

# MATERIAŁY NADEŚLANE, POLEMIKI I DYSKUSJE

---

*Dariusz J. Błaszczuk*

## PRZEWIDYWANIE W NAUKACH EKONOMICZNYCH

### Część I. Zdarzenie, niepewność, ryzyko. Prognozowanie na podstawie modeli statystycznych i ekonometrycznych

#### Streszczenie

W dwuczęściowym artykule omówione są podstawowe zagadnienia z zakresu przewidywania w naukach ekonomicznych. Przedmiotem rozważań w niniejszej części pierwszej są najważniejsze podstawowe pojęcia oraz prognozowanie na podstawie modeli statystycznych, modeli trendu oraz liniowych, jedno- i wielorównaniowych modeli ekonometrycznych.

Zdarzenia są skutkiem autonomicznych albo wtórnych działań przyrody albo człowieka (grupy osób, społeczeństwa). Ze zdarzeniami nierozłącznie związana jest niepewność, którą można ograniczać, podejmując rozmaite działania. Ich efektem jest przekształcanie niepewności w ryzyko. Ważnym sposobem tego przekształcania jest przewidywanie, w którym stosuje się metody heurystyczne bądź modele matematyczne, statystyczne lub ekonometryczne, wykorzystując, w większym albo mniejszym stopniu, wiedzę dotyczącą przeszłości.

Prognozowanie na podstawie modeli statystycznych polega na ekstrapolowaniu zaobserwowanych w przeszłości: poziomu zmiennej, jej dynamiki albo współzależności z inną zmienną. Metody te cechuje relatywna prostota, która, z reguły, okupiona jest ich niską jakością prognostyczną.

Prognozowanie na podstawie modeli ekonometrycznych zwykle rozpoczyna się od ustalenia wielkości błędu prognozy *ex ante*. Jeśli są one akceptowalne, sporządza się prognozę, podobnie jak w przypadku modeli statystycznych, podstawiając do poszczególnych równań wartości prognozowane odpowiednich zmiennych objaśniających. Modele ekonometryczne są jednak znacznie bardziej rozbudowane. W rezultacie, znacznie większy jest koszt związany z nakładami sił i środków. Dzięki temu mają one, na ogół, znacznie większą zdolność prognostyczną.

**Abstract**

This two-part article discusses the basic issues of prediction in economics. Explored in the this first part are the most important basic concepts and forecasting based on statistical models and linear trend models, single and multi-equation econometric models.

Occurrences are the result of autonomous or secondary nature or human action (a group of people, society). With events inseparably linked is the uncertainty, which can be limited by taking various actions. Their effect is to transform uncertainty into risk. An important way of transformation is a prediction, which uses heuristics or mathematical models, statistical or econometric, utilizing, to a greater or lesser degree, knowledge of the past.

Forecasting based on statistical models relies on extrapolating observed in the past: the level of the variable, its dynamics or interaction with another variable. These methods are characterized by relative simplicity, which, as a rule, paid with their poor quality prognostic.

Forecasting based on econometric models usually starts from the size of the forecast error *ex ante*. If they are acceptable, shall be made a forecast as in the case of statistical models, substituting for the individual equations predicted values relevant explanatory variables. Econometric models are much more complex. As a result, cost associated with the expenditure of power and resources are significantly increased. Thanks to this they have, generally, much greater predictive ability.

**1. Zdarzenie, niepewność, ryzyko**

Podstawowym pojęciem w prognozowaniu jest zdarzenie. Zgodnie z potoczną i intuicyjną treścią tego słowa, zdarzenie oznacza coś, co się wydarzyło, co dzieje się w danym momencie oraz coś, co może wystąpić.

Ogół możliwych zdarzeń można podzielić na cztery rozłączne zbiory:

- a) autonomiczne oddziaływania przyrody,
- b) pierwotne oddziaływania człowieka ((jako: jednostki, mniejszej czy większej grupy osób, społeczeństwa regionu danego kraju, grupy zawodowej, społeczeństwa danego kraju, czy grupy krajów jako całości, ludzkości) na otoczenie (którym może być: środowisko naturalne, otoczenie technologiczne, otoczenie prawne, otoczenie makro- i mikroekonomiczne, otoczenie społeczne, własna osoba albo własne mienie);
- c) oddziaływania wtórne przyrody na skutek działań przyrody albo człowieka;
- d) oddziaływania wtórne człowieka na skutek działań przyrody albo człowieka.

Wyszczególnione działania mogą być jednorazowe, mogą występować okresowo (bardziej albo mniej regularnie, albo całkiem nieregularnie), mogą mieć wreszcie charakter ciągły. Ich skutki mogą być pozytywne (korzystne) lub

negatywne (niekorzystne), dyskretne bądź ciągłe, mierzalne lub niemierzalne, bezpośrednie bądź pośrednie. W rezultacie, trzeba mówić o skutkach bezpośrednich, pośrednich, skumulowanych i całkowitych. Przy określonych założeniach upraszczających, wcale nie bardzo odległych od rzeczywistości, można przyjąć, że miarą wszystkich tych skutków jest pieniądz. Dlatego w dalszych rozważaniach skutki będą rozumiane wyłącznie jako skutki finansowe.

Atrybutem wszystkich zdarzeń przyszłych<sup>1</sup> oraz niektórych przeszłych<sup>2</sup> jest niepewność. Będąc w zgodzie z wieloma autorami<sup>3</sup> można stwierdzić, że niepewność polega na braku pewności co do: możliwości, momentu<sup>4</sup>, miejsca oraz skutków wystąpienia określonego zdarzenia<sup>5</sup>. Aby powyższy podział był przydatny, zarówno teoretycznie, jak i przede wszystkim praktycznie, należy rozważać wszystkie jedno-, dwu-, trzy- i czteroelementowe kombinacje wymienionych czterech aspektów niepewności.

Źródłami każdego z rodzajów niepewności są:

- a) błąd w informacji albo w kalkulacji;
- b) działania przyrody;
- c) swoboda wyboru człowieka (zdefiniowanego w paragrafie 1), wraz ze wszystkimi sprzężeniami zwrotnymi, która sprowadza się, przede wszystkim, do wyboru przez niego:
  - miejsca zamieszkania, w granicach określonych prawem (jako obywatela kraju albo grupy krajów);
  - rodzaju i miejsca pracy, przy danym popycie na nią (jako siły roboczej);

---

<sup>1</sup> Niepewność odnosi się przede wszystkim do przyszłości, przy czym jest ona tym większa, im bardziej odległy jest horyzont. Szczególnie dobitnie stwierdził to P. Drucker, który uważał, że rośnie ona w postępie geometrycznym (stwierdzenie to odnosił on do niezdefiniowanego przez siebie pojęcia ryzyka przyszłości, które z kontekstu, w którym zostało ono użyte, można rozumieć jako niepewność). Patrz P. Drucker, *Praktyka zarządzania*, wyd. drugie, Czytelnik, Nowoczesność, Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Kraków 1998, s. 62.

<sup>2</sup> W świetle późniejszych rozważań stanie się oczywiste, że przy prognozowaniu przedmiotem zainteresowania są również niektóre aspekty zdarzeń przeszłych, na przykład ich przyszłe skutki.

<sup>3</sup> Przede wszystkim A. Wiiletem (*Theory of Risk and Insurance*, Columbia University Studies in Political Science 1901, vol. XIV, nr 2) oraz F. Knightem (*The Economic of Risk, Uncertainty and Profit*, University of Chicago, Chicago 1971) a także wieloma innymi, którzy w większym albo mniejszym stopniu opierali się na ich pracach, jak również specjalistami z zakresu teorii ubezpieczeń.

<sup>4</sup> Uwzględniając, że liczba możliwych momentów wystąpienia danego zdarzenia jest nieskończona, rozważa się również możliwość wystąpienia określonego zdarzenia „nie wcześniej niż” albo „nie później niż”.

<sup>5</sup> Jednocześnie, w takim przypadku na ogół milcząco zakłada się, że jeśli dane zdarzenie nie wystąpi, skutki będą równe 0, co w praktyce nie jest prawdą, bowiem trzeba ponieść skutki (w tym finansowe) np. zarządzania ryzykiem.

- rodzajów i liczby albo ilości konsumowanych produktów, zakupywanych w ramach faktycznych i kredytowych możliwości finansowych oraz przyjętych w posiadanie w inny sposób (jako konsumenta);
- przedmiotu, skali i techniki produkcji, a więc podejmowanie decyzji inwestycyjnych (jako inwestora);
- podejmowanie decyzji produkcyjnych, w tym co do rodzaju i ilości produkcji bieżącej oraz zakupów dóbr i usług na cele produkcji bieżącej (jako producenta);
- czy mieć dzieci, a jeśli tak, to ile, w tym liczby dzieci własnych, w ramach zdolności do zrodzenia, oraz adoptowanych, w granicach przewidzianych prawem (jako rodzica).

Jednocześnie praktycznie wszyscy zgadzają się, że istnieją narzędzia pozwalające ograniczać niepewność. Przede wszystkim ograniczyć można skutki niepewności, tworząc rezerwy, np.: wyrobów gotowych, surowców lub mocy wytwórczych. Po drugie, można zabezpieczyć się przed skutkami niepewności, zawierając wszelakiego rodzaju umowy i porozumienia. Kombinacją tych dwu sposobów jest zawarcie umowy ubezpieczenia, która jest umową, pozwalającą czerpać, w razie konieczności, z rezerw stworzonych przez kogo innego.

Ważnym sposobem postępowania w warunkach niepewności jest również przewidywanie przyszłości. Jeśli jest ono wykonywane za pomocą metod naukowych i jeśli dotyczy ono zdarzeń związanych z gospodarowaniem, nazywa się je, na ogół, prognozowaniem gospodarczym, analizą symulacyjną, bądź sterowaniem optymalnym. Należy przy tym mieć na uwadze, iż przewidywanie to jest zawsze warunkowe, pozwala bowiem jedynie odpowiedzieć na pytanie: co będzie, jeśli?

Celem takiego przewidywania jest dostarczenie możliwie obiektywnych i wyczerpujących przesłanek do podejmowania decyzji gospodarczych. Wykorzystuje się je, w szczególności na etapie planowania, traktując jego wyniki jako „latarnię oświetlającą przyszłość”, będące jedną z najważniejszych informacji przy sporządzaniu planów.

W rezultacie, zdecydowana większość wszystkich zdarzeń, związanych z działaniem człowieka, (jednostki, różnych grup albo ludzkości), jest skutkiem jego decyzji (w tym decyzji o zaniechaniu jakiegokolwiek działania) i jest równoważna podejmowaniu ryzyka (określanego potocznie jako ryzykowanie). A zatem, przewidywanie i planowanie są dwoma z etapów procesu transformacji niepewności w ryzyko.

**Ryzyko**, zdaniem większości autorów, jest pojęciem abstrakcyjnym. Brak jest jednak powszechnie przyjętego stanowiska na temat definicji tego pojęcia. Będąc w zgodzie z wieloma autorami, można stwierdzić, że ryzyko zachodzi wtedy, gdy prawdopodobieństwo realizacji określonego zdarzenia zawiera się w przedziale (0; 1) i można je obliczyć.

**Ryzyko** może być przedmiotem badań z punktu widzenia:

- a) szans i zagrożeń (niebezpieczeństw), co jest charakterystyczne dla myśli ekonomicznej (zwłaszcza amerykańskiej);
- b) skutków jego realizacji (zdarzeń): pozytywnych albo negatywnych (co jest charakterystyczne przede wszystkim dla teorii rynków kapitałowych), albo tylko negatywnych (co jest charakterystyczne dla teorii ubezpieczeń).

Ale tylko łączne spojrzenie ze wszystkich punktów widzenia pozwala zbudować konstruktywną i kompleksową definicję ryzyka, uwzględniającą różne stanowiska. Dlatego przyjmijmy, że pojęcie ryzyka jest równoznaczne z pojęciem działania (świadomego albo nieświadomego, niekoniecznie człowieka), którego efektem są zdarzenia przyszłe oraz takie zdarzenia przeszłe, które jeszcze nie są znane lub ich skutki nie są w ogóle albo w pełni znane.

Oczywiście, przyszłe efekty faktyczne każdego ze zdarzeń będą praktycznie zawsze różnić się od oczekiwanych. Dlatego wartość liczbowa ryzyka związanego ze zdarzeniem  $Z_i$  [ $R(Z_i)$ ] można zdefiniować jako:

$$R(Z_i) = FPPSF(Z_i) - E(Z_i), \quad (1)$$

gdzie:  $FPPSF(Z_i)$  – faktyczne przyszłe pełne (bezpośrednie i pośrednie) skutki finansowe zdarzenia  $Z_i$ , zaś  $E(Z_i)$  – wartość oczekiwana skutków zdarzenia  $Z_i$ .

Wartość liczbowa faktycznych, pełnych skutków określonego zdarzenia przyszłego jest (a dokładniej będzie w określonym momencie przyszłości) określona deterministycznie. Natomiast wartość oczekiwana pełnych skutków określonego zdarzenia przyszłego zależy od poziomu prawdopodobieństwa wystąpienia tego zdarzenia oraz od możliwych jego bezpośrednich oraz pośrednich skutków finansowych, *per saldo*, dodatnich albo ujemnych.

W efekcie, szacowanie wartości liczbowej określonego ryzyka sprowadza się do ustalenia wartości oczekiwanej skutków zdarzenia  $Z_i$ :

$$E(Z_i) = p(Z_i) \cdot MPPSF(Z_i), \quad (2)$$

gdzie:  $p(Z_i)$  – prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia  $Z_i$ ;  $MPPSF(Z_i)$  – możliwe przyszłe pełne (bezpośrednie i pośrednie) skutki finansowe zdarzenia  $Z_i$ .

A zatem, wartość ryzyka można określić następująco:

$$R(Z_i) = FPPSF(Z_i) - p(Z_i) \cdot MPPSF(Z_i). \quad (3)$$

Wartości te mogą być dodatnie z jednego punktu widzenia i jednocześnie ujemne z innego. Dlatego trzeba mówić o zdarzeniach o skutkach, *per saldo*, korzystnych oraz niekorzystnych. Przyjęte jest zatem pojęcie ryzyka spekulatywnego.

Niepewność i ryzyko można traktować łącznie jako bryłę geometryczną, której wewnątrz dzieli przegroda zmieniająca swoje położenie wraz z upływem czasu. W okresie długim zwiększa się przestrzeń ryzyka w wyniku rozwoju wie-

dzy. Natomiast w okresach krótkich i średnich wzajemna relacja niepewności i ryzyka (położenie wspomnianej przegrody) zmienia się pod wpływem wielu czynników, np. nastrojów i działań człowieka<sup>6</sup>.

## 2. Przedmiot przewidywania oraz rodzaje metod przewidywania i ich istota

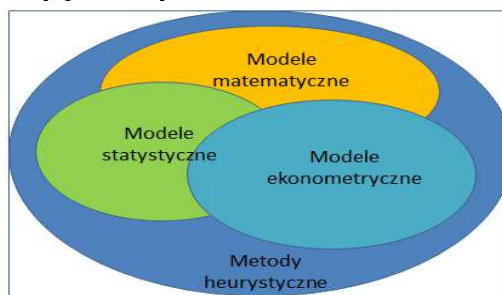
W świetle rozważań w poprzednich paragrafach przedmiotem przewidywania jest ustalanie wartości lub zmian określonych zmiennych, którymi są:

- a) fakt wystąpienia określonych zdarzeń;
- b) moment wystąpienia określonego zdarzenia;
- c) poziom określonej zmiennej;
- d) siła wpływu wystąpienia danego zdarzenia na określone inne zmienne;
- e) skutki zdarzeń wymienionych w literach a) – d);
- f) prawdopodobieństwo zdarzeń wymienionych w literach a) – e).

Przewidywaniem zajmują się praktycznie zawsze eksperci, którzy wykorzystują swoją wiedzę, doświadczenie i intuicję. Mogą oni wykorzystywać m.in. modele matematyczne, statystyczne lub ekonometryczne. W praktyce, w zależności od tego, czy w konkretnym przypadku przeważa modelowanie matematyczne, statystyczne lub ekonometryczne, czy też wiedza, doświadczenie i intuicja eksperta (ekspertów), mówi się o przewidywaniu metodami klasycznymi (tj. na podstawie modeli matematycznych, statystycznych lub ekonometrycznych), bądź nieklasycznymi (ekspertologicznymi, heurystycznymi). Zbiory te w dużej mierze nakładają się na siebie (por. Schemat 1).

### Schemat 1.

Metody przewidywania w naukach ekonomicznych



Źródło: Opracowanie własne

Nakładanie się modeli statystycznych i ekonometrycznych jest oczywiste, bowiem istnieje obszar wspólny obu dyscyplin, którym są, znane ze statystyki

<sup>6</sup> Patrz M. Lubiński, *Od ryzyka do niepewności*, w: *Koniunktura gospodarcza świata i Polski w latach 2011-2014*, IBRKiK, Warszawa 2013, s. 149-159.

matematycznej, równania regresji, w ekonometrii nazywane modelami jedno-równaniami ze *stricte* jedną zmienną objaśniającą. Ponadto, w ekonometrii bardzo szeroko wykorzystuje się dorobek teoretyczny statystyki matematycznej<sup>7</sup>. Nakładanie się modeli statystycznych i ekonometrycznych z modelami matematycznymi jest także oczywiste z uwagi na fakt, iż matematyka jest podstawą, zarówno statystyki, jak i ekonometrii. Jednocześnie powszechnie wiadomo, że eksperci w dużej mierze korzystają z modeli matematycznych, statystycznych lub ekonometrycznych. Z drugiej strony, wiedza, doświadczenie i intuicja ekspertów są niezbędne do wyboru: celu, przedmiotu i okresu badania, zmiennych objaśniających oraz modelu (matematycznego, statystycznego albo ekonometrycznego) przewidywania. Dlatego w praktyce zwykle stosuje się określoną mieszankę metod. Podział na przewidywanie heurystyczne oraz na podstawie modeli matematycznych, statystycznych i ekonometrycznych jest jednak bardzo wygodny, zwłaszcza z dydaktycznego punktu widzenia<sup>8</sup>.

Jednocześnie, z uwagi na specyfikę diagnozowania i prognozowania na podstawie dynamicznych nieliniowych wielorównaniowych modeli ekonometrycznych wyodrębnia się analizę symulacyjną. Ponadto, wykorzystuje się sterowanie optymalne, które jest możliwe w przypadku wielorównaniowych modeli ekonometrycznych, tak liniowych, jak i nieliniowych.

Przewidywanie faktu wystąpienia określonego zdarzenia oraz jego momentu możliwe jest, w zasadzie, jedynie metodami ekspertologicznymi, natomiast określenie poziomu określonej zmiennej, siły wpływu wystąpienia danego zdarzenia na określone inne zmienne, jak również poziomów prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń i ich ewentualnych skutków jest zwykle wykonalne dowolną metodą.

W przypadku przewidywania na podstawie modeli wykorzystuje się trendy i zależności zaobserwowane w przeszłości. W większości przypadków oznacza to, w większym albo mniejszym stopniu, ich „mechaniczne” przeniesienie w przyszłość, tj. sporządzenie prognozy *ex ante*, gdy wyznacza się wartości każdej ze zmiennych na ogół dla każdego podokresu okresu prognozy<sup>9</sup>. Przyj-

---

<sup>7</sup> Dlatego często metody statystyczne i ekonometryczne traktuje się łącznie jako metody statystyczno-ekonometryczne.

<sup>8</sup> Szerzej na ten temat patrz np.: D. J. Błaszczuk, Wprowadzenie do prognozowania, analiz symulacyjnych i sterowania optymalnego, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2014.

<sup>9</sup> Prognozowanie może mieć również charakter *ex post*<sup>9</sup> (historyczny), gdy wyznacza się wartości teoretyczne zmiennych dla podokresów, dla których są już znane ich wartości empiryczne, ale które nie zostały uwzględnione przy budowie modelu, a więc dla podokresów późniejszych niż *ostatni podokres okresu diagnozy*, ale wcześniejszych niż podokres bieżący. Prognozowaniem *ex post* czasami określa się także ustalanie wartości teoretycznych dla ostatnich podokresów okresu diagnozy. Prognozowanie *ex post* jest szczególnie przydatne dla sprawdzenia stopnia odzwierciedlenia wartości rzeczywistych przez wartości teoretyczne.

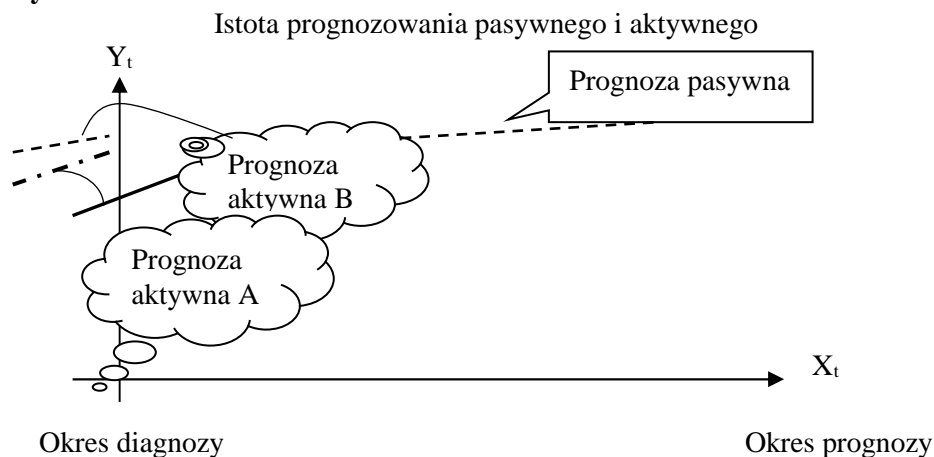
muje się przy tym, na ogół, że liczba podokresów okresu prognozy nie powinna być większa od 1/3 liczby podokresów okresu diagnozy.

Prognozowanie *ex ante* opiera się na założeniach klasycznej teorii predykcji (wnioskowania w przyszłość):

- a) znany jest model, tzn. zostały jednoznacznie określone:
  - jego postać analityczna oraz występujące w nim zmienne;
  - siła wpływu zmiennych objaśniających na zmienną prognozowaną;
- b) znane są wiarygodne wartości zmiennych objaśniających w okresie prognozy<sup>10</sup>;
- c) prognozowanie poza okres diagnozy jest dopuszczalne, czyli w okresie prognozy nie ulegną zmianie:
  - struktura modelu, czyli nie pojawią się nowe zmienne objaśniające, które w istotny sposób wyjaśniałyby kształtowanie się przyszłych wartości zmiennej objaśnianej ani też istotne zmienne objaśniające, występujące w modelu w okresie diagnozy, nie tracą swej istotności;
  - struktura zależności opisywanych przez model, czyli niezmienną pozostanie postać analityczna modelu;
  - siła związków między zmiennymi objaśniającymi a zmienną objaśnianą.

W przypadku, gdy spełnione są wszystkie podane wyżej założenia, prognoza ma charakter pasywny (naiwny) albo też, że ma miejsce ekstrapolacja prosta. Sytuację tę najwygodniej jest przedstawić na przykładzie modelu liniowego z jedną zmienną objaśniającą (przedłużenie linii ciągłej na Rysunku 1).

**Rysunek 1**



Źródło: Opracowanie własne.

<sup>10</sup> Wartości te trzeba oczywiście ustalić na podstawie informacji prognostycznych podawanych przez inne źródła lub w drodze badań własnych.



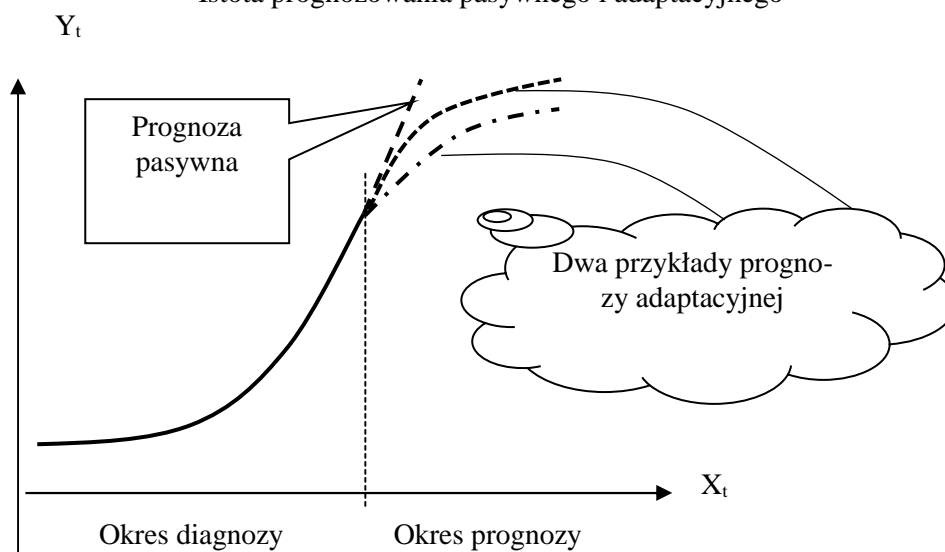
Podane wyżej założenia są jednak dosyć rygorystyczne. Teoretycy, jak i praktycy prognozowania znaleźli jednak różne rozwiązania, które uelastyczniają sztywność stosowanych modeli prognozowania. Do tych rozwiązań należą, przede wszystkim, prognozowanie aktywne i adaptacyjne oraz zakładanie, bardziej albo mniej arbitralnie, różnych wariantów wartości zmiennych wpływających na wartości zmiennych prognozowanych.

W szczególności, jeśli nie jest spełnione założenie co do stałości siły wpływu zmiennych objaśniających na zmienną prognozowaną, przy spełnionych pozostałych założeniach, prognozowanie ma charakter aktywny, a więc stosuje się prognozowanie aktywne. Jednym ze sposobów prognozowania aktywnego jest stała korekta wartości ocen parametrów strukturalnych (*constant adjustment*). Jeśli występuje tylko korekta wartości wyrazu wolnego, to wszystkie wartości prognozowane są korygowane w górę albo w dół o tę samą wartość (na Rysunku 1 w dół – prognoza aktywna A). Natomiast gdy występuje korekta wartości współczynnika kierunkowego, to wszystkie wartości prognozowane są zmieniane proporcjonalnie w górę albo w dół (na Rysunku 1 w dół – prognoza aktywna B). W takiej sytuacji zmianie podlega również wartość wyrazu wolnego.

Natomiast, jeśli wykorzystywanym do prognozowania informacjom historycznym pochodzącym z podokresów wcześniejszych (mniej aktualnym) nadaje się wagi mniejsze, niż informacjom historycznym z podokresów późniejszych (bliższych podokresom, na które sporządzana jest prognoza), to ma miejsce ekstrapolacja adaptacyjna (por. Rysunek 2).

### Rysunek 2

Istota prognozowania pasywnego i adaptacyjnego



Źródło: Opracowanie własne

Prognozowanie adaptacyjne można stosować również, aby uwzględnić możliwość zmiany postaci analitycznej modelu lub zmiany zestawu zmiennych objaśniających.

Prognozowanie *ex ante* może odbywać się według różnych zasad, z których najczęściej wykorzystywane są:

a) zasada predykcji nieobciążonej:

$$\hat{Y}_T = E(Y_T); \quad (4)$$

b) zasada największego prawdopodobieństwa:

$$\hat{Y}_T = E(Y_T^{\text{do}}); \quad (5)$$

gdzie  $Y^{\text{do}}$  – wartość dominanty;

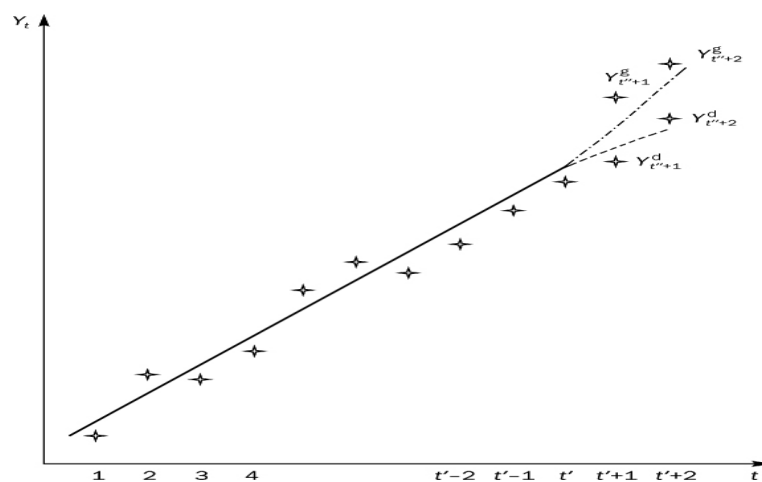
c) zasada minimalizacji oczekiwanej straty  $W(\hat{Y}_T \neq Y_T)$ :, związanej z błędem prognozy:

$$E[W(\hat{Y}_T \neq Y_T)] \rightarrow \min. \quad (6)$$

Prognoza może być punktowa albo przedziałowa (Rysunek 3). Przez **prognozę punktową** rozumie się wartość oczekiwaną tej zmiennej w danym podokresie okresu prognozy, która jest określona przez jej rozkład prawdopodobieństwa.

### Rysunek 3

Wartości zmiennej  $Y_t$  empiryczne i teoretyczne w podokresach  $t = 1, 2, \dots, t'$  oraz prognozowane w podokresach  $t = t' + 1, t' + 2$



Źródło: Opracowanie własne

W rezultacie, w praktyce często podaje się przedział ufności, w którym, z określonym z góry prawdopodobieństwem, wystąpi przyszła wartość danej zmiennej w określonym podokresie:

$$P\{\hat{Y}_{i,t+\tau}^d \leq \hat{Y}_{i,t+\tau} \leq \hat{Y}_{i,t+\tau}^g\} = 1 - \alpha, \quad (7)$$

gdzie, poza wcześniej wyjaśnionymi,  $\hat{Y}_{i,t+\tau}^d$  – wartość dolna zmiennej prognozowanej w podokresie  $t' + \tau$ ,  $\hat{Y}_{i,t+\tau}^g$  – wartość górna zmiennej prognozowanej w podokresie  $t' + \tau$ .

Wielkości dolne i górne wyznacza się zwykle korzystając z miar dyspersji, w szczególności: odchylenia przeciętnego, odchylenia standardowego, odchylenia (rozstępu) międzykwartylowego oraz odchylenia między określonymi decylami albo percentylami. Wymienione miary można zastosować, jeśli rozkład badanej zmiennej w okresie diagnozy był, w przybliżeniu, symetryczny.

Natomiast jeśli duża liczba obserwacji występowała w okolicach jednego z krańców przy znacznym rozproszeniu w okolicach drugiego z krańców, to założenie o normalności rozkładu badanej zmiennej nie może być przyjęte i budowane przedziały nie powinny być symetryczne. W takiej sytuacji przy ustalaniu przyszłych wartości badanej zmiennej można wykorzystać, znane ze statystyki matematycznej, miary skośności (asymetrii), w szczególności współczynnik asymetrii, będący momentem centralny stopnia trzeciego. W niektórych przypadkach przy określaniu przyszłych wartości badanej zmiennej pomocne mogą okazać się miary koncentracji, w szczególności współczynnik koncentracji, będący momentem centralnym stopnia czwartego, oraz współczynnik koncentracji Gini albo współczynnik koncentracji Herfindahla – Hirschmana.

Poziom prawdopodobieństwa jest oczywiście tym wyższy, im przedział jest dłuższy. Dlatego w praktyce zawsze trzeba iść na kompromis między możliwie wysokim poziomem prawdopodobieństwa a możliwie małą długością przedziału, a zatem:

- a) przy danym poziomie ufności zwiększa się przedział ufności albo
- b) przy danym przedziale ufności zmniejsza się poziom ufności.

W rezultacie zwykle wyznacza się trzy warianty:

- a) najbardziej prawdopodobny (realistyczny), który wystąpiłby, gdyby ujemne skutki ukształtowania się jednych wielkości na poziomie gorszym od najbardziej prawdopodobnego były w przybliżeniu kompensowane dodatnimi skutkami ukształtowania się innych wielkości na poziomie lepszym od najbardziej prawdopodobnego;
- b) optymistyczny, który miałby miejsce, gdyby ujemne skutki ukształtowania się jednych wielkości na poziomie gorszym od najbardziej prawdopodobnego były mniejsze od dodatnich skutków ukształtowania się innych wielkości na poziomie lepszym od najbardziej prawdopodobnego;
- c) pesymistyczny, który miałby miejsce, gdyby ujemne skutki ukształtowania się jednych wielkości na poziomie gorszym od najbardziej prawdo-

podobnego były wyższe od dodatnich skutków ukształtowania się innych wielkości na poziomie lepszym od najbardziej prawdopodobnego.

W przypadku prognozowania *ex ante*, po upływie odpowiedniego czasu (gdy znane są wartości faktyczne prognozowanych zmiennych, a więc gdy podokresy, na które sporządzono prognozę, należą do przeszłości)<sup>11</sup>, możliwa jest ocena błędu prognozy *ex post*. Do tego celu najczęściej wykorzystuje się wartości średniego błędu bezwzględnego, błędu standardowego, średniego błędu względnego oraz współczynnika Theila.

Interpretacja wartości tych współczynników jest wyczuwalna intuicyjnie. W dwu pierwszych przypadkach jest to średnie odchylenie bezwzględne wartości prognozowanych od wartości rzeczywistych mierzone w jednostkach, w których wyrażona jest zmienna prognozowana. Natomiast w dwu pozostałych jest to średnie odchylenie względne wartości prognozowanych od wartości rzeczywistych, mierzone zwykle w procentach.

### 3. Prognozowanie na podstawie modeli statystycznych

Prognozowanie na podstawie modeli statystycznych polega, na ogół, na ekstrapolowaniu wartości zmiennej objaśnianej na podstawie poziomu zmiennej, na podstawie dynamiki zmiennej (w tym interpolacji) oraz na podstawie współzależności zjawisk<sup>12</sup>.

Prognozowanie na podstawie miar statystycznych poziomu zmiennej jest zadaniem wprost trywialnym, bowiem sprowadza się ono do założenia, że wielkości przyszłe badanej zmiennej będą równe wybranym wielkościom zaobserwowanym w okresie diagnozy. W tym zakresie wykorzystuje się model błędzenia losowego, średnią arytmetyczną albo dominantę.

Zakres zastosowania w prognozowaniu miar statystycznych poziomu zjawiska jest jednak dosyć ograniczony. Sprowadza się on bowiem jedynie do przypadków, w których wielkości badanej zmiennej w okresie diagnozy kształtowały się na względnie stałym poziomie, (a więc nie podlegały one ani gwałtownym lub nieregularnym zmianom, ani wyraźnemu trendowi) i z dużą dozą prawdopodobieństwa realizacji można założyć, że będą one kształtować się na podobnym poziomie w przyszłości.

Natomiast jeśli wielkości badanej zmiennej podlegały w okresie diagnozy w przybliżeniu jednakowym przyrostom względnym (a więc gdy tempo wzrostu

---

<sup>11</sup> A także po dokonaniu prognozy *ex post*.

<sup>12</sup> Do prognozowania na podstawie modeli statystycznych można zaliczyć również prognozowanie na podstawie liniowych i nieliniowych równań trendu oraz liniowych równań regresji dwu zmiennych, które z uwagi na fakt, że identyczne zagadnienia są także częścią składową problematyki prognozowania ekonometrycznego, przedstawione są w następnym paragrafie.

było w przybliżeniu stałe), to jednym z możliwych rozwiązań jest wykorzystanie indeksów dynamiki zmiennych. W praktyce najczęściej wykorzystuje się indeksy jednopodstawowe z uwagi na niezmienną interpretację ich wartości w całym okresie prognozy (identyczną jak w okresie diagnozy). Zwykle jako podokres bazowy przyjmuje się podokres w okolicach środka okresu badania (tj. w okolicach  $2/3$  od początku okresu diagnozy). Jeśli w okolicach środka badania trudno jest ustalić podokres typowy, często za bazę przyjmuje się średnią dla sąsiednich dwu albo trzech podokresów.

Wyznaczenie wartości prognozowanej badanej zmiennej, z wykorzystaniem indeksu dynamiki sprowadza się do prostego obliczenia na podstawie znanej formuły na procent składany.

Odrębną grupę metod prognozowania metodami statystycznymi przy wykorzystaniu indeksów stanowią metody macierzowe, jednoproporcjonalne (RA i AS) oraz dwuproporcjonalne (RAS). W tym przypadku wartości prognozowane wyznacza się jako iloczyny, odpowiednio, macierzy  $\mathbf{R}$  i  $\mathbf{A}$ ,  $\mathbf{A}$  i  $\mathbf{S}$  oraz  $\mathbf{R}$ ,  $\mathbf{A}$  i  $\mathbf{S}$ , gdzie  $\mathbf{R}$  oraz  $\mathbf{S}$  są macierzami diagonalnymi odpowiednich indeksów, zaś  $\mathbf{A}$  macierzą wartości zmiennych (albo ich częstości względnych) w danym podokresie okresu diagnozy.

Metody macierzowe mogą być stosowane do prognozowania mniej ważnych zmiennych, czyli tych, których przyszłe wartości nie zostały ustalone innymi, bardziej dokładnymi metodami. Metody te mogą być wykorzystywane także do szybkiej weryfikacji zgodności wewnętrznej wyników prognoz uzyskanych innymi metodami, w sytuacji gdy wartości poszczególnych albo wybranych elementów macierzy prognozowane były niezależnie.

Jednym ze sposobów wykorzystania, zarówno poziomu badanej zmiennej, jak i jej dynamiki, jest prognozowanie na podstawie modelu  $k$ -okresowej średniej ruchomej (MA), przy czym wybór liczby podokresów zależy od przedmiotu i celu badania.

W przypadku, gdy wartości badanej zmiennej w okresie diagnozy podlegały jedynie wahaniom losowym, wartości prognozowane wyznacza się rekursywnie, przy czym model jedнокresowej średniej ruchomej jest tożsamy z modelem błędzenia losowego. Często przyjmuje się, że wagi wartości badanej zmiennej we wcześniejszych podokresach okresu diagnozy powinny być mniejsze niż w jego podokresach późniejszych.

Natomiast jeśli wartości badanej zmiennej w okresie diagnozy podlegały nie tylko wahaniom losowym, a więc proces był niestacjonarny, model średniej ruchomej można stosować pod warunkiem:

- a) wcześniejszego wyeliminowania trendu, wahań sezonowych i cyklicznych, np. poprzez dekompozycję szeregu czasowego;

- b) przypisania wartości średniej ruchomej środkowemu podokresowi spośród podokresów, na podstawie których wyznaczana jest wartość średniej ruchomej<sup>13</sup>
- c) obliczenia różnic dla każdej pary sąsiadujących elementów szeregu wartości badanej zmiennej. Jeśli różnice te nie stworzą szeregu stacjonarnego, należy obliczyć drugiego rzędu. Procedurę tę należy powtarzać aż do momentu, gdy uzyska się szereg stacjonarny.

Z kolei jeśli wielkości (absolutne) badanej zmiennej w poszczególnych podokresach okresu diagnozy różniły się, mniej więcej, o tę samą wielkość, to jej wartość prognozowana różni się od wartości w ostatnim podokresie okresu diagnozy o odpowiednią wielokrotność tej różnicy.

Natomiast jeśli w poszczególnych podokresach okresu diagnozy wielkości (absolutne) badanej zmiennej zależały w wyraźny sposób od ich wielkości w kilku podokresach bezpośrednio je poprzedzających, to można zastosować model wyrównywania wykładniczego, przy czym wartości z podokresów wcześniejszych mają wagi malejące wykładniczo.

Bardzo podobny do modelu wyrównywania wykładniczego jest model autoregresyjny (AR) rzędu  $r$ , który od modeli wyrównywania wykładniczego różni wartości wag oraz występowanie wyrazu wolnego.

Często wykorzystywane są także modele ARMA<sup>14</sup> będące połączeniem określonego modelu autoregresyjnego z wybranym modelem średniej ruchomej. W prognozowaniu czasami pojawia się sytuacja, że znane są wielkości dla ostatniego podokresu okresu diagnozy oraz ostatniego podokresu okresu prognozy albo że brakuje danych tylko dla niektórych podokresów okresu prognozy. W takich sytuacjach stosuje się interpolację, przy której wielkości pośrednie wyznacza się jako odpowiednie kombinacje, liniowe albo nieliniowe, wielkości znanych.

Sposobem prognozowania tempa zmiany badanej zmiennej, przy założeniu znajomości tempa zmiany innej zmiennej, ale z nią związanej, jest skorzystanie z przekształconego wzoru na współczynnik korelacji dwu zmiennych albo też elastyczność (krótkookresową lub długookresową) w punkcie albo w łuku jednej zmiennej względem innej zmiennej.

Metody statystyczne mają wiele oczywistych zalet i wad<sup>15</sup>. Do ich zalet należy przede wszystkim ich relatywna prostota. Przede wszystkim, ich stosowanie

---

<sup>13</sup> W takim przypadku nie wolno wykorzystywać pakietu Excel, por D. J. Błaszczuk, *Modele i metody ilościowe w naukach ekonomicznych*, w: *Matematyka i informatyka na usługach ekonomii* (red. W. Jurek), Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Poznań 2014.

<sup>14</sup> Modele, zbudowane na szeregach stacjonarnych uzyskanych drogą obliczania różnic między kolejnymi wartościami zmiennych (zintegrowane), oznacza się jako ARIMA.

<sup>15</sup> Por. na ten temat w szczególności: D.J. Błaszczuk, *Wybór metod prognozowania współczynników materiałochłonności*, Prace i Materiały Instytutu Cybernetyki i Zarządzania SGPiS Nr 4, Warszawa 1981, s. 126-140.

wanie wymaga relatywnie niedużej liczby informacji, głównie ilościowych. Po drugie, większość obliczeń, które należy wykonać w związku z ich zastosowaniem, można zrealizować, wykorzystując arkusz kalkulacyjny *Excel*. W rezultacie, ich stosowanie nie wymaga wysokiej klasy specjalistów, ani też wysokiej klasy techniki porozumiewania się<sup>16</sup>. Również okres niezbędny do wykonania badania jest zwykle znacznie krótszy niż w przypadku badania ekonometrycznego czy ekspertologicznego. W związku z tym, zastosowanie tych metod jest relatywnie mało kosztowne, a przy tym umożliwiają one otrzymanie wyników prognozy w relatywnie krótkim terminie.

Natomiast do ich wad należą przede wszystkim:

- a) brak możliwości zastosowania w przypadku niedostatecznej ilości danych statystycznych albo braku ich porównywalności;
- b) zupełne albo prawie zupełne pominięcie czynników wpływających na poziom badanej zmiennej;
- c) mała możliwość uwzględniania przebiegu zmienności badanej zmiennej w okresie diagnozy;
- d) brak możliwości ustalenia błędu prognozy *ex ante*.

A zatem, relatywna prostota oraz stosunkowo niski koszt badań przy wykorzystaniu metod statystycznych okupione są raczej niskim poziomem dokładności wyników. Jednak jeśli badane zjawisko charakteryzuje wysoki stopień stabilności, a więc w przypadku braku istotnych zmian strukturalnych, co zdarza się w okresach krótkich, uzyskiwane wyniki są często bardzo satysfakcjonujące. Dlatego metody statystyczne są stosowane w przypadkach, gdy decydującą kwestią są koszt badania lub termin uzyskania, bodaj przybliżonych, wyników prognozy.

#### 4. Prognozowanie na podstawie modeli ekonometrycznych

Ogół modeli ekonometrycznych warto, dla celów prognozowania, podzielić na modele trendu, liniowe modele ekonometryczne (w tej liczbie – jedno- i wielorównaniowe – LWEM, a wśród nich modele proste, rekurencyjne oraz o równaniach współzależnych) oraz nieliniowe modele ekonometryczne (NIEWIEM).

Model ekonometryczny wykorzystywany do prognozowania musi posiadać odpowiednio wysokie zdolności prognostyczne<sup>17</sup>. Dlatego, zanim przystąpi się do prognozowania, należy sprawdzić, czy dany model ekonometryczny w ogóle nadaje się do prognozowania.

---

<sup>16</sup> Niezbędne obliczenia może z łatwością zaprojektować i wykonać absolwent wyższej uczelni o profilu ekonomicznym czy społecznym, wykorzystując powszechnie dostępny komputer osobisty oraz arkusz kalkulacyjny *Excel*.

<sup>17</sup> L. R. Klein stwierdził nawet, że zdolności prognostyczne modelu ekonometrycznego są podstawowym probierzem jego przydatności praktycznej. Patrz: L.R. Klein, *Wykłady z ekonometrii*, PWE, Warszawa 1982, s. 247.

W przypadku prognozowania na podstawie modeli ekonometrycznych liniowych i sprowadzalnych do liniowych ocena jego zdolności prognostycznej polega na obliczeniu wariancji predyktora i, w konsekwencji, wartości błędu *ex ante* prognozy (tzw. współczynnika Hotellinga). Jeśli wartości zmiennych objaśniających rosną wraz z upływem czasu, to wartości współczynnika Hotellinga w kolejnych podokresach są coraz większe. Ponadto, im większa jest liczba zmiennych objaśniających (nie licząc zmiennej czasowej) w danym równaniu, tym większa jest wariancja błędu zmiennej objaśnianej tym równaniem, bowiem wariancja błędu prognozy zmiennej objaśnianej jest równa sumie wariancji błędów prognozy każdej ze zmiennych objaśniających oraz wariancji zmiennej losowej. Natomiast w przypadku porównywania dobroci prognoz różnych zmiennych stosuje się względny standardowy błąd prognozy

Jeśli obliczone wartości błędów prognozy *ex ante* są relatywnie małe, model można wykorzystać do prognozowania. Natomiast w przypadku niezadowalającego poziomu przynajmniej jednego z podanych wcześniej mierników, poszukuje się przyczyn błędów, przede wszystkim wśród podanych powyżej czynników, a po ich określeniu, dokonuje się odpowiednich modyfikacji modelu, aż do uzyskania wyników w pełni satysfakcjonujących.

Prognozowanie na podstawie modeli trendu jest zadaniem trywialnym, bowiem ustalenie przyszłych wartości zmiennej egzogenicznej oznacza nadanie kolejnych numerów podokresom, na które sporządzana jest prognoza, zaś sama prognoza sprowadza się do podstawienia numeru podokresu do wyestymowanego równania.

Podobnie dokonuje się obliczenia wartości prognozowanej zmiennej objaśnianej (predyktora) na podstawie modeli ekonometrycznych jednorównaniowych liniowych i sprowadzalnych do liniowych. W tym celu do wyestymowanego i zweryfikowanego pozytywnie (pod względem merytorycznym i statystycznym), równania opisującego tę zmienną, należy podstawić oszacowane wartości ocen parametrów strukturalnych modelu oraz prognozowane wartości zmiennych objaśniających (egzogenicznych, w tym ich wartości opóźnione, oraz ewentualnie wartości opóźnione zmiennej endogenicznej<sup>18</sup>).

Prognozowanie na podstawie modeli autoregresyjnych (w tym modeli VAR) jest, co do zasady, bardzo podobne do prognozowania na podstawie modeli jednorównaniowych, przy czym w tym przypadku nie ma potrzeby wcześniejszego wyznaczenia wartości prognozowanych zmiennych objaśniających.

Również prognozowanie na podstawie LWEM jest w swej istocie bardzo podobne do prognozowania na podstawie liniowego modelu jednorównaniowego.

---

<sup>18</sup> Występowanie zmiennych opóźnionych ułatwia sporządzenie prognozy, bowiem ich wartości nie trzeba prognozować, w przeciwieństwie do wartości nieopóźnionych zmiennych egzogenicznych.



Przed wszystkim wartości prognozowane zmiennych egzogenicznych ustalane są poza modelem, podobnie jak w przypadku modelu jednorównaniowego<sup>19</sup>.

W przypadku LWEM prostych, w których nie występują zmienne endogeniczne opóźnione<sup>20</sup>, wartości każdej ze zmiennych endogenicznych prognozują się oddzielnie. A zatem, opisana poprzednio procedura prognozowania na podstawie modelu jednorównaniowego powtarzana jest *tylko raz*, z *ilu równań składa się dany model*, każdorazowo na podstawie innego równania.

Podobna jest procedura w przypadku LWEM rekurencyjnych, a także LWEM prostych, w których występują zmienne endogeniczne opóźnione. Jediną różnicą w porównaniu z przypadkiem modeli prostych, w których nie występują zmienne endogeniczne opóźnione, jest to, że istotna jest kolejność równań, na podstawie których dokonuje się prognozowania wartości zmiennych endogenicznych. Mianowicie, najpierw prognozuje się wartości tych zmiennych endogenicznych, które są objaśnione jedynie przez zmienne egzogeniczne. Następnie dokonuje się prognozy wartości kolejnych zmiennych endogenicznych, przestrzegając jednakże zasady, aby wśród zmiennych objaśniających w danym równaniu występowały, obok zmiennych egzogenicznych, tylko te zmienne endogeniczne, których wartości zostały wcześniej wyprognozowane.

W przypadku LWEM o równaniach współzależnych pozornie jedyną różnicą w porównaniu z przypadkiem LWEM prostego jest to, że prognozowanie odbywa się na podstawie postaci zredukowanej. Jednakże w przypadku dynamicznego LWEM należy pamiętać, że wartości prognozowane zmiennych endogenicznych w poszczególnych podokresach okresu prognozy są uzależnione także od wartości zmiennych endogenicznych opóźnionych, a zatem ma miejsce systematyczna zależność wartości odpowiednich zmiennych endogenicznych w każdym podokresie prognozy od ich wartości w okresach poprzednich, która jest określona:

- a) założonym rozkładem opóźnień poszczególnych zmiennych endogenicznych;
- b) zmianami wartości zmiennych endogenicznych w czasie oraz
- c) ewentualną autokorelacją niektórych zmiennych endogenicznych;

Natomiast w przypadku wykorzystywania postaci końcowej LWEM (do prognozowania długookresowego) dokładność prognozy jest uzależniona ponadto od:

- a) wartości ocen parametrów strukturalnych, występujących w poszczególnych macierzach, ważonych wartościami zmiennych (odpowiednio endoge-

---

<sup>19</sup> W szczególności wykorzystywane są informacje także inne albo zupełnie inne niż w modelu głównym.

<sup>20</sup> W modelach tych z założenia nie zachodzi korelacja między składnikami losowymi poszczególnych równań.

nicznych opóźnionych, egzogenicznych nieopóźnionych oraz egzogenicznych opóźnionych);

- b) prognoz wartości zmiennych egzogenicznych ważonych wartościami ocen parametrów, występujących w odpowiednich macierzach.

W rezultacie, w praktyce prognozy uzyskane na podstawie postaci końcowej LWEM są obciążone.

Występują jednak również istotne różnice wynikające z faktu, że, zarówno modele VAR, jak i LWEM, są wielorównaniowe, w których, jak wiadomo, występuje nie jeden wektor składników losowych, lecz macierz składników losowych<sup>21</sup>. W efekcie wariancja błędu prognozy jest zawsze znacznie większa (zwłaszcza w modelach rekurencyjnych, a tym bardziej w modelach o równaniach współzależnych)<sup>22</sup> niż w modelach jednorównaniowych. W praktyce jednak błędy prognozy wynikające z różnych źródeł częściowo się kompensują.

Na zakończenie warto wypunktować mocne i słabe strony prognozowania na podstawie modeli trendu i liniowych modeli ekonometrycznych<sup>23</sup>. Jak zostało wspomniane, wykorzystanie tych modeli do prognozowania jest podstawowym pożytkiem płynącym z tych narzędzi. Przede wszystkim, możliwe jest uwzględnienie zależności przyczynowo-skutkowych. Dzięki skwantyfikowanemu ujęciu badanych zależności możliwe jest wyznaczenie w relatywnie prosty sposób<sup>24</sup> konkretnej liczby, którą przyjmie prognozowana zmienna endogeniczna w określonym momencie przyszłości albo przedziału, w którym, z założonym z góry prawdopodobieństwem, ona wystąpi. Prognozowanie na podstawie trendów i liniowych modeli ekonometrycznych jest zatem zadaniem prostym, pod warunkiem:

- a) wcześniejszego ustalenia wszystkich występujących w danym modelu:
- wartości ocen parametrów strukturalnych,
  - przyszłych wartości zmiennych egzogenicznych<sup>25</sup>,
- b) założenia przyszłych wartości składników losowych<sup>26</sup>.

---

<sup>21</sup> Ich wartości wyrażają, przypomnijmy, sumaryczny wpływ na wartości odpowiednich zmiennych endogenicznych w okresie diagnozy wszystkich czynników, nie uwzględnionych w poszczególnych równaniach modelu, a także określonych błędów, np.: związanych ze specyfikacją postaci analitycznej poszczególnych równań modelu lub wynikających z błędów pomiaru wartości zmiennych (endogenicznych lub egzogenicznych).

<sup>22</sup> Wartość wariancji błędu prognozy zmiennej endogenicznej jest równa ważonej sumie wariancji błędów prognozy zmiennych objaśniających występujących w danym równaniu.

<sup>23</sup> Por. na ten temat w szczególności: D.J. Błaszczuk, *Wybór metod prognozowania...*, *op. cit.*, s. 126-140.

<sup>24</sup> W przypadku braku dostępu do odpowiedniego programu do wyznaczenia błędów prognozy *ex ante* oraz do sporządzenia prognozy na podstawie nie tylko modeli trendu i modeli jednorównaniowych, ale i wielu modeli LWEM można wykorzystać pakiet Excel.

<sup>25</sup> Które w przypadku modeli trendu jest zadaniem trywialnym.

A zatem, od strony techniczno-rachunkowej (obliczeniowej) różni się ono od prognozowania na podstawie modeli statystycznych jedynie tym, że dodatkowo trzeba ustalić przyszłe wartości zmiennych egzogenicznych.

Możliwe jest także określenie, zarówno *ex ante*, jak i *ex post*, stopnia dokładności postawionej prognozy. Jednocześnie dokładność prognozy jest często przynajmniej nieco lepsza niż w przypadku prognozowania na podstawie modeli statystycznych.

Ujęcie ilościowe oznacza jednak, że przyjmuje się określone założenia upraszczające. W szczególności w przypadku prognozowania ekonometrycznego ma na ogół miejsce sztywne przenoszenie w przyszłość zależności zaobserwowanych w okresie diagnozy, a więc słabe uwzględnianie zmian strukturalnych.

W rezultacie, nieuniknione jest występowanie błędów prognozy, bowiem w momencie sporządzania prognozy nigdy<sup>27</sup> nie są znane przyszłe wartości zmiennych egzogenicznych. Ponadto, wariancja kolejnych predyktorów rośnie wraz z ze zwiększaniem liczby zmiennych endogenicznych w danym modelu.

Dokładność prognozy na podstawie modeli liniowych i sprowadzalnych do liniowych (w tym równań trendu) uzależniona jest od wielu czynników, wśród których najważniejszymi, oprócz wymienionych przy okazji modeli statystycznych, są:

- a) dobór zmiennych egzogenicznych, skutkujący słabym, jeśli w ogóle, uwzględnieniem cech niemierzalnych, bowiem zawsze w modelu ekonometrycznym:
  - niektóre zmienne w ogóle nie występują;
  - niektóre zmienne są jedynie „substytutami” tych, które powinny występować;
- b) wybrana postać analityczna modelu jest jedynie określonym przybliżeniem związków występujących w rzeczywistości, bowiem:
  - niektóre relacje są zupełnie pominięte;
  - wszystkie inne relacje są przedstawione w mniej albo bardziej uproszczony sposób;
- c) mniejsze albo większe błędy obserwacji wartości zmiennych;
- d) metoda estymacji, od której zależą wartości ocen parametrów strukturalnych, a w konsekwencji także i błędy estymacji;
- e) błędy prognozy wartości zmiennych egzogenicznych;

---

<sup>26</sup> W zastosowaniach praktycznych na ogół przyjmuje się, że każda z wartości zmiennej losowej we wszystkich podokresach okresu prognozy jest równa zero i wtedy ma miejsce prognozowanie deterministyczne. Czasami jednakże wartości zmiennych losowych w okresie prognozy zakłada się na poziomach różnych od zera (np. wygenerowanych za pomocą generatora liczb losowych) i wtedy ma miejsce prognozowanie stochastyczne, czasami określane błędnie symulacjami stochastycznymi.

<sup>27</sup> Oczywiście z wyjątkiem zmiennej czasowej.

- f) błędy co do przyszłych wartości parametrów rozkładu składnika losowego;
- g) metoda prognozy, od której zależą błędy prognozy.

Należy jednak dążyć do minimalizacji wartości tych błędów przez unikanie popełniania błędów systematycznych i przyjmowanie wartości zmiennych egzogenicznych w okresie prognozy należących do dziedziny modelu prognostycznego. W takiej sytuacji w znakomitej większości przypadków, jak widać po wynikach zastosowań praktycznych, skutki różnych błędów mają raczej tendencję do kompensowania się, a nie do kumulowania. W szczególności widać to po porównaniu wartości współczynników Theila dla poszczególnych równań z wcześniej obliczonymi wartościami odpowiednich błędów prognozy *ex ante*. Dlatego w praktyce często poprzestaje się na podaniu dolnych wartości wariancji poszczególnych predyktorów.

Ponadto niedogodnościami, związanymi ze stosowaniem metod ekonometrycznych w prognozowaniu są:

- a) konieczność zgromadzenia odpowiednio znacznie większej liczby danych statystycznych niż w przypadku modeli statystycznych;
- b) występująca praktycznie zawsze konieczność sprowadzania danych statystycznych do porównywalności, które jest tym trudniejsze, im dłuższy jest okres diagnozy;
- c) relatywnie długi okres potrzebny do zrealizowania badania, z uwagi na konieczność zebrania odpowiednich danych statystycznych, następnie ich odpowiedniego przetworzenia wstępnego, a później często wielokrotnego powtarzania poszczególnych etapów budowy modelu ekonometrycznego;
- d) relatywnie wysoki koszt, związany z koniecznością zebrania i przetworzenia danych statystycznych oraz wykorzystania w badaniach: odpowiedniego sprzętu komputerowego (o odpowiedniej mocy), odpowiednich pakietów obliczeniowych, odpowiednio wykształconej kadry.

Podsumowując, prognozowanie na podstawie modeli ekonometrycznych (zwłaszcza LWEM) wymaga zaangażowania przez długi okres znacznych zasobów ludzkich i pozaludzkich. W tym przypadku niezbędna jest także ogromna ilość informacji. Ogranicza się ona jednak głównie do danych statystycznych, a więc ilościowych, mierzalnych. Ich przetworzenie wymaga zaangażowania wysokiej klasy specjalistów (o niezbędnym przygotowaniu merytorycznym w zakresie przedmiotu badania) oraz odpowiedniej techniki obliczeniowej, zarówno w zakresie sprzętu, jak i oprogramowania. Dostęp, zarówno do specjalistów, jak i do danych oraz do techniki obliczeniowej wiąże się z poniesieniem wysokich kosztów osobowych i rzeczowych, jednak w sumie na ogół niższych niż w przypadku wykorzystywania ekspertów.

Reasumując, modeli ekonometrycznych, zwłaszcza rozbudowanych, nie można wykorzystywać do prognozowania krótkookresowego. Ograniczeniem stosowania modeli ekonometrycznych jest także nieregularna zmienność przed-

miotu badania. Nieregularność ta uwypukla się, na ogół, wraz z upływem czasu, a więc gdy okres badania ulega wydłużeniu. Pozwalają one, natomiast, uzyskać relatywnie dobre wyniki w przypadku relatywnej stabilności (tj. stałości albo, co znacznie częściej ma miejsce w praktyce, w miarę regularnej zmienności) przedmiotu badania w okresie średnim. W takim przypadku mają one przewagę kosztową nad metodami ekspertologicznymi oraz przewagę pod względem jakości prognoz nad modelami statystycznymi.

#### BIBLIOGRAFIA

- Barteczko K., Bocian A., *Prognozowanie i symulacje makroekonomiczne*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Białymstoku, Białystok 2004.
- Błaszczuk D.J., *Ekonometria a analiza rynków zagranicznych i prognozowanie handlu zagranicznego*, *Acta Universitatis Lodzianensis, Folia Oeconomica* 1984, nr 35.
- Błaszczuk D.J., *Prognozowanie jako sposób transformacji niepewności w ryzyko*, w: *Rynek usług finansowych a rozwój gospodarki. Diagnozowanie i prognozowanie koniunktury*, (red. J. Garczarczyk), Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 2005.
- Błaszczuk D.J., *Wprowadzenie do prognozowania, analiz symulacyjnych i sterowania optymalnego*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2014.
- Błaszczuk D.J., *Wybór metod prognozowania współczynników materiałochłonności*, *Prace i Materiały nr 4 Instytutu Cybernetyki i Zarządzania SGPiS*, Warszawa 1976.
- Contemporary Problems of Statistical and Econometric Research*, (red. A. Zeliaś), *Cracow University Economic Publishers*, Kraków 2001.
- Czerwiński Z., *Matematyczne modelowanie procesów ekonomicznych*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1982,
- Decyzje menedżerskie z Excelem* (red. T. Szapiro), PWE, Warszawa 2000.
- Dębski W., *Przewidywanie i analizy symulacyjne w biznesie. Podręcznik menedżera*, *First Business College*, Warszawa 1995.
- Dittman P., *Prognozowanie w przedsiębiorstwie. Metody i ich zastosowania*, Oficyna Wydawnicza, Kraków 2003.
- Drucker P., *Praktyka zarządzania*, wyd. drugie, Czytelnik, Nowoczesność, Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Kraków 1998.
- Gajda J.B., *Prognozowanie i symulacja a decyzje gospodarcze*, C.H. Beck, Warszawa 2001.
- Klein L.R., *Wykłady z ekonometrii*, PWE, Warszawa 1982.

- Knight F., *The Economic Risk, Uncertainty and Profit*, University of Chicago, Chicago 1971.
- Koop G., *Analysis of Economic Data*, Fourth Revised Edition, Wiley 2013.
- Lubiński M., *Od ryzyka do niepewności*, w: *Koniunktura gospodarcza świata i Polski w latach 2011-2014*, IBRKiK, Warszawa 2013.
- Moosa I. A., *Exchange Rate Forecasting. Techniques and Applications*, St. Martin's Press, New York, 2000.
- Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowania*, (red. M. Cieślak), wyd. czwarte, zmienione. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.
- Welfe A., *Ekonometria. Metody i ich zastosowania*, PWE, Warszawa 2003.
- Willet A., *The Economic Theory of Risk and Insurance*, w: *Columbia University Studies in Political Science*, 1901, vol. XIV, nr 2.
- Zeliaś A., Pawełek B., Wanat S., *Metody statystyczne. Zadania i sprawdziany*, PWE, Warszawa 2002.
- Zeliaś A., Pawełek B., Wanat S., *Prognozowanie ekonomiczne. Teoria, przykłady, zadania*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004.