

PRACE NAUKOWE

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

RESEARCH PAPERS

of Wrocław University of Economics

291

Rachunkowość a controlling

Redaktorzy naukowi

Edward Nowak

Maria Nieplowicz



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2013

Redaktor Wydawnictwa: Barbara Majewska
Redakcja techniczna i korekta: Barbara Łopusiewicz
Łamanie: Adam Dębski
Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna w Internecie na stronach:
www.ibuk.pl, www.ebscohost.com,
The Central and Eastern European Online Library www.ceeol.com,
a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon
http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się
na stronie internetowej Wydawnictwa
www.wydawnictwo.ue.wroc.pl

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie
wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wrocław 2013

ISSN 1899-3192
ISBN 978-83-7695-389-2

Wersja pierwotna: publikacja drukowana
Druk: Drukarnia TOTEM

Spis treści

Wstęp	11
Małgorzata Białas , Wpływ rozbieżności między wynikiem liczonym metodą memoriałową i kasową na wycenę rynkową przedsiębiorstw.....	13
Adam Bujak , Pomiar efektywności systemu rachunkowości przedsiębiorstwa w oparciu o wskaźniki wykorzystania zasobów.....	23
Halina Buk , Koszty kalkulowane w taryfie energii elektrycznej.....	33
Andrzej Bytniewski , Podsystem CRM jako instrument rachunkowości zarządczej i controllingu.....	43
Michał Chalastra , Rachunek zysków i strat a wymogi zarządzania strategicznego.....	54
Halina Chłodnicka, Grzegorz Zimon , Wpływ kosztów upadłości na rentowność podmiotu gospodarczego	66
Marlena Ciechan-Kujawa , Koncepcja pomiaru odpowiedzialności społecznej przedsiębiorstw w sferze personalnej	82
Ksenia Czubakowska , Planowanie i kontrola w controllingu	94
Marcin Czyczerski , Wpływ funkcji personalnej na efektywność controllingu	106
Michał Dyk , Prognozowanie przychodów i kosztów według Boxa-Jenkinsa	115
Wiktor Gabrusewicz , Atrybuty współczesnego rachunku kosztów	125
Stanisław Gędek , Instrumenty wspomagające decyzje krótkookresowe w gospodarstwie rolnym	135
Robert Golej , Selekcja projektów nowych produktów w controllingu innowacji.....	147
Bartosz Góralski , Wycena marki metodą Brand-driven Earnings.....	160
Beata Iwasieczko , Wartość organizacji gospodarczej a efektywność IT a Cloud computing.....	169
Elżbieta Janczyk-Strzała , Perspektywy, bariery i możliwości rozwoju controllingu w uczelniach niepublicznych w świetle wyników badań.....	178
Krzysztof Piotr Jasiński , Wdrażanie controllingu ds. zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwie branży motoryzacyjnej.....	188
Magdalena Jaworzyńska , Wykorzystanie controllingu w praktyce zakładów opieki zdrowotnej.....	198
Marcin Jędrzejczyk , Rola produktywności pracy w planowaniu i controllingu działalności przedsiębiorstwa produkcyjnego	208
Angelika Kaczmarczyk , Zarządzanie kosztami w aspekcie wyceny bilansowej	219
Ilona Kędzierska-Bujak , Zbilansowana karta wyników a kompleksowa karta wyników i zarządzanie przez otwarte księgi – wybrane zagadnienia	227

Marcin Klinowski , Biuro wsparcia projektów jako nowy wymiar rachunkowości zarządczej	238
Marta Kołodziej-Hajdo , Koszty logistyki w procesie zarządzania przedsiębiorstwem	246
Ewelina Agnieszka Koltun, Anetta Kadej , Zastosowanie wskaźnika proporcji przy podatku naliczonym w spółdzielni mieszkaniowej	255
Robert Kowalak , Controlling w zakładzie gospodarowania odpadami	265
Mieczysław Kowerski , Dywidenda a wynik finansowy w ostatnim roku obrotowym	278
Wojciech Dawid Krzeszowski , Opodatkowanie wniesienia aportu lub sprzedaży zorganizowanej części przedsiębiorstwa	289
Jarosław Kujawski , Problemy językowe w Earned Value Management	298
Justyna Kulikowska , Controlling jakości jako instrument zarządzania przedsiębiorstwem	308
Paweł Kuźdowicz, Dorota Kuźdowicz , Integracja rachunkowości finansowej i zarządczej w systemie ERP	319
Mirosława Kwiecień , Paradygmaty współczesnej rachunkowości a controlling	331
Zbigniew Leszczyński , Narzędzia rachunkowości zarządczej w zintegrowanym programie redukcji kosztów w przedsiębiorstwie produkcyjnym	341
Grzegorz Lew, Paulina Wojtowicz-Maryjka , Optymalizacja kosztów działalności w grupach zakupowych	353
Paweł Malinowski, Małgorzata Kutylowska , Benchmarking jako nowoczesne narzędzie zarządzania w sektorze wodociągów i kanalizacji – Polska na tle innych krajów europejskich	364
Bożena Nadolna , Problemy walidacji badań jakościowych w rachunkowości zarządczej	380
Bartłomiej Nita , Stopa wzrostu przedsiębiorstwa w kontekście planowania finansowego	393
Michał Pietrzak , Potrzeba kontroli zarządczej w publicznych szkołach wyższych	404
Katarzyna Piotrowska , Rola rachunkowości w dostarczaniu informacji o procesach innowacyjnych zarządzającemu	415
Michał Poszwa , Koszty w rachunku wyniku podatkowego	425
Krzysztof Prymon , Praktyczne problemy ujmowania kosztów i przychodów z działalności rolniczej w aspekcie wprowadzenia podatku dochodowego w rolnictwie. Wyniki badań	435
Jolanta Rubik , Wybrane elementy controllingu w PKP SA	446
Paweł Rumniak , Jeden raport	457
Dariusz Ryszard Rutowicz , Strategia, model biznesowy i rachunkowość zarządcza jako komplementarne narzędzia identyfikujące źródła wartości przedsiębiorstwa	469

Marzena Rydzewska-Włodarczyk , Teoretyczne aspekty pomiaru wartości publicznej jednostek samorządu terytorialnego	481
Radosław Ryńca , Czynniki mające wpływ na ocenę projektów badawczych realizowanych w uczelni przez instytucje finansujące projekty oraz podmioty współpracujące z szkołą wyższą	494
Aleksandra Sulik-Górecka , Systemy wczesnego ostrzegania w controllingu strategicznym	503
Alfred Szydelko , Rola księgowego w controllingu przedsiębiorstwa	512
Łukasz Szydelko , Rachunkowość w przedsiębiorstwie zorientowanym procesowo – wybrane zagadnienia	522
Magdalena Szydelko , Benchmarking jako narzędzie wspomagające controlling w obszarze logistyki	531
Joanna Świerk , Wykorzystanie strategicznej karty wyników w procesie implementacji strategii uczelni wyższej na przykładzie UMCS	541
Adam Węgrzyn , Wieloletni model regulacji jako narzędzie zarządzania wartością przedsiębiorstwa na przykładzie operatorów systemu dystrybucyjnego gazu	552
Marcin Wierziński , Zasady analizy kosztów łańcucha wartości	564

Summaries

Małgorzata Białas , The effect of divergence between results calculated on an accrual basis and cash basis for market valuation of companies	22
Adam Bujak , The efficiency measurement of the enterprise's accounting system based on the resource-use indicators	32
Halina Buk , Calculated costs in the tariff of electric energy	42
Andrzej Bytniewski , CRM subsystem as an instrument of management accounting and controlling	53
Michał Chalastra , Profit and loss account and the requirements of strategic management	65
Halina Chłodnicka, Grzegorz Zimon , The impact of bankruptcy costs on profitability of an economic entity	81
Marlena Ciechan-Kujawa , The concept of measuring corporate social responsibility in the area of human resources	93
Ksenia Czubakowska , Planning and control in controlling	105
Marcin Czyczerski , The impact of HR function on the efficiency of controlling	114
Michał Dyk , Forecasting of incomes and costs with the method of Box-Jenkins	124
Wiktor Gabrusewicz , The attributes of modern cost accounting	134
Stanisław Gędek , Instruments supporting short time farms decisions	146

Robert Golej , Projects selection of new products in innovation controlling ..	159
Bartosz Góralski , Brand-driven Earnings method in trademark valuation ...	168
Beata Iwasieczko , Value Based Management versus effectiveness of Information Technology (IT) versus Cloud Computing.....	177
Elżbieta Janczyk-Strzała , Perspectives, barriers and opportunities for controlling in non-public Higher Education Institutions (HEIs) in view of the research results	187
Krzysztof Piotr Jasiński , Implementation of controlling for risk management in the company of the automotive industry	197
Magdalena Jaworzyńska , The use of controlling in health care units.....	207
Marcin Jędrzejczyk , Wage productivity in budgeting and controlling of the manufacturing company.....	218
Angelika Kaczmarczyk , Costs management in terms of balance sheet valuation	226
Iłona Kędzierska-Bujak , Balanced Scorecard versus Total Performance Scorecard and Open Book Management – selected issues.....	237
Marcin Klinowski , Project Support Office as a new dimension of management accounting.....	245
Marta Kołodziej-Hajdo , Logistics costs in the process of business management.....	254
Ewelina Agnieszka Kołtun, Anetta Kadej , The application of tax ratio accrued in the housing cooperative	264
Robert Kowalak , Controlling for the waste disposal plants	277
Mieczysław Kowerski , Dividend and the earnings in the last fiscal year	288
Wojciech Dawid Krzeszowski , Taxation of a contribution in kind or of the sales of an organized part of an enterprise.....	297
Jarosław Kujawski , Linguistic problems in Earned Value Management.....	307
Justyna Kulikowska , Quality controlling as an instrument in the company management.....	318
Paweł Kuźdowicz, Dorota Kuźdowicz , Integration of financial and managerial accounting in an ERP system.....	330
Mirosława Kwiecień , The paradigms of contemporary accounting vs. controlling	340
Zbigniew Leszczyński , Managerial accounting tools in integrated cost reduction program in production company	352
Grzegorz Lew, Paulina Wojtowicz-Maryjka , Cost optimization in purchasing groups.....	363
Paweł Malinowski, Małgorzata Kutyłowska , Benchmarking as a modern management instrument in water and sewage companies – Poland in comparison to European countries.....	379
Bożena Nadolna , Problems of validation of qualitative research in management accounting.....	392

Bartłomiej Nita , Corporate growth rate in the context of financial planning	403
Michał Pietrzak , The need of managerial control in public universities	414
Katarzyna Piotrowska , The role of accounting in providing a manager with information about innovation processes.....	424
Michał Poszwa , Costs in the tax result statement	434
Krzysztof Prymon , Practical aspects of presenting of costs and incomes concerned with agricultural activities in the context of income tax in agriculture. Research results	445
Jolanta Rubik , Chosen elements of controlling in PKP S.A.	456
Paweł Rumniak , One report.....	468
Dariusz Ryszard Rutowicz , Strategy, business model and management accounting as a set of complementary tools used for identifying sources of enterprise value.....	480
Marzena Rydzewska-Włodarczyk , Theoretical aspects of measuring public value of local government units.....	493
Radosław Ryńca , Factors affecting the evaluation of research projects at the university by funding agencies and entities cooperating with the institution of higher education	502
Aleksandra Sulik-Górecka , Early warning systems in strategic controlling	511
Alfred Szydelko , The role of an accountant in company controlling	521
Łukasz Szydelko , Accounting in process-oriented company – selected issues.....	530
Magdalena Szydelko , Benchmarking as a tool for supporting of controlling in the logistics area	540
Joanna Świerk , Using the Balanced Scorecard to implement the strategy of university on the example of UMCS	551
Adam Węgrzyn , The long term model of regulation as the tool in enterprise value management on the base of example of gas transmission operators	563
Marcin Wierzbiński , The rules of value chain cost analysis	577

Michał Dyk

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

PROGNOZOWANIE PRZYCHODÓW I KOSZTÓW WEDŁUG BOXA-JENKINSA

Streszczenie: W artykule przybliżono analizę szeregów czasowych jako sposobu prognozowania przychodów i kosztów do celów rachunkowości zarządczej. Pokazano zarys i istotę analizy szeregów czasowych. Jako metodę analizy wskazano podejście Boxa-Jenkinsa, które jest przyjazne użytkownikowi i nie wymaga znajomości zaawansowanych aparatów matematycznych. Uwypuklono również szerokie spektrum zastosowania opisanej metody i wskazano rolę prognozowania przy podejmowaniu decyzji o znaczeniu strategicznym.

Słowa kluczowe: prognozowanie, koszty, przychody, budżetowanie, Box-Jenkins.

1. Wstęp

Dokonujące się w otoczeniu przedsiębiorstw zmiany, a przede wszystkim:

- globalizacja, która związana jest ze wzrostem konkurencji na rynku międzynarodowym,
- rozwój technologii teleinformatycznych, przejawiający się we wzroście szybkości wymiany informacji oraz adaptacji systemów komputerowych do zarządzania przedsiębiorstwem,
- zmiany wzorców kulturowych, wzrost wykształcenia i aspiracji zawodowych pracowników,
- wzrost nieprzewidywalności otoczenia wynikający ze wzrostu jego dynamiki, skokowego charakteru zmian, co powoduje nieciągłość warunków zarządzania, wymuszają modyfikowanie mechanizmów decyzyjnych. Najważniejsze decyzje podejmowane w każdym przedsiębiorstwie dotyczą przyszłości, dlatego z punktu widzenia każdego menedżera niezwykle istotne staje się jej przewidywanie. Jednym z narzędzi wspierających ten proces jest prognozowanie. Celem artykułu jest przybliżenie analizy szeregów czasowych jako sposobu prognozowania danych ekonomicznych takich, jak koszty, przychody etc. W tym celu wykorzystano podejście Boxa-Jenkinsa jako alternatywę dla skomplikowanej analizy widmowej wykorzystującej transformatę Fouriera. Metoda ta jest przyjazna dla użytkownika, gdyż nie wymaga znajomości zaawansowanych aparatów matematycznych. Dzięki temu

może z niej korzystać niemal każdy. Dodatkową zaletą jest wsparcie tejże metody przez większość współczesnych pakietów statystycznych.

2. Prognozowanie

Prognozowanie jest opartym na naukowych podstawach przewidywaniem kształtowania się zjawisk i procesów. Podstawowym celem prognozowania w przedsiębiorstwie jest określenie prawdopodobnego przebiegu w przyszłości zjawisk i procesów gospodarczych dotyczących jego działalności. Wynikiem prognozowania w skali przedsiębiorstwa są prognozy, które stanowią sądy o przewidywanym kształtowaniu się określonych zjawisk i procesów gospodarczych w okresie prognozowania [Nowak 2009, s. 67].

Ponieważ prognozowanie wspomaga bezpośrednio proces podejmowania decyzji, to odgrywa ono bardzo ważną rolę w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Najważniejszym aspektem prognoz jest możliwość rozpoznania przyszłych warunków, w jakich będzie następować realizacja postawionych przedsięwzięć. Prognozowanie wspiera bezpośrednio takie procesy gospodarcze, jak: przygotowanie działań, planowanie, budżetowanie. Szczególną wagę mają prognozy dotyczące sprzedaży i kosztów, gdyż pozwalają na sporządzanie długoterminowych planów inwestycyjnych. Trafne prognozy mogą stanowić nieocenioną wartość dla każdego menedżera, dlatego warto zapoznać się z metodami ich konstruowania. Z tych powodów prognozowanie odgrywa szczególną rolę w rachunkowości zarządczej.

E. Nowak w *Zaawansowanej rachunkowości zarządczej* proponuje kilka metod prognozowania sprzedaży i kosztów. Pierwszą z nich jest prognozowanie na podstawie funkcji trendu. Prognozowanie opiera się wtedy na modelach trendu, które są wykorzystywane do prognozowania poziomu takich zjawisk gospodarczych, które wykazują trwałe i systematyczne kierunki rozwoju. Modele te można stosować do sporządzania prognoz średniokresowych i długookresowych. Podstawową zaletą przy prognozowaniu za pomocą modeli trendu jest fakt, że do budowy takiego modelu niezbędne są jedynie informacje o kształtowaniu się zmiennej prognozowanej w przeszłości. Jednocześnie unika się problemów związanych z określaniem wartości zmiennych objaśniających w przyszłości. Dodatkowo istnieje możliwość wyznaczania błędów prognoz *ex ante* [Nowak 2009, s. 69].

Drugą metodą jest prognozowanie na podstawie funkcji regresji, która opisuje zależność wyróżnionego zjawiska ekonomicznego, występującego w roli zmiennej objaśnianej, od innych zjawisk ekonomicznych, które grają rolę zmiennych objaśnianych. Funkcja ta może być stosowana do wyznaczania takich zjawisk ekonomicznych, których przyszłe wartości zależą od kształtowania się innych zjawisk ekonomicznych w okresie prognozowania. Prognozowanie odbywa się wtedy przez ekstrapolację w przyszłość prawidłowości określającej zależność między rozpatrywanymi zjawiskami. Podstawową zaletą prognozowania na podstawie funkcji regresji jest uzależnienie przyszłych wartości zmiennej prognozowanej od układu

wartości zmiennych objaśniających w okresie prognozowania. Kształtowanie się różnych wielkości ekonomicznych w przedsiębiorstwie zależy od wartości różnych czynników, które determinują kształtowanie się zmiennej prognozowanej. W wyniku prognozowania na podstawie funkcji regresji otrzymujemy odzwierciedlenie relacji przyczynowo-skutkowych, jakie występują między zmienną prognozowaną a zmiennymi objaśniającymi. Zmienna objaśniana jest bowiem skutkiem działania zmiennych objaśniających. Dodatkową zaletą prognozowania na podstawie funkcji regresji jest możliwość określania błędów prognoz *ex ante*. Umożliwia to oszacowanie przewidywanych odchyłeń postawionych prognoz od rzeczywistych wartości zmiennej prognozowanej w okresie prognozowania [Nowak 2009, s. 73].

Alternatywą dla obu metod może się okazać prognozowanie z wykorzystaniem analizy szeregów czasowych. Polega ona na stosowaniu modeli, w których badana zmienna jest zależna od czasu. Warto wspomnieć, że Amir D. Aczel zaznaczył, iż słowo prognozowanie zarezerwowane jest właśnie dla analizy szeregów czasowych, gdzie prognozowanie jest ekstrapolacją wartości szeregu czasowego poza obszar danych estymacyjnych, natomiast w kontekście analizy regresji stosuje słowo predykcja [Aczel 2000, s. 623]. By móc zrozumieć istotę analizy szeregów czasowych, należy zapoznać się z podstawowymi pojęciami.

3. Teoria szeregów czasowych

Szereg czasowy jest ciągiem danych liczbowych takim, że każda obserwacja jest bezpośrednio związana z danym momentem. Teoria szeregów czasowych zajmuje się wnioskowaniem na podstawie obserwacji o parametrach procesu, generującego te obserwacje. Pozwala to szacować przyszłe wartości procesu i przewidzieć błąd prognozy. Szeregi czasowe są wszechobecne, w istocie jest nim zapis dowolnego procesu stochastycznego, nie potrafimy bowiem obserwować ciągłego czasu. Istnieje wiele przykładów, które można przytoczyć. Szeregiem czasowym będą zarówno miesięczne dane na temat bezrobocia, jak i tygodniowe wielkości podaży konkretnej waluty, czy chociażby dzienne kursy zamknięcia indeksów akcji. Szeregiem czasowym jest więc wszystko, co da się zmierzyć w czasie: od danych ekonomicznych począwszy, przez opis zachowania różnego rodzaju parametrów procesów produkcyjnych czy naturalnych (ilość, temperatura, stężenie itp.), a skończywszy na parametrach medycznych (EKG, EEG). Postęp czasu wprowadził elektronikę właściwie w każdą dziedzinę naszego życia, dzięki czemu ilość i możliwości obserwacji są niemal nieograniczone. Możemy obserwować i badać nie tylko sfery naszego życia, ale również zjawiska zachodzące w naturze. Komputeryzacja świata stworzyła znakomite warunki do rozwoju analizy szeregów czasowych, w prosty sposób przyspieszając i ułatwiając przetwarzanie danych. Analizę pojedynczego ciągu obserwacji nazwiemy jednowymiarową analizą szeregów czasowych. Jeśli mamy do czynienia z dwoma lub większą liczbą zbiorów danych obejmujących ten sam okres, to będziemy mówić o wielowymiarowej analizie szeregów czasowych. Jej przykładem jest

analiza zależności między ilością sprzedanych lodów, temperaturą, poziomem cen, podażą pieniądza itd., oparta na danych miesięcznych. Celem analizy szeregów czasowych jest badanie dynamiki lub struktury czasowej danych. Ogólnie obejmuje ona zagadnienia dotyczące interpolacji, prognozowania, filtracji, analiz widmowych oraz analiz czasowo-częstotliwościowych. Ze względu na istotny związek teorii szeregów czasowych z wieloma dziedzinami nauki, istnieje potrzeba ciągłego rozwijania matematycznych metod analizy tych szeregów. Metody te można podzielić na dwie podstawowe grupy:

- metody analizy względem czasu (*time domain*),
- metody analizy względem częstości (*frequency domain*).

Metody analizy względem czasu opierają się na bezpośrednim modelowaniu opóźnionych związków pomiędzy szeregiem czasowym, a jego przebiegiem w przyszłości. Są one podobne do metod klasycznej regresji. W modelach, na których opiera się analiza względem częstości, szereg czasowy $\{X_t\}$ wyrażony jest przez sumę niezależnie kształtujących się funkcji (krzywych) cosinus i sinus o amplitudach losowych.

Celem analizy względem częstości jest sprawdzenie, jak wariancja szeregu czasowego $\{X_t\}$ jest rozłożona między oscylacjami w różnych częstościach. Ta technika nazywa się analizą spektralną (analizą widmową). Podstawą każdej analizy widmowej jest znajomość transformaty Fouriera, ze względu na to, że przenosi ona w sposób pełny informacje z dziedziny czasu do dziedziny częstości. Zatem zastosowanie odwrotnej transformaty Fouriera pozwala nam przejść z dziedziny częstości do dziedziny czasu.

Istnieje jeszcze alternatywna metoda analizy szeregów czasowych, zwana podejściem Boxa-Jenkinsa. Metoda ta opiera się raczej na arbitralnej procedurze niż zastosowaniu formalnych metod. Zasadniczą sprawą jest zastosowanie prostego mechanizmu różnicowania szeregu (niewymagającego znajomości teorii spektralnej) oraz modelowania opartego na graficznej metodzie oceny funkcji autokorelacji.

4. Istota modeli ekonomicznych

Modele matematyczne zawierają pewne stałe lub parametry, które musimy wyestymować na podstawie danych z obserwacji. W praktyce ważne jest, aby korzystać z możliwie najmniejszej liczby parametrów przy jednoczesnym zachowaniu adekwatności modelu. Jeżeli uwzględnimy w modelu zbyt małą liczbą parametrów, to nie uzyskamy prawidłowej zależności występującej w szeregu czasowym. Naszym celem jest zatem otrzymanie modelu nie tylko adekwatnego, ale i oszczędnego (modelu uwzględniającego parametry najistotniejsze).

Rozumiejąc w pełni fizyczny mechanizm zjawiska, możemy spróbować zapisać wyrażenie matematyczne, opisujące w sposób dokładny to zjawisko. Tak zbudowany model nazywamy mechanistycznym lub po prostu teoretycznym. W wielu przypadkach otrzymanie takiego modelu jest niemożliwe i musimy uciekać się do

modelu empirycznego. Dokładny model teoretyczny i model czysto empiryczny przedstawiają skrajności. Modele, z których faktycznie korzystamy, leżą zazwyczaj pomiędzy nimi. Niekompletną wiedzę teoretyczną możemy w szczególności wykorzystać do wyboru odpowiedniej klasy funkcji matematycznych, które następnie mogą zostać dobrane empirycznie. Oznacza to, że zarówno ilość parametrów, jak i ich wartości liczbowe estymuje się na podstawie danych doświadczalnych.

Idea wykorzystania modeli matematycznych do opisu przebiegu zjawisk fizycznych jest powszechna i ogólnie przyjęta. W szczególności buduje się czasem modele oparte na prawach fizyki, niemal dokładnie opisujące zmiany wartości jakiejś zależnej od czasu zmiennej w dowolnym momencie czasu. Dla przykładu, można obliczyć tor pocisku wystrzelonego w konkretnym kierunku i ze znaną prędkością. Gdyby taki model pozwalał na dokładne obliczenia, to nazwalibyśmy go całkowicie deterministycznym.

Niestety, żadne zjawisko fizyczne nie jest w 100% deterministyczne. Dzieje się tak, gdyż zawsze mogą wystąpić losowe czynniki, jak chociażby zmienna prędkość wiatru, która spowoduje lekką zmianę kursu pocisku. W większości zagadnień musimy rozważać zjawiska zależne od czasu, w których występuje wiele nieznanymi czynników i niemożliwe jest znalezienie modelu deterministycznego, pozwalającego na dokładne obliczenie przyszłego przebiegu zjawiska. Niemniej jednak można spróbować zbudować model pozwalający na obliczenie prawdopodobieństwa tego, że przyszła wartość zawarta będzie w określonych wcześniej granicach. Mówi się wtedy o modelu probabilistycznym lub inaczej modelu stochastycznym. Model stochastyczny odnosi się do konkretnego procesu stochastycznego. Proces stochastyczny to nic innego jak uporządkowany w czasie zbiór zmiennych losowych. Na losowość procesu wskazuje właśnie słowo stochastyczny wywodzące się z greki i oznaczające tyle co losowy, przypadkowy. W dalszym ciągu zachodzi jednak konieczność rozróżnienia procesu stochastycznego od szeregu czasowego. Mówiąc szereg czasowy, mamy na myśli wektor x_1, x_2, \dots, x_N złożony z kolejnych N obserwacji, który stanowi realizację próbkową z nieskończonej populacji takich szeregów czasowych, które mogą być generowane przez dany proces stochastyczny. Szereg czasowy nazywamy ciągłym, gdy zbiór ten jest ciągły. Jeżeli natomiast zbiór ten jest zbiorem dyskretnym, to mówimy o szeregu czasowym dyskretnym. W związku z tym, obserwacje szeregu czasowego poczynione w chwilach t_1, t_2, \dots, t_N możemy oznaczać $X_{t_1}, X_{t_2}, \dots, X_{t_N}$. Rzeczą naturalną jest myśleć o X_t jako obserwacji w chwili t . O szeregu czasowym, który chcemy zanalizować, można zatem myśleć jako o pojedynczej realizacji, spowodowanej probabilistycznym mechanizmem badanego układu. Innymi słowy, analizując szereg czasowy, rozważamy go jako realizację procesu stochastycznego.

Modele matematyczne, z których korzysta się przy analizie szeregów czasowych, zawierają pewne stałe lub parametry, których wartości estymuje się na podstawie danych. Z praktycznego punktu widzenia ważne jest, aby korzystać przy adekwatnym opisie z możliwie najmniejszej liczby parametrów. Okazuje się, że procedu-

ry prognozowania mogą okazać się zupełnie nieefektywne, jeśli model będzie albo nieadekwatny, albo niepotrzebnie rozrzutny w użyciu parametrów. Wybór modelu wymaga wysiłku i ostrożności. Proces wyboru ma charakter iteracyjny, co znaczy, że jest procesem ewolucji i adaptacji lub po prostu prób i błędów.

Zazwyczaj zakłada się, że do analizy dostępne są kolejne wartości rozważanego szeregu czasowego. W miarę możliwości należy skorzystać z co najmniej 50, a najlepiej ze 100 i więcej obserwacji. Gdy wykorzystanie takiej liczby obserwacji jest niemożliwe, korzystamy z doświadczenia i informacji o przeszłości dla otrzymania wstępnego modelu, który następnie koryguje się w miarę przybywania danych. To iteracyjne podejście do budowania modeli nazywamy właśnie podejściem Boxa-Jenkinsa. Jest to chyba najpopularniejsza metoda analizy szeregów czasowych, co zawdzięcza swojej uniwersalności. Metodę tę z powodzeniem można zastosować do wszystkich rodzajów szeregów czasowych: stacjonarnych i niestacjonarnych, ze składową sezonową i bez niej. Specjalnie pod tę metodę zostało stworzonych wiele programów komputerowych. Wbrew nazwie to nie Box i Jenkins byli twórcami owego algorytmu. Niemniej jednak przypisuje się im popularyzację modeli ARMA i tej nowatorskiej metody ich estymacji.

Podejście Boxa-Jenkinsa dzieli się na 5 zasadniczych etapów:

1. Różnicowanie (*differencing*).
2. Wstępna specyfikacja modelu.
3. Estymacja modelu.
4. Weryfikacja – badanie jakości dopasowania (*goodness of fit*) modelu do danych.
5. Prognozowanie (*prediction, forecasting*).

Szczególnie ważną klasą procesów stochastycznych są stacjonarne procesy stochastyczne, opierające się na założeniu, że proces znajduje się w szczególnym stanie równowagi statystycznej. Znaczna część ekonomicznych szeregów czasowych to niewątpliwie szeregi niestacjonarne. Ich wartość oczekiwana i wariancja zmieniają się w czasie, a same wartości szeregów coraz bardziej oddalają się od wartości początkowych. Jeśli zmiany są w przybliżeniu stałe (albo dodatnie, albo ujemne), to mówimy, że dany szereg wykazuje trend. Z szeregów niestacjonarnych zazwyczaj usuwa się trend przed przystąpieniem do dalszych analiz. Powszechnie stosowane są dwie procedury usuwania trendu:

- 1) estymacja funkcji regresji z danej klasy funkcji, np. wielomianów stopnia k (zazwyczaj $k = 1, 2$),
- 2) stopniowe różnicowanie szeregu.

Właśnie z tej drugiej metody korzysta się w podejściu Boxa-Jenkinsa. Metoda ta nie tylko uwzględnia trend przez wykorzystanie pierwszych przyrostów, lecz przy zastosowaniu przyrostów odpowiedniego rzędu uwzględnia również sezonowość. Jak wiadomo okresowość jest zjawiskiem powszechnie występującym w otaczającym nas świecie. Mamy z nią do czynienia nie tylko w naturze. Jak cyklicznie powtarzają się pory roku, tak i w wielu innych zjawiskach możemy się doszuki-

wać powtarzalności. Okresem bazowym, do którego zazwyczaj się odnosimy, jest oczywiście rok. Trzeba jednak dodać, że możemy się odnosić do dowolnego okresu, w którym zauważamy cykliczność danego zjawiska – może być to zarówno dzień, miesiąc, jak i dekada czy wiek. Najważniejszą cechą sezonowych szeregów czasowych o okresie s jest podobieństwo obserwacji odległych o s jednostek czasu.

Podstawowym modelem w analizie szeregów czasowych jest model ARIMA. Jest to złożenie dwóch procesów: autoregresyjnego AR i ważonych opóźnionych składników losowych (średnia ruchoma) MA. Łącznik między tymi procesami (I) oznacza poziom zintegrowania analizowanej zmiennej. Przez zmienne zintegrowane rozumie się takie zmienne, które poprzez różnicowanie można sprowadzić do stacjonarności. Zmienne zintegrowane rzędu d $I(d)$ stają się stacjonarne po zastosowaniu d -tych różnic [Kopczewska, Kopczewski, Wójcik 2009, s. 376].

Po usunięciu składowej sezonowej model ARIMA zostaje sprowadzony do zwykłego modelu ARMA, dla którego procedura prognozowania przebiega wg punktów wypisanych powyżej. O tym, czy szereg jest stacjonarny czy nie, decydujemy na podstawie wykresu korelogramu szeregu czasowego. Przez korelogram rozumiemy wykres punktowy par liczb $\{(X_t, Z_t)\}$, gdzie X_t jest zmienną objaśnianą z Z_t zmienną objaśniającą. Korelogram stacjonarnego szeregu czasowego różni się tym od korelogramu szeregu niestacjonarnego, że w przypadku tego pierwszego mamy do czynienia z wygasaniem wraz ze wzrostem liczby opóźnień k . Naturalną rzeczą jest zatem sporządzenie wykresu korelogramu danego szeregu $\{X_t\}$ oraz jego przyrostów $\{X_t\}$, $\{\Delta^2 X_t\}$ itd., a następnie przeanalizowanie korelogramu na każdym z tych etapów. Kolejne przyrosty wyznacza się aż do momentu, gdy uzyskamy „gładki” korelogram. Do weryfikacji hipotezy o niestacjonarności szeregu czasowego można zastosować testy pierwiastka jednostkowego. Metody te są elementarnie opisane w XIV rozdziale *Ekonometrii* Maddali. Nie jest to jednak istotą opisywanej procedury. Warto dodać, że istnieje także bardziej klasyczne podejście do eliminacji trendu niż to opisane przez Boxa i Jenkinsa. Bardziej tradycyjny sposób polega na wykorzystaniu tzw. metody ilorazu względem średniej ruchomej.

Gdy osiągniemy już szereg stacjonarny, analizujemy korelogram w celu uzyskania odpowiednio składowych AR i MA. Korelogram procesu AR będzie wygasał w tempie geometrycznym, zaś korelogram procesu MA będzie od pewnego miejsca przyjmował wartość zero. Korelogram procesu ARMA może zachowywać się na różne sposoby, ale faktem jest, że każdy w końcu wygasa. Zatem analiza korelogramu umożliwi wstępne ustalenie modelu. Polega to bardziej na arbitralnej procedurze niż na zastosowaniu formalnych metod. Należy przy tym pamiętać, że $AR(p)=ARMA(p,0)$ oraz $MA(q)=ARMA(0,q)$.

Gdy wybierzemy już model, przychodzi czas na estymację jego parametrów. Estymacja składowej AR jest bardzo prosta. Korzystamy z metody najmniejszych kwadratów, minimalizując $\sum \varepsilon_t^2$. Jediną trudnością, jaką możemy napotkać, jest wybór rzędu autoregresji. Dzieje się tak, gdyż ze zwiększeniem opóźnienia zawsze wiąże

się zmniejszenie liczby obserwacji. Nie stanowi to jednak większego problemu, o ile mamy do czynienia z szeregami czasowymi odpowiedniej długości.

W przypadku składowej MA nie można już tak po prostu zapisać sumy kwadratów reszt $\sum(\epsilon_t)^2$ jako funkcji zaobserwowanych wartości x oraz parametrów, tak jak to mamy w przypadku modeli MA. Możemy za to zbudować macierz kowariancji błędu średniej ruchomej i (przy założeniu, że składnik losowy ma rozkład normalny) estymować metodą największej wiarygodności. Box i Jenkins proponują alternatywną metodę, nazywaną metodą poszukiwania „po kracie”. Metoda ta polega na wyznaczeniu ϵ_t przez kolejne podstawienie wartości (β_1, β_2) , przy danych wartościach początkowych, np. $\mu = x_{sr}$. W ten sposób wyznaczone wartości przedstawia w postaci macierzy lub inaczej mówiąc „kraty”, i wyszukuje się wśród nich wartość najmniejszą. Pozwala to na określenie wartości (β_1, β_2) .

Po wyestymowaniu parametrów naszego modelu przychodzi kolej na weryfikację jego doboru. Gdy wybrany model okaże się prawidłowy, przechodzimy do kolejnego i ostatniego kroku. W przeciwnym wypadku procedurę należy powtórzyć od punktu 2., tzn. wyboru modelu. Sprawdzenie, czy model rzeczywiście dobrze opisuje dane, może się odbywać za pomocą dwóch kryteriów odzwierciedlających zarówno dopasowanie, jak i liczbę oszacowanych parametrów. Pierwsze kryterium nazywa się kryterium informacyjnym Akaike’a (AIC), natomiast drugie – bayesowskie kryterium Schwarza (SBC), nazywane inaczej bayesowskim kryterium informacyjnym (BIC).

Od tego miejsca prognozowanie przybiera bardziej formalną postać. Pozwala to na korzystanie z popularnych pakietów statystycznych, jak Gretl, R czy Statistica. Do każdego z tych programów wystarczy wprowadzić posiadane dane historyczne oraz wyestymowane wcześniej parametry p, q dla modelu $ARMA(p, q)$, by otrzymać interesujące nas prognozy.

5. Zastosowanie

Prognozowanie danych ekonomicznych za pomocą analizy szeregów czasowych może być z powodzeniem stosowane przez wiele przedsiębiorstw. Podejście Boxa-Jenkinsa znajduje szczególne zastosowanie przy prognozowaniu przychodów i kosztów. Dla przykładu może być ono stosowane przez przewoźników linii lotniczych. Przedsiębiorstwa zajmujące się powietrznym transportem ludzi opierają swój byt na liczbie pasażerów korzystających z ich usług. Liczba pasażerów zmienia się w ciągu roku i na przestrzeni lat można zauważyć cykliczną zależność tych danych. Pasażerowie linii lotniczych korzystają z transportu nadziemnego z różną częstotliwością, która z kolei związana jest z konkretnymi datami oraz porami roku. Dane te są zatem szczególnie związane z upływającym czasem.

Zastosowanie podejścia Boxa-Jenkinsa przy prognozowaniu przychodów i kosztów może znacząco wpływać na efektywność planowania i tworzenia budżetów przedsiębiorstw. Pozwala z odpowiednim prawdopodobieństwem przewidzieć

uzyskane przychody oraz ponoszone koszty, przez co ułatwia podejmowanie decyzji o znaczeniu strategicznym. Dzięki temu można z dużym wyprzedzeniem planować inwestycje i decydować o kierunku rozwoju przedsiębiorstwa.

6. Podsumowanie

Prognozowanie przychodów i kosztów jest niezwykle ważnym mechanizmem wspomagającym zarządzanie przedsiębiorstwem. Wśród wielu metod prognozowania należy wyróżniać te, które cechują się ogólną dostępnością, łatwością w wykorzystywaniu oraz przede wszystkim skutecznością. Oprócz często stosowanych metod prognozowania na podstawie funkcji regresji oraz funkcji trendu można wymienić również prognozowanie przychodów i kosztów jako szeregów czasowych. Prognozowanie szeregów czasowych nie musi być zarezerwowane tylko dla wykształconych matematyków. Na przełomie lat 70. i 80. opracowano metodę, która polega raczej na arbitralnej procedurze niż zastosowaniu formalnych metod. Nie wymaga ona znajomości zaawansowanych aparatów matematycznych, a obecnie można korzystać już z pakietów statystycznych, które zostały opracowane w oparciu właśnie o tę metodę. Jej nazwa pochodzi od nazwisk dwóch ekonometryków Boxa i Jenkinsa, uważanych za głównych popularyzatorów modeli ARMA. Przy prognozowaniu danych ekonomicznych należy przede wszystkim pamiętać, że wiele zmiennych nie może być przewidzianych na podstawie wartości historycznych, przez co nie można ich dobrze prognozować. Niemniej jednak podejście Boxa-Jenkinsa jest warte bliższego poznania.

Literatura

- Aczel A.D., *Statystyka w zarządzaniu*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.
- Billingsley P., *Prawdopodobieństwo i miara*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1987.
- Box G.E.P., Jenkins G.M., *Analiza szeregów czasowych. Prognozowanie i sterowanie*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1983.
- Brockwell P.J., Davis R.A., *Introduction to Time Series and Forecasting*, Springer-Verlag, New York 1996.
- Brockwell P.J., Davis R.A., *Time Series: Theory and Methods*, Springer-Verlag, New York 1991.
- Charemza W.W., Deadman, D., *Nowa ekonometria*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1997.
- Fisz M., *Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1969.
- Kopczewska K., Kopczewski T., Wójcik P., *Metody ilościowe w R*, CeDeWu, Warszawa 2009.
- Maddala G.S. *Ekonometria*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2006.
- Milo W., *Prognozowanie i symulacja*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2002.
- Nowak E., *Zaawansowana rachunkowość zarządcza*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2009.

Shiryayev A.N., *Probability*, Springer-Verlag, New York 1984.

Welfe A., *Ekometria. Metody i ich zastosowanie*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2009.

FORECASTING OF INCOMES AND COSTS WITH THE METHOD OF BOX-JENKINS

Summary: The article details the analysis of time series, as a way to forecast incomes and costs for management accounting purposes. There is mentioned both the outline and the essence of time series. The method of Box-Jenkins is indicated as a method of analysis of time series and is considered to be friendly for users, because there is no need to know advanced mathematic tools. The article also emphasizes a wide spectrum of using described method and points the role of prognosis in the case of making strategic decisions.

Keywords: forecasting, costs, incomes, budgeting, Box-Jenkins.