne kryteria, które można ująć w trzy grupy [Filipiak 2014, s. 34]: czynniki zewnętrzne, czynniki wewnętrzne oraz czynniki wynikające ze specyfiki instrumentu dłużnego (tabela 2).

Czynniki zestawione w tabeli 2 wskazują, że decyzja o wyborze zwrotnych źródeł finansowania inwestycji jest wypadkową różnych czynników. Ponadto niektóre gminy mają większe predyspozycje do zaciągania zobowiązań niż inne (np. ze względu na wewnętrzną sytuację finansową lub wzmoczoną aktywność inwestycyjną). Ponieważ decydenci w gminie napotykają wiele problemów wynikających z niepełnej informacji i ograniczonych możliwości analizy, na ich decyzje wpływają też czynniki behawioralne, tj.: czynniki psychologiczne i błędy poznawcze (zob. [Zielonka 2008, s. 49; Zielińska i Ostrowska 2013, s. 489; Czerwonka 2015, s. 60]). Oznacza to, że wybór źródła finansowania może wynikać z charakteru lub cech osobowości urzędnika, jego dotychczasowych doświadczeń i posiadanej wiedzy.

Z jednej strony środki zwrotne pozwalają gminom na zwiększenie nakładów inwestycyjnych, z drugiej jednak powodują zaciągnięcie zobowiązania finansowego o określonych kosztach i terminach spłat, co ma wpływ na ustawowe ograniczenia dotyczące zaciągania długu. Art. 243 ustawy o finansach publicznych

[Ustawa z dnia 27 sierpnia 2009] określa limit w postaci indywidualnego wskaźnika zadłużenia. Zgodnie z nim roczna wartość relacji spłat zobowiązań i ich obsługi do planowanych dochodów nie może przekraczać wskaźnika obliczonego jako średnia arytmetyczna z wyliczonych dla ostatnich trzech lat poprzedzających dany rok budżetowy relacji dochodów bieżących, powiększonych o dochody uzyskane ze sprzedaży majątku oraz pomniejszonych o wydatki bieżące do dochodów ogółem budżetu.

Tabela 2. Determinanty wyboru zwrotnych źródeł finansowania

Grupa czynników	Determinanty
Zewnętrzne	<ul style="list-style-type: none"> – obowiązujące przepisy prawa – sytuacja społeczno-gospodarcza – sytuacja na rynkach finansowych – czynniki związane z ryzykiem zewnętrznym (np. polityczne, prawne)
Wewnętrzne	<ul style="list-style-type: none"> – sytuacja finansowa gminy (np. poziom dochodów) – budżet bieżący gminy – sytuacja inwestycyjna (w tym zdolność do podejmowania nowych inwestycji) – wykorzystanie środków europejskich – czynniki ryzyka wewnętrznego (np. finansowe, kadrowe)
Wynikające ze specyfiki danego instrumentu	<ul style="list-style-type: none"> – ryzyko transakcyjne i finansowe – koszty pozyskania źródła i koszty obsługi długu – czynniki miękkie (np. efekt promocyjny) – czynniki związane z rynkami finansowymi, na których są emitowane lub dopuszczane do obrotu instrumenty dłużne (np. zasady i procedury obowiązujące na rynkach, rozwój pośrednictwa finansowego, dywersyfikacja ryzyka działalności i model klienta preferowanego)

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Filipiak 2014, s. 40–42].

Zaciąganie zobowiązań finansowych nie tylko wpływa na ustawowe limity zadłużenia, ale przede wszystkim powoduje negatywne skutki dla przyszłych pokoleń, które muszą spłacać dług samorządowy. Mimo to korzystanie ze zwrotnych źródeł finansowania inwestycji przez gminy jest powszechne. Jedną z głównych przyczyn jest brak adekwatności pomiędzy wielkością posiadanych przez nie środków finansowych a liczbą i kapitałochłonnością powierzonych tym jednostkom zadań.

Aby określić zakres wykorzystania środków zwrotnych w finansowaniu inwestycji gmin oraz ocenić niektóre uwarunkowania, przeprowadzono badania empiryczne dla gmin w województwie małopolskim. Omówiono je w kolejnej części artykułu.

4. Wyniki badań własnych przeprowadzonych w gminach województwa małopolskiego

Celem badań była identyfikacja zakresu wykorzystania środków zwrotnych na realizację projektów inwestycyjnych w gminach województwa małopolskiego. Dodatkowym, uszczegóławiającym celem było pogrupowanie gmin województwa małopolskiego ze względu na zakres wykorzystania środków zwrotnych.

Koszty realizacji usług publicznych w różnych typach gmin są różne. Ze względu na swoją specyfikę gminy miejskie muszą zaspokoić większą liczbę potrzeb mieszkańców niż gminy wiejskie, co implikuje konieczność poszukiwania dodatkowych źródeł finansowania. W związku z tym jako hipotezę badawczą przyjęto, że gminy miejskie częściej niż inne realizują inwestycje z wykorzystaniem środków zwrotnych.

Do zweryfikowania hipotezy badawczej zastosowano metodę analizy skupień, której celem jest uzyskanie jednorodnych grup analizowanych obiektów (w tym przypadku gmin) pod względem badanych cech. Analiza skupień obejmuje różne metody klasyfikacji obiektów – w niniejszych badaniach posłużono się metodą Warda i wykorzystano odległość euklidesową (zob. [Grabiński i Sokołowski 1984, s. 63–79; Malina 2004, s. 63; Suchecki 2010, s. 62]). Obliczenia wykonano w programie Statistica w module analiza skupień.

Przedmiotem badań są wszystkie gminy województwa małopolskiego (182 gminy), a dane do analizy pochodzą ze sprawozdań za 2014 r. opublikowanych przez Regionalną Izbę Obrachunkową w Krakowie. Jako zmienne do badań przyjęto trzy wskaźniki:

X_1 – udział wydatków inwestycyjnych w wydatkach ogółem – wskazuje on na rodzaj polityki inwestycyjnej gmin: im wyższa wartość, tym bardziej aktywne działania inwestycyjne prowadzi gmina, a to implikuje konieczność poszukiwania dodatkowych źródeł finansowania pozwalających na realizację inwestycji [Zioło 2012, s. 258–259];

X_2 – relacja wydatków inwestycyjnych do wolnych środków (wolne środki to różnica między dochodami ogółem a wydatkami bieżącymi) – wydatki inwestycyjne przewyższające wysokość wolnych środków oznaczają, że gmina sięga do zwrotnych źródeł finansowania inwestycji [Jastrzębska 2009, s. 128–129];

X_3 – relacja przychodów z zaciągniętych kredytów i pożyczek oraz emisji papierów wartościowych dłużnych do wydatków inwestycyjnych – informuje o stopniu finansowania wydatków inwestycyjnych zwrotnymi źródłami finansowania (pożyczki, kredyty, obligacje) [Jastrzębska 2009, s. 131–132].

Aby sprawdzić poprawność statystyczną doboru zmiennych, obliczono współczynniki zmienności² i korelacji³. Otrzymane wyniki potwierdziły prawidłowy wybór zmiennych pod względem statystycznym:

- współczynniki zmienności: $X_1 - 0,47$, $X_2 - 0,39$, $X_3 - 0,91$;
- współczynniki korelacji: X_1 i $X_2 - 0,09$, X_1 i $X_3 - 0,03$, X_2 i $X_3 - 0,18$.

Kolejnym krokiem było doprowadzenie zmiennych do wzajemnej porównywalności. W tym celu wykorzystano metodę unitaryzacji i zastosowano następującą formułę [Młodak 2006, s. 39]:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}},$$

gdzie:

$$i = 1, 2, \dots, n,$$

$$j = 1, 2, \dots, p,$$

$\max_i x_{ij}$ – maksymalna wartość j -tej cechy w i -tym obiekcie,

$\min_i x_{ij}$ – minimalna wartość j -tej cechy w i -tym obiekcie.

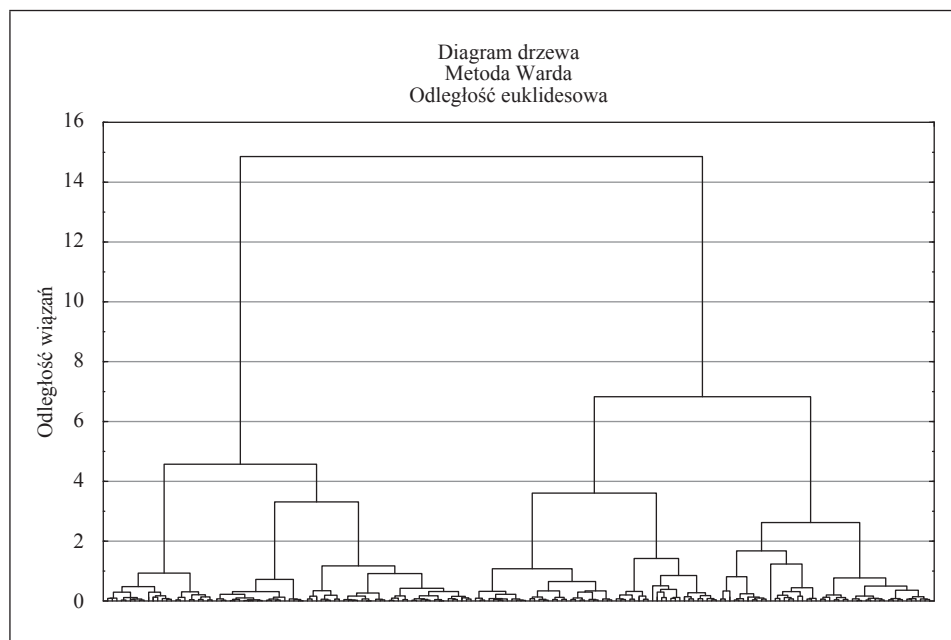
Na podstawie otrzymanych wartości przeprowadzono analizę skupień w programie Statistica. W wyniku przeprowadzonej analizy za pomocą metody Warda oraz odległości euklidesowej powstał dendrogram zaprezentowany na rys. 2.

Grupowanie gmin pozwoliło na wyodrębnienie trzech grup skupień, które obejmują gminy podobne pod względem intensywności korzystania ze środków zwrotnych w finansowaniu inwestycji. Średnie arytmetyczne poszczególnych wskaźników w każdym skupieniu zaprezentowano w tabeli 3.

Wskaźniki przedstawione w tabeli 3 obliczone zostały na podstawie wartości rzeczywistych (przed unitaryzacją). W grupie pierwszej dwa wskaźniki – relacja wydatków inwestycyjnych do wolnych środków oraz relacja przychodów zwrotnych do wydatków inwestycyjnych, są zdecydowanie wyższe niż w pozostałych grupach. Udział wydatków inwestycyjnych w wydatkach ogółem jest jednak niższy w porównaniu z grupą drugą. Na podstawie analizy wskaźników oceniono, że pierwsza grupa to gminy, które w najwyższym stopniu wykorzystują środki zwrotne w finansowaniu inwestycji (skupienie 1). Druga grupa (skupienie 2) to gminy, które w średnim stopniu wykorzystują środki zwrotne w finansowaniu

² Małe zróżnicowanie współczynnika zmienności wskazuje, że dana zmienna słabo dyskryminuje badane obiekty, czyli ma małą wartość informacyjną. Ze zbioru cech eliminuje się te zmienne, dla których wartość współczynnika zmienności jest nie większa od pewnie ustalonej małej wartości progowej, przy czym zwykle przyjmowana jest wartość 0,1.

³ Wysoki współczynnik korelacji Pearsona między zmiennymi wskazuje, że są one nośnikami podobnych informacji i wtedy z danej pary wybiera się jedną zmienną, a drugą odrzuca (na podstawie przesłanek merytorycznych oraz statystyczno-formalnych).



Rys 2. Grupowanie gmin województwa małopolskiego ze względu na wykorzystanie środków zwrotnych w finansowaniu inwestycji

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3. Średnie arytmetyczne wskaźników w poszczególnych grupach gmin

Grupa gmin	Udział wydatków inwestycyjnych w wydatkach ogółem	Relacja wydatków inwestycyjnych do wolnych środków	Relacja przychodów zwrotnych do wydatków inwestycyjnych
Skupienie 1	0,1782	1,4321	0,6243
Skupienie 2	0,2614	1,1250	0,2431
Skupienie 3	0,1086	0,7666	0,1842

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych obliczeń.

inwestycji, ale udział ich wydatków inwestycyjnych w wydatkach ogółem jest największy (ponad 26%). Natomiast trzecia grupa obejmuje gminy, które najrzadziej sięgają po środki zwrotne przy finansowaniu inwestycji (skupienie 3). Gminy wchodzące w skład poszczególnych grup zestawiono w tabeli 4.

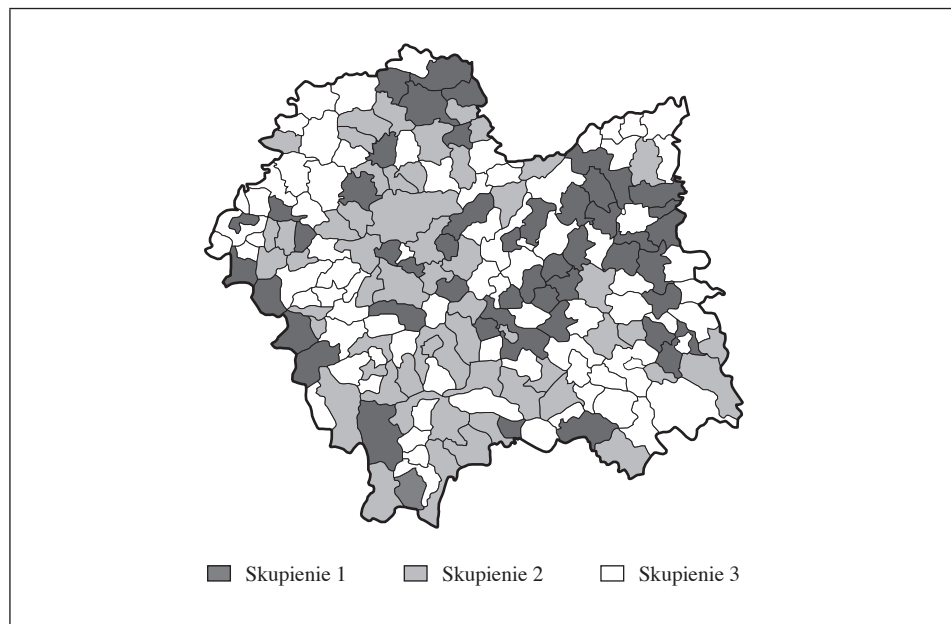
Grupy pierwsza i druga zawierają zbliżoną liczbę gmin. Natomiast najliczniejsza jest grupa trzecia obejmująca 81 gmin (45% badanych jednostek), które podczas realizacji inwestycji wykorzystują środki zwrotne w najmniejszym stopniu. Na rys. 3 zaznaczono obszar gmin wchodzących w skład poszczególnych skupień.

Tabela 4. Skupienia gmin w województwie małopolskim o podobnym poziomie wykorzystania środków zwrotnych w finansowaniu inwestycji

Skupienie	Gminy
Skupienie 1 (47 gmin)	Bochnia (1), Skała (3), Czarny Dunajec (2), Biskupice (2), Łososina Dolna (2), Pleśna (2), Iwkowa (2), Łużna (2), Słaboszów (2), Tuchów (3), Charsznica (2), Andrychów (3), Mogilany (2), Krościenko nad Dunajcem (2), Spytkowice (powiat wadowicki; 2), Gorlice (2), Peim (2), Miechów (3), Dębno (2), Zawoja (2), Limanowa (2), Tymbark (2), Stryszawa (2), Tarnów (2), Niepołomice (3), Oświęcim (1), Lipnica Murowana (2), Raciechowice (2), Gnojnik (2), Żegocina (2), Lisia Góra (2), Radziemice (2), Radłów (3), Rzezawa (2), Czchów (3), Wierzchosławice (2), Zakopane (1), Kęty (3), Borzęcin (2), Książ Wielki (2), Rzepiennik Strzyżewski (2), Babice (2), Zabierzów (2), Żabno (3), Siepraw (2), Skrzyszów (2), Piwniczna-Zdrój (3)
Skupienie 2 (54 gminy)	Bukowno (1), Słomniki (3), Szczurowa (2), Kościelisko (2), Podegrodzie (2), Drwinia (2), Liszki (2), Jodłownik (2), Limanowa (1), Nowy Targ (1), Muszyna (3), Ropa (2), Sułkowice (3), Wielka Wieś (2), Bukowina Tatrzańska (2), Dobra (2), Skawina (3), Myślenice (3), Gołcza (2), Łapsze Niżne (2), Jabłonka (2), Pałecznicza (2), Łącko (2), Mszana Dolna (1), Jordanów (2), Kraków (1), Gdów (2), Tomice (2), Lipinki (2), Koszyce (2), Dąbrowa Tarnawska (3), Sułoszowa (2), Bobowa (3), Korzenna (2), Stary Sącz (3), Nowy Targ (2), Wieliczka (3), Mszana Dolna (2), Zakliczyn (3), Wieprz (2), Dobczyce (3), Rabka-Zdrój (3), Sucha Beskidzka (1), Zielonki (2), Raba Wyżna (2), Przeciszów (2), Kamienica (2), Michałowice (2), Zembrzyce (2), Trzyciąż (2), Sękowa (2), Czorsztyn (2), Zator (3), Raclawice (2)
Skupienie 3 (81 gmin)	Gorlice (1), Mucharz (2), Świątniki Górne (3), Iwanowice (2), Olesno (2), Laskowa (2), Biały Dunajec (2), Spytkowice (powiat nowotarski; 2), Kamionka Wielka (2), Kocmyrów-Luborzycza (2), Wolbrom (3), Oświęcim (2), Radgoszcz (2), Olkusz (3), Bolesław (powiat olkuski; 2), Igołomia-Wawrzeńczyce (2), Kłaj (2), Moszczenica (2), Chrzanów (3), Chełmiec (2), Wojnicz (3), Szczawnica (3), Grybów (2), Osiek (2), Słopnice (2), Łabowa (2), Uście Gorlickie (2), Nawojowa (2), Niedźwiedz (2), Budzów (2), Klucze (2), Bystra-Sidzina (2), Kalwaria Zebrzydowska (3), Chełmek (3), Koniusza (2), Mędrzechów (2), Proszowice (3), Grybów (1), Gromnik (2), Wietrzychowice (2), Jordanów (1), Bolesław (powiat dąbrowski; 2), Wiśniowa (2), Wadowice (3), Biecz (3), Nowy Wiśnicz (3), Gręboszów (2), Trzciana (2), Lanckorona (2), Lipnica Wielka (2), Łapanów (2), Jerzmanowice-Przeeginia (2), Tokarnia (2), Brzeszcze (3), Kozłów (2), Ochotnica Dolna (2), Łukowica (2), Bochnia (3), Nowy Sącz (1), Polanka Wielka (2), Libiąż (3), Poronin (2), Ryglice (3), Krynica-Zdrój (3), Szczucin (3), Tarnów (1), Brzeźnica (2), Trzebinia (3), Gródek nad Dunajcem (2), Stryszów (2), Szerzyny (2), Lubień (2), Czernichów (2), Szafłary (2), Krzeszowice (3), Maków Podhalański (3), Rytro (2), Ciężkowice (3), Alwernia (3), Brzesko (3), Nowe Brzesko (3)

Objaśnienia: (1) – gmina miejska, (2) – gmina wiejska, (3) – gmina miejsko-wiejska.

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 3. Przestrzenne zróżnicowanie województwa małopolskiego pod względem wykorzystania środków zwrotnych w finansowaniu inwestycji gmin

Źródło: opracowanie własne.

Z analizy rys. 3 wynika, że gminy w największym stopniu wykorzystujące finansowanie zwrotne przy realizacji inwestycji to przeważnie gminy leżące na północy i północnym wschodzie województwa małopolskiego (powiaty miechowski, brzeski i tarnowski). Gminy, które w najmniejszym stopniu wykorzystują środki zwrotne, rozproszone są po całym województwie. Można jednak wskazać powiaty, w których dominują gminy ze skupienia 3. Są to powiaty: olkuski, chrzanowski, dąbrowski i nowosądecki. W centralnej części województwa występują przede wszystkim gminy, które w średnim stopniu wykorzystują środki zwrotne w finansowaniu inwestycji. Szczegółowe informacje o typach gmin (miejska, wiejska, miejsko-wiejska) wchodzących w skład poszczególnych skupień zostały przedstawione w tabeli 5.

Dane zestawione w tabeli 5 nie weryfikują hipotezy zakładającej, że gminy miejskie częściej niż inne wykorzystują środki zwrotne w finansowaniu inwestycji. Najliczniejszą grupą są gminy, które rzadko wykorzystują możliwości finansowania projektów inwestycyjnych ze środków zwrotnych. W skupieniu tym dominują przede wszystkim gminy wiejskie oraz miejsko-wiejskie.

Tabela 5. Rodzaje gmin w poszczególnych skupieniach

Rodzaj gminy	Skupienie 1	Skupienie 2	Skupienie 3
Gminy miejskie (1)	3	6	5
Gminy wiejskie (2)	34	35	52
Gminy miejsko-wiejskie (3)	10	13	24
Razem	47	54	81

Źródło: opracowanie własne.

We wcześniejszej części opracowania zwrócono uwagę, że pewne gminy mają większą zdolność zaciągania zobowiązań niż inne, co może wynikać z ich sytuacji finansowej. Dlatego też kolejnym etapem analizy było określenie sytuacji finansowej gmin na podstawie wskaźnika zamożności (dochody ogółem na jednego mieszkańca)⁴. Dla trzech wyodrębnionych grup w przeprowadzonej analizie skupień obliczono średnią arytmetyczną oraz medianę dochodów ogółem gminy przypadających na jednego mieszkańca (tabela 6).

Tabela 6. Dochody ogółem na jednego mieszkańca w poszczególnych skupieniach gmin (w zł)

Wskaźnik	Skupienie 1	Skupienie 2	Skupienie 3
Średnia	3036	3481	3113
Mediana	3066	3358	2986

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego.

Z przedstawionych danych liczbowych wynika, że gminy, w których dochód ogółem na jednego mieszkańca jest najwyższy, w średnim stopniu wykorzystują środki zwrotne w finansowaniu inwestycji. Taka zależność może wynikać z następujących przesłanek:

– gminy o bardzo dobrej sytuacji finansowej nie muszą korzystać ze środków zwrotnych na finansowanie inwestycji, gdyż posiadają wysokie dochody; z tego powodu nie należą do grupy pierwszej obejmującej gminy o najwyższym poziomie wykorzystania środków zwrotnych;

– gminy o bardzo dobrej sytuacji finansowej mogą osiągać wyższy poziom zadłużenia niż inne, gdyż w ich przypadku przekroczenie ustawowych limitów

⁴ Wskaźnik ten określa, ile środków pieniężnych posiada dana gmina na jednego mieszkańca; im wyższa wartość wskaźnika, tym większa możliwość zaspokojenia potrzeb mieszkańców lub większa możliwość obsługi dodatkowego zadłużenia przy finansowaniu potrzeb (zob. [Wiśniewski 2011, s. 126]).

zadłużenia jest dużo mniej prawdopodobne niż w gminach osiągających niższe dochody ogółem na mieszkańca; z tego powodu gminy te nie należą do grupy trzeciej obejmującej gminy o najniższym poziomie wykorzystania środków zwrotnych.

5. Podsumowanie

Analiza problemu prowadzi do wniosku, że wykorzystanie środków zwrotnych zwiększa możliwości gmin w zakresie realizacji inwestycji. Ze względu jednak na rozmaite czynniki zewnętrzne i wewnętrzne intensywność korzystania ze źródeł zewnętrznych (środków zwrotnych) przy finansowaniu inwestycji kształtuje się na różnym poziomie w poszczególnych gminach. Zbadanie gmin województwa małopolskiego pod względem poziomu wykorzystania środków zwrotnych pozwoliło na wyodrębnienie trzech grup gmin, podobnych pod względem wskaźników charakteryzujących wykorzystanie środków zwrotnych. Najlicniejsza grupa objęła 81 gmin, które rzadko wykorzystują możliwości finansowania projektów inwestycyjnych ze środków zwrotnych. W grupie dominowały gminy wiejskie oraz miejsko-wiejskie.

Na podstawie danych liczbowych i przyjętych wskaźników nie potwierdzono hipotezy badawczej, mówiącej, że gminy miejskie częściej niż inne realizują inwestycje z wykorzystaniem środków zwrotnych. Zakres czasowy przeprowadzonej analizy obejmował tylko 2014 r., a obliczenia zostały ograniczone do trzech wskaźników. Rozszerzenie przeprowadzonych badań mogłaby stanowić analiza uwzględniająca dodatkowe wskaźniki opisujące wykorzystanie środków zwrotnych przez gminy, która objęłaby okres kilku lat i inne województwa lub analiza różnych czynników warunkujących wykorzystanie zwrotnych źródeł finansowania.

Literatura

- Bankowo-finansowa obsługa jednostek samorządu terytorialnego* [2008], red. B. Filipiak, S. Flejtarski, CeDeWu, Warszawa.
- Czempas J. [2013], *Skłonność jednostek samorządu terytorialnego do inwestowania. Ujęcie ilościowe na przykładzie miast na prawach powiatu województwa śląskiego*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice.
- Czerwonka L. [2015], *Behawioralne aspekty decyzji inwestycyjnych przedsiębiorstw*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
- Filipiak B. [2014], *Adekwatność źródeł finansowania jednostek samorządu terytorialnego*, „Finanse Komunalne”, nr 1–2.
- Grabiński T., Sokołowski A. [1984], *Z badań nad efektywnością wybranych procedur taksonomicznych*, „Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie”, nr 181.

- Graczyk M. [2008], *Zarządzanie inwestycjami komunalnymi. Dobra praktyka w pozyskiwaniu funduszy europejskich*, Oficyna Wydawnicza Branta, Bydgoszcz–Zielona Góra.
- Guziejewska B. [2008], *Zewnętrzne źródła finansowania samorządu terytorialnego. Teoria a praktyka*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Hermaszewski J. [2006], *Istota inwestycji lokalnych i ich rola w rozwoju gminy* [w:] *Rola samorządu w zarządzaniu rozwojem lokalnym i regionalnym*, red. M. Adamowicz, PWZS, Biała Podlaska, www.hermaszewski.glogow.pl (data dostępu: 10.01.2016).
- Jastrzębska M. [2009], *Zarządzanie długiem jednostek samorządu terytorialnego*, Wolters Kluwer, Warszawa.
- Kurek H., Zielińska H. [2007], *Inwestycje komunalne i główne determinanty ich rozwoju*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie”, nr 752.
- Malina A. [2004], *Wielowymiarowa analiza przestrzennego zróżnicowania struktury gospodarki Polski według województw*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków.
- Młodak A. [2006], *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej*, Difin, Warszawa.
- Nowe zarządzanie publiczne w polskim samorządzie terytorialnym* [2005], red. A. Zalewski, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa.
- Sucheckie B. [2010], *Ekometria przestrzenna*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa.
- Ustawa z dnia 27 sierpnia 2009 r. o finansach publicznych, Dz.U. nr 157 poz. 1240 ze zm.
- Węgrzyn J. [2013], *Przełamanie podejmowania inicjatyw partnerstwa publiczno-prywatnego – analiza porównawcza na przykładzie wybranych gmin województwa małopolskiego*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie”, nr 913.
- Wiewióra M. [2009], *Prawne ograniczenia w zaciąganiu kredytów i pożyczek przez jednostki samorządu terytorialnego w Polsce na tle rozwiązań stosowanych w wybranych krajach europejskich*, Materiały i Studia, z. 239, Narodowy Bank Polski, Warszawa.
- Wiśniewski M. [2011], *Ocena zdolności kredytowej gminy*, Difin, Warszawa.
- Wyrok w imieniu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 28 października 2015 r. Sygn. akt K 21/14.
- Zielińska E., Ostrowska E. [2013], *Uwarunkowania behawioralne decyzji inwestycyjnych*, „Zarządzanie i Finanse”, R. 11, nr 2, cz. 4.
- Zielonka P. [2008], *Behawioralne aspekty inwestowania na rynku papierów wartościowych*, CeDeWu, Warszawa.
- Zioło M. [2012], *Modelowanie źródeł finansowania inwestycji komunalnych a efektywność wydatków publicznych*, CeDeWu, Warszawa.

The Use of Repayable Funds for Municipality Investments in Małopolska Province

(Abstract)

The main objective of this study was to identify the determinants of the choice of repayable funds to finance investments made by municipalities in Poland and to assess the use of repayable funds by the municipalities of Małopolska Province. According to the research hypothesis, urban communities more often than other types of municipalities finance their investments by repayable funds.

To achieve the article's objectives and test the hypothesis, an analysis of the subject literature and empirical research was carried out based on data from Poland's Central Statistical Office and the Regional Chamber of Audit in Cracow. Cluster analysis was performed in order to verify the hypothesis. The objects of this study were all 182 of the municipalities in Małopolska Province.

Keywords: repayable funds, municipality investments, investment financing, community.

Piotr Sołtyk

Nieprawidłowości w gospodarce finansowej jednostek samorządu terytorialnego ujawniane przez regionalne izby obrachunkowe – analiza za lata 2006–2014

Streszczenie

W artykule podjęto problematykę ujawnianych przez regionalne izby obrachunkowe (RIO) naruszeń prawa w wyniku przeprowadzonych kontroli gospodarki finansowej jednostek samorządu terytorialnego (JST). Dokonano także oceny skutków finansowych poszczególnych rodzajów stwierdzonych nieprawidłowości. Ze względu na skalę ujawnianych nieprawidłowości w artykule zwrócono uwagę na koncepcję kontroli zarządczej jako nowej kategorii prawa finansowego, której celem według założeń ustawodawcy jest wspomaganie realizacji założonych celów i zadań JST. Mając na uwadze dążenie do ograniczenia czynników ryzyka powstawania nieprawidłowości, przedstawiono istotę mechanizmów kontroli w działaniu gospodarki finansowej.

Celem artykułu jest przedstawienie najczęściej ujawnianych przez RIO naruszeń prawa w działaniu gospodarki finansowej JST. Skoncentrowano się w nim na przeglądzie literatury przedmiotu, a także sprawozdań z działalności RIO przygotowanych przez Krajową Radę Regionalnych Izb Obrachunkowych. Realizacja tak założonego celu badawczego wymagała także wtórnej analizy uregulowań prawnych. Badania obejmowały lata 2006–2014, a więc okres wprowadzania gruntownych zmian w przepisach prawa finansowego.

Słowa kluczowe: samorząd terytorialny, kontrola finansowa, regionalna izba obrachunkowa, nieprawidłowości.

Klasyfikacja JEL: H83, H61.

1. Wprowadzenie

Realizacja zadań przez samorząd terytorialny oparta jest na publicznym zasobie finansowym. Ustanowienie nadzoru i kontroli gospodarki finansowej jednostek samorządu terytorialnego (JST) leży w interesie państwa, a także mieszkańców wspólnoty lokalnej lub regionalnej (por. [Chojna-Duch 2003, s. 232]). Organem uprawnionym do kontroli działania gospodarki finansowej JST są regionalne izby obrachunkowe (RIO). Kontrola realizowana przez ten konstytucyjnie umocowany organ stanowi immanentną funkcję zarządzania. Służy to nie tylko ochronie mienia publicznego przed nieuzasadnionymi stratami, ale również ujawnieniu naruszenia prawa, a następnie wskazaniu kierunków poprawy w ramach zaleceń pokontrolnych, co wpływa na jakość zarządzania gospodarką finansową JST (por. [Kałużny i Zawdzak 1999, s. 9]). RIO wskazują dysfunkcje i ujawniają luki w działaniu systemu kontroli zarządczej oraz pozwalają na podejmowanie działań na przyszłość mających na celu ograniczenie naruszeń prawa.

Celem artykułu jest przedstawienie najczęściej ujawnianych przez RIO naruszeń prawa w działaniu gospodarki finansowej JST. Jako metodę badawczą przyjęto przegląd literatury przedmiotu, a także sprawozdań z działalności RIO przygotowanych przez Krajową Radę Regionalnych Izb Obrachunkowych. Realizacja tak założonego celu badawczego wymagała także wtórnej analizy uregulowań prawnych. Badania obejmowały lata 2006–2014, a więc okres wprowadzania gruntownych zmian w przepisach prawa finansowego. Uzyskane wyniki z badań pozwalają wskazać obszary gospodarki finansowej, w których najczęściej ujawniane są przypadki naruszenia prawa. W praktyce przedmiotowa informacja może być wykorzystana do planowania, organizowania i ewaluacji działania gospodarki finansowej JST.

2. Regionalne izby obrachunkowe w systemie kontroli finansów publicznych

Decentralizacja administracji publicznej spowodowała konieczność powołania organów, które sprawować będą nadzór i kontrolę nad legalnością działań samorządów terytorialnych (por. [Kosek-Wojnar i Surówka 2007, s. 252]). Początki działania RIO związane są z przepisami ustawy z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym. W art. 86 tej ustawy wskazano bowiem, że nadzór

nad działalnością gmin w zakresie spraw budżetowych prowadzić będą RIO jako niezależne od wojewody instytucje. Wraz z wejściem w życie tego przepisu wojewoda pozbawiony został możliwości sprawowania nadzoru i kontroli nad finansami gmin. W konstrukcji systemu kontroli środków publicznych RIO jako organy państwowe utworzone zostały na podstawie ustawy z dnia 7 października 1992 r. Ustawa weszła jednak w życie dopiero 1 stycznia 2003 r. Wskazać należy, że RIO jako organy państwowe wyróżnione zostały w przepisach ustawy zasadniczej jako niezbywalny element ustroju Polski [Dębowska-Romanowska 2007, s. 4]. W świetle dyspozycji art. 171 Konstytucji RP „działalność samorządu terytorialnego podlega nadzorowi z punktu widzenia legalności, zaś organami nadzoru nad działalnością jednostek samorządu terytorialnego są Prezes Rady Ministrów i wojewodowie, a w zakresie spraw finansowych – regionalne izby obrachunkowe”. Konstytucja traktuje RIO jako wyspecjalizowane organy nadzoru i kontroli nad działalnością JST w zakresie spraw finansowych, a także wyraźnie oddziela nadzór wykonywany przez administrację rządową od nadzoru realizowanego przez RIO (por. [„Informator” 2007, s. 6]). Jak podkreśla B. Filipiak, „jednym z ważniejszych ogniw w procesie kontroli administracji publicznej są RIO, które w szczególności nadzorują i kontrolują gospodarkę finansową JST” [2007, s. 83]. Z uregulowań ustawy o RIO wynika, że wykonują one dwie zasadnicze funkcje wobec samorządu terytorialnego, tj. nadzór i kontrolę gospodarki finansowej. Pierwsza funkcja – nadzór nad samorządem terytorialnym, może być realizowana pod kątem zgodności z prawem, legalności. Dodać należy, że RIO mogą prowadzić wyłącznie nadzór w przypadkach wynikających z przepisów rangi ustawowej. Przedmiotem nadzoru są uchwały i zarządzenia podejmowane przez przedstawicieli organu stanowiącego, organ wykonawczy, a także związki komunalne utworzone przez JST. Zgodnie z dyspozycją art. 11 ustawy o RIO w zakresie działalności nadzorczej Izby badają sprawy dotyczące:

- procedury uchwalania budżetu i jego zmian,
- budżetu i jego zmian,
- zaciągania zobowiązań wpływających na wysokość długu publicznego JST oraz udzielania pożyczek,
- zasad i zakresu przyznawania dotacji z budżetu JST,
- podatków i opłat lokalnych, do których mają zastosowanie przepisy ordynacji podatkowej,
- absolutorium,
- wieloletniej prognozy finansowej i jej zmian.

Oprócz działalności nadzorczej RIO przeprowadzają kontrolę gospodarki finansowej JST. Funkcja kontrolna sprawowana przez Izbę jest bardziej rozbudowana. Obejmuje ona pokaźny krąg podmiotów zaliczanych do sektora finansów publicznych. Przedmiotem zainteresowania RIO są również podmioty niezaliczane

do sektora finansów publicznych, np. stowarzyszenia, fundacje, które dysponują środkami publicznymi przekazanymi w formie transferów pieniężnych – dotacji celowych z budżetów samorządowych. Środki te przekazywane są na realizację zadań własnych JST, muszą więc podlegać szczegółowej kontroli w zakresie prawidłowości ich wykorzystania. Izby przeprowadzają kontrolę gospodarki finansowej JST, w tym także wnikliwej ocenie podlega realizacja zobowiązań podatkowych. Przedmiotem kontroli RIO jest również zgodność z prawem zamówień publicznych. Przepisy prawa zobowiązują Izbę do przeprowadzenia, co najmniej raz na 4 lata, kontroli kompleksowej w JST (art. 7 ustawy o RIO). Ten rodzaj kontroli charakteryzuje się tym, że jej przedmiotem jest całokształt działania gospodarki finansowej JST. Zakres kontroli kompleksowej jest jednolity dla wszystkich RIO w Polsce i obejmuje (por. [Uchwała nr 3/2001]):

- ustalenia ogólnoorganizacyjne, w tym działanie kontroli zarządczej,
- prowadzenie księgowości i sporządzanie sprawozdań budżetowych,
- gospodarkę pieniężną i rozrachunki, w tym zadłużenie jednostek,
- realizację dochodów budżetowych,
- dokonywanie wydatków budżetowych,
- gospodarowanie mieniem komunalnym,
- rozliczenia finansowe JST z jej jednostkami organizacyjnymi,
- realizację zadań z zakresu administracji rządowej zleconych i powierzonych JST.

Oprócz kontroli kompleksowych Izby mogą przeprowadzać w administracji samorządowej również inne rodzaje kontroli. Są to kontrole problemowe i doraźne. Dodać należy, że tego rodzaju kontroli ustawodawca nie wymienił w treści Ustawy z dnia 7 października 1992 r. o regionalnych izbach obrachunkowych, lecz wskazał je dopiero w przepisach Rozporządzenia Prezesa Rady Ministrów z dnia 16 lipca 2004 r. w sprawie siedzib i zasięgu terytorialnego regionalnych izb obrachunkowych oraz szczegółowej organizacji izb, liczby członków kolegium i trybu postępowania.

Kontrole problemowe obejmują jedynie wybrane zagadnienia w jednej lub kilku JST. Kontrole doraźne wyróżniają się tym, że są podejmowane w razie potrzeby. Dodatkowo prezes RIO może zarządzić przeprowadzenie kontroli, której przedmiotem jest sprawdzenie stopnia realizacji zaleceń pokontrolnych wydanych po przeprowadzonej wcześniej kontroli.

Podczas kontroli RIO badana jest zgodność z prawem, a także zgodność dokumentacji ze stanem faktycznym. Podstawowym kryterium, na podstawie którego RIO przeprowadza kontrolę, jest legalność. W literaturze przedmiotu kryterium to określane jest często jako metakryterium, czyli kryterium dominujące nad innymi [Kasiński i in. 1994, s. 38]. Przez legalność należy rozumieć „zgodność

z obowiązującymi w badanym okresie przepisami konstytucji, ustaw, ratyfikowanych umów międzynarodowych, rozporządzeń, aktów prawa miejscowego oraz przepisów wewnętrznych” [*Glosariusz terminów...* 2005]. Zastosowanie kryterium zgodności z prawem oznacza każdorazowo konieczność przyrównywania zastanego sposobu zachowania z wzorcem, czyli oceny, czy prawo jest stosowane właściwie [Cybulski 2010, s. 77].

Przedstawiciele RIO badają działalność gospodarki finansowej JST także na podstawie kryterium rzetelności. Rzetelność rozumiana jest jako „wypełnianie obowiązków z należytą starannością, sumiennie i we właściwym czasie, wypełnianie zobowiązań zgodnie z ich treścią, przestrzeganie wewnętrznych reguł funkcjonowania danej jednostki – w szczególności określonego dla poszczególnych komórek i osób zakresu obowiązków” [*Glosariusz terminów...* 2005].

Ustawodawca upoważnił inspektorów RIO do uwzględnienia w trakcie kontroli także kryterium celowości i gospodarności, ale kryteria te mogą być zastosowane wyłącznie do kontroli w zakresie zadań administracji rządowej, które są wykonywane przez JST na podstawie ustaw lub zawartych porozumień. Celowość to kryterium, według którego ocenia się, czy jednostka realizuje postawione przed nią cele [*Glosariusz terminów...* 2005]. Przez cele jednostki należy rozumieć zarówno ogólne odniesienie do zakresu przydzielonych jej do realizacji zadań (ustawowych, statutowych) wynikających z aktu założycielskiego, jak też cele określone dla poszczególnych sfer działalności, programów, zamierzeń jednostki [*Glosariusz terminów...* 2005]. W systemie kontroli finansów publicznych gospodarność obok zasady działania w zgodności z prawem stanowi kluczowe kryterium oceny. Obowiązek respektowania zasady gospodarności wyrażony został w dyspozycji art. 44 Ustawy z dnia 27 sierpnia 2009 r. o finansach publicznych przez zobowiązanie kierowników, jako osób odpowiedzialnych za całość gospodarki finansowej jednostek, m.in. do dokonywania wydatków publicznych w sposób celowy i oszczędny z uwzględnieniem efektów z poniesionych nakładów. W literaturze przedmiotu spotkać można stwierdzenie, że kryterium gospodarności tkwi we wszystkich kryteriach kontroli jako ich integralny element [Kurowski, Ruśkowski i Sochacka-Krysiak 2000, s. 48–49]. Potocznie zasada gospodarności odnosi się do badania, którego celem jest ustalenie, czy zarząd JST w sposób oszczędny zarządza środkami publicznymi oraz mieniem komunalnym. Zasada ta zobowiązuje także decydentów samorządowych do podejmowania działań nadzorczych mających na celu niedopuszczenie do wystąpienia szkód w przyszłej działalności JST.

3. Kontrola zarządcza jako instrument wspomagający realizację celów i zadań jednostek samorządu terytorialnego

Pojęcie kontroli zarządczej pojawiło się w systemie finansów publicznych w wyniku zmiany Ustawy z dnia 30 czerwca 2005 r. o finansach publicznych. Jak wynika z uzasadnienia do rządowego projektu ustawy o finansach publicznych z 2009 r., „wprowadzenie pojęcia kontroli zarządczej w jednostkach sektora finansów publicznych w miejsce obecnego terminu – kontrola finansowa, wynika z faktu, że dotychczasowa praktyka związana z funkcjonowaniem w przepisach pojęcia kontroli finansowej pokazuje, iż jest ona utożsamiana wyłącznie z czysto finansowym aspektem działalności jednostki. Zamierzeniem projektodawcy było objęcie zakresem kontroli zarządczej wszystkich aspektów działalności jednostki” [Uzasadnienie do rządowego projektu... 2009]. W przeciwieństwie do kontroli finansowej ideą kontroli zarządczej jest nowatorskie podejście do zarządzania organizacją publiczną na wzór działania podmiotów korporacyjnych. W systemie kontroli zarządczej wyraźnie uwypukla się odpowiedzialność każdego kierownika JST za zaprojektowanie, wdrożenie, a następnie stałe monitorowanie realizacji założonych celów i zadań¹. Planowanie oraz wyznaczenie celów i zadań, a następnie rozliczanie osób odpowiedzialnych za ich realizację lub zaniechanie jest jednym z filarów koncepcji kontroli zarządczej.

Ustawodawca pojęcie kontroli zarządczej zdefiniował bardzo ogólnie w art. 68 ustawy o finansach publicznych. Według tego przepisu stanowi ona ogół działań podejmowanych, by zapewnić realizację celów i zadań w sposób zgodny z prawem, efektywny, oszczędny i terminowy. Natomiast szczegółowe cele kontroli zarządczej wymienione zostały w art. 68 ust. 2 ustawy o finansach publicznych. Należy zwrócić uwagę, że określone przez ustawodawcę cele stanowią katalog otwarty i obejmują w szczególności:

- zgodność działalności z przepisami prawa oraz procedurami wewnętrznymi,
- skuteczność i efektywność działania,
- wiarygodność sprawozdań,
- ochronę zasobów,
- przestrzeganie i promowanie zasad etycznego postępowania,
- efektywność i skuteczność przepływu informacji,
- zarządzanie ryzykiem.

Koncepcji kontroli zarządczej nie należy utożsamiać z czynnościami *stricte* kontrolnymi. Mimo że użyto słowa „kontrola”, nie jest uprawnione łączenie dzia-

¹ Według art. 69 ust. 2 ustawy o finansach publicznych zapewnienie funkcjonowania adekwatnej, skutecznej i efektywnej kontroli zarządczej należy do obowiązków wójta, burmistrza, prezydenta miasta, przewodniczącego zarządu jednostki samorządu terytorialnego.

łania kontroli zarządczej z kontrolą finansową. Trzeba podkreślić, że koncepcja kontroli zarządczej jest znacznie szersza, gdyż obejmuje kompleksowo działanie JST. Nieuprawnione jest zatem ograniczanie jej wyłącznie do czynności polegających na wskazywaniu nieprawidłowości i osób, które przyczyniły się do ich powstania. Ujawnienia różnego rodzaju dysfunkcji w działaniu gospodarki finansowej i poszukiwanie nowatorskich rozwiązań ograniczających ich występowanie w przeszłości jest ważne, ale nie jest to zasadniczy cel sytemu kontroli zarządczej. Cele takie stawiane są przed kontrolą finansową, która to aktualnie jest jednym z wielu, ale bardzo ważnych elementów systemu kontroli zarządczej. Kontrola zarządcza jest systemem bardziej złożonym, który ma za zadanie sprawić, aby samorządowa jednostka organizacyjna i JST osiągnęły cele przed nimi postawione [Kontrola zarządcza... 2010]. Spotkać można także opinie, że kontrolę zarządczą należy wiązać z zarządzaniem jednostką lub grupą jednostek, zaś za najistotniejszy jej element trzeba uznać system wyznaczania celów i zadań oraz monitorowanie stopnia ich realizacji [Kontrola zarządcza... 2011, s. 3].

Podkreślić należy, że dla skuteczności działania gospodarki finansowej bez generowania w niej poważnych dysfunkcji w koncepcji kontroli zarządczej istotne znaczenie ma umiejętność zarządzania ryzykiem. Zarządzanie ryzykiem jest jednym z wielu celów kontroli zarządczej². Jest to działanie, które z pewnością wymaga przede wszystkim zmiany sposobu kierowania JST przez decydentów samorządowych. W sektorze publicznym zarządzanie ryzykiem ma służyć minimalizowaniu ryzyka mogącego zagrozić realizacji celów i zadań ważnych dla mieszkańców danej wspólnoty samorządowej.

Aby skutecznie ograniczyć możliwość pojawienia się dużego ryzyka nieprawidłowości w gospodarce finansowej, należy zadbać, by zarządzanie ryzykiem nie polegało jedynie na wprowadzeniu w JST kilku pisemnych procedur. Procedury wewnętrzne w jednostce są ważne, ale stanowią one tylko narzędzie, które elastycznie wspomagają kierownictwo w procesie zarządzania ryzykiem. Uregulowania wewnętrzne, aby istotnie ograniczały ryzyko nieprawidłowości, muszą być spójne z profilem działania jednostki, jak również powinny być na bieżąco uaktualniane i poddawane ewaluacji w celu ustalenia w nich ewentualnych luk³. O sukcesie zarządzania ryzykiem współcześnie decyduje przede wszystkim szybka umiejętność identyfikowania i szacowania czynników ryzyka – potencjalnych zdarzeń, które mogą zakłócić realizację założonych celów. Efektywne zarządzanie ryzykiem na płaszczyźnie JST wymaga spełnienia czterech warunków [Czerwiński 2003, s. 82]:

² Zgodnie z art. 68 ust. 2 ustawy o finansach publicznych zarządzanie ryzykiem stanowi cel kontroli zarządczej.

³ Zgodnie z art. 10 ust. 2 Ustawy z dnia 29 września 1994 r. o rachunkowości kierownik jednostki aktualizuje przyjęte zasady (politykę) rachunkowości.

- polityka i korzyści wynikające z zarządzania ryzykiem powinny być znane wszystkim pracownikom,
- kierownictwo wyższego szczebla powinno wspierać działania w zakresie zarządzania ryzykiem,
- zarządzanie ryzykiem powinno być integralną częścią procesu zarządzania gospodarką finansową JST,
- zarządzanie ryzykiem powinno być ściśle powiązane z przyjętymi do realizacji celami i zadaniami.

Za ograniczenie skutków ryzyka odpowiedzialność ponosi wyłącznie kierownik JST, dlatego tak ważne jest, aby decydenci samorządowi posiadali umiejętność szybkiego identyfikowania ryzyka i podejmowania działań zaradczych. Dodać należy, że kwalifikacje kierownika JST, a także personelu pracowniczego w zakresie skutecznego zarządzania ryzykiem niejednokrotnie chronią przed pojawieniem się dużego ryzyka skutkującego naruszeniem dyscypliny finansów publicznych. Obszerny katalog czynów skutkujących naruszeniem dyscypliny finansów publicznych w związku z niewykonaniem lub nienależytym wykonaniem przez kierownika jednostki obowiązków w zakresie kontroli zarządczej wymieniony został w treści art. 18 c Ustawy z dnia 17 grudnia 2004 r. o odpowiedzialności za naruszenie dyscypliny finansów publicznych. O tym, że zarządzanie ryzykiem w administracji samorządowej jest mało efektywne i nie w pełni odpowiada wymogom prawa, a także wytycznym standardów kontroli zarządczej [Komunikat nr 23... 2009] informowała NIK już w 2011 r. po przeprowadzeniu w wybranych JST kontroli, której przedmiotem było „funkcjonowanie kontroli zarządczej w JST ze szczególnym uwzględnieniem audytu wewnętrznego” [Informacja o wynikach kontroli... 2011]. Jako przyczynę braku realizacji wymogów ustawy o finansach publicznych w zakresie zarządzania ryzykiem kierownicy JST podawali to, że proces zarządzania ryzykiem jest zagadnieniem nowym, wymagającym doświadczenia oraz korzystania z dobrych, skutecznych i sprawdzonych rozwiązań (zob. szerzej [Informacja o wynikach kontroli... 2011, s. 16]). Argumentacja decydentów JST jest mało przekonująca, gdyż z raportu NIK wynika, że aż 70% kierowników skontrolowanych urzędów w ogóle nie uczestniczyło w szkoleniach z zakresu zarządzania ryzykiem [Informacja o wynikach kontroli... 2011, s. 16]. Złożoność systemu zarządzania ryzykiem wymaga od kierowników JST ciągłego doskonalenia, w szczególności w zakresie identyfikacji, oceny, monitorowania i przeciwdziałaniu skutkom materializacji ryzyka. Nabycie tych umiejętności pozwoli decydom samorządowym na podejmowanie właściwych decyzji zarządczych ograniczających powstawanie różnych nieprawidłowości w działaniu gospodarki finansowej JST. Zminimalizowanie czynników ryzyka prowadzących do naruszenia prawa może nastąpić po wdrożeniu w JST systemu zarządzania

ryzykiem. System ten powinien uwzględniać w szczególności: (por. [Jastrzębska, Janowicz-Lomott i Łyskawa 2014, s. 173–174]):

- rodzaj i wielkość JST oraz poziom rozwoju JST,
- warunki, w jakich działa JST, zwłaszcza prawne i ekonomiczne,
- cele i zadania JST,
- zasoby JST (np. rzeczowe, kadrowe, informatyczne),
- strukturę organizacyjną JST i sposób, w jaki zarządza się JST, zwłaszcza poziom rozwoju i złożoność systemów funkcjonujących w JST, tj. systemów zarządczych, systemów IT, systemów finansowo-księgowych,
- liczbę i rodzaj jednostek organizacyjnych JST i liczbę zatrudnionych w nich pracowników,
- kondycję finansową, bieżącą i historyczną, potencjał dochodowy JST, atrakcyjność inwestycyjną i stopień samodzielności finansowej,
- oczekiwania i potrzeby zgłaszane przez kierownictwo związane z wdrażaniem systemu zarządzania ryzykiem,
- częstotliwość i szczegółowość przeprowadzania samooceny działania gospodarki finansowej JST,
- skuteczność i efektywność działania audytu wewnętrznego w JST zobowiązanych do jego wprowadzenia.

Należy także podkreślić, że skuteczne ograniczenie ryzyka związanego z występowaniem nieprawidłowości w działaniu gospodarki finansowej może nastąpić po zaprojektowaniu i wdrożeniu stosownych mechanizmów kontroli tworzących spójny system kontroli zarządczej. Ograniczenie czynników ryzyka powodujących powstawanie nieprawidłowości jest możliwe przez skuteczne wykorzystanie określonych metod zarządzania ryzykiem. Powszechnie stosowaną techniką w samorządzie terytorialnym jest metoda ścieżki krytycznej (*critical path analysis*), za pomocą której na bieżąco śledzi się zmiany w realizowanych zadaniach publicznych, co umożliwi skuteczne zarządzanie ryzykiem i następnie podejmowanie działań redukujących jego materializację. Drugą często stosowaną metodą pozwalającą określić przyczyny odstępstw od stanu optymalnego (zakładanego) jest diagram Ishikawy. Istotą tego diagramu jest określenie przyczyn powstania danej niezgodności, a następnie przeprowadzanie analizy pozwalającej rozwiązać problem.

4. Ujawnione przez regionalne izby obrachunkowe naruszenia prawa

Z danych zawartych w tabeli 1 wynika, że w okresie objętym badaniami inspektorzy RIO najwięcej przypadków nieprawidłowości ujawnili w 2008 r. (17 171), a najmniej w 2014 r. (14 035). Przeprowadzone badania pozwoliły stwierdzić, że

największa liczba ujawnionych nieprawidłowości dotyczyła realizacji budżetu. Nieprawidłowości w tym obszarze w 2007 r. stanowiły ponad 39%, a w 2014 r. 29% ujawnionych naruszeń prawa. W pozostałych latach nieprawidłowości w tym obszarze wynosiły średnio 31%.

Na potrzeby analizy nieprawidłowości związane z wykonaniem budżetu podzielone zostały na trzy grupy, tj. zagadnienia ogólne dotyczące planowania i realizacji budżetu, dochody i przychody oraz wydatki i rozchody.

Do najczęściej ujawnianych przypadków naruszeń regulacji prawnych w zakresie planowania i realizacji budżetu należy zaliczyć (zob. szerzej [Sprawozdania z działalności... 2006–2014]):

- nieterminowe regulowanie zobowiązań,
- niesporządzanie lub nieprawidłowe sporządzanie planów finansowych oraz nieaktualizowanie tych planów,
- niedozwolone finansowanie budżetu danego roku (np. ratą części subwencji oświatowej na rok następny, środkami ZFŚS, depozytowymi).

Najczęściej ujawniane nieprawidłowości w zakresie dochodów i przychodów budżetu to (zob. szerzej [Sprawozdania z działalności... 2006–2014]):

- nieweryfikowanie lub nierzetelne weryfikowanie deklaracji podatkowych (podatek od nieruchomości, podatek rolny, podatek leśny, podatek od środków transportowych),
- ustalenie lub określanie wysokości zobowiązania podatkowego niezgodnie z obowiązującymi przepisami lub uchwałami rady gminy (podatek od nieruchomości, podatek rolny, podatek leśny, podatek od środków transportowych),
- niewłaściwe podejmowanie lub zaniechanie czynności zmierzających do zastosowania środków egzekucyjnych (zaległości z tytułu podatków i opłat),
- nieprzestrzeganie przepisów Ustawy z dnia 29 sierpnia 1997 r. – Ordynacja podatkowa przy udzielaniu ulg w zapłacie podatków (podatek od nieruchomości, podatek rolny, podatek leśny, podatek od środków transportowych),
- niezachowanie zasady powszechności opodatkowania (podatek od nieruchomości, podatek rolny, podatek leśny, podatek od środków transportowych),
- wykazywanie w sprawozdaniach nieprawidłowych skutków udzielonych ulg, zwolnień i obniżek stawek podatkowych.

Natomiast w zakresie wydatków i rozchodów budżetu do najczęściej ujawnianych przypadków naruszeń prawa trzeba zaliczyć (zob. szerzej [Sprawozdania z działalności... 2006–2014]):

- niezgodne z obowiązującymi przepisami ustalanie i wypłacanie wynagrodzeń pracownikom,
- nieprawidłowości przy rozliczaniu kosztów podróży służbowych,
- przekroczenie upoważnienia do dokonywania wydatków,
- brak kontrasygnaty skarbnika na zawieranych umowach,

- nieprawidłowości w zakresie ustalania i wypłaty jednorazowych dodatków uzupełniających dla nauczycieli,
- nieprawidłowe naliczanie lub nieterminowe przekazywanie odpisów na ZFŚS,
- przekroczenie upoważnienia do zaciągania zobowiązań,
- nieterminowe opłacanie składek na Fundusz Ubezpieczeń Społecznych i Fundusz Pracy, zaliczek na podatek dochodowy od osób fizycznych.

Równie duża liczba nieprawidłowości ujawniona została w zakresie księgowości i sprawozdawczości. Najwięcej przypadków naruszeń prawa stwierdzono w 2014 r. – 4238 przypadków, co stanowi 30% wszystkich nieprawidłowości. W pozostałych latach nieprawidłowości w tym obszarze wynosiły ponad 25% ogółem ujawnionych dysfunkcji. Najczęściej stwierdzane naruszenia prawa dotyczyły (zob. szerzej [Sprawozdania z działalności... 2006–2014]):

- nieprawidłowego stosowania klasyfikacji budżetowej dochodów i wydatków,
- wykazywania w sprawozdaniach danych niezgodnych z ewidencją księgową,
- nierzetelnego prowadzenia ksiąg rachunkowych,
- nieprowadzenia wszystkich wymaganych przepisami ustawy o rachunkowości ksiąg rachunkowych, w tym dziennika, kont analitycznych i zestawień obrotów i sald.

Z danych zawartych w tabeli 1 wynika, że duża liczba ujawnionych nieprawidłowości dotyczy również zagadnień ogólnooorganizacyjnych. Najwięcej nieprawidłowości ujawniono w 2006 r. – 2064 przypadków, tj. 12% ogółem. W okresie objętym badaniami średnia liczba naruszeń prawa w tej kategorii wynosiła 10% wszystkich ujawnionych nieprawidłowości. Naruszenia prawa dotyczące zagadnień ogólnooorganizacyjnych to w szczególności (zob. szerzej [Sprawozdania z działalności... 2006–2014]):

- brak dokumentacji opisującej przyjęte zasady rachunkowości lub niewłaściwe jej opracowanie (w tym np. zakładowego planu kont, wykazu stosowanych ksiąg rachunkowych, dokumentacji systemu przetwarzania danych przy użyciu komputera),
- niestosowanie mechanizmów kontroli zarządczej lub ich nieprawidłowe stosowanie,
- niewykonanie wniosków pokontrolnych,
- nieprzestrzeganie procedur kontroli,
- prowadzenie działalności kulturalnej w niewłaściwej formie (niezgodnie ze statutem, w formie innej niż instytucja kultury lub w połączeniu z inną instytucją kultury),
- zaniechanie audytu w jednostce do tego zobowiązanej,
- nieudzielenie kierownikom jednostek organizacyjnych pełnomocnictw do jednoosobowego działania,
- nieokreślenie formy organizacyjnoprawnej jednostek organizacyjnych.

Tabela 1. Nieprawidłowości ujawniane przez RIO w poszczególnych obszarach gospodarki finansowej w latach 2006–2014

Wyszczególnienie	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ogółem	16 549	15 876	17 171	16 663	16 481	15 819	15 930	14 277	14 035
Ustalenia organizacyjne	2 064	1 916	1 862	1 833	1 552	1 282	1 373	1 214	1 263
Księgowość i sprawozdawczość	3 462	3 196	3 596	3 515	4 505	4 290	4 535	4 184	4 238
Gospodarka pieniężna i rozrachunki	1 613	1 070	1 166	1 102	–	–	–	–	–
Wykonanie budżetu, w tym	5 789	6 238	6 404	6 123	5 882	6 143	5 955	5 172	5 098
– ogólne zagadnienia dotyczące planowania i wykonania budżetu	185	231	196	216	147	535	567	550	552
– dochody i przychody	3 285	3 726	3 759	3 389	3 608	3 560	3 289	3 012	2 881
– wydatki i rozchody	2 319	2 281	2 449	2 518	2 127	2 048	2 099	1 610	1 665
Zamówienia publiczne	2 032	1 972	2 339	2 157	2 306	1 908	1 830	1 650	1 517
Rozliczanie otrzymanych i udzielanych dotacji	92	163	188	283	593	789	750	781	615
Dług publiczny	–	–	–	–	10	63	95	157	151
Gospodarowanie mieniem	1 254	1 093	1 338	1 339	1 372	1 200	1 171	1 004	1 051
Rozliczenia JST z jednostkami organizacyjnymi	243	228	278	311	261	144	221	115	102

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych pochodzących z [Sprawozdania z działalności... 2006–2014].

W tabeli 1 przedstawiono dane dotyczące liczby przypadków ujawnionych nieprawidłowości w poszczególnych obszarach gospodarki finansowej JST.

Ustalenia kontroli wskazują także na naruszenia prawa w takich obszarach gospodarki finansowej JST, jak: udzielanie zamówień publicznych – 12%, gospodarowaniem mieniem – 9%, zarządzania długiem – 1%, rozliczenia JST z jednostkami organizacyjnymi – 2%. Zmniejszenie liczby naruszeń prawa w gospodarce finansowej JST jest możliwe po wdrożeniu stosownych mechanizmów kontroli.

5. Skutki finansowe nieprawidłowości

Naruszenia prawa w gospodarce finansowej JST obrazują skalę finansową nieprawidłowości. Z danych zawartych w tabeli 2 wynika, że skutki finansowe ujawnionych nieprawidłowości w 2013 r. w stosunku do roku poprzedniego wzrosły aż o 9578 mln zł, a w 2014 r. w stosunku do 2013 r. – o 18 582 mln zł. Analizując strukturę skutków finansowych naruszeń prawa, uznać należy, że największe występują w obszarze księgowości i sprawozdawczości. Jeśli chodzi o nierzetelne rejestrowanie danych finansowych i gospodarczych w księgach rachunkowych lub nierzetelne wykazywanie tych danych w sprawozdawczości, ujawnione kwoty nieprawidłowości wynosiły od 3514 mln zł (71,6%) w 2011 r. do 32 067 mln zł (97,7%) w 2014 r. O tak dużej skali skutków finansowych w tym obszarze zdecydowało nierzetelne prowadzenie ksiąg rachunkowych. Chodzi tu głównie o zaniechanie prowadzenia wszystkich elementów tworzących księgi rachunkowe, tj.: dziennika, zestawienia obrotów i sald, kont analitycznych i wykazu składników aktywów i pasywów. Brak chociażby jednego z tych elementów jest niezgodny z wymaganiami określonymi w art. 13 ust. 1 ustawy o rachunkowości. Ponadto prawo bilansowe wymaga, aby księgi rachunkowe były prowadzone rzetelnie, bezbłędnie, sprawdzalnie i na bieżąco. Wykazywanie w sprawozdaniach danych niezgodnie z danymi wynikającymi z ewidencji księgowej również powoduje powstawanie tak wysokich skutków finansowych ujawnionych nieprawidłowości. Warto podkreślić, że zgodnie z dyspozycją art. 77 ustawy o rachunkowości nieprowadzenie ksiąg rachunkowych lub prowadzenie ich wbrew ustawie stanowi przesłankę do kary grzywny lub kary pozbawienia wolności do lat 2, albo obu tych kar łącznie. Natomiast sporządzanie nierzetelnych sprawozdań budżetowych, m.in. przez wykazywanie w nich nierzetelnych danych, generuje poważne ryzyko naruszenia dyscypliny finansów publicznych wynikającej z art. 18 ust. 2 Ustawy z dnia 17 grudnia 2004 r. o odpowiedzialności za naruszenie dyscypliny finansów publicznych. Szczegółową strukturę skutków finansowych nieprawidłowości w poszczególnych obszarach prezentuje tabela 2.

Wyniki analizy wskazują, że drugą grupą nieprawidłowości generującą wysokie skutki finansowe są naruszenia prawa ujawnione w obszarze zamówień publicznych: w 2011 r. 440 mln zł (9%), a w 2012 r. 230 mln zł (4,9%). Równie duże skutki finansowe wystąpiły w obszarze związanym z planowaniem budżetu (w 2012 r. 341 mln – 7,3%) oraz realizacją dochodów budżetowych (w 2011 r. 176 mln zł – 3,6%) i dokonywaniem wydatków budżetowych (w 2013 r. 1015 mln zł – 7%). Katalog przyczyn ujawnionych nieprawidłowości oraz ich skutków finansowych jest dość szeroki. Do najważniejszych można zaliczyć:

– częste zmiany w regulacjach prawnych normujących działanie gospodarki finansowej JST. Niestabilność przepisów prawa finansowego czy prawa bilan-

Tabela 2. Nieprawidłowości w ujęciu finansowym w latach 2011–2014

Zagadnienia	2011		2012		2013		2014	
	w mln zł	w %	w mln zł	w %	w mln zł	w %	w mln zł	w %
Ogółem	4 902,2	100	4 689,6	100	14 267,6	100	32 849,9	100
Księgowość i sprawozdawczość	3514,6	71,6	3 603,5	76,8	11 822,5	82,9	32 067,2	97,7
Ogólne zagadnienia planowania budżetu	267,8	5,5	341,1	7,3	305,0	2,1	160,8	0,5
Dochody budżetowe	176,1	3,6	79,3	1,7	91,6	0,6	73,5	0,2
Wydatki budżetowe	149,2	3,0	175,8	3,6	1 015,3	7,1	109,8	0,3
Zamówienia publiczne	440,6	9,0	230,4	4,9	2 92,4	2,1	235,8	0,7
Rozliczanie dotacji	111,8	2,3	40,3	0,9	57,2	0,4	36,8	0,1
Dług publiczny	82,5	1,7	68,5	1,5	549,4	3,9	135,1	0,4
Gospodarka mieniem	150,1	3,1	110,5	2,4	128,9	0,9	29,1	0,1
Rozliczenia JST z jednostkami organizacyjnymi	9,5	0,2	40,2	0,9	5,3	0,0	1,8	0,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych pochodzących z [Sprawozdania z działalności... 2011–2014].

sowego powoduje, że pracownicy stosujący na co dzień te przepisy mogą być niepewni ich interpretacji, a także niezgodności w zastosowaniu w działalności praktycznej. Na stan taki mają także wpływ luki w przepisach prawa oraz lakoniczne formułowanie przez ustawodawcę niektórych fragmentów w ustawach. Typowym przykładem jest definicja kontroli zarządczej zawarta w art. 68 ustawy o finansach publicznych;

– kwalifikacje i kompetencje kadry zarządzającej i pracowników JST. Powszechnie wiadomo, że o sukcesie realizowanych zadań i celów publicznych decyduje w dużej mierze personel. Ograniczenie nieprawidłowości w działaniu gospodarki finansowej JST może nastąpić, jeżeli osoby wykonujące poszczególne zadania będą posiadały stosowną wiedzę, umiejętności, a także doświadczenie pozwalające na efektywne i zgodne z wymogami prawa wypełnianie obowiązków służbowych. Według M. Kosek-Wojnar osoby, które będą sprawować władzę w różnych jednostkach samorządowych, obok kompetencji powinny posiadać

określone predyspozycje – są to uczciwość, rzetelność, bezinteresowność, niezależność. Duże znaczenie ma także kryterium merytoryczne [Kosek-Wojnar i Surówka 2007, s. 136];

– poprawna struktura organizacyjna JST. Duży wpływ na minimalizowanie ryzyka nieprawidłowości w gospodarce finansowej jednostek samorządowych ma struktura organizacyjna. Powinna być ona dostosowana do założonych celów i zadań JST. W praktyce dobrym rozwiązaniem jest określenie dla każdego pracownika w formie pisemnej zakresu zadań i uprawnień dla komórek organizacyjnych będących w strukturze JST. Dużą rolę w ograniczeniu przyczyn powstawania nieprawidłowości odgrywa dostęp do informacji niezbędnych do podejmowania decyzji zarządczych. Dlatego też system komunikacji powinien zapewnić nie tylko przepływ informacji, ale także ich właściwe zrozumienie przez odbiorców (zob. szerzej [Komunikat nr 23... 2009]).

6. Mechanizmy kontroli nieprawidłowości w gospodarce finansowej jednostek samorządu terytorialnego

Problematykę mechanizmów kontroli należy rozpatrywać w kontekście poszczególnych grup standardów kontroli zarządczej dla sektora finansów publicznych, tj.:

- środowiska wewnętrznego,
- celów i zarządzania ryzykiem,
- mechanizmów kontroli,
- informacji i komunikacji,
- monitorowania i oceny.

Standardy określają podstawowe wymagania odnoszące się do funkcjonowania systemu kontroli zarządczej w sektorze finansów publicznych. Zasadniczym celem jest zaś promowanie spójnego i jednolitego modelu kontroli zarządczej zgodnie z międzynarodowymi wytycznymi w tym zakresie [Komunikat nr 23... 2009]. Powszechnie mechanizmy kontroli określane są jako uregulowania wewnętrzne, które wspomagają działanie poszczególnych obszarów, ograniczając ryzyko nieprawidłowości, a także zapewniają prawidłową realizację celów. Dodać należy, że w obecnym stanie prawnym brak konkretnego przepisu w ustawie o finansach publicznych z 2009 r. zobowiązującego kierowników jednostek do opracowania w formie pisemnej procedur dotyczących m.in. przeprowadzania wstępnej oceny celowości zaciągania zobowiązań finansowych i dokonywania wydatków. Obowiązek ustalenia tych procedur w formie pisemnej wynikał z art. 47 ust. 3 ustawy o finansach publicznych z 2005 r. W aktualnych uregulowaniach prawnych ustawodawca w art. 68 ust. 2 wskazał tylko ogólnie, że celem kontroli zarządczej

jest zgodność działania z procedurami wewnętrznymi. Można więc przyjąć, że mimo zmiany regulacji za właściwe uznaje się opracowanie uregulowań wewnętrznych w formie pisemnej (por. [Trykozko 2010, s. 160]). Ustalenie niektórych procedur tworzących system kontroli zarządczej wynika wprost z przepisów prawa. Przykładem obligatoryjnej procedury są zasady (polityka) rachunkowości – obowiązek ich opracowania w formie pisemnej wynika wprost z dyspozycji art. 10 ust. 2 ustawy o rachunkowości. Dokumentacja ta jest kluczowa do prawidłowego działania systemu rachunkowości w JST. Opracowana zgodnie z wymogami prawa bilansowego skutecznie ogranicza ryzyko dysfunkcji w obszarze rachunkowości.

Z uwagi na specyfikę JST dobór mechanizmów kontroli powinien być starannie przemyślany, tak aby wdrożone procedury stanowiły odpowiedź na zidentyfikowane ryzyko i pozwalały nim elastycznie zarządzać. Opracowując mechanizmy kontroli, warto wykorzystać wytyczne i wskazówki zawarte w standardach kontroli zarządczej dla sektora finansów publicznych. W celu ograniczenia ryzyka nieprawidłowości w gospodarce finansowej JST można w szczególności wykorzystać takie rodzaje mechanizmów kontroli, jak (zob. szerzej [Komunikat nr 23... 2009]:

- dokumentowanie systemu kontroli zarządczej – procedury wewnętrzne, inne dokumenty określające zakres obowiązków, uprawnień i odpowiedzialności powinny być spójne i dostępne dla wszystkich osób;

- ochrona zasobów – należy zadbać, aby dostęp do zasobów JST miały wyłącznie upoważnione osoby;

- szczegółowe mechanizmy kontroli dotyczące operacji finansowych i gospodarczych – wymaga się, aby procedury zapewniały: rzetelne i pełne dokumentowanie i rejestrowanie operacji finansowych i gospodarczych, podział kluczowych obowiązków, zwłaszcza przy autoryzacji operacji finansowych, a także by przestrzegano zasady dokonywania weryfikacji operacji finansowych i gospodarczych przed realizacją i po realizacji;

- mechanizmy kontroli dotyczące systemów informatycznych – należy wdrożyć politykę bezpieczeństwa systemów informatycznych uwzględniającą w szczególności hasła dostępu, autoryzację zmian w systemach informatycznych itp.

Wprowadzając mechanizmy kontroli, należy kierować się zasadą, że koszt ich opracowania i wdrożenia nie powinien przekroczyć uzyskiwanych rezultatów.

7. Podsumowanie

Główny wniosek płynący z rozważań dotyczy dużej liczby ujawnianych przypadków naruszeń prawa w gospodarce finansowej JST. Największą liczbę nieprawidłowości ujawniono w obszarze związanym z planowaniem i realizacją budżetu samorządowego. Na drugim miejscu RIO wskazuje nieprawidłowości w zakresie

systemu rachunkowości i sprawozdawczości. Dane te są niepokojące, gdyż może to świadczyć o słabościach związanych z zarządzaniem budżetem – z jednej strony z dysfunkcjami w pobieraniu, udzieleniu ulg i zwolnień w podatkach i opłatach lokalnych, a z drugiej z brakiem efektywności i racjonalnego dokonywania wydatków publicznych. Tak duża liczba nieprawidłowości w działaniu systemu rachunkowości i sprawozdawczości może w konsekwencji podważać wiarygodność użytecznej informacji płynącej ze sprawozdawczości budżetowej i finansowej. Zniekształcona informacja o sytuacji finansowej, chociażby zadłużeniu JST, a także faktycznie osiągniętych rezultatach, może wprowadzać w błąd odbiorców zewnętrznych i wewnętrznych. Ważne jest, aby decydenci samorządowi wyciągali wnioski z przedstawionych przez RIO ustaleń. Ograniczenie naruszeń prawa nastąpić może przez zapewnienie bieżących szkoleń pracownikom JST, gdyż ze względu na ciągłe zmiany regulacji prawa istnieje wysokie ryzyko powstawania nieprawidłowości. Ważnym czynnikiem przesądzającym o liczbie popełnianych błędów jest stabilność kadr w działach finansowo-księgowych. Liczba ujawnionych nieprawidłowości, a także ich wymiar finansowy dowodzą, że RIO ogrywiają ważną rolę w procesie zarządzania JST i przyczyniają się do poprawy gospodarowania finansowymi środkami publicznymi.

Literatura

- Chojna-Duch E. [2003], *Polskie prawo finansowe. Finanse publiczne*, LexisNexis, Warszawa.
- Cybulski B. [2010], *Geneza, ewolucja i istota funkcji kontrolnej Regionalnych Izb Obrachunkowych* [w:] *Regionalne Izby Obrachunkowe. Charakterystyka ustrojowa i komentarze do ustawy*, red. M. Stec, Wolters Kluwer, Warszawa.
- Czerwiński K. [2003], *Analiza ryzyka w audycie wewnętrznym*, LINK, Szczecin.
- Dębowska-Romanowska T. [2007], *Wstęp* [w:] *Regionalne izby obrachunkowe*, Krajowa Rada Regionalnych Izb Obrachunkowych, Warszawa.
- Filipiak B. [2007], *Miejsce i znaczenie kontroli gospodarki finansowej jednostek samorządu terytorialnego prowadzonej przez regionalne izby obrachunkowe* [w:] *15 lat funkcjonowania regionalnych izb obrachunkowych*, red. J. Małecki, R. Hauser, Z. Janku, Krajowa Rada Regionalnych Izb Obrachunkowych, Poznań.
- Glosariusz terminów dotyczących kontroli i audytu w administracji publicznej* [2005], Departament Strategii Kontrolnej NIK, Warszawa, www.nik.gov.pl (data dostępu: 2.02.2016).
- Informacja o wynikach kontroli funkcjonowania kontroli zarządczej w jednostkach samorządu terytorialnego ze szczególnym uwzględnieniem audytu wewnętrznego [2011], LGD-4101-036/2011, nr ewid. 140/2011/P10132/LGD.
- „Informator” [2007], Krajowa Rada Regionalnych Izb Obrachunkowych, Warszawa.
- Jastrzębska M., Janowicz-Lomott M., Łyskawa K. [2014], *Zarządzanie ryzykiem w działalności jednostki samorządu terytorialnego ze szczególnym uwzględnieniem ryzyka katastroficznego*, Wolters Kluwer, Warszawa.

- Kałużny S., Zawadzak T. [1999], *Kontrola gospodarcza w jednostkach budżetowych*, Kwantum, Warszawa.
- Kasiński M., Kamieciak Z., Kosikowski C., Krawczyk R.P. [1994], *Ustawa o Regionalnych Izbach Obrachunkowych z komentarzem oraz teksty innych aktów prawnych*, Muncipium, Warszawa.
- Komunikat nr 23 Ministra Finansów z dnia 16 grudnia 2009 r. w sprawie standardów kontroli zarządczej dla sektora finansów publicznych, Dz.Urz. Min. Fin. nr 15, poz. 84.
- Kontrola zarządcza w jednostkach samorządu terytorialnego [2010], Pismo z dnia 29 stycznia 2010 r., DA6/4095/NWX/2010/775, Ministerstwo Finansów, Warszawa.
- Kontrola zarządcza w jednostkach samorządu terytorialnego* [2011], Biuletyn, nr 1, Ministerstwo Finansów, Warszawa.
- Kosek-Wojnar M., Surówka K. [2007], *Podstawy finansów samorządu terytorialnego*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kurowski L., Ruśkowski E., Sochacka-Krysiak H. [2000], *Kontrola finansowa w sektorze publicznym*, PWE, Warszawa.
- Rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 16 lipca 2004 r. w sprawie siedzib i zasięgu terytorialnego regionalnych izb obrachunkowych oraz szczegółowej organizacji izb, liczby członków kolegium i trybu postępowania, Dz.U. 2004 nr 167 poz. 1747.
- Sprawozdania z działalności regionalnych izb obrachunkowych i wykonania budżetu przez jednostki samorządu terytorialnego za lata 2006–2014 [2006–2014], Krajowa Rada Regionalnych Izb Obrachunkowych, Warszawa.
- Trykozko R. [2011], *Ustawa o finansach publicznych. Komentarz dla jednostek samorządu terytorialnego*, Taxpress, Warszawa.
- Uchwała nr 2/2001 Krajowej Rady Regionalnych Izb Obrachunkowych z 21 marca 2001 r. w sprawie ramowej tematyki kontroli kompleksowych jednostek samorządu terytorialnego, www.rio.gov.pl (data dostępu: 15.03.2016).
- Ustawa z dnia 7 października 1992 r. o regionalnych izbach obrachunkowych, tekst jedn. Dz.U. 2012 poz. 1113.
- Ustawa z dnia 29 września 1994 r. o rachunkowości, tekst jedn. Dz.U. 2015 poz. 4.
- Ustawa z dnia 17 grudnia 2004 r. o odpowiedzialności za naruszenie dyscypliny finansów publicznych, tekst jedn. Dz.U. 2013 poz. 168.
- Ustawa z dnia 30 czerwca 2005 r. o finansach publicznych, Dz.U. nr 249 poz. 2104.
- Ustawa z dnia 27 sierpnia 2009 r. o finansach publicznych, tekst jedn. Dz.U. 2013 poz. 885.
- Uzasadnienie do rządowego projektu ustawy o finansach publicznych z 2009 r., Druk Sejmowy nr 1181.

Irregularities in the Financial Management of Local Government Units Disclosed by the Regional Chambers of Audit – Analysis for the Years 2006–2014

(Abstract)

The issue presented in the article refers to the disclosure of legal violations revealed by regional chambers of audit (RCA) as a result of financial audits of local government units. The article also assesses the financial implications of the various types of irregularities. Given the scale of the irregularities disclosed, the article addresses the concept of management control as a new category of financial goal. According to the assumptions

of the legislature, this goal is to support the realisation of the aims and tasks of local government. Bearing in mind the desire to reduce risk factors generating the formation of irregularities, the article presents the essence of control mechanisms in the operation of financial management.

The article presents the violations most frequently disclosed by the RCA as regards the operation of the financial management of local governments. It offers a review of the literature and examines RCA activity reports prepared by the National RCA Board. A secondary analysis of the legislation was also carried out. The study covers the years 2006–2014, a period that saw financial law change profoundly.

Keywords: local government, financial control, regional chamber of audit, irregularity.

Michał Halagarda
Grzegorz Suwała

The Quality of Salted Potato Chips Available on the Polish Market*

Abstract

Potato chips are a commonly known snack eaten by people of all ages. Due to the high fat and salt content, as well as acrylamide and trans fatty acids resulting from high temperature frying, they are considered to be unhealthy. Nevertheless, they have a desirable taste, often improved by the addition of monosodium glutamate, and are therefore frequently consumed.

On the Polish market there are many food companies that produce potato chips. It is therefore an important foodstuff on the market. However, prices and nutritional values can differ significantly. The aim of the study was to assess the quality of salted potato chips available on the Polish market. For this purpose, seven products offered by different producers were chosen. Samples were collected from four production batches, and the nutritional values and acid and peroxide values were analysed. Sensory quality, then number of damaged or structurally defective chips and the integrity of the packaging were examined. The results show that the nutrients and sensory quality of salted potato chips available on the Polish market differ significantly.

Keywords: snacks, potato chips, salted potato chips, quality of potato chips.

JEL Classification: Y80.

Michał Halagarda, Cracow University of Economics, Department of Food Commodity Science, Rakowicka 27, 31-510 Kraków, Poland, e-mail: michal.halagarda@uek.krakow.pl

Grzegorz Suwała, Cracow University of Economics, Department of Food Commodity Science, Rakowicka 27, 31-510 Kraków, Poland, e-mail: grzegorz.suwala@uek.krakow.pl

* The research was subsidised by the Ministry of Science and Higher Education – grant for the maintenance of research potential, awarded to the Department of Commodity Science of the Cracow University of Economics.

1. Introduction

Modern food production technologies have brought about changes in the human diet. Because people have less time to prepare meals, more and more consumers are choosing foods that can be consumed “on the go” (Babicz-Zielińska, Jeżewska-Zychowicz & Laskowski 2010). Potato chips are a popular snack people of all ages consume (Salvador *et al.* 2009). However, due to their high fat and salt content, as well as the acrylamide (Zhang, Zhang & Zhang 2005), aldehydes, ketones and trans fatty acids (Moros *et al.* 2009) they contain as a result of the high temperature frying used to produce them, they are considered unhealthy (Yi *et al.* 2015). Acrylamide is associated with elevated cancer risk, neurotoxic effects, reproductive toxicity, genotoxicity, and mutagenicity (Medeiros-Vinci, Mestdagh & De Meulenaer 2011).

Nevertheless, due to their desirable taste, frequently enhanced by the addition of monosodium glutamate, potato chips are frequently consumed during social events. As a snack, they are also eaten during the day, especially by children (Allshouse, Frazao & Turpening 2002, Hassan & Al-Dosari 2008).

While many companies produce potato chips, the products differ significantly in terms of both price and nutritional value. Consumers are more aware of the food-nutrition-health relationship (Salvador *et al.* 2009). They are more informed about the quality of the products they consume (Arias-Mendez *et al.* 2013, Shiroma & Rodriguez-Saona 2009). Given people’s desire to be informed and the popularity of potato chips, this study was undertaken to assess the quality of salted potato chips available on the Polish market.

2. Material and Methods

The research was conducted on seven varieties of salted potato chips available on the Polish market and produced by different manufacturers. The samples were bought in supermarkets in Cracow. All of the samples came in their original and sealed packaging. The material comprised four production batches and was collected in 2015. The samples were coded with the letters A–G.

The research programme was prepared on the basis of Polish Standard PN-A-74780:1996 “Potato products. Fried potato snacks” and was divided into two stages.

The first stage of the study determined the chemical composition of the potato chips and calculated their energy value. It examined:

- peroxide value (PV) as determined by iodometric method to measure the iodine liberated from potassium iodide (KI) after reacting with the peroxides present in the samples (PN-A-74780:1996),
- acid value (AV) by neutralising the free fatty acids with potassium hydroxide (PN-A-74780:1996),
- water as determined by oven-drying method in 105°C to constant weight (PN-A-74702:1978),
- fat determined by Soxhlet method (PN-A-74780:1996),
- salt determined by Mohr's method (PN-A-74702:1978),
- protein determined by Kjeldahl's method (PN-75/A-04018:1975/Az3:2002) and
- total ash by incineration in 400°C with prior carbonisation (PN-A-74702:1978).

Carbohydrate content was calculated using Atwater's coefficients of the energetic values of the products in kcal units. The amount of chips with defects and damaged by weight was also determined.

In the second phase of the research, sensory analyses were performed by a team of 10 assessors. The panelists were chosen and trained according to the methodology described in the EN ISO 8586:2014 standard. The panelists assessed the shape and size, colour, odour, taste and texture of the potato chips using a 5-point scale in accordance with Polish Standard PN-A-74780:1996.

The data thus obtained went through statistical analysis. Empirical distributions of the continuous variables were summarised using mean and standard deviations. A one-way ANOVA followed by post hoc Tukey's HSD test was used to compare the means. A p -value of 0.05 was required for statistical significance. Clustering was performed on standardised group averages using hierarchical method with Euclidean distance and complete linkage. All data processing and statistical calculations were performed using R 3.2.3 software.

3. Results and Discussion

The chip production process involves immersing cut potatoes in continuous fryers with oil heated to high temperatures. It usually takes between 1 and 3 minutes for chips to be fried. Such conditions should guarantee the desired colour, texture and moisture loss of less than 2% of the primary water content (Brennan 2006). However, during deep-fat frying, the moisture loss results in oil uptake that may amount to as much as 40% of total product weight (Pedreschi *et al.* 2012, Kita, Lisińska & Gołubowska 2007, Saguy & Dana 2003). High fat content poses the risk of potential adverse health effects for consumers, such as obesity, high blood pressure and coronary disease (Cheng 2012, Sayon-Orea *et al.* 2014,

Stier 2013). The quality of oil used for frying affects the quality of the food (Rani & Chauhan 1995).

The results of the physicochemical analyses are presented in Table 1.

Table 1. Results of Physicochemical Analyses

Parameter	Product							p-value
	A	B	C	D	E	F	G	
Water (%)	1.92 (0.17)	1.63 (0.37)	1.65 (0.08)	1.65 (0.16)	1.79 (0.06)	1.82 (0.07)	2.50 (0.49)	0.001
Total ash (%)	3.78 (0.16)	4.13 (0.65)	3.46 (0.3)	4.41 (0.3)	5.27 (2.56)	3.76 (0.22)	3.17 (1.09)	0.185
Insoluble ash (%)	0.20 (0.22)	0.53 (0.43)	0.63 (0.71)	0.34 (0.28)	0.53 (0.18)	0.32 (0.18)	0.08 (0.08)	0.426
Sodium chloride (%)	2.31 (0.55)	1.69 (0.14)	2.52 (0.21)	2.33 (0.47)	1.49 (0.22)	1.69 (0.23)	2.44 (0.7)	0.003
Protein (%)	5.92 (1.26)	6.40 (0.53)	5.71 (0.62)	5.64 (0.54)	7.05 (1.25)	6.23 (0.91)	6.25 (0.66)	0.298
Fat (%)	38.22 (2.45)	34.38 (6.12)	34.35 (1.84)	31.27 (2.52)	31.8 (0.75)	35.26 (1.91)	36.85 (4.35)	0.051
Carbohydrates (%)	49.80 (2.29)	54.85 (4.43)	53.41 (3.77)	57.89 (2.65)	54.24 (2.24)	52.94 (2.59)	52.09 (3.56)	0.021
Energetic value (kcal/100 g)	568.32 (13.05)	552.06 (36.05)	544.83 (16.83)	532.14 (13.14)	531.33 (7.01)	553.99 (9.03)	564.25 (28.98)	0.075
Acid value, (mg KOH/1 g)	0.57 (0.36)	0.91 (0.36)	0.63 (0.12)	0.50 (0.25)	0.58 (0.09)	0.57 (0.4)	0.35 (0.31)	0.403
Peroxide value (mequiv/kg)	0.70 (0.46)	1.49 (1.23)	1.19 (0.64)	0.55 (0.41)	1.28 (0.81)	1.40 (1.13)	1.04 (0.56)	0.557
Broken parts (%)	46.58 (9.21)	43.18 (5.43)	54.83 (8.42)	40.11 (7.63)	42.38 (14.97)	41.18 (11.04)	47.03 (11.33)	0.510
Defects (%)	18.26 (6.28)	26.99 (10.77)	16.66 (6.11)	19.42 (11.41)	14.5 (8.76)	26.29 (5.72)	17.68 (5.62)	0.317

Source: the authors.

Proteins

Performing numerous essential functions, proteins are crucial components in human nutrition. It has been proved that proteins from potatoes are as nutritious as egg or soy proteins (Waglay & Karboune 2016).

The samples analysed contained a protein content of from 5.64% (sample D) to 7.05% (sample E). However, the differences were insignificant.

Carbohydrates

Carbohydrates are the main source of energy for the human body. Concentrations of carbohydrates ranged from 49.8% (sample A) to 57.89% (sample D). The differences between samples A and D were statistically significant.

Minerals

Minerals are essential elements of the human diet. They play an important role in the maintenance of physicochemical conditions crucial for sustaining life (Ikanone & Oyekan 2014). Total ash content enables their concentration in a food product to be estimated.

Total ash content varied from 3.17% (sample G) to 5.27% (sample E). The differences were statistically insignificant.

Insoluble ash is an indicator of product contamination, mainly with quartz components. In case of potato chips, the presence of quartz may indicate that the raw material washing process was done sloppily.

Insoluble ash content ranged from 0.08% (sample G) to 0.63% (sample C). As with total ash, the differences were statistically insignificant.

Sodium Chloride

Sodium ions are necessary to maintain blood pressure and volume. They are also used by the nervous system to enable the transmission of impulses and are needed for the metabolism of carbohydrates and proteins. On the other hand, too much sodium consumed with food may cause hypertension or high blood pressure (Beernaert, Van der Mijnsbrugge & De Martelaere 1984). Currently, the advised maximum intake of salt is 6 g a day (*Referencyjne wartości...* 2016).

According to Polish Standard PN-A-74780, the salt content in potato chips may not exceed 3.5%. The highest sodium content was determined in products G (2.44%) and C (2.52%), while the lowest occurred in product E (1.49%). Differences between the two samples of the highest sodium chloride concentration and the product of the lowest sodium chloride content were statistically significant. The sodium chloride content in all of the samples leads to the conclusion that eating potato chips adds a significant amount of this compound to one's daily diet.

The salt content in potato chips analysed by Wójcik-Stopczyńska and Grzeszczuk (2003) ranged from 0.69% to 2.66%. However, their sample was flavoured potato chips.

Moisture and Fat

Moisture and fat content are two common parameters used to monitor potato chip quality (Shiroma & Rodriguez-Saona 2009).

Fat content is one of the most important parameters checked during the quality control process. It affects the product's texture (Mazurek, Szostak & Kita 2016). The fat content alongside potato chips' thinness gives them a desirable flavour-texture combination (Pedreschi *et al.* 2012). Most of the oil does not penetrate into the microstructure of potato chips during the frying but during cooling (Pedreschi *et al.* 2008, Durán *et al.* 2007). Commercial potato chips vary in fat content. Low-fat products contain up to 10% fat, while regular chips as much as 30–40%. The factors that influence fat uptake include: the quality of the raw material, the type of oil fraction, and technological process – with temperature and frying time being the two main parameters (Mazurek, Szostak & Kita 2016, Kita, Lisińska & Gołubowska 2007).

According to Polish Standard PN-A-74780, fat content in potato chips must not exceed 45%. In our research, the products contained from 31.27% (sample D) up to 38.22% (sample A). Only these two marginal products had a statistically significant difference (A and D).

The mean fat content in potato chips tested by Wójcik-Stopczyńska and Grzeszczuk (2003) ranged from 33.14% to 33.94%, while those analysed by Ratusz and Wirkowska (2008) came in at a far wide range – from 22.9% to 40.1% – and by Zychnowska, Krygier and Iwańczuk (2015) from 27% to 36%.

Chips with a moisture content above 3% cannot be sold as their texture becomes unacceptable for consumers (Matz 1984). Moreover, through acceleration of fat degradation, high water content reduces product shelf life (Wójcik-Stopczyńska & Grzeszczuk 2003).

According to Polish Standard PN-A-74780, water content in potato chips must not exceed 4%. In this research, the statistically significantly highest water content was detected in product G (2.5%). Other samples contained from 1.63% (product B) to 1.92% (product A) of water.

In the research by Wójcik-Stopczyńska and Grzeszczuk (2003), water content in potato chips ranged from 0.76% to 3.29%.

Peroxide Value and Acid Value

During deep-frying in the presence of moisture and air, a number of chemical reactions, including oxidation and hydrolysis, occur. The thermal decomposition of fats leads to an increase in the acid and peroxide values (Zhang *et al.* 2015, Lalas & Dourtoglou 2003).

The levels of lipid oxidation along with sorbed water content influence potato chip quality (Quast, Karel & Rand 1972). The lipid oxidation rate depends on the partial pressures of oxygen and water as well as the extent of the oxidation reactions (Del Nobile 2001). To protect chips from breakage and spoilage, they are packed in polymeric films with inert gas, thus keeping the oxygen and water

partial pressures at a low level. This slows down the lipid oxidation rate, extending the product's shelf-life (Del Nobile 2001).

Determining the peroxide value (PV) in foods containing fats is of utmost importance from a quality assurance perspective. This parameter reflects the amount of oxidation in products, mainly hydroperoxides and secondary oxidation products (ketones and aldehydes) in fat. These compounds deteriorate flavour (Guillén & Cabo 2000, Mehta, Darji & Aparnathi 2015). Oxidative processes may occur during storage and processing through auto- or photo-oxidation (Choe & Min 2006). The higher the PV, the lower the food oxidative stability affecting product quality (Pizarro *et al.* 2013). The oxidation of fat in food may even result in product toxicity (Yang *et al.* 2014).

According to the Polish Standard PN-A-74780, the PV in potato chips must not exceed 6 mequiv/kg. All seven of the potato chip samples met this requirement. Although some differences between the samples were found, they were statistically insignificant. At 0.55 mequiv/kg, product D had the lowest mean PV while B had the highest (1.48 mequiv/kg). Relatively high standard deviations indicated that there were large fluctuations between the samples of different production batches.

Wójcik-Stopczyńska and Grzeszczuk (2003) noted mean values ranging from 2.02 mequiv/kg to 4.04 mequiv/kg, with two products in the single production batches (8.08 mequiv/kg and 9.18 mequiv/kg) exceeded the limit set by the PN-A-74780 standard. In research done by Zychnowska, Krygier and Iwańczuk (2015), two products had a peroxide value slightly above the limit set by the Polish Standard (6.09 mequiv/kg and 6.17 mequiv/kg) and in one case the limit was exceeded significantly (10.11 mequiv/kg). The PV determined for other products ranged from 1.09 mequiv/kg to 5.31 mequiv/kg.

Acid value (AV) indicates the amount of free fatty acids in the food products. The lower the value, the higher the quality of the fat contained in the food. High AV may cause gastrointestinal discomfort, diarrhea and even liver damage (Zhang *et al.* 2015).

According to Polish Standard PN-A-74780, the AV in potato chips must not exceed 1 mg KOH/g. All of the samples were analysed with a view to ensuring this requirement was met. The lowest value was determined for product G (0.35 mg KOH/g) and the highest for product B (0.91 mg KOH/g), though the differences were insignificant. High standard deviations indicated that the quality differed from production batch to batch.

In research done by Wójcik-Stopczyńska and Grzeszczuk (2003), the mean acid value ranged between 0.56 mg KOH/g and 0.7 mg KOH/g. They determined that in single batches of two products, AV exceeded the 1 mg KOH/g limit. The acid value noted in potato chips analysed by Zychnowska, Krygier and Iwańczuk

(2015) fluctuated between 0.25 mg KOH/g and 0.69 mg KOH/g. One product had an acid value above the limit set by the PN-A-74780 standard (1.53 mg KOH/g).

Energetic Value

The high concentration of fat in potato chips results in their having high energetic value, which for the products analysed here ranged from 531.3 kcal/100 g (product E) to 568.3 kcal/100 g (product A). Nevertheless, the differences between the tested samples were statistically insignificant.

Chips with Defects and Damaged

According to Polish Standard PN-A-74780, the number of broken potato chips per package must not exceed 8% and chips with defects cannot exceed 0.8%. For this research, all damaged potato chips were counted, even those with small missing pieces. The number of broken chips ranged from 40.11% (sample D) to 54.83% (sample C) while the percentage of chips with defects ranged from 14.5% (sample E) to 26.99% (sample B).

As in the research by Wójcik-Stopczyńska and Grzeszczuk (2003), the majority (85%) of analysed products did not meet requirements of the PN-A-74780 standard.

Sensory Characteristics

The process of frying potato chips gives them a unique appearance, flavours and texture, leading to a highly palatable product. The appreciated colour and mechanical characteristics are developed when the product is being fried (Yu *et al.* 2016).

Consumers are the final judge of any product, the sensory characteristics of which play a crucial role in purchasing decisions (Gatchalian 1999). It is difficult to replace a human sensory evaluation with instrumental methods (Mehta, Darji & Aparnathi 2015). Nonetheless, the producer needs to evaluate sensory quality that affects the level of its product's acceptability. In the case of potato chips, the following parameters are evaluated: shape and size, colour, odour, taste, and texture.

The results of sensory analysis are presented in Table 2.

Table 2. The Results of Sensory Analysis

Parameter	Product							<i>p</i> -value
	A	B	C	D	E	F	G	
Shape and size	2.75 (0.5)	2.00 (0.82)	2.38 (0.48)	3.00 (1.00)	4.67 (0.58)	3.2 (0.84)	2.00 (0.00)	0.001
Colour	3.62 (0.48)	2.80 (0.84)	3.62 (1.25)	3.50 (1.00)	4.00 (0.00)	2.90 (0.55)	2.50 (0.58)	0.086

Parameter	Product							<i>p</i> -value
	A	B	C	D	E	F	G	
Odour	4.00 (0.00)	3.20 (0.84)	4.12 (0.85)	4.62 (0.48)	4.38 (0.48)	3.90 (0.74)	3.38 (0.75)	0.049
Taste	4.00 (0.00)	3.20 (0.84)	4.00 (0.82)	5.00 (0.00)	5.00 (0.00)	3.80 (0.57)	3.50 (0.58)	0.001
Texture	4.00 (0.41)	3.80 (0.45)	4.25 (0.50)	4.62 (0.48)	4.75 (0.50)	3.70 (0.67)	3.75 (0.50)	0.027
SQI	3.67 (0.15)	3.07 (0.48)	3.68 (0.41)	4.22 (0.31)	4.54 (0.23)	3.50 (0.48)	3.02 (0.26)	0.001

Source: the authors.

Shape and Size

Product E scored the highest for shape and size (4.67 points). Product B (2 points) had the lowest score in the group, while G (2 points), C (2.38 points) and A (2.75 points) had statistically significantly lower scores.

In both Wójcik-Stopczyńska and Grzeszczuk's (2003) and Mozolewski, Wieczorek and Pomianowski's research (2011), all of the products analysed returned scores below 3 points.

Colour

Colour and appearance are the first quality parameters assessed by consumers before a food is consumed (Pedreschi *et al.* 2006; Demattè, Sanabria & Spence 2009). Consumers often associate colour with flavour, safety, nutrition and satisfaction (Pedreschi *et al.* 2012). Therefore, sensory evaluation of colour is often used in product quality control (Murray, Delahunty & Baxter 2001). According to Pedreschi *et al.* (2006), the colour of potato chips is the first and most critical product feature assessed by consumers and influences product acceptance.

The Maillard reaction between reducing sugars and amino acids has a great influence on chip colour. The amount of these compounds in chips along with the time and temperature of frying go a long way to obtaining an appealing colour (Marquez & Añon 1986). The colour on the surface of potato chips is also highly dependent on the amount and location of the oil in the product's microstructure (Pedreschi *et al.* 2012).

The results of research by Pedreschi *et al.* (2012) prove that pale chips are less appreciated by consumers as they do not have a rich odour. 80% of panelists rejected such products. As many as 60% claimed that potato chips had to be toasted and of golden brown colour, though not burnt.

In the present study, the colour of products A and C received the highest ratings (mean – 3.62 points) while product samples G and B (2.5 points) returned the lowest scores, though the differences were statistically insignificant.

In Mozolewski, Wieczorek and Pomianowski's study (2011), the potato chips received ratings from 2.6 to 3.1 points.

Odour

The odour of fried potato chips is formed in Strecker's reactions, where methional is formed from methionine (Duckham *et al.* 2002).

Sample D had the highest-ranking odour (4.62 points) among the products analysed. Product B (mean – 3.2 points) received the lowest scores among all the samples, though products B and D were the only two to have a statistically significant difference.

In research done by Wójcik-Stopczyńska and Grzeszczuk (2003) on chips of various flavours, the mean odour scores ranged from 4.19 to 4.54 points. In Mozolewski, Wieczorek and Pomianowski's 2011 study, the chips were scored from 3.1 to 3.8 points.

Taste

Consumers naturally perceive a food product's taste to be amongst the most crucial determinants affecting their choice to purchase and consume it (Thunström & Nordström 2015). The taste of salted potato chips depends mainly on precursors of aromatic compounds in potatoes as well as the type and quality of oil used and the amount of salt added (Lisińska 1994, Jansky 2010).

Products D and E earned the highest ratings for taste (5 points), while products B (3.2 points), G (3.5 points) and F (3.8 points) all garnered significantly lower scores.

In research by Mozolewski, Wieczorek and Pomianowski (2011), potato chips received scores of between 3.1 and 3.8 points.

Texture

Apart from colour, odour and flavour, texture is an important feature of potato chips and influences consumer acceptance (Kita 2001). According to Scanlon *et al.* (1994), colour and texture are actually the most important sensory parameters of potato chips.

The texture of potato chips is often associated with crispiness, hardness and crunchiness (Salvador *et al.* 2009). Crispiness is a very important quality of potato chips (Yu *et al.* 2016). Both the raw materials in the chips and the conditions present in the manufacturing process affect chip crispiness (Segnini, Dejmek & Öste 1999). According to research by Salvador *et al.* (2009), high fat content makes chips less crispy.

According to the assessors, potato chips E had the best texture (4.75 points), while product F, with a mean score of 3.7, had the worst.

In research by Wójcik-Stopczyńska and Grzeszczuk (2003), all of the potato chips received ratings higher than 4 points, whereas in a study done by Mozolewski, Wieczorek and Pomianowski (2011), the scores ranged from 2.5 to 4.0 points.

SQI

Product E had the highest sensory quality of all the brands (SQI – 4.54 points) while samples B and G were assessed as being of the worst sensory quality (3.07 points and 3.02 points respectively). According to Polish Standard PN-A-74780, products A, B, C, F and G should be disqualified for the shape and size as well as colour ratings.

In Wójcik-Stopczyńska and Grzeszczuk's 2003 research, overall ratings for flavoured potato chips ranged between 3.73 and 4.21 points and in Mozolewski, Wieczorek and Pomianowski's 2011 the ratings were lower, at between 2.84 and 3.44 points.

Hierarchical Clustering

The results of hierarchical clustering show that the chips analysed here can be divided into two groups of similar products (see Figure 1). The first cluster (D and E) is made up of well-known, high quality products, while the second contains A, B, C, F and G, products sold at the lowest price. Four of them – A, C, F and G – were private label products.

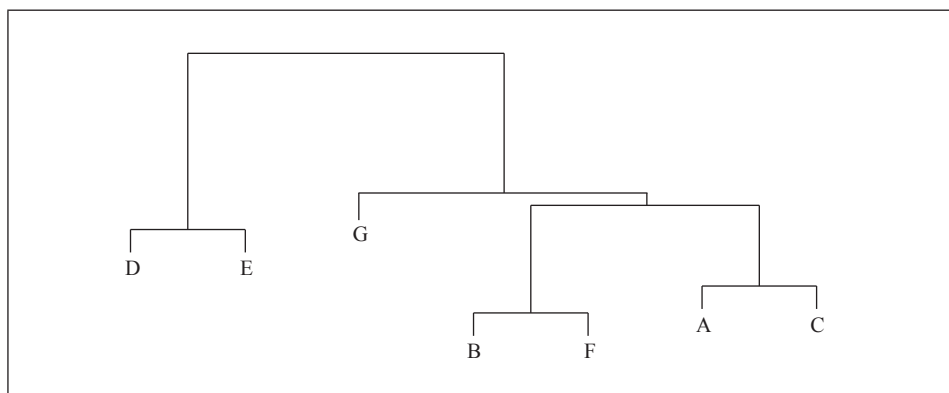


Fig. 1. Dendrogram of Hierarchical Clustering Results

Source: the authors.

4. Conclusions

Today's consumers choose food that has desirable sensory properties. Nevertheless, more and more people are beginning to realise that nutrition affects their health. Potato chips are not an advisable part of one's everyday diet. Nonetheless, their unique sensory characteristics have led to high consumption rates.

Among commercially available potato chips, differences regarding quality, nutritional value and sensory properties may be found. The highest nutritional value is found in products that cannot be classified as actual potato chips: those made of potato flour and baked, which have a lower fat content and are highly appreciated by consumers, a fact borne out by the results of analyses conducted for product E.

While the products sold by well-known manufacturers were of the highest sensory quality among the samples analysed for this paper, delicatessen brands were very similar. This was also confirmed by the results of hierarchical clustering.

The nutritional value of the potato chips was similar, though there were statistically significant differences in the particular parameters of single products. Finally, the differences in salt content in some cases came in at as much as 40%. In case of salted potato chips, the concentration of sodium chloride might be an important selection criterion among consumers.

Bibliography

- Allshouse J., Frazao B., Turpening J. (2002), *Are Americans Turning Away from Lower Fat Salty Snacks*, Food and Rural Economics Division, Economic Research Service, USDA, "Food Review", vol. 25, no 3.
- Arias-Mendez A., Warning A., Datta A. K., Balsa-Canto E. (2013), *Quality and Safety Driven Optimal Operation of Deep-fat Frying of Potato Chips*, "Journal of Food Engineering", vol. 119, no 1, <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.05.001>.
- Babicz-Zielińska E., Jeżewska-Zychowicz M., Laskowski W. (2010), *Postawy i zachowania konsumentów w stosunku do żywności wygodnej*, "Żywność. Nauka. Technologia. Jakość", no 4(71).
- Beernaert H. A. S., Van der Mijnsbrugge F. M. C., De Martelaere J.-M. C. J. G. (1984), *Determination of Salt in Potato Chips*, "Zeitschrift Lebensmittel-Untersuchung und Forschung", vol. 178, no 1, <https://doi.org/10.1007/BF01042309>.
- Brennan J. G. (2006), *Food Processing Handbook*, Wiley-VCH, Technology and Engineering, Berlin.
- Cheng T. O. (2012), *Cardiovascular Health, Risks and Diseases in Contemporary China*, "International Journal of Cardiology", no 154(2), <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2011.08.011>.

- Choe E., Min D. B. (2006), *Mechanisms and Factors for Edible Oil Oxidation*, "Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety", vol. 5, no 4, <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2006.00009.x>.
- Del Nobile M. A. (2001), *Packaging Design for Potato Chips*, "Journal of Food Engineering", vol. 47, no 3, [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00118-7](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00118-7).
- Demattè M. L., Sanabria D., Spence C. (2009), *Olfactory Discrimination: When Vision Matters?*, "Chemical Senses", vol. 34, no 2, <https://doi.org/10.1093/chemse/bjn055>.
- Duckham S. C., Dodson A. T., Bakker J., Ames J. M. (2002), *Effect of Cultivar and Storage Time on the Volatile Flavor Components of Baked Potato*, "Journal of Agricultural and Food Chemistry", no 50(20), <https://doi.org/10.1021/jf011326+>.
- Durán M., Pedreschi F., Moyano P. A., Troncoso E. (2007), *Oil Partition in Pre-treated Potato Slices During Frying and Cooling*, "Journal of Food Engineering", vol. 81, no 1, <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.11.004>.
- EN ISO 8586:2014. Sensory analysis. General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors.
- Gatchalian M. M. (1999), *Quality Assessment through Statistically-based Sensory Evaluation Methods*, "The TQM Magazine", no 11(6), <https://doi.org/10.1108/09544789910287674>.
- Guillén M. D., Cabo N. (2000), *Some of the Most Significant Changes in the Fourier Transform Infrared Spectra of Edible Oils under Oxidative Conditions*, "Journal of the Science of Food and Agriculture", vol. 80, no 14, [https://doi.org/10.1002/1097-0010\(200011\)80:14<2028::AID-JSFA713>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/1097-0010(200011)80:14<2028::AID-JSFA713>3.0.CO;2-4).
- Hassan A. S., Al-Dosari S. N. (2008), *Breakfast Habits and Snacks Consumed at School among Qatari Schoolchildren Aged 9-10 Years*, "Nutrition & Food Science", vol. 38, no 3, <https://doi.org/10.1108/00346650810871957>.
- Ikanone C. E. O., Oyekan P. O. (2014), *Effect of Boiling and Frying on the Total Carbohydrate, Vitamin C and Mineral Contents of Irish (Solanum tuberosum) and Sweet (Ipomea batatas) Potato Tubers*, "The Nigerian Food Journal", vol. 32, no 2, [https://doi.org/10.1016/S0189-7241\(15\)30115-6](https://doi.org/10.1016/S0189-7241(15)30115-6).
- Jansky S. H. (2010), *Potato Flavor*, "American Journal of Potato Research", vol. 87, no 2, <https://doi.org/10.1007/s12230-010-9127-6>.
- Kita A. (2001), *Wpływ rodzaju przyprawy na jakość czipsów ziemniaczanych podczas przechowywania*, "Zeszyty Naukowe AR Wrocław. Technologia Żywności", nr 14(407).
- Kita A., Lisińska G., Gołubowska G. (2007) *The Effects of Oils and Frying Temperatures on the Texture and Fat Content of Potato Crisps*, "Food Chemistry", vol. 102, no 1, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.08.038>.
- Lalas S., Dourtoglou V. (2003), *Use of Rosemary Extract in Preventing Oxidation During Deep-fat Frying of Potato Chips*, "JAOCs", vol. 80, no 6, <https://doi.org/10.1007/s11746-003-0741-x>.
- Lisińska G. (1994), *Ziemniak jako surowiec dla przemysłu spożywczego*, "Zeszyty Problematyczne Postępów Nauk Rolniczych", no 1.
- Marquez G., Añon M. C. (1986), *Influence of Reducing Sugars and Amino Acids in the Color Development of Fried Potatoes*, "Journal of Food Science", vol. 51, no 1, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1986.tb10859.x>.
- Matz S. A. (1984), *Snack Food Technology*, The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, <https://doi.org/10.1002/food.19860300312>.

- Mazurek S., Szostak R., Kita A. (2016), *Application of Infrared Reflection and Raman Spectroscopy for Quantitative Determination of Fat in Potato Chips*, "Journal of Molecular Structure", vol. 1126, <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2016.01.064>.
- Medeiros-Vinci R., Mestdagh F., De Meulenaer B. (2011), *Acrylamide Formation in Fried Potato Products – Present and Future, a Critical Review on Mitigation Strategies*, "Food Chemistry", vol. 133, no 4, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.08.001>.
- Mehta B. M., Darji V. B., Aparnathi K. D. (2015), *Comparison of Five Analytical Methods for the Determination of Peroxide Value in Oxidized Ghee*, "Food Chemistry", vol. 185, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.023>.
- Moros J., Roth M., Garrigues S., de la Guardia M. (2009), *Preliminary Studies about Thermal Degradation of Edible Oils through Attenuated Total Reflectance Mid-infrared Spectrometry*, "Food Chemistry", vol. 114, no 4, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.040>.
- Mozolewski W., Wieczorek J., Pomianowski J. F. (2011), *Badania jakości organoleptycznej czipsów solonych*, "Inżynieria i Aparatura Chemiczna", no 50(3).
- Murray J. M., Delahunty C. M., Baxter I. A. (2001), *Descriptive Sensory Analysis: Past, Present and Future*, "Food Research International", vol. 34, no 6, [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(01\)00070-9](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(01)00070-9).
- Pedreschi F., Bungler A., Skurtys O., Allen P., Rojas X. (2012), *Grading of Potato Chips According to Their Sensory Quality Determined by Color*, "Food and Bioprocess Technology", vol. 5, no 6, <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0559-x>.
- Pedreschi F., Cocio C., Moyano P., Troncoso E. (2008), *Oil Distribution in Potato Slices during Frying*, "Journal of Food Engineering", vol. 87, no 2, <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.11.031>.
- Pedreschi F., León J., Mery D., Moyano P. (2006), *Development of a Computer Vision System to Measure the Color of Potato Chips*, "Food Research International", vol. 39, no 10, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.03.009>.
- Pizarro C., Esteban-Díez I., Rodríguez-Tecedor S., González-Sáiz J. M. (2013), *Determination of the Peroxide Value in Extra Virgin Olive Oils through the Application of the Stepwise Orthogonalisation of Predictors to Mid-infrared Spectra*, "Food Control", vol. 34, no 1, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.03.025>.
- Polish Standard PN-A-74702:1978. Potato food products. Testing methods.
- Polish Standard PN-A-74780:1996. Potato products. Fried potato snacks.
- Polish Standard PN-75/A-04018:1975/Az3:2002. Agricultural food products. Determination of nitrogen by the Kjeldahl method and expressing it as protein.
- Quast D. G., Karel M., Rand W. M. (1972), *Development of a Mathematical Model for Oxidation of Potato Chips as a Function of Oxygen Pressure, Extent of Oxidation, and Equilibrium Relative Humidity*, "Journal of Food Science", vol. 37, no 5, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1972.tb02723.x>.
- Rani M., Chauhan G. S. (1995), *Effect of Intermittent Frying and Frying Medium on the Quality of Potato Chips*, "Food Chemistry", vol. 54, no 4, [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(95\)00019-F](https://doi.org/10.1016/0308-8146(95)00019-F).
- Ratusz K., Wirkowska M. (2008), *Udział izomerów trans kwasów tłuszczowych w wybranych wyrobach ciastkarskich i chipsach ziemniaczanych*, "Żywność. Nauka. Technologia. Jakość", no 4(59).
- Referencyjne wartości wskazanego dziennego spożycia, <http://www.pfzp.pl/index/?id=7d2a383e54274888b4b73b97e1aaa491> (accessed: 14 April 2016).

- Saguy I. S., Dana D. (2003), *Integrated Approach to Deep Fat Frying: Engineering, Nutrition, Health and Consumer Aspects*, "Journal of Food Engineering", vol. 56, no 2–3, [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00243-1](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00243-1).
- Salvador A., Varela P., Sanz T., Fiszman S. M. (2009), *Understanding Potato Chips Crispy Texture by Simultaneous Fracture and Acoustic Measurements, and Sensory Analysis*, "LWT – Food Science and Technology", vol. 42, no 3, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.09.016>.
- Sayon-Orea C., Martinez-Gonzalez M. A., Gea A., Flores-Gomez E., Basterra-Gortari F. J., Bes-Rastrollo M. (2014), *Consumption of Fried Foods and Risk of Metabolic Syndrome: the SUN Cohort Study*, "Clinical Nutrition", vol. 33, no 3, <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2013.07.014>.
- Scanlon M. G., Roller R., Mazza G., Pritchard M. K. (1994), *Computerized Video Image Analysis to Quantify Color of Potato Chips*, "American Journal of Potato Research", no 71, <https://doi.org/10.1007/BF02849210>.
- Segnini S., Dejmeck P., Öste R. (1999), *Relationship between Instrumental and Sensory Analysis of Texture and Color of Potato Chips*, "Journal of Texture Studies", vol. 30, no 6, <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1999.tb00237.x>.
- Shiroma C., Rodriguez-Saona L. (2009), *Application of NIR and MIR Spectroscopy in Quality Control of Potato Chips*, "Journal of Food Composition and Analysis", vol. 22, no 6, <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.09.003>.
- Stier R. F. (2013), *Ensuring the Health and Safety of Fried Foods*, "European Journal of Lipid Science and Technology", vol. 115, no 8, <https://doi.org/10.1002/ejlt.201300180>.
- Thunström L., Nordström J. (2015), *Determinants of Food Demand and the Experienced Taste Effect of Healthy Labels – An Experiment on Potato Chips and Bread*, "Journal of Behavioral and Experimental Economics", vol. 56, <https://doi.org/10.1016/j.socec.2015.02.004>.
- Waglay A., Karboune S. (2016), *Potato Proteins: Functional Food Ingredients* (in:) *Advances in Potato Chemistry and Technology*, eds J. Singh, L. Kaur, 2nd ed., Academic Press, London.
- Wójcik-Stopczyńska B., Grzeszczuk M. (2003), *Badanie jakości prób czipsów ziemniaczanych pochodzących z sieci handlowej*, "Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria", no 2(2).
- Yang Y., Li Q., Yu X., Chen X., Wang Y. (2014), *A Novel Method for Determining Peroxide Value of Edible Oils Using Electrical Conductivity*, "Food Control", vol. 39, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.11.017>.
- Yi H., Hwang L. T., Choi H., Lim H. (2015), *Physicochemical and Organoleptic Characteristics of Deep-fat Fried and Microwaved Potato Chips*, "Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry", vol. 58, no 5, <https://doi.org/10.1007/s13765-015-0101-3>.
- Yu L., Li J., Ding S., Hang F., Fan L. (2016), *Effect of Guar Gum with Glycerol Coating on the Properties and Oil Absorption of Fried Potato Chips*, "Food Hydrocolloids", vol. 54, part A, <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.10.003>.
- Zhang W., Li N., Feng Y., Su S., Li T., Liang B. (2015), *A Unique Quantitative Method of Acid Value of Edible Oils and Studying the Impact of Heating on Edible Oils by UV-Vis Spectrometry*, "Food Chemistry", vol. 185, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.005>.

Zhang Y., Zhang G., Zhang Y. (2005), *Occurrence and Analytical Methods of Acrylamide in Heat-treated Foods: Review and Recent Developments*, "Journal of Chromatography", no 1075, <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2005.03.123>.

Zychnowska M., Krygier K., Iwańczuk M. (2015), *Analiza zawartości i jakości tłuszczu w polskich smażonych chipsach ziemniaczanych*, "Bromatologia i Chemia Toksykologiczna" XLVIII, no 4.

Jakość solonych chipsów ziemniaczanych dostępnych na polskim rynku

(Streszczenie)

Chipsy ziemniaczane są powszechnie znaną przekąską konsumowaną przez ludzi w każdym wieku. Ze względu na dużą zawartość tłuszczu oraz soli, a także zawartość akryloamidu i izomerów trans kwasów tłuszczowych powstających w wyniku smażenia w wysokiej temperaturze uważa się je za produkt niezdrowy. Mają one jednak bardzo pożądaną smak, często poprawiony przez dodatek glutamianu sodu, i dlatego wielkość ich spożycia utrzymuje się stale na wysokim poziomie.

Na polskim rynku funkcjonuje wiele firm, które produkują chipsy ziemniaczane, jest to bowiem istotny produkt na rynku żywności. Dostępne na rynku chipsy ziemniaczane różnią się jednak istotnie pod względem ceny, a także deklarowanej wartości odżywczej. Celem badań była ocena jakości solonych chipsów ziemniaczanych dostępnych na polskim rynku. Wybrano 8 produktów oferowanych przez 7 producentów. Próbkę pobierano z czterech partii produkcyjnych. Analizie poddano wartość odżywczą chipsów, a także oznaczono liczby: kwasową i nadtlenkową wyekstrahowanego z nich tłuszczu. Ponadto zweryfikowano jakość sensoryczną, liczbę chipsów z wadami i uszkodzonymi, a także szczelność opakowania. Wyniki dowodzą, że solone chipsy dostępne na polskim rynku istotnie różnią się między sobą zawartością wybranych składników odżywczych i jakością sensoryczną.

Słowa kluczowe: przekąski, chipsy ziemniaczane, solone chipsy ziemniaczane, jakość chipsów ziemniaczanych.

Bartłomiej Kabaja

Możliwości wykorzystania metody TVScore do oceny znakowania opakowań na przykładzie suplementów diety*

Streszczenie

Rosnące znaczenie opakowań produktów w komunikacji rynkowej pomiędzy producentami dóbr a ich konsumentami sprawia, że niezwykle ważna okazuje się właściwa dostępność zamieszczonych na nich informacji. Celem artykułu jest przedstawienie metody TVScore, próba jej adaptacji do warunków krajowych oraz przeprowadzenie przy jej użyciu oceny oznakowania wybranych suplementów diety. Wybór tej grupy środków spożywczych do badań wynikał z takich czynników jak ciągle rosnąca sprzedaż tych produktów oraz wysoki poziom niezadowolenia konsumentów z ich oznakowania. Do oceny wytypowano dziewięć opakowań suplementów diety wspomagających odporność. Otrzymane wyniki pozwoliły na wskazanie, że w największej liczbie przypadków o niskiej dostępności oznakowania decydowała zbyt mała czcionka oraz połyskująca powierzchnia opakowań.

Słowa kluczowe: opakowanie, znakowanie, metoda badania, czytelność, widoczność.

Klasyfikacja JEL: D83, M31.

Bartłomiej Kabaja, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Katedra Opakowalnictwa Towarów, 31-510 Kraków, ul. Rakowicka 27, e-mail: kabajab@uek.krakow.pl

* Publikacja stanowi wynik realizacji tematu badawczego dofinansowanego ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego przyznanych Wydziałowi Towaroznawstwa Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie na badania dla młodych naukowców oraz uczestników studiów doktoranckich.

1. Wprowadzenie

Coraz większa konkurencja na rynku dóbr konsumpcyjnych doprowadziła do wzrostu podaży i dostępności produktów. Ich potencjalni nabywcy poddawani są coraz intensywniejszym działaniom mającym na celu promocję poszczególnych towarów.

Szczególnie istotnym narzędziem w komunikacji rynkowej jest opakowanie jednostkowe. Towarzyszy ono produktom w drodze od producenta do konsumentów i jest jednocześnie instrumentem przekazu najdłużej na nich oddziałującym [Nestorowicz 2014].

Opakowanie przez celowo nadaną formę przestrzenną (kształt), wielkość, barwę, grafikę oraz zastosowany materiał i formę konstrukcyjną spełnia funkcje związane z przekazem informacji [Cholewa-Wójcik i Kawecka 2015]. Na informacyjność opakowania składają się takie czynniki, jak: obecność i czytelność informacji obligatoryjnych i fakultatywnych ważnych z punktu widzenia prawa oraz potrzeb i oczekiwań konsumentów, zdolność sugerowania przez warstwę wizualną przeznaczenia produktu oraz umożliwienie łatwego odczytania informacji przez odpowiednie zastosowanie elementów warstwy wizualnej [Lisińska-Kuśnierz 2009].

Celem niniejszego opracowania jest prezentacja wyników badań empirycznych pozwalających na możliwość adaptacji metody TVScore zaproponowanej przez M. Metz [1996] do oceny różnych znaków zamieszczonych na opakowaniach produktów tworzących znakowanie oraz oceny informacyjności każdego opakowania.

2. Stan badań w zakresie znakowania opakowań

Projekty opakowań dóbr konsumpcyjnych powinny uwzględniać potrzeby i oczekiwania ich nabywców. Często stanowią jedyne źródło informacji o produkcie dla konsumentów zarówno w momencie dokonywania zakupu, jak i podczas jego użytkowania. Dobór treści przekazu i ich odpowiednia prezentacja muszą uwzględniać predyspozycje docelowej grupy odbiorców.

W ostatnim czasie kwestie dotyczące znakowania środków spożywczych i przekazywania informacji dotyczących żywności stały się przedmiotem zainteresowania najwyższych władz Unii Europejskiej. Przyjęte Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności ma na celu ujednoczenie przepisów we wszystkich krajach członkowskich oraz ich aktualizację w sposób

uwzględniający zmiany, do których doszło w dziedzinie informacji na temat żywności.

Rozporządzenie (UE) nr 1169/2011 reguluje zakres znakowania oraz nakłada obowiązek umieszczania go w widocznym miejscu, w taki sposób aby było dobrze widoczne, czytelne oraz nieusuwalne. Informacje znajdujące się na opakowaniu nie mogą być w żaden sposób ukryte, zasłonięte, pomniejszone ani przerwane jakimikolwiek nadrukami, ilustracjami czy innym materiałem. Etykiety żywności powinny być ponadto jasne i zrozumiałe, aby były pomocne dla konsumentów.

Poza informacjami wymaganymi prawnie i jednocześnie warunkującymi dopuszczenie produktu do obrotu rynkowego producenci mogą umieszczać dodatkowe znaki na opakowaniach. Do najczęściej stosowanych dobrowolnych informacji należą: znaki towarowe, znaki ekologiczne oraz znaki związane z dobrowolną certyfikacją i programami promocyjnymi [Ucherek 2009].

R. Nestorowicz [2014] słusznie zauważa, że w większości przypadków układ informacji na opakowaniach dóbr konsumpcyjnych nie ma na celu zaspokojenia potrzeb informacyjnych konsumenta, lecz głównie nakłonienie go do zakupu danego produktu. Następstwem takiego podejścia jest umieszczanie niektórych komunikatów w mało widocznych miejscach, ich nieczytelność oraz trudności w zrozumieniu.

Prace I. Ozimek [2002] oraz M. Ucherek [2009] potwierdzają chęć konsumentów do korzystania z informacji znajdujących się na opakowaniach. Zakres i okoliczności posługiwania się znakowaniem uzależnione są od pewnych zmiennych, m.in. okoliczności kontaktu nabywcy z zapakowanym produktem. Jak wynika z badań I. Ozimek i M. Tomaszewskiej-Pielachy [2011], respondenci wykazują największe zainteresowanie treściami umieszczonymi na etykietach produktów podczas dokonywania zakupów (74%). Mniejsza liczba badanych (54%) deklaruje zwracanie uwagi na informacje zamieszczone na opakowaniu podczas przygotowywania produktu, a tylko niespełna połowa (47%) w chwili jego spożywania.

Na korzystanie z informacji znajdujących się na opakowaniach ma wpływ także rodzaj produktu. Oznakowanie takich wyrobów jak mięso oraz mleko spotyka się z dużo większym zainteresowaniem ze strony nabywców niż oznakowanie kawy, herbaty czy napojów alkoholowych [Ozimek i Tomaszewska-Pielacha 2011].

Ze względu na konieczność określenia potrzeb informacyjnych potencjalnych konsumentów niezwykle istotna okazuje się identyfikacja ważności poszczególnych znaków obligatoryjnych i fakultatywnych znajdujących się na opakowaniach produktów.

Badania w tym zakresie prowadziły m.in.: M. Tomaszewska-Pielacha i I. Ozimek [2011] oraz M. Ankiel-Homa [2012]. Na podstawie badań konsumentów czekolad, należących do grupy artykułów spożywczych częstego zakupu, cieszących się dużą popularnością, M. Lisińska-Kuśnierz [2009] określiła hierarchię ważności informacji. Za najważniejsze uznała znaki dotyczące marki i producenta, a następnie daty minimalnej trwałości, nazwy i wartości odżywczej.

Określenie potrzeb i wymagań potencjalnych nabywców w zakresie znakowania opakowań staje się niezwykle istotne dla zaangażowanych podmiotów wprowadzających produkty na rynek. Badania przeprowadzone przez M. Klonowską-Matynię [2010], polegające m.in. na porównaniu ocen konsumentów i producentów w zakresie pewnych aspektów opakowań oraz poglądów producentów na ten temat, pozwoliły na stwierdzenie, że przekonania dotyczące zachowań i determinant zakupu w tych grupach są odmienne.

Małe zaangażowanie w procesie projektowania opakowań oraz doboru odpowiednich form przekazu komunikatu rynkowego ze strony podmiotów wprowadzających produkty do obrotu zdają się potwierdzać także inne badania. Prace M. Lisińskiej-Kuśnierz, M. Ucherek i A. Borusiewicz [2008] oraz M. Miśniakiewicz i M. Pycek [2014] wykazały nieprawidłowości w zakresie spełnienia wymagań prawnych dotyczących obecności obowiązkowego znakowania na produktach częstego zakupu, takich jak: czekolady, soki jabłkowe, jogurty naturalne i ciastka.

Skalę problemu pokazują także coroczne wyniki kontroli publikowane przez Inspekcję Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych. Według danych za 2014 r. odsetek skontrolowanych produktów, w przypadku których odnotowano nieprawidłowości w oznakowaniu, wyniósł 24%. Najczęstsze odstępstwa dotyczyły przekazywania takich informacji, jak: nazwa produktu, skład, pochodzenie, sugerowanie szczególnych właściwości [Sprawozdanie roczne... 2015].

Nieobecność informacji obowiązkowych na opakowaniach handlowych to tylko jeden z przykładów nieprawidłowości wpływających na obniżenie poziomu informacyjności przekazu rynkowego kierowanego do konsumentów. Przeprowadzone badania potwierdzają, że konsumenci nisko oceniają widoczność i czytelność informacji umieszczanych na opakowaniach oraz mają trudności z jej zrozumieniem.

Prace M. Tomaszewskiej-Pielachy i I. Ozimek [2011] wskazują, że tylko ok. 30% badanej populacji uznaje znakowanie opakowań żywności za czytelne i łatwe do zrozumienia. Pozostali ankietowani jako główne utrudnienia w dostępności informacji wskazywali: stosowanie zbyt małej czcionki, mały kontrast pomiędzy barwą czcionki a tłem oraz słabą jakość druku.

Badania przeprowadzone wśród osób cierpiących na alergię pokarmową potwierdziły, że produkty spożywcze nie są oznakowane w sposób właściwy. Około 82% respondentów uznało, że informacje na opakowaniach żywności dotyczące alergenów są przedstawione w sposób niepełny i nieprawidłowy, głównie

z powodu braku precyzyjnych i zrozumiałych danych o składzie produktu [Piecyk i Marczuk-Daniluk 2011].

Przedstawione wyniki badań pozwalają stwierdzić, że poziom zadowolenia ze znakowania opakowań występujących w obrocie rynkowym jest stosunkowo niski i w przypadku niektórych produktów nie gwarantuje konsumentom bezpieczeństwa. Zarówno świadomość potrzeby dokonywania zmian, jak i działania przedsiębiorstw podejmowane w tym zakresie są niewystarczające.

W rozwiązaniu tego problemu pomocne może okazać się stosowanie prostych metod umożliwiających przeprowadzenie oceny znakowania. Przykładem takiego narzędzia jest TVScore. Ze względu na trudności określone na podstawie analizy badań, jak i niepokojące wyniki prac własnych autora za cel badań obrano prezentację metody TVScore oraz jej adaptację do warunków panujących na rynku krajowym.

3. Metoda TVScore

Metoda TVScore (*typography variable score*) została opracowana przez M. Metz [1996]. Opiera się na założeniu, że typografia tekstu umieszczonego na opakowaniach produktów ma fundamentalne znaczenie w procesie czytania tych treści przez konsumentów, zaś właściwe odczytanie informacji jest warunkiem koniecznym do ich poprawnego zrozumienia. Pojęciem typografii w węższym znaczeniu określa się zwykle graficzne kształtowanie tekstu za pomocą dostępnych krojów pisma. Natomiast w szerszym znaczeniu pojęcie typografii można rozumieć również jako projektowanie rozkładu ilustracji i innych elementów graficznych w obrębie projektowanej struktury i tak należy ją rozumieć w niniejszej pracy.

Założenia metody TVScore wynikają z licznych badań polegających na optymalizacji parametrów druku tekstu w celu uzyskania możliwie jak największej jego przystępności dla odbiorcy. Badania takie prowadzili m.in.: D.G. Paterson i M.A. Tinker [1940], M.A. Tinker [1963], a także S.W. Sutherland [1989].

Metoda wykorzystuje *zone of optimal typography* (ZOT) [Sutherland 1989] jako zbiór zaleceń opisujących parametry tekstu gwarantujące możliwość sprawnego odczytania. Odstępstwa od zaleceń traktowane są jako błędy. Za każdy błąd przyznawane są punkty, dlatego im więcej punktów uzyska badane opakowanie, tym trudniejsze do odczytania są informacje na nim umieszczone.

Wyniki analizy przeprowadzonej tą metodą wykazały istotną statystycznie zależność między łatwością czytania tekstu (za pomocą *miscue analysis*) a oceną atrakcyjności opakowań dokonaną przez konsumentów [Metz 1996]. Etykiety

z niską oceną TVScore (bliższą ZOT) były konsekwentnie oceniane jako bardziej atrakcyjne i łatwiejsze do przeczytania niż etykiety z wysoką oceną TVScore.

Przydatność metody oraz jej aplikacyjny charakter potwierdzają liczne zastosowania w gospodarce, o czym mówi m.in.: raport *Readability of Food Product Labels* sporządzony dla Consumer Interest Alliance Inc. z siedzibą w Toronto [Mackey i Metz 2007].

Analiza reguł oceny oraz przegląd wyników przeprowadzonych do tej pory badań pozwoliły autorowi na nieznaczną modyfikację metody mającą na celu jej dostosowanie do warunków panujących na krajowym rynku dóbr konsumpcyjnych i umożliwienie wykorzystania w praktyce.

Poniżej przedstawiono kryteria oceny znakowania opakowań, do których należą cechy związane z drukowanym tekstem i jego organizacją [Metz 1996, Mackey i Metz 2007].

Styl druku. W projektowaniu opakowań akceptowane są czcionki zarówno szeryfowe, jak i bezszeryfowe. Natomiast stosowanie zagęszczonego druku jest traktowane jako odstępstwo. Celem takiego działania jest umieszczenie informacji na mniejszej powierzchni. Nadmiernie zwarte litery tekstu znacznie utrudniają jednak jego odczytanie. Występowanie zagęszczonej czcionki, w której pozostają odstępy między literami, uznawane jest za nieznaczne odstępstwo i przyznawany jest 1 pkt. Jeśli litery stykają się ze sobą, traktuje się to jako znaczne odstępstwo od ZOT i przyznaje się 2 pkt.

Rozmiar czcionki. Rozmiar druku to odległość pomiędzy podstawową linią pisma a linią wersalika. Przyrządem do pomiaru tego parametru jest typometr. Rozmiar czcionki o wielkości co najmniej 8 pkt jest uznawany za wartość optymalną – najbardziej pożądaną. Wielkość liter poniżej 8 pkt traktowana jest jako odstępstwo, ponieważ znacznie utrudnia czytanie tekstu. Oznakowanie opakowań o wielkości czcionki pomiędzy 7 pkt a 7,5 pkt stanowi nieznaczne odstępstwo (przyznaje się 1 pkt). Rozmiar czcionki pomiędzy 6 pkt a 6,5 pkt to już znaczne odstępstwo (przyznaje się 2 pkt). Czcionki mniejsze niż 6 pkt otrzymują następującą punktację: przy wielkości czcionki 5–5,5 pkt przyznaje się 3 pkt, a przy wielkości mniejszej niż 5 pkt przyznaje się 4 pkt.

Odstęp między wierszami. Odległość między liniami pisma jest oznaczana w procentach jako stosunek jej długości do rozmiaru czcionki. Wartość optymalna to co najmniej 120%. W przypadku wartości tego parametru wynoszącej od 119% do 100% przyznawany jest 1 pkt, ponieważ uznaje się to za nieznaczne odstępstwo. Wartość parametru poniżej 100% traktowana jest jako znaczne odstępstwo i przyznaje się 2 pkt. W przypadku występowania szczególnych warunków – rewersu druku (w kontrze) lub tekstu, w którym użyto majuskuły (wielkich liter), minimalną akceptowaną wartością parametru jest 120%. Jeśli wartość ta jest niższa, przyznaje się 2 pkt.

Pogrubienia i kursywa. Używanie w tekście pogrubień i kursywy w nagłówkach lub kluczowych słowach, których celem jest zwrócenie uwagi czytelnika, uznawane jest za pożądany element projektu opakowania. Natomiast brak użycia form mogących ułatwiać dostrzeżenie ważnych informacji lub stosowanie ich w całych wierszach stanowi nieznaczne odstępstwo. Jeśli wyróżnienie nagłówków i kluczowych słów nie występuje lub dotyczy więcej niż wybranych słów, ale nie więcej niż dwóch wierszy tekstu, przyznawany jest 1 pkt. Zastosowania pogrubień lub kursywy do więcej niż dwóch wierszy tekstu stanowi znaczne odstępstwo, ponieważ w znacznym stopniu utrudnia odbiór i ogranicza czytelność, dlatego przyznawane są 2 pkt.

Czcionka. Tekst znajdujący się na opakowaniach może być przedstawiony z wykorzystaniem wielkich liter (majuskuły), kapitalików, małych liter (minuskuły) oraz ich dowolnych kombinacji. Stosowanie tylko wielkich liter i kapitalików znacznie utrudnia jego odczytanie. Uznaje się to za znaczne odstępstwo i przyznaje się 2 pkt. Jeżeli wielkie litery i kapitaliki występują w większej części tekstu, przyznaje się 1 pkt. Optymalne wykorzystanie wielkich liter i kapitalików ma miejsce wtedy, gdy stosuje się je dla zwrócenia uwagi na ważne słowa i zdania, których konsument nie powinien przeoczyć.

Długość linii tekstu. Długość wierszy tekstu jest mierzona w pica (1 pica = $\frac{1}{6}$ cala = 4,2333 mm). Zbyt długie lub zbyt krótkie linie tekstu utrudniają jego czytanie, a co za tym idzie – zrozumienie jego sensu. Za optymalną długość wierszy w przypadku umieszczania ich na opakowaniach produktów konsumpcyjnych przyjmuje się 14–28 pica. Stosowanie linii tekstu o długości powyżej 28 pica oraz z przedziału od 13 pica do 7 pica traktowane jest jako nieznaczne odstępstwo (przyznaje się 1 pkt). Krótkie linie o długości mniejszej niż 7 pica to znaczne odstępstwo od poziomu optymalnego, dlatego przyznaje się w takiej sytuacji 2 pkt. Jeśli linie pisma mają taką długość, która wymaga odwracania lub przekręcania opakowania w celu odczytania tekstu, stanowi to znaczne odstępstwo.

Wyrównanie tekstu. Wyrównanie tekstu do lewej strony to sposób najbardziej pożądany, powodujący powstawanie najmniejszej liczby pomyłek podczas czytania. Uznaje się je za rozwiązanie optymalne. Natomiast wyjustowanie tekstu wpływa na powstawanie odstępów między wyrazami i literami, które utrudniają jego odczytanie. Jest to traktowane jako nieznaczne odstępstwo i przyznaje się 1 pkt. Wyśrodkowywanie tekstu, wyrównanie do prawej strony i nadawanie mu kształtów geometrycznych (np. rombu) uznaje się za znaczne odstępstwo i przyznaje się 2 pkt.

Organizacja tekstu. Właściwa organizacja tekstu może być uzyskana na kilka sposobów, m.in. przez użycie pogrubień, kursywy, majuskuły do oznaczenia nagłówków, grup informacji i kluczowych słów w tekście, numerowanie i wyliczanie kolejnych kroków, stosowanie ramek, podkreśleń. Głównym celem

jest łatwość odnalezienia ważnych informacji, ich odczytania oraz zrozumienia. Korzystanie z wymienionych sposobów organizacji tekstu to rozwiązanie optymalne. Częściowe wyróżnienie niektórych grup informacji z wykorzystaniem nielicznych sposobów opisanych powyżej skutkuje przyznaniem 1 pkt. W przypadku braku organizacji tekstu, braku nagłówków i wyróżnień, występowania nagłowników na końcach linii, braku odstępów i oddzielenia grup informacji przyznaje się 2 pkt.

Kontrast. Jest to stosunek barwy czcionki do barwy tła, na którym została wydrukowana. Parametr ten dla potrzeb TVScore wyrażany jest w procentach. Kontrast czarnych liter na białym tle wynosi 100%. Pomiar kontrastu polega na wykorzystaniu skali szarości o określonej grubości punktów naniesionych na transparentną folię. Większość typometrów posiada taką skalę. Przez jej nałożenie na badany obszar dokonuje się pomiaru kontrastu. Jego wartość równa jest gęstości skali, przy której podczas poruszania nią po badanej powierzchni nie da się rozróżnić tła i tekstu. Optymalny poziom kontrastu to co najmniej 80%. W przypadku osiągnięcia wartości niższych niż 80%, a nie mniejszych niż 75% projekt otrzymuje 1 pkt. Jeśli poziom kontrastu wynosi od 74% do 70% przyznawane są 2 pkt. Za każde zmniejszenie kontrastu o dodatkowe 5% dodawany jest 1 pkt.

Rewers druku. Druk wykonany czarnymi literami na białym lub kremowym tle jest najłatwiejszy do odczytania. Rewers druku lub druk w kontrze to zastosowanie białych liter na czarnym tle czy też szerszej czcionki o jasnych barwach na ciemniejszych tłach. Zastosowanie takiego sposobu wymaga od projektanta użycia większych rozmiarów czcionki i odpowiednich odstępów między liniami. Użycie rewersu druku jest niepożądane ze względu na dostępność informacji. Traktuje się je jako znaczne odstępstwo i przyznaje 2 pkt. Nieodpowiednie jest przede wszystkim stosowanie barw czcionki i tła należących do tej samej grupy. Należy unikać zwłaszcza barwy niebieskiej i fioletowej, gdyż znacznie utrudniają odczytanie tekstu. Należy pamiętać, że proces prawidłowego widzenia wymaga 300% więcej światła u osób w wieku 60 lat niż u dwudziestolatków. Rewers druku może być stosowany co najwyżej do małych fragmentów tekstu przy zachowaniu odpowiedniego kontrastu pomiędzy czcionką a tłem (80% i więcej). W takim przypadku stanowi on nieznaczne odstępstwo i przyznawany jest 1 pkt.

Powierzchnia opakowania. Powierzchnie opakowań, które odbijają światło, znacznie utrudniają proces czytania. Szczególnie gdy tekst jest barwy złotej lub srebrnej, powoduje to zlewianie się liter i ogranicza dostępność wizualną informacji. Wykorzystywanie powierzchni matowych, nieodbijających światła ułatwia czytanie i stanowi poziom optymalny. Zastosowanie lekko połyskujących powierzchni obniża dostępność informacji, przez co stanowi nieznaczne

odstępstwo, w przypadku którego przyznaje się 1 pkt. Drukowanie tekstu na błyszczących materiałach wysoce utrudniających czytanie stanowi znaczne odstępstwo, szczególnie jeżeli opakowanie wymaga od konsumenta poruszania nim i odwracania w celu zmiany kąta padania światła. W takim przypadku przyznawane są 2 pkt.

Jakość wydruku. Niejednokrotnie nawet najlepszy projekt graficzny opakowania może nie przynieść oczekiwanego rezultatu ze względu na błędy powstałe w procesie drukowania. Często spotkać można nieprawidłowości, których przyczyną jest niewłaściwy druk. Za poziom optymalny przyjmuje się druk, który jest czysty i przejrzysty. Nieznacznie rozmyte krawędzie liter, lekko rozmazany tekst utrudniający odczytanie należy zakwalifikować jako nieznaczne odstępstwo i przyznać 1 pkt. W sytuacji gdy czcionka jest rozmazana, nieostra, a wyblakły druk uniemożliwia rozpoznanie liter i odczytanie słów, przyznawane są 2 pkt.

Tło druku. Druk powinien być umiejscowiony na jednolitym tle, nieutrudniającym czytania. Lokalizacja treści na grafice, znakach wodnych lub przezroczystej folii, dla której tło stanowi sam produkt, znacznie utrudnia odbiór. W sytuacji gdy tekst jest umieszczony na grafice nieznacznie utrudniającej jego przeczytanie, przyznawany jest 1 pkt. Grafikę i tło, które znacznie zakłócają odbiór i uniemożliwiają odczytanie treści, uznaje się za znaczne odstępstwo i przyznaje się 2 pkt.

Dzielenie wyrazów. Etykiety powinny być zaprojektowane w taki sposób, aby nie występowało dzielenie wyrazów między wierszami. Pojawienie się podzielonych wyrazów oznacza odstępstwo. Gdy występują one sporadycznie w ocenianym tekście, przyznawany jest 1 pkt. Kiedy dzielenie wyrazów pojawia się często, projekt otrzymuje 2 pkt.

Występowanie skrótów. Skróty pojawiające się w tekście utrudniają jego zrozumienie i często wywołują dezorientację. Dobrze zaprojektowane opakowanie nie powinno zawierać skrótów. Sporadycznie występujące akronimy stanowią nieznaczne odstępstwo i powodują przyznanie 1 pkt projektowi. W przypadku częstego występowania skrótów należy przyznać 2 pkt.

Zestawienie odstępstw oraz kryteriów, z uwzględnieniem których przeprowadza się ocenę TVScore, zostało przedstawione w tabeli 1.

Zgodnie z interpretacją zaproponowaną przez M.A. Mackey i M. Metz [2007] pojawienie się dwóch znacznych odstępstw powoduje, że projekt szaty graficznej opakowania nie może być zaakceptowany w aspekcie jego znakowania. Natomiast dwa nieznaczne odstępstwa są równoznaczne z jednym znacznym. W związku z tym cztery nieznaczne odstępstwa również powodują brak akceptacji ocenianego projektu szaty graficznej w aspekcie jego znakowania.

Tabela 1. Kryteria oceny TVScore

Kryteria	Poziom optymalny	Nieznaczne odstępstwo	Znaczne odstępstwo
	0 pkt	1 pkt	2 pkt i więcej
Odstępy między znakami tekstu	Normalne, zgodne z rozmieszczeniem w danej czcionce	Zagęszczone, pomiędzy literami pozostaje odstęp	Zagęszczone, litery stykają się ze sobą
Rozmiar czcionki	Co najmniej 8 pkt	7–7,5 pkt	6–6,5 pkt = 2 5–5,5 pkt = 3 mniej niż 5 pkt = 4
Odstępy między wierszami	Co najmniej 120%	Mniej niż 120% do 100% ^a	Mniej niż 100%
Pogrubienia i kursywa	Tylko nagłówki, ważne słowa	Brak użycia lub wykorzystanie do 2 wierszy	Więcej niż 2 wiersze
Czcionka (maju-skła i kapitaliki)	Najważniejsze słowa i zdania	Większość tekstu napisana wielkimi literami	Cały tekst napisany wielkimi literami
Długość wiersza tekstu	14–28 Pica	Powyżej 28 pica lub 7–13 pica	Mniej niż 7 pica
Wyrównanie tekstu ^b	Do lewej strony	Wyjustowany	Wyśrodkowany, wyrównany do prawej lub profilowany
Organizacja tekstu	Przejrzysta, umożliwiająca oddzielenie informacji, występują wyróżnienia ważnych słów, np. tekst w ramach, kolorowe tło tekstu, krój pisma	Częściowe wyróżnienie niektórych grup informacji	Brak organizacji, nagłówki na końcu linii, bez odstępów, tekst w jednej bryle
Kontrast ^c	80% i więcej	75%–79%	70%–74%, poniżej 70% za każde dodatkowe 5% –1 pkt
Rewers druku	Ciemne litery na jasnym tle	Jasne litery na ciemnym tle przy zachowaniu optymalnego kontrastu	Jasne litery na ciemnym tle
Powierzchnia opakowania	Matowa, brak odbicia światła od powierzchni opakowania	Lekko połyskująca, powodująca niewielkie trudności w czytaniu	Błyszcząca, znacznie utrudniająca czytanie, wymagająca zmiany kąta nachylenia opakowania w trakcie czytania
Jakość wydruku	Tekst czysty, przejrzysty	Nieznacznie rozmyte krawędzie liter, lekko rozmazany tekst, nieznacznie wyblakły utrudniający odczytanie	Rozmyte krawędzie liter, tekst rozmazany, nieostry, wyblakły uniemożliwiający odczytanie

cd. tabeli 1

Kryteria	Poziom optymalny	Nieznaczne odstępstwo	Znaczne odstępstwo
	0 pkt	1 pkt	2 pkt i więcej
Umieszczanie informacji na tle utrudniającym czytanie	Tekst umieszczony na jednolitym tle	Tekst umieszczony na grafice nieznacznie utrudniającej jego odczytanie	Tekst umieszczony na grafice znacznie utrudniającej jego odczytanie
Dzielenie wyrazów	Nie występuje	Występuje sporadycznie	Występuje często
Występowanie skrótów	Nie występują	Występują sporadycznie	Występują często

^a W przypadku występowania rewersu druku i majuskuły interlinia poniżej 120% jest uznawana za znaczne odstępstwo (2 pkt). ^b Jeżeli linie tekstu są tak długie, że wymagają odwracania opakowania w trakcie czytania, jest to uznawane za znaczne odstępstwo (2 pkt). ^c Należy unikać barw niebieskiej i fioletowej ze względu na utrudnione dostrzeżenie tych barw wraz z wiekiem.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Metz 1996, Mackey i Metz 2007].

4. Materiał badawczy

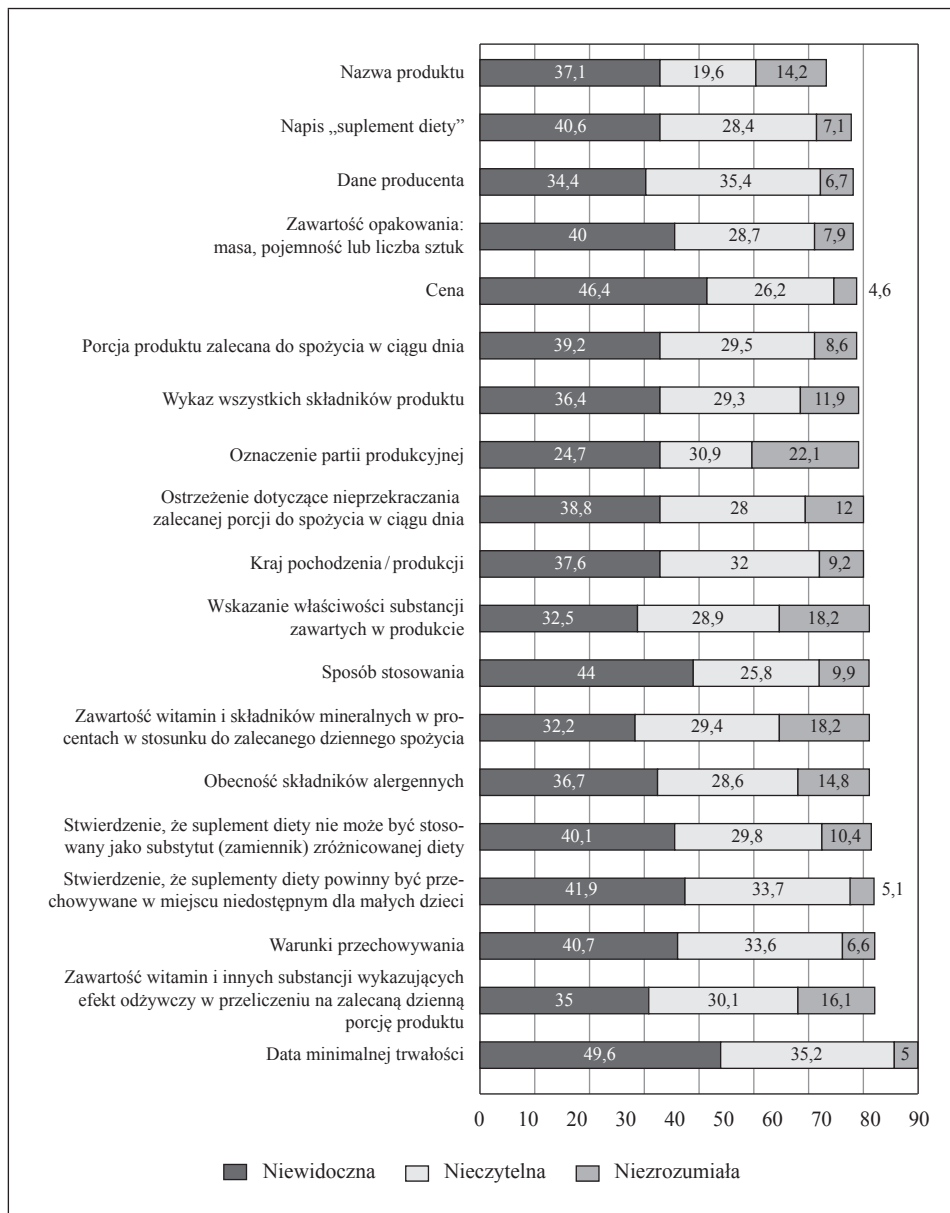
Jako materiał badawczy w niniejszej pracy przyjęto dziewięć opakowań jednostkowych suplementów diety. Wybór podyktowany był niepokojącymi wynikami badań własnych, które świadczyły o znacznych trudnościach, jakie napotykają konsumenci tych produktów. Osoby stosujące suplementy diety miały trudności związane ze złą widocznością oznakowania, ograniczoną czytelnością treści oraz niezrozumieniem informacji umieszczonych na opakowaniach (rys. 1).

Kolejnymi przesłankami przemawiającymi za wyborem tej grupy środków spożywczych były notowana od kilku lat stale rosnąca sprzedaż tych produktów i zwiększająca się popularność niemal we wszystkich grupach wiekowych konsumentów.

Wykorzystane do badań suplementy diety reprezentowały środki o działaniu wspomagającym odporność. Produkty te stanowią najpopularniejszą grupę spośród wszystkich preparatów nabywanych przez konsumentów [Lisińska-Kuśnierz i Kabaja 2015].

Wytypowane do przeprowadzenia oceny TVScore opakowania suplementów diety miały kształt prostopadłościanów, wykonane były z tektury litej, a ich powierzchnia miała połyskującą fakturę. Szczegółowy opis każdego z opakowań zaprezentowano w tabeli 2.

Do oceny TVScore wybrano pięć znaków tworzących kod obligatoryjny opakowania: datę minimalnej trwałości, sposób stosowania, wykaz wszystkich składników, informację o porcji produktu zalecanej do spożycia w ciągu dnia oraz ostrzeżenie dotyczące nieprzekraczania zalecanej porcji dziennej.



Rys. 1. Poziom nieprawidłowości dotyczący znakowania opakowań suplementów diety (w %)

Źródło: opracowanie danych na podstawie [Lisińska-Kuśnierz i Kabaja 2015].

Tabela 2. Charakterystyka materiału badawczego

Nazwa produktu	Wymiary (mm)/ największa powierzchnia (cm ²)	Miejsca umieszczenia otwarcia	Konfiguracja	Barwa tła	Barwa tekstu	Liczba piaszczyn, na jakich występuje oznakowanie	Dominujące znaki występujące w głównym polu widzenia
Propolis Plus – opakowanie 100 tab.	53×53×91/48,23	Górny i dolny bok	Wertykalna	Biała, pomarańczowa	Czarna	6	Nazwa produktu, grafika nawiązująca do właściwości produktu
Propolis Plus – opakowanie 64 kap.	116×35×60/69,6	Lewy i prawy bok	Horyzontalna	Biała, pomarańczowa	Czarna	6	Nazwa produktu, grafika nawiązująca do właściwości produktu
Propollen tabletki z pyłkiem kwiatowym i propolisem	47×47×68/31,96	Górny i dolny bok	Wertykalna	Biała, miejscami żółte elementy graficzne nawiązujące wyglądem do plasterów miodu	Czarna, brązowa, pomarańczowa	6	Nazwa produktu, grafika nawiązująca do składu oraz właściwości produktu
Propolis Plus Mikstura z wyciągami ziołowymi	35×35×100/35	Górny i dolny bok	Wertykalna	Biała, zielona	Czarna	6	Nazwa produktu, grafika nawiązująca do jego składu
Propolis Forte – opakowanie 30 tab.	93×32×60/55,8	Lewy i prawy bok	Horyzontalna	Biała, żółta	Czarna	6	Nazwa produktu, grafika nawiązująca do jego właściwości

cd. tabeli 2

Nazwa produktu	Wymiary (mm)/ największa powierzchnia (cm ²)	Miejsca umieszczenia otwarcia	Konfiguracja	Barwa tła	Barwa tekstu	Liczba pól- czyzn, na jakich występuje ozna- kowanie	Dominujące znaki występu- jące w głównym polu widzenia
Propolis bez cukru API GARDIN Forte	105x23x76/79,8	Lewy i prawy bok	Horyzontalna	Biała	Czarna, jasno- niebieska	6	Nazwa pro- duktu, wskaza- nie przeznacze- nia produktu oraz grafika nawiązująca do jego właści- wości
Propolis Forte etanolowy eks- trakt 10%	57x33x107/ 60,99	Górna i dolna ściana	Wertykalna	Biała, żółta	Czarna, brą- zowa	5	Nazwa pro- duktu, grafika nawiązująca do surowców, z jakich produkt został wypro- dukowany oraz wskazanie jego przeznaczenia
Mleczko Pszczele Royal Jelly	116x35x60/69,6	Lewy i prawy bok	Horyzontalna	Biała, błękitna	Czarna	6	Nazwa pro- duktu, grafika nawiązująca do właściwości produktu
Bio Royal Mleczko pszczele	59x59x104/ 61,36	Górny i dolny bok	Wertykalna	Żółta, biała	Czarna	5	Nazwa pro- duktu

Źródło: opracowanie własne.

Zasadami, według których kwalifikowano wybrane znaki obligatoryjne do badań, były: wysoka ważność informacji, poziom określonych nieprawidłowości wynikający z badań prowadzonych wśród konsumentów suplementów diety (rys. 1) oraz znaczenie informacji z punktu widzenia bezpieczeństwa użytkowania produktu [Lisińska-Kuśnierz i Kabaja 2015].

5. Wyniki badań

Zgodnie z przedstawionymi kryteriami (tabela 1) przeprowadzono ocenę każdego ze znaków. Do badania użyto typometru DCS Typo+Lithometer firmy grafipress GmbH z Karlsruhe. Pomiarów wymagających precyzji (np. rozmiar czcionki) dokonano z użyciem lupy o osmiokrotnym powiększeniu. Do obliczenia wyników wykorzystano program Excel 2010. Uzyskane wyniki dla poszczególnych opakowań przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Wyniki oceny TVScore dla wybranych produktów

Nazwa produktu	Liczba TVScore dla znaków					
	I	II	III	IV	V	Suma
Propolis Plus – opakowanie 100 tab.	3	5	7	4	4	23
Propolis Plus – opakowanie 64 kap.	3	3	6	3	3	18
Propollen tabletki z pyłkiem kwiatowym i propolisem	7	6	9	7	6	35
Propolis Plus Mikstura z wyciągami ziołowymi	3	10	8	7	10	38
Propolis Forte – opakowanie 30 tab.	3	4	11	4	4	26
Propolis bez cukru API GARDIN Forte	3	6	6	8	5	28
Propolis Forte etanolowy ekstrakt 10%	3	4	4	6	4	21
Mleczko Pszczele Royal Jelly	2	3	5	3	3	16
Bio Royal Mleczko pszczele	3	3	3	5	3	17

Objaśnienia: I – data minimalnej trwałości, II – sposób stosowania, III – wykaz wszystkich składników, IV – ostrzeżenie dotyczące nieprzekraczania zalecanej porcji do spożycia w ciągu dnia, V – informacja dotycząca porcji produktu zalecanej do spożycia w ciągu dnia.

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie wyników oceny stwierdzić można, że najmniej odstępstw od założeń optymalnej typografii mają opakowania produktów: Mleczko Pszczele

Royal Jelly – 16 TVScore, oraz Bio Royal Mleczko – 17 TVScore. Tuż za nimi znalazł się Propolis Plus – opakowanie 64 kap., który uzyskał ocenę 18 TVScore. Czwartą ocenę uzyskało opakowanie Propolis Forte etanolowy ekstrakt 10% – 21 TVScore. Najgorzej oceniono opakowanie Propolis Plus Mikstura z wyciągami ziołowymi – 38 TVScore.

Opakowania, które uzyskały dwa najlepsze wyniki, charakteryzują się umiarkowaną, stonowaną kolorystyką. Na ich powierzchni nie występuje zbyt wiele elementów grafiki i ilustracji. Opakowania te cechują się niewielką ilością znaków fakultatywnych. W porównaniu z innymi badanymi produktami ich wymiary i pole powierzchni należą do największych.

Szata graficzna produktu, który uzyskał najniższą ocenę, jest zbyt bogata. Jego wąskie i długie płaszczyzny wydają się zbyt małe do umieszczania pełnych zdań i stwierdzeń tworzących obligatoryjne oznakowanie. Dwie z bocznych płaszczyzn zajmuje jednakowa grafika z nazwą produktu i obrazem nawiązującym do jego składu. Świadczy to o złym wykorzystaniu dostępnej powierzchni, która jest w tym przypadku bardzo ograniczona – opisywane opakowanie ma najmniejsze wymiary i pole powierzchni całkowitej.

Przeprowadzona analiza pozwoliła także na określenie, w przypadku jakich znaków przeciętnie występuje największe odstępstwo od optymalnych parametrów. Były to przede wszystkim wykaz wszystkich składników oraz ostrzeżenie dotyczące nieprzekraczania zalecanej porcji do spożycia w ciągu dnia.

Na podstawie analizy oceny kryteriów przeprowadzonego badania TVScore stwierdzić można, że w badanej grupie suplementów diety najczęściej nieprawidłowości występowało w zakresie rozmiaru czcionki i rodzaju powierzchni opakowania. W zdecydowanej większości rozmiar czcionki wynosił 6 pkt, chociaż zdarzała się również czcionka o rozmiarze 5 pkt. Powierzchnię wszystkich opakowań oceniono jako lekko połyskującą, sprawiającą niewielkie trudności w czytaniu. Spośród wszystkich przyznanych punktów TVScore aż 39% wynikało ze zbyt małego rozmiaru czcionki, a 19% powodowała połyskująca powierzchnia opakowania, na której umieszczano oceniane informacje. Otrzymane wyniki korespondują z wynikami badań innych autorów, którzy również za największe trudności w dostępie do informacji uznawali zbyt małe rozmiary czcionek [Lisińska-Kuśnierz 2009] oraz błyszczące opakowanie [Ratkowska, Wojtasik i Kuchanowicz 2008]. Zbieżność uzyskanych wyników z wynikami innych autorów potwierdza skuteczność metody TVScore.

W ocenianym materiale badawczym nie odnotowano nieprawidłowości, które dotyczyłyby: stosowania rewersu druku, nieodpowiedniego kontrastu, nadużywania majuskuły lub kapitalików.

Zgodnie z interpretacją M.A. Mackey i M. Metz [2007] uzyskanie tak wysokich wartości TVScore oznacza, że dostępne na rynku opakowania suplementów

diety zapewniają bardzo niską informacyjność i powinny zostać przeprojektowane.

6. Podsumowanie

Wielu autorów podkreśla potrzebę znalezienia równowagi między ilością i jakością informacji umieszczanych na opakowaniach a potrzebami informacyjnymi nabywców. Liczne badania potwierdzają niezadowolenie konsumentów ze znakowania opakowań produktów. Wymaga to przede wszystkim zaangażowania podmiotów wprowadzających produkty na rynek i budzenia w nich świadomości i potrzeby dostosowywania wyglądu opakowań do oczekiwań i możliwości konsumentów.

Wyniki badań wskazują na małą aktywność producentów w zakresie zaspokajania tej grupy potrzeb nabywców. Może to wynikać z nieświadomości tych podmiotów lub nadmiernej ufności w kompetencje firm zewnętrznych, którym powierza się projektowanie opakowań. Szczególnie niepokojące wydają się sygnały o niekompletnym oznakowaniu obligatoryjnym. W ten sposób demonstruje się skrajnie niewłaściwe podejście do kwestii związanych ze znakowaniem i wskazuje na słabość oraz nieefektywność działania jednostek administracji publicznej, które nadzorują ten obszar.

Jedną z przyczyn tak niekorzystnej sytuacji na rynku może być brak odpowiednich narzędzi umożliwiających weryfikację poprawności znakowania. Przedstawiona w niniejszej pracy metoda TVScore wydaje się odpowiednia do tego celu. Jej zastosowanie pozwoliło na ocenę wybranych opakowań suplementów. Ponadto metoda TVScore dała możliwość identyfikacji przyczyn ograniczających informacyjność badanych opakowań. W przyjętym materiale badawczym była to zbyt mała czcionka oraz połyskująca powierzchnia produktów.

Za powszechnym stosowaniem metody TVScore przemawia wiele argumentów. W porównaniu z innymi narzędziami jest zdecydowanie tańsza, prostsza i nie wymaga kosztownej aparatury. Metoda ta może być wykorzystana już we wstępnych fazach projektowania opakowania.

Od dłuższego czasu jakość znakowania jest podobna, a wprowadzane nowe akty prawne nie wydają się wpływać na ogólną poprawę sytuacji. W związku z tym podejmowane powinny być dalsze działania mające na celu podnoszenie poziomu świadomości w kręgach związanych z projektowaniem opakowań oraz poszukiwaniem nowych metod mogących weryfikować poprawność i dostępność przekazywanych przez nie informacji.

Literatura

- Ankiel-Homa M. [2012], *Wartość komunikacyjna opakowań jednostkowych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań.
- Cholewa-Wójcik A., Kawecka A. [2015], *The Influence of Effectiveness of Packaging Elements on the Consumers' Preferences with the Use of Marketing Eye-Tracking Technique*, „Modern Management Review”, vol. XX, nr 22(1).
- Klonowska-Matynia M. [2010], *Opakowania produktów na rynku mleczarskim. Studium empiryczne*, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin.
- Lisińska-Kuśnierz M. [2009], *Oczekiwania i potrzeby konsumentów w zakresie informacyjności opakowań do czekolady mlecznej*, „Opakowanie”, nr 9.
- Lisińska-Kuśnierz M., Kabaja B. [2015], *Information Inaccuracies in Dietary Supplement Labeling as Assessed by Consumers* [w:] *Food Product Quality and Packaging Quality. Current State and Challenges*, eds A. Cholewa-Wójcik, A. Kawecka, University of Maribor, Faculty of Logistics, Celje, Slovenia.
- Lisińska-Kuśnierz M., Ucherek M., Borusiewicz A. [2008], *Opakowanie jednostkowe jako nośnik informacji dla konsumenta*, Temat badawczy nr 18/KOT/1/2008, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Kraków (maszynopis).
- Mackey A.M., Metz M. [2007], *Readability of Food Product Labels. Appendices for the Final Report*, Consumer Interest Alliance, Toronto, http://www.ciai.ca/website_reports/Food_label_1-29_TVScore.pdf (data dostępu: 10.07.2015).
- Metz M. [1996], *Preferences of Consumers Age 50+ for Typography of Product Instruction Labels*, McGill University, Montreal, <http://www.nlc-bnc.ca/obj/s4/f2/dsk2/ftp03/NQ30338.pdf> (data dostępu: 10.07.2015).
- Miśniakiewicz M., Pycek M. [2014], *Analiza determinant wyboru produktów spożywczych marek własnych i określenie poprawności znakowania ich opakowań*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie”, nr 3(927), <http://dx.doi.org/10.15678/ZNUEK.2014.0927.0307>.
- Nestorowicz R. [2014], *Architektura informacji na opakowaniach produktów żywnościowych a skuteczność komunikacji marketingowej*, „Marketing i Rynek”, nr 4.
- Ozimek I. [2002], *Znaczenie informacji podawanych na opakowaniu produktu żywnościowego*, „Przemysł Spożywczy”, nr 10.
- Ozimek I., Tomaszewska-Pielacha T. [2011], *Czynniki wpływające na czytanie przez konsumentów informacji zamieszczanych na opakowaniach produktów żywnościowych*, *Studia i Materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą*, Bydgoszcz.
- Paterson D.G., Tinker M.A. [1940], *How to Make Type Readable*, Harper and Brothers, New York.
- Piecyk M., Marczuk-Daniluk M. [2011], *Znakowanie produktów spożywczych w aspekcie alergii pokarmowej w opinii konsumentów*, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu*, nr 206, Poznań.
- Ratkovska B., Wojtasik A., Kuchanowicz H. [2008], *Łatwość rozpoznawania produktów spożywczych do stosowania w diecie bezglutenowej na podstawie informacji na etykietach*, „Bromatologia i Chemia Toksykologiczna”, vol. XLI, nr 3.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 z dnia 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności, zmiany rozporządzeń Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1924/2006 i (WE) nr 1925/2006 oraz uchylecia dyrektywy Komisji 87/250/EWG, dyrektywy Rady

- 90/496/EWG, dyrektywy Komisji 1999/10/WE, dyrektywy 2000/13/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, dyrektyw Komisji 2002/67/WE i 2008/5/WE oraz rozporządzenia Komisji (WE) nr 608/2004, Dz.U. UE L 304/18.
- Sprawozdanie roczne 2014 [2015], Inspekcja Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych, Warszawa, <http://www.ijhar-s.gov.pl/pliki/A-pliki-z-glownegokatalogu/ethernet/2015/maj/Sprawozdanie%20roczne%202014.pdf> (data dostępu: 10.07.2015).
- Sutherland S.W. [1989], *Miles Albert Tinker and the Zone of Optimal Typography*, University of Washington, Washington.
- Tinker M.A. [1963], *Legibility of Print*, Iowa State University, Ames, Iowa.
- Tomaszewska-Pielacha M., Ozimek I. [2011], *Czytelność i zrozumiałość informacji zamieszczanych na opakowaniach żywności w opinii konsumentów*, „Problemy Higieny i Epidemiologii”, nr 92(4).
- Ucherek M. [2009], *Fakultatywne znakowanie środków spożywczych jako element kształtowania decyzji nabywczych konsumentów*, „Marketing i Rynek”, nr 10.

Possible Uses of TVScore Method for Assessing Package Labeling – the Example of Dietary Supplements

(Abstract)

In the light of the growing importance of product packaging in a producer's communication with consumers, it is of the utmost importance that the information packaging is meant to convey be made as accessible as possible. The aim of this article was to introduce the TVScore method, adapt it to the conditions in Poland and implement with its use an assessment of the product labeling of chosen dietary supplements. This group was chosen for the research for several reasons, including the steady growth in sales the market has seen and the consistently low level of satisfaction consumers feel with regard to supplement packaging. Nine items were selected to evaluate the packaging of dietary supplements marketed to boost immunity to illness. The results show that the largest number of cases with labeling deemed problematic involved packaging with fonts that were too small to read and packaging with a glossy surface.

Keywords: packaging, labeling, research method, legibility, visibility.

Maciej Sarnek
Przemysław Szopa
Jacek Czerniak
Andrzej Gajewski

Wpływ promieniowania gamma na kondycję roślin zimozielonych na przykładzie żywotnika zachodniego (*Thuja occidentalis*)

Streszczenie

W artykule poruszono kwestię przydatności żywotnika zachodniego (*Thuja occidentalis*) jako biowskaźnika w przypadku skażenia spowodowanego izotopami promieniotwórczymi, w szczególności izotopami gamma promieniotwórczymi. W tym celu rośliny poddano ekspozycji na promieniowanie emitowane przez izotop sodu ^{22}Na , a po ekspozycji przeprowadzono analizę emisji fluorescencji pochodzącej od wzbudzenia chlorofilu całkowitego w zależności od czasu narażenia roślin na to promieniowanie. Analizę przeprowadzono metodą spektrofluorymetryczną. Stwierdzono, że w wyniku narażenia badanej rośliny na promieniowanie gamma następuje zmniejszenie chlorofilu całkowitego,

Maciej Sarnek, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Katedra Metrologii i Analizy Instrumentalnej, e-mail: sarnekm@uek.krakow.pl

Przemysław Szopa, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Katedra Metrologii i Analizy Instrumentalnej, e-mail: szopap@uek.krakow.pl

Jacek Czerniak, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Katedra Metrologii i Analizy Instrumentalnej, e-mail: czerniaj@uek.krakow.pl

Andrzej Gajewski, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Katedra Metrologii i Analizy Instrumentalnej, e-mail: gajewski@uek.krakow.pl

a co za tym idzie, żywotnik zachodni może być traktowany jako biowskaźnik w przypadku skażenia środowiska izotopami gamma promieniotwórczymi.

Słowa kluczowe: promieniowanie gamma, chlorofil, fluorescencja, rośliny zimozielone.

Klasyfikacja JEL: Q53.

1. Wprowadzenie

Promieniowanie elektromagnetyczne to rozchodzące się w przestrzeni zaburzenie pola elektromagnetycznego. Składowe pochodzące od pola elektrycznego i magnetycznego wzajemnie się indukują. Nośnikiem oddziaływania elektromagnetycznego z punktu widzenia mechaniki kwantowej i teorii modelu standardowego jest kwant energii nieposiadający ładunku elektrycznego oraz momentu magnetycznego o masie spoczynkowej równej zero wykazujący dualizm korpuskularno-falowy. W zależności od energii tych kwantów promieniowanie, na które się składają, zmienia swoje własności. Im wyższa energia, tym promieniowanie z biologicznego punktu widzenia jest bardziej szkodliwe.

Biologicznymi skutkami takiego promieniowania jest jonizacja i wzbudzenie atomów w żywych komórkach [Siemiński 1994]. Powstają wówczas bardzo aktywne chemicznie rodniki, jony lub zjonizowane grupy atomów, które istotnie wpływają na przebieg procesów chemicznych zachodzących w żywej komórce. Pewne składniki komórek są zmieniane lub uszkodzane, a uszkodzone produkty działają toksycznie.

Celem przeprowadzonych badań było wykazanie, w jakim stopniu wysokoenergetyczne promieniowanie gamma może wpływać niekorzystnie na żywe komórki w roślinach zimozielonych, oraz sprawdzenie, czy *Thuja occidentalis* może służyć jako biowskaźnik w przypadku skażenia środowiska izotopami gamma promieniotwórczymi.

2. Przedmiot i metodyka badań

Badaniom poddano gałązki żywotnika zachodniego (fot. 1), rośliny należącej do rodziny cyprysowatych. Jest to gatunek rosnący na terenach nizinnych w klimacie chłodnym i wilgotnym. Ze względu na niewysokie wymagania i dużą żywotność krzew ten jest bardzo popularny w Polsce i należy do najczęściej sadzonych roślin w ogrodach.

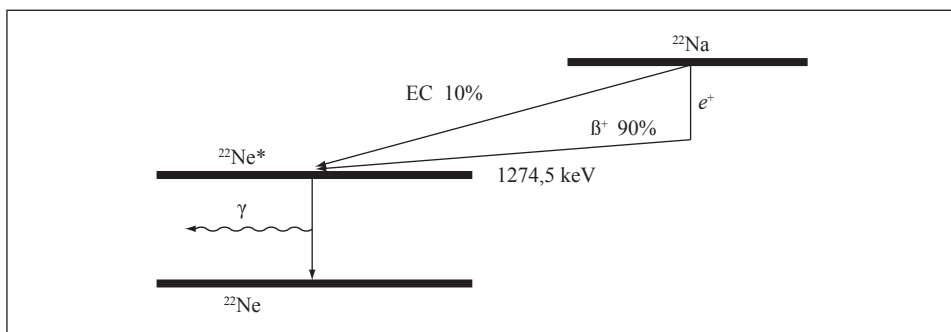
Próbki *Thuja occidentalis* przeznaczone do badań pobrano w okresie letnim z terenów oddalonych od zabudowań w okolicy Jeziora Dobczyckiego. Badanie przeprowadzono w dwóch etapach. Pierwszy etap eksperymentu polegał na ekspozycji gałązek żywotnika zachodniego w polu promieniowania gamma,

w drugim etapie zmierzono widmo emisji fluorescencji całkowitego chlorofilu zawartego w gałązkach.



Fot. 1. Gałązki żywotnika zachodniego (*Thuja occidentalis*) (fot. J. Czerniak)

W badaniu wykorzystano radioaktywny izotop sodu ^{22}Na o czasie połowicznego rozpadu 2,62 roku, w którym na skutek oddziaływań słabych w niestabilnym jądrze następuje przemiana protonu w neutron i w konsekwencji emisja pozytonu (rozpad β^+). W wyniku oddziaływań pozytonów z elektronami w powietrzu ulegają one anihilacji. Oznacza to, że para pozyton–elektron zostaje zamieniona na wysokoenergetyczną parę kwantów gamma unoszącą energię 1022 keV. Schemat rozpadu izotopu sodu ^{22}Na został przedstawiony na rys. 1. Maksymalna energia pozytonów emitowanych z jądra w głównym kanale rozpadu wynosi 545 keV [MacKenzie 1983]. Dodatkowo izotop ten, emitując pozyton, przekształca się w wzbudzone jądro neonu $^{22}\text{Ne}^*$, które emituje jeszcze jeden kwant gamma o energii 1274,5 keV w procesie deekscytacji [National Nuclear Data Center 2015].

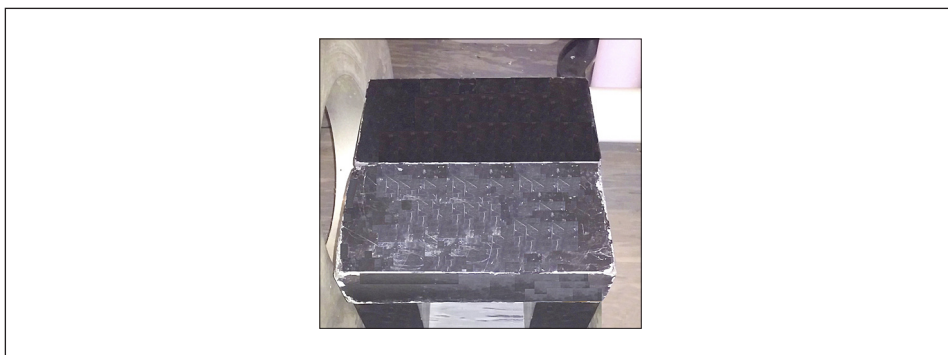


Rys. 1. Schemat rozpadu izotopu ^{22}Na

Źródło: opracowanie własne.

Pozyton emitowany w rozpadzie β^+ ma ciągłe widmo energii. Anihilacja pary pozyton–elektron zachodzi prawie wyłącznie z emisją dwóch kwantów gamma. Nieparzysta liczba fotonów pojawia się, gdy spiny anihilujących ze sobą cząstek są do siebie równoległe, ale anihilacje trój- i więcej kwantowe występują bardzo rzadko ze względu na niewielkie przekroje czynne względem anihilacji dwukwantowej.

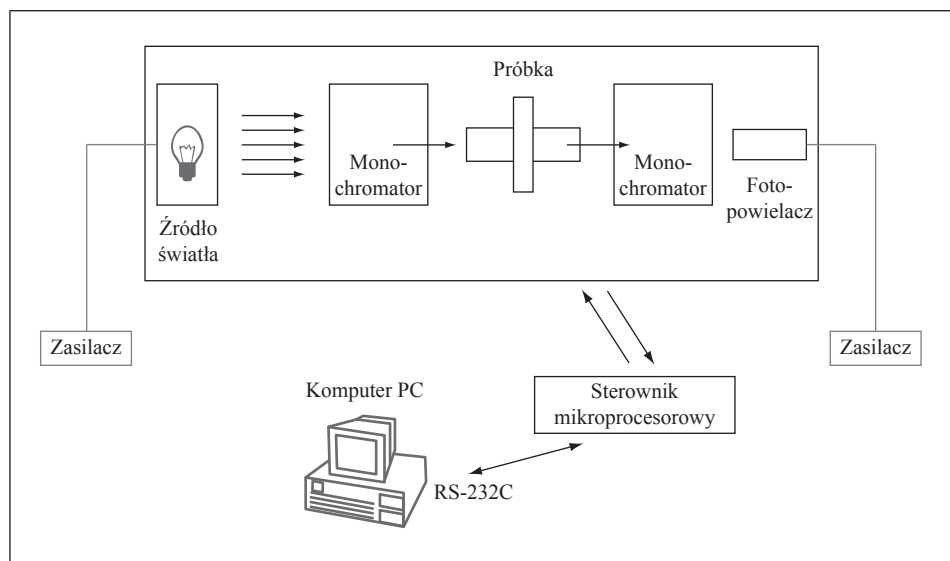
W celu przeprowadzenia eksperymentu zbudowano komorę ołowianą (fot. 2) o wymiarach $25 \times 25 \times 15 \text{ cm}^3$ i grubości ścian 5 cm, aby zapewnić osłonę przed promieniowaniem gamma. Wewnątrz komory umieszczono radioaktywne źródło ^{22}Na , które było zamknięte w folii kaptonowej w postaci kryształków $^{22}\text{NaCl}$ o aktywności $115 \mu\text{Ci}$ (aktywność zmierzona podczas pomiarów), co jest równoważne aktywności $4,255 \text{ MBq}$ w układzie SI. Oznacza to, że rozpad jąder promieniotwórczych, które są źródłem pozytonów, a w konsekwencji kwantów gamma, następuje z szybkością ponad 4 mln wypromieniowań na sekundę. Poprzez rozsuwającą się górną część do komory wprowadzono 9 gałązek żywotnika zachodniego. Zostały one poddane ekspozycji na promieniowanie gamma od 10 do 90 min.



Fot. 2. Rozsuwana komora ołowiana z umieszczonym wewnątrz emitерem promieniowania β^+
(fot. M. Sarnek)

Po ekspozycji próbek żywotnika zachodniego na promieniowanie gamma inkubowano je przez 48 godzin w ciemności, co umożliwiło otwarcie pułapek energetycznych absorbujących promieniowanie powodujące zjawisko fluorescencji [Moran i Porath 1980]. Przygotowano po 3 g suchej masy roślinnej z każdej próbki, a następnie zalano roztworem acetonu, który jest dobrym rozpuszczalnikiem dla związków niepolarnych, jakimi są barwniki fotosyntetyczne, np. chlorofil [Bruinsma 1961]. Po dokładnym rozdrobnieniu roślin otrzymane ekstrakty przesączono przez sączek do zlewki i tak przygotowane próbki rozcieńczono 5-krotnie w celu eliminacji efektu wygaszania fluorescencji. Po rozcieńczeniu

zmierzono odczyn próbek, który kształtował się w granicach 5,5–6,0 pH. Następnie próbki wkładano kolejno do spektrofluorymetru, którego schemat przedstawiono na rys. 2, i dokonano pomiarów widma emisji fluorescencji chlorofilu w zakresie 500–750 nm przy fali wzbudzenia 420–430 nm. Pomiarów przeprowadzono w tym samym zakresie dla wszystkich otrzymanych próbek. Taką samą preparatykę zastosowano dla gałązek, które leżakowały 3 tygodnie. Analiza parametrów fluorescencji chlorofilu całkowitego pozwoliła na ocenę zawartości chlorofilu, a tym samym określenie faktycznego stanu roślin.



Rys. 2. Schemat budowy spektrofluorymetru modułowego

Źródło: opracowanie własne.

Natężenie fluorescencji związane jest z ilością molekuł chlorofilu będących aktualnie w stanie wzbudzonym o tzw. zamkniętych pułapkach energetycznych, niezdolnych do przyjmowania elektronów. Im większa ich liczba, tym silniejsza fluorescencja. Zjawisko to odzwierciedla ilość chlorofilu zawartego w tkance liścia.

Fotosynteza, jako biochemiczny proces wytwarzania związków organicznych z materii nieorganicznej zachodzący w komórkach zawierających chlorofil, należy do procesów najbardziej czułych na zmienność środowiska. W badanym przypadku czynnikiem zewnętrznym było promieniowanie gamma dla próbek badanych zaraz po ekspozycji, a także dodatkowo brak dostępu światła i wody w przypadku próbek, których badanie wykonano po 3 tygodniach.

Niektórzy autorzy poruszają w swoich pracach tematykę dotyczącą mechanizmów tzw. szkód utajonych, które skutkują obniżeniem intensywności

fotosyntezy, trudnych do wykrycia ze względu na brak widocznych gołym okiem objawów na roślinach [Oleksyn 1989]. Hamowanie procesu fotosyntezy powodowane uszkodzeniami związane jest z utrudnieniem procesu karboksylacji w roślinach [Karolewski 1989].

3. Dyskusja wyników

Po przeprowadzeniu badań wyznaczono zawartość chlorofilu całkowitego w próbkach poddanych długotrwałej ekspozycji na promieniowanie gamma względem próbki nieekspozowanej w polu promieniowania. Analiza otrzymanych wyników wykazała, że zawartość całkowitego chlorofilu w napromieniowanych próbkach roślin znacznie się zmniejszyła w stosunku do próbki referencyjnej. Obniżenie natężenia fluorescencji pochodzącej od chlorofilu można wiązać z destrukcyjnym działaniem promieniowania gamma na pigmenty roślinne, co bezpośrednio wpłynęło na możliwości fotosyntetyczne badanych roślin. Wysoka energia promieniowania gamma zaburzyła proces fotosyntezy roślin w fotoukładach PSII i PSI, prowadząc do obniżonej zdolności absorbowania energii bezpośrednio odpowiedzialnych za efektywne przeprowadzanie fotosyntezy. Otrzymane wyniki znajdują potwierdzenie w innych pracach, m.in. [Ling i in. 2008, El-Mouhty i in. 2014], w których wskazuje się na silny spadek zawartości chlorofilu całkowitego w innych roślinach poddanych działaniu promieniowania gamma.

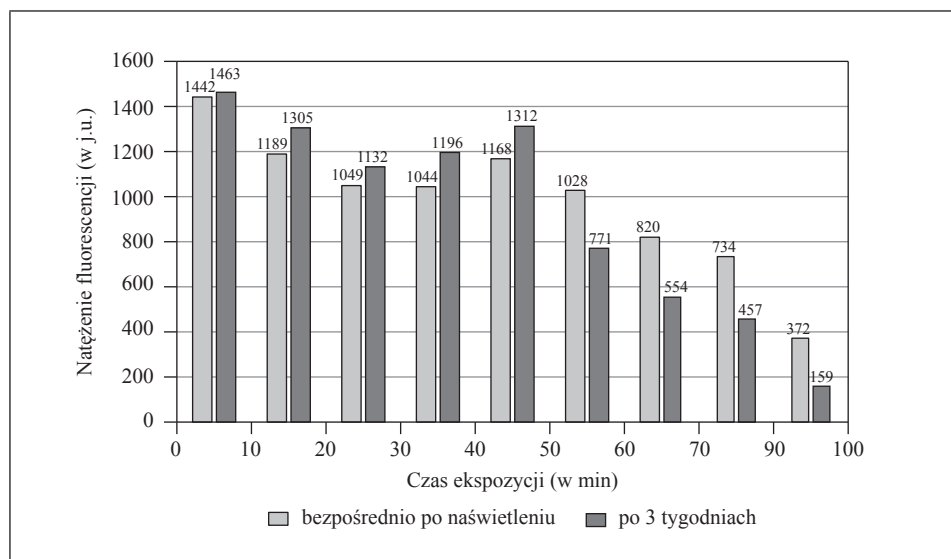
Tabela 1. Wartości natężenia fluorescencji w jednostkach umownych dla różnych czasów ekspozycji próbek na promieniowanie gamma bezpośrednio po ekspozycji oraz po 3 tygodniach

Natężenie fluorescencji chlorofilu całkowitego	Czas ekspozycji (w min)								
	0	10	20	30	40	50	60	70	90
Bezpośrednio po ekspozycji (w j.u.)	1442 ±14	1189 ±4,5	1049 ±2	1044 ±17	1168 ±4,5	1028 ±2	820 ±2	734 ±2,5	372 ±2
Po 3 tygodniach (w j.u.)	1463 ±23	1305 ±24	1132 ±27	1196 ±25	1312 ±6	771 ±22	554 ±11	457 ±15	159 ±6

Źródło: opracowania własne.

Jak zaznaczono wcześniej, próbki były badane dwukrotnie – zaraz po ekspozycji na promieniowanie jonizujące oraz po 3 tygodniach. Wartości natężenia fluorescencji zarejestrowanych podczas pomiarów spektrofлуorymetrem zestawiono

w tabeli 1. Próbkę ekspozycją przez 80 min została usunięta ze względu na jej uszkodzenie podczas przygotowywania do pomiarów fluorymetrycznych.



Rys. 3. Graficzna prezentacja wyników badań zależności natężenia fluorescencji od czasu ekspozycji na promieniowanie gamma bezpośrednio po ekspozycji i po 3 tygodniach leżakowania próbek

Źródło: opracowanie własne.

Na rys. 3 przedstawiono wyniki badań zależności natężenia fluorescencji od czasu ekspozycji na promieniowanie gamma bezpośrednio po ekspozycji i po 3 tygodniach leżakowania próbek. Zaobserwowano zmniejszenie się wartości natężenia fluorescencji chlorofilu całkowitego w przypadku narażenia roślin na promieniowanie gamma trwające więcej niż 40 min niezależnie od tego, czy próbki zostały poddane badaniu bezpośrednio po ekspozycji, czy po 3 tygodniach. Można zatem przypuszczać, że promieniowanie gamma wpływa destruktywnie na cząsteczki chlorofilu. W przedziale od 10 do 40 min można zauważyć, że wartość natężenia fluorescencji nie zmienia się znacząco, obserwowany jest jednak nieznaczny wzrost natężenia w szczególności w przypadku próbek, które leżakowały przez 3 tygodnie, w porównaniu z próbkami, których natężenie zmierzono bezpośrednio po ekspozycji.

4. Podsumowanie

Zaprezentowane w niniejszym artykule badania miały na celu sprawdzenie, czy żywotnik zachodni może służyć jako biowskaźnik w przypadku skażenia środowiska izotopami emitującymi promieniowanie gamma.

W wyniku przeprowadzonych badań przedstawiono zależność pomiędzy natężeniem fluorescencji a czasem ekspozycji próbek żywotnika zachodniego na promieniowanie gamma. Zauważono, że promieniowanie to w zależności od czasu naświetlania może mieć zarówno neutralny wpływ na rośliny, jak i poprawić ich wydajność fotosyntetyczną. Zwiększenie wydajności fotosyntetycznej jest zauważalne, gdy czas ekspozycji wynosi od 10 do 40 min, na co wskazują w swoich badaniach także inni autorzy [Fan i in. 2014, Marcu i in. 2013]. Przepuszczalnie dochodzi wówczas do skracania odległości w łańcuchach tworzących cząsteczki chlorofilu na poziomie czwartorzędowym, w konsekwencji czego elektronom łatwiej jest pokonywać przerwę energetyczną. W przypadku próbek badanych po 3 tygodniach możemy również stwierdzić, że pomimo narażenia gałązek na stres w postaci braku światła czy wody, wykazują one dla tych czasów ekspozycji zwiększoną wartość natężenia fluorescencji, co może być związane ze zmianą ekspresji genu odpowiedzialnego za produkcję chlorofilu. Z kolei dłuższy czas ekspozycji gałązek żywotnika zachodniego na promieniowanie gamma, tj. powyżej 40 min, powoduje, że pomimo braku widocznych gołym okiem zmian w wyglądzie rośliny, w wyniku promieniowania następuje zmniejszenie się udziału nieuszkodzonych molekuł chlorofilu.

Przeprowadzone badania wskazują, że żywotnik zachodni może stanowić biowskaźnik w przypadku zanieczyszczeń izotopami radioaktywnymi, w szczególności izotopami gamma promieniotwórczymi.

Obrazowanie fluorescencyjne chlorofilu pokazuje, że wydajność fotosyntezy w liściach łuskowatych jest bardzo zróżnicowana. Technika ta ma wiele zalet, dzięki którym może stanowić cenne narzędzie do wykrywania zmian strukturalnych, zanim pojawią się ich objawy widoczne dla ludzkiego oka. Chlorofile są związkami nietrwałymi. Charakterystyczną zieloną barwę zachowują tylko w żywych nieuszkodzonych tkankach.

Literatura

- Bruinsma J. [1961], *A Comment on the Spectrophotometric Determination of Chlorophyll*, „Biochemica et Biophysica Acta”, vol. 52, nr 3, [https://doi.org/10.1016/0006-3002\(61\)90418-8](https://doi.org/10.1016/0006-3002(61)90418-8).
- El-Mouhty N.R.A., Gad H.M.N., El-Naggar A.Y., Hassan R.F., Abdel Latif N.A. [2014], *Effect of Gamma Radiation on the Structure and Concentration Analysis of Chloro-*

- phyll and Carotene of Coriander Seeds*, „International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology”, vol. 3, nr 1.
- Fan J., Shi M., Jian-Zhong H., Xu J., Zhi-Dan W., De-Ping G. [2014], *Regulation of Photosynthetic Performance and Antioxidant Capacity by ^{60}Co γ -irradiation in *Zizania Latifolia* Plants*, „Journal of Environmental Radioactivity”, vol. 129, <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2013.11.013>.
- Karolewski P. [1989], *Oddziaływanie zanieczyszczeń przemysłowych na procesy fizjologiczne i metabolizm roślin* [w:] *Życie drzew w skażonym środowisku*, red. S. Białobok, Instytut Dendrologii PAN, PWN, Warszawa–Poznań.
- Ling A.P.K., Chia J.Y., Hussein S., Harun A.R. [2008], *Physiological Responses of Citrus Sinesis to Gamma Irradiation*, „World Applied Sciences Journal”, vol. 5, nr 1.
- MacKenzie I.K. [1983], *Experimental Methods of Annihilation Time and Energy Spectroscopy*, Positron Solid-State Physics, Amsterdam–New York–Oxford.
- Marcu D., Cristea V., Daraban L. [2013], *Dose-dependent Effect of Gamma Radiation on Lettuce (*Lactuca sativa* var. *capitata*) Seedlings*, „International Journal of Radiation Biology”, vol. 89, nr 3, <https://doi.org/10.3109/09553002.2013.734946>.
- Moran R., Porath D. [1980], *Chlorophyll Determination in Intact Tissues Using N,N-Dimethylformamide*, „Plant Physiology”, vol. 65, nr 3, <https://doi.org/10.1104/pp.65.3.478>.
- National Nuclear Data Center [2015], Brookhaven National Laboratory, Chart of Nuclides, <http://www.nndc.bnl.gov/> (data dostępu: 11.11.2015).
- Oleksyn J. [1989], *Wymiana gazowa i gospodarka wodna* [w:] *Klony. Nasze drzewa leśne*, Monografie Popularnonaukowe, red. W. Bugała, Instytut Dendrologii PAN, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań–Kórnik.
- Siemiński M. [1994], *Fizyka zagrożeń środowiska*, PWN, Warszawa.

The Influence of Gamma Radiation on the Condition of Evergreen Plants in the Case of *Thuja occidentalis*

(Abstract)

The article examines the suitability of the American Arborvitae (*Thuja occidentalis*) as a biomarker in cases of chlorophyll contamination caused by gamma radiation. Prior to the analysis, the samples were irradiated by isotope ^{22}Na . Following exposure, the samples were analysed with spectrofluorescence, during which fluorescence emission comes from the excitation of chlorophyll. Our results showed that gamma irradiation leads to a reduction in the chlorophyll content. Therefore *Thuja occidentalis* can be treated as a biomarker for gamma radiation.

Keywords: gamma radiation, chlorophyll, fluorescence, evergreen plants.

ISSN 1898-6447

UNIwersYTET EKONOMICZNY W KRAKOWIE
31-510 Kraków, ul. Rakowicka 27
WYDAWNICTWO
www.uek.krakow.pl

Zamówienia na wydane prace przyjmuje
Księgarnia Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie
tel. 12 293-57-40, fax 12 293-50-11
e-mail: ksiegarnia@uek.krakow.pl