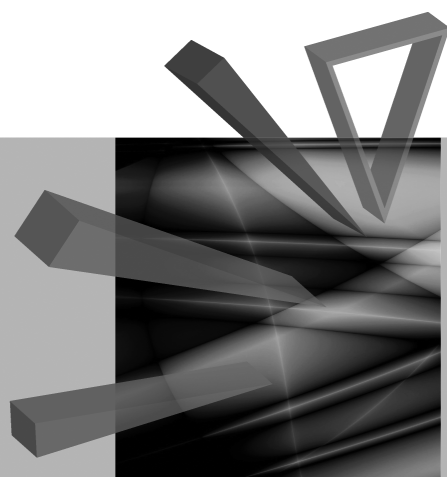


# Prognozowanie w zarządzaniu firmą



Redaktorzy naukowi  
**Paweł Dittmann**  
**Aleksandra Szpulak**



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu  
Wrocław 2011

Senacka Komisja Wydawnicza

*Zdzisław Pisz (przewodniczący),*

*Andrzej Bąk, Krzysztof Jajuga, Andrzej Matysiak, Waldemar Podgórski,*

*Mieczysław Przybyła, Aniela Styś, Stanisław Urban*

Recenzenci

*Włodzimierz Szkutnik, Jan Zawadzki*

Redakcja wydawnicza

*Barbara Majewska*

Redakcja techniczna i korekta

*Barbara Łopusiewicz*

Skład i łamanie

*Comp-rajt*

Projekt okładki

*Beata Dębska*

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie  
wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu  
Wrocław 2011

**ISSN 1899-3192**

**ISBN 978-83-7695-141-6**

Druk: Drukarnia TOTEM

## Spis treści

Wstęp .....	7
<b>Agnieszka Przybylska-Mazur:</b> Optymalne zasady polityki pieniężnej w prognozowaniu wskaźnika inflacji .....	9
<b>Alicja Wolny-Dominiak:</b> Zmodyfikowana regresja Poissona dla danych ubezpieczeniowych z dużą liczbą zer .....	21
<b>Andrzej Gajda:</b> Doświadczenia i metody pozyskiwania danych eksperckich na potrzeby badań z wykorzystaniem metod foresight .....	30
<b>Anna Gondek:</b> Prognozy rozwoju gospodarczego Polski z użyciem metody analogii przestrzenno-czasowych .....	41
<b>Bartosz Lawędziak:</b> Sekurytyzacja papierów wartościowych opartych na hipotece odwrotnej .....	50
<b>Filip Chybalski:</b> Prakseologiczne aspekty prognozowania .....	59
<b>Ireneusz Kuroпка, Paweł Lenczewski:</b> Możliwość zastosowania modeli ekonometrycznych do prognozowania w przedsiębiorstwie Brenntag Polska .....	69
<b>Jacek Szandula:</b> Wyszukiwanie formacji w kursach giełdowych przy użyciu metod klasyfikacji danych .....	82
<b>Joanna Perzyńska:</b> Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych do wyznaczania nieliniowych prognoz kombinowanych .....	94
<b>Konstancja Poradowska, Tomasz Szkutnik, Mirosław Wójciak:</b> Scenariusze rozwoju wybranych technologii oszczędności energii w życiu codziennym .....	102
<b>Maciej Oesterreich:</b> Wykorzystanie pakietu statystycznego R w prognozowaniu na podstawie danych w postaci szeregów czasowych z wahaniami sezonowymi .....	113
<b>Marcin Błażejowski, Paweł Kufel, Tadeusz Kufel:</b> Algorytm zgodnego modelowania i prognozowania procesów ekonomicznych jako pakiet funkcji <i>Congruent Specification</i> programu Gretl .....	125
<b>Marcin Błażejowski:</b> Stacjonarność szeregów czasowych o wysokiej częstotliwości obserwowania – implementacja testu stacjonarności Dickeya w programie Gretl .....	137
<b>Mirosław Wójciak:</b> Wpływ czynników i zdarzeń kluczowych na rozwój nowych technologii – wybrane metody korygowania prognoz na przykładzie technologii energooszczędnych .....	149
<b>Monika Dyduch:</b> Grupowanie produktów strukturyzowanych .....	159
<b>Piotr Bernat:</b> Planowanie działalności przedsiębiorstwa wspomagane prognozowaniem .....	170

<b>Roman Pawlukowicz:</b> Informacje prognostyczne w rynkowych sposobach wyceny nieruchomości – identyfikacja i pozyskiwanie .....	182
<b>Wojciech Zatoń:</b> Uwarunkowania psychologiczne w prognozowaniu .....	189

## Summaries

<b>Agnieszka Przybylska-Mazur:</b> Optimal monetary policy rules in forecasting of inflation rate .....	20
<b>Alicja Wolny-Dominiak:</b> Zero-inflated Poisson Model for insurance data with a large number of zeros .....	29
<b>Andrzej Gajda:</b> Experience and methods of data collection from experts for research using foresight methods .....	40
<b>Anna Gondek:</b> Economic growth forecasts for Poland using the time-space analogy method .....	49
<b>Bartosz Lawędziak:</b> Securitization of survivor bonds based on the reverse mortgage .....	58
<b>Filip Chybalski:</b> Praxiological aspects of forecasting .....	68
<b>Ireneusz Kuropka, Paweł Lenczewski:</b> Econometric models usage feasibility in Brenntag Poland forecasting .....	81
<b>Jacek Szandula:</b> Searching for technical analysis formations in stock prices with the use of cluster analysis methods .....	93
<b>Joanna Perzyńska:</b> Application of artificial neural networks to build the nonlinear combined forecasts .....	101
<b>Konstancja Poradowska, Tomasz Szkutnik, Mirosław Wójciak:</b> The scenarios of development of selected technologies related to energy saving in everyday life .....	112
<b>Maciej Oesterreich:</b> The R application in forecasting unsystematic lacks in seasonal time series .....	124
<b>Marcin Błażejowski, Paweł Kufel, Tadeusz Kufel:</b> Congruent modelling and forecasting algorithm as function package Congruent Specification in GRETL .....	136
<b>Marcin Błażejowski:</b> Stationarity of high-frequency time series – implementation of Dickey’s stationarity test in GRETL .....	148
<b>Mirosław Wójciak:</b> The influence of key and events factors on the development of new technologies – selected methods of forecast correction on the example of energy-saving technologies .....	158
<b>Monika Dyduch:</b> Ranking of structured products .....	169
<b>Piotr Bernat:</b> Forecasting assisted business management planning .....	181
<b>Roman Pawlukowicz:</b> Prognostic data in market ways of property valuation – identification and acquisition .....	188
<b>Wojciech Zatoń:</b> Psychological aspects of forecasting .....	199

**Mirosław Wójciak**

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

---

**WPLYW CZYNNIKÓW I ZDARZEŃ KLUCZOWYCH  
NA ROZWÓJ NOWYCH TECHNOLOGII  
– WYBRANE METODY KORYGOWANIA PROGNOZ  
NA PRZYKŁADZIE TECHNOLOGII  
ENERGOOSZCZĘDNYCH**

---

**Streszczenie:** Ze względu na daleki horyzont prognoz budowanych na potrzeby foresightu, należy się spodziewać głębokich zmian w otoczeniu rozpatrywanego zjawiska. Zmiany te mogą mieć charakter powolny oraz regularny, ale mogą wystąpić także zdarzenia gwałtowne, o znacznym wpływie na analizowane zjawisko. W artykule przedstawiono metody korygowania prognoz, uwzględniające wpływ zmian otoczenia. W przypadku zmian regularnych zbudowano prognozy wariantowe, a w przypadku zdarzeń kluczowych zastosowano analizę trendów zmiennych oraz wpływów krzyżowych.

**Słowa kluczowe:** foresight, zdarzenia kluczowe, analiza trendów zmiennych.

## 1. Wstęp

Jednym z celów foresightu jest konstrukcja scenariuszy rozwoju technologii, sytuacji w regionie w stosunkowo dalekiej perspektywie. Zbudowane prognozy, zarówno na podstawie danych historycznych, jak i subiektywnych modeli tendencji rozwojowej, opartych na danych pozyskanych od ekspertów, mogą stanowić wariant bazowy scenariusza rozwoju<sup>1</sup>. W tak dalekim horyzoncie prognozy konieczne jest uwzględnienie zmienności otoczenia, np. sytuacji: ekonomicznej, politycznej, prawnej, społecznej, technologicznej, a także stanu naturalnego środowiska. Problem ten może zostać rozwiązany poprzez budowę prognoz wariantowych, uwzględniających przyjęte scenariusze rozwoju otoczenia. Podejście to nie uwzględnia jednak wpływu na rozwój danej technologii zdarzeń kluczowych, których wystąpienie w długim horyzoncie czasowym jest wielce prawdopodobne. Zdarzenie kluczowe można zdefiniować jako zdarzenie o

---

<sup>1</sup> Opis subiektywnych modeli tendencji rozwojowej znajduje się także w artykule [Poradowska 2011].

niskim/umiarkowanym prawdopodobieństwie zajścia, o jednoznacznym silnym wpływie na rozwój analizowanej technologii. W celu uwzględnienia tych zdarzeń można zastosować analizę trendów zmiennych (*trend impacts analysis*). Na podstawie danych pozyskanych od ekspertów, dotyczących m.in. prawdopodobieństwa zajścia, wpływu danego zdarzenia na technologię, czasu trwania wpływu, możliwa jest korekta prognoz wariantu bazowego scenariusza rozwoju. Analiza ta może zostać wzbogacona o związki zachodzące pomiędzy zdarzenia kluczowymi, uwzględniającymi zarówno zależność zdarzeń, jak i ich łączny wpływ na rozwój technologii (*cross impact analysis*). Przykłady zastosowania omawianych metod przedstawiono na podstawie danych uzyskanych w ramach projektu „Zeroemisyjna gospodarka energią w warunkach zrównoważonego rozwoju Polski do 2050 r.” realizowanego w Głównym Instytucie Górnictwa<sup>2</sup>.

## 2. Czynniki kluczowe i ich wpływ na otrzymane prognozy

Systematyczne zmiany otoczenia można uwzględnić poprzez budowę prognoz wariantowych. Ponieważ nie dysponuje się formalnym modelem ekonometrycznym, zmiany najważniejszych czynników (czynniki kluczowe) powinny zostać uwzględnione jako korekta subiektywnych modeli tendencji rozwojowych. Ze względu na charakter wyróżnionych zmiennych nie zawsze jest możliwy ich precyzyjny pomiar. W związku z tym zaproponowano zastosowanie 5-stopniowej skali semantycznej. Dla wyszczególnionych czynników określone zostają końce skal, np. niskie koszty wdrożenia – wysokie koszty wdrożenia. Oczywiście wybór 5-stopniowej skali jest subiektywny, jednak jak wskazują badania (por. [Gatnar, Waleśiak (red.) 2004]), większa liczba kategorii niż 7 nie prowadzi na ogół do zwiększenia precyzji pomiaru, a mniejsza liczba niż 5 – już zmniejsza precyzję. Ze względu na to, że zmiany otoczenia mają charakter systematyczny, ich analizę można ograniczyć do kilku, w szczególności do jednego lub dwóch okresów prognozy. Zadaniem ekspertów było podanie:

- prawdopodobieństw wystąpienia poszczególnych poziomów czynnika, na podstawie których określone zostaną bazowe i alternatywne poziomy czynników,
- ich wpływ na rozpatrywaną technologię.

Liczba możliwych kombinacji czynników kluczowych wynosi:

$$L = (k + 1)^{n \cdot t}, \quad (1)$$

gdzie:  $k$  – oznacza liczbę możliwych alternatywnych poziomów,  
 $n$  – oznacza liczbę wyszczególnionych czynników kluczowych,  
 $t$  – liczba okresów, dla których wyznacza się zmiany.

Ponieważ w badaniu eksperci często wyznaczają kilkanaście, a czasem nawet kilkadziesiąt czynników kluczowych, konieczna jest redukcja ich liczby. Jednym

---

<sup>2</sup> Nr projektu POIG.01.01.01-00-007/08 – Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

ze sposobów jest merytoryczny dobór ich w grupy, w których czynniki kluczowe będą wobec siebie komplementarne. Innym sposobem może być ich agregacja w ramach grup tematycznych, np. osobno agreguje się czynniki: ekonomiczne, społeczne, polityczne, prawne.

W przypadku gdy wpływ zmian wyróżnionych czynników kluczowych został podany w wartościach bezwzględnych, można użyć średniej arytmetycznej, a gdy podano go w wartościach względnych (w stosunku do wariantu bazowego) – średniej geometrycznej. Jeśli dysponuje się prawdopodobieństwami (szansami) wystąpienia alternatywnych poziomów czynników kluczowych, należy zastosować odpowiednie średnie ważone.

W projekcie „Zeroemisyjna gospodarka energią w warunkach zrównoważonego rozwoju Polski do 2050 r.” uwzględniono czynniki należące do następujących grup tematycznych:

- grupa ekonomiczna (wyszczególniono 29 czynników),
- grupa społeczna (30 czynników),
- grupa polityczno-prawna (30 czynników),
- grupa środowiskowa (17 czynników).

Poniżej przedstawiono przykład analizy dla technologii „systemy oświetleń OLED (*Organic Light Eulity Diode*) – dynamiczne oświetlenie domowe OLED”, której wprowadzenie przyniesie znaczne oszczędności w zużyciu energii finalnej.

W tabeli 1 przedstawiono wybrane czynniki otoczenia wraz z uśrednionymi prawdopodobieństwami wystąpienia poszczególnych ich poziomów. Zostały one zaproponowane przez ekspertów z panelu ekonomicznego.

**Tabela 1.** Przykładowe czynniki otoczenia z panelu ekonomicznego

Nazwa czynnika	Szanse wystąpienia poziomu czynnika [%]				
	1	2	3	4	5
Tempo wzrostu PKB wyższe niż w UE15	6,3	11,3	24,2	35,4	22,8
Wzrost zamożności społeczeństwa	7,3	10,8	24,4	34,1	23,3
Wzrost udziału usług w strukturze PKB	10,3	15,1	23,6	30,8	20,2
Wysoki poziom środków pomocowych	8,8	18,5	25,0	27,6	20,1
Dostępność i stabilizacja cen surowców energetycznych	9,2	13,9	23,1	31,3	22,5
Zmiany źródeł energii w transporcie	7,3	15,8	25,6	30,4	20,9
Wzrost nakładów na inwestycje przesyłowe i dystrybucyjne	7,0	14,4	26,2	29,9	22,5

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania „Zeroemisyjna gospodarka energią w warunkach zrównoważonego rozwoju Polski do 2050 r.”

Z listy czynników z poszczególnych obszarów eksperci z paneli technologicznych wyróżnili czynniki kluczowe, które są istotne dla analizowanych technologii. Wskazano 22 czynniki kluczowe (po pięć: ekonomicznych, społecznych, środowiskowych oraz siedem politycznych). Dla nich określone zostały poziomy bazowe oraz alternatywne wraz z ich wpływem na rozpatrywaną technologię (por. tab. 2).

**Tabela 2.** Wpływ zmian poziomów przykładowych czynników kluczowych na oszczędności zużycia energii finalnej przy zastosowaniu technologii „systemy oświetleń OLED”

Nazwa czynnika	„Bazowy” poziom czynnika 2020 rok	Zmiana poziomu oszczędności energii [ %]			
		pierwszy alternatywny poziom czynnika	zmiana	drugi alternatywny poziom czynnika	zmiana
Wzrost zamożności społeczeństwa	4	3	-5	5	10
Wprowadzenie konkurencyjnego rynku energii	4	5	8	3	-10
Wyższe nakłady na edukację w zakresie energooszczędności	4	5	15	3	-5
Mechanizmy i polityka zachęcające do stosowania technologii energooszczędnych	4	5	20	3	-10

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania „Zeroemisyjna gospodarka energią w warunkach zrównoważonego rozwoju Polski do 2050 r.”

Czynniki kluczowe zagregowano w ramach paneli tematycznych, tj. ekonomiczne, społeczne, polityczno-prawne i środowiskowe. Do agregacji czynników wykorzystano ważoną średnią geometryczną (por. tab. 3):

$$\ln \bar{X}_j = \frac{\sum_{i=1}^m w_i \ln x_i}{\sum_{i=1}^m w_i}, \quad (2)$$

gdzie:  $\bar{X}_j$  – geometryczna średnia ważona czynników  $j$ -tego panelu tematycznego,  
 $w_i$  – prawdopodobieństwo wystąpienia  $i$ -tego poziomu czynników kluczowych,  
 $x_i$  – zmiany w oszczędności energii w wyniku zastosowania technologii „systemy oświetleń OLED”, spowodowanych zmianami poziomów czynników.

Na podstawie zagregowanych zmian zbudowano 6561 wariantów prognoz korygujących rozwiązanie bazowe o wpływ zmian czynników kluczowych. Na rysunku 1 przedstawiono prognozy bazowe oraz przedział prognoz wyznaczony w oparciu o 5 i 95 percentyl.

Na rysunku 1 można zauważyć, że zbudowany przedział prognoz jest asymetryczny względem krzywej bazowej. Wynika to z faktu, że eksperci uczestniczący w danym panelu technologicznym bardzo często są zawodowo związani z daną technologią i częściej wskazują stymulanty jako czynniki kluczowe niż bariery rozwoju. Jeśli zmiana poziomu czynnika na wyższy/nizszy powoduje niższy rozwój danego zjawiska, to spadek ten często jest niższy niż wzrost w przypadku niższego/wyższego poziomu czynnika. Dodatkowym czynnikiem powodującym

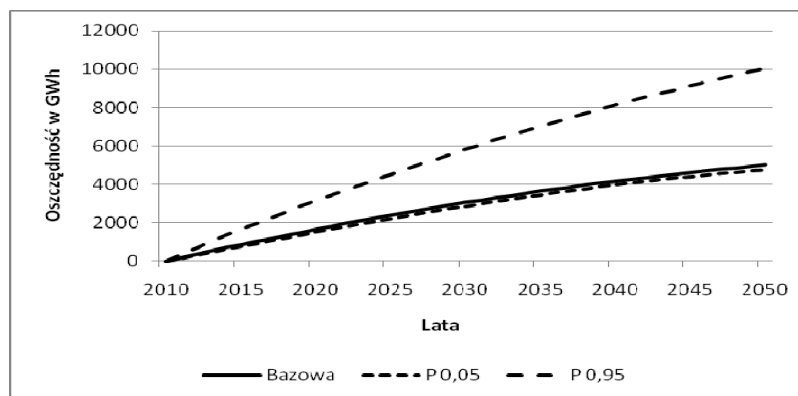


„optymistyczną” asymetryczność przedziału prognozy wobec krzywej bazowej jest określenie niższych prawdopodobieństw niekorzystnego poziomu czynnika niż w przypadku korzystnego. Jednym ze sposobów uniknięcia tego problemu jest narzucenie ekspertom podania minimalnie określonej liczby barier.

**Tabela 3.** Zagregowane zmiany w poziomie oszczędności energii w wyniku zastosowania technologii „systemy oświetleń OLED” ze względu na alternatywne poziomy czynników kluczowych dla roku 2020 i 2050

Panel tematyczny	2020		2050	
	I alternatywa	II alternatywa	I alternatywa	II alternatywa
Ekonomiczny	1,508	0,799	1,508	0,812
Spółeczny	1,015	1,051	1,234	1,079
Polityczno-prawny	1,221	1,122	1,203	1,037
Środowiskowy	0,887	1,253	1,102	1,254

Źródło: obliczenia własne na podstawie wyników badania „Zeroemisyjna gospodarka energią w warunkach zrównoważonego rozwoju Polski do 2050 r.”



**Rys. 1.** Prognozy bazowe wraz z 90-procentowym przedziałem prognoz dla technologii „systemy oświetleń OLED”

Źródło: opracowanie własne.

### 3. Metody uwzględniania zdarzeń kluczowych przy budowie prognoz

Jak już zdefiniowano we wstępie, zdarzenie kluczowe to zdarzenie rzadkie o silnym wpływie na rozwój analizowanej technologii. Zdarzenia te mają charakter gwałtownych zmian, które mogą wystąpić w każdym momencie okresu prognozowanego. W związku z tym w ich przypadku nie można zbudować prognoz wariantowych. Pierwszym źródłem występowania zdarzeń kluczowych są gwałtowne

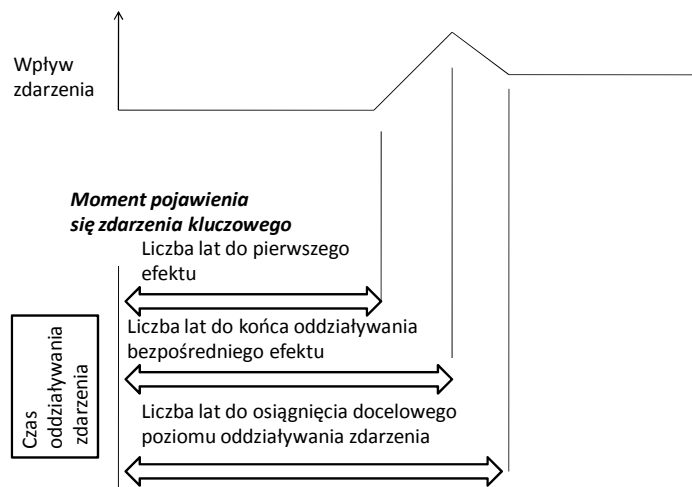
zmiany warunków otoczenia: politycznych, prawnych, społecznych, technologicznych (np. zmiana przepisów prawnych, podwyższenie opłat paliwowych od emisji CO<sub>2</sub>), wprowadzenie technologii substytucyjnej lub komplementarnej. Drugim źródłem zdarzeń kluczowych mogą być zdarzenia losowe niezależne od człowieka (np. trzęsienia ziemi lub wybuch wulkanu). Reasumując: zajście zdarzenia kluczowego będzie konsekwencją pewnych zmian o charakterze fundamentalnym dla analizowanej technologii. Wymienione zdarzenia powinny być prawdopodobne oraz weryfikowalne z perspektywy czasu [Gordon 2009]. W celu uwzględnienia zdarzeń kluczowych w prognozach można zastosować metodę trendów zmiennych (*trend impact analysis*), która wymaga podania (por. rys. 2 i tab. 4):

- 1) prawdopodobieństw wystąpienia zdarzenia kluczowego jako funkcji czasu,
- 2) wpływu zdarzenia na trend bazowy.

Jedną z metod określania wpływu zdarzenia na trend podstawowy polega na wyznaczeniu wielkości wpływu dla każdego okresu po wystąpieniu danego zdarzenia. Jednak wygodniejsze w praktyce jest wyznaczenie:

- okresu pomiędzy wystąpieniem zdarzenia a pierwszym wpływem na analizowane zjawisko,
- okresu pomiędzy wystąpieniem zdarzenia a maksymalnym wpływem,
- okresu pomiędzy wystąpieniem zdarzenia a wpływem docelowym oraz
- określenie wpływu maksymalnego i docelowego na analizowane zjawisko.

Określając prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń kluczowych, wyszczególnionych momentów czasowych oraz wpływu zdarzenia na trend podstawowy, przyjmuje się, że zdarzenia są niezależne, np. maksymalny wpływ zdarzenia może być pozytywny, a docelowy – negatywny.



**Rys. 2.** Schemat oddziaływania zdarzenia kluczowego na rozpatrywane zjawisko

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Gordon 2009].

**Tabela 4.** Zagregowane zmiany w poziomie oszczędności energii w wyniku zastosowania technologii „systemy oświetleń OLED” ze względu na alternatywne poziomy czynników kluczowych dla roku 2020 i 2050

Opis zdarzenia	Prawdopodobieństwo wystąpienia w dekadzie				Liczba lat			Wpływ procentowy w stosunku do wartości bazowych w chwili	
	2011-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050	do wystąpienia pierwszego efektu	do końca oddziaływania bezpośredniego efektu	do osiągnięcia docelowego poziomu oddziaływania zdarzenia	końcowego oddziaływania bezpośredniego efektu	osiągnięcia docelowego poziomu
Wprowadzenie technologii na rynek oświetleniowy	80	20	0	0	3	10	25	15	35
Drastyczny wzrost kosztów energii elektrycznej	40	50	40	30	2	5	10	10	30

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badania „Zeroemisyjna gospodarka energią w warunkach zrównoważonego rozwoju Polski do 2050 r.”

W najprostszy sposób wpływ zdarzenia kluczowego obliczany jest jako iloczyn prawdopodobieństwa jego zaistnienia w czasie  $t$  oraz wpływu dla danego okresu. Następnie krzywa bazowa zostaje skorygowana o obliczony wpływ danego zdarzenia kluczowego. Ostatecznie trend podstawowy koryguje się poprzez zsumowanie wpływu poszczególnych zdarzeń dla każdego roku  $t$ , uwzględniając opóźnienia pojawienia się ich wpływu. Wariancja skorygowanych prognoz jest sumą błędów modelu (lub w przypadku subiektywnych modeli trendu rozwojowego – standardowej niepewności prognoz) oraz wariancji wpływu zdarzeń kluczowych.

Do budowy prognoz przedziałowych można zastosować następujące podejścia:

1. Krzywe Pearsona. W tym podejściu eksperci określają wartość oczekiwaną, wariancję oraz trzeci i czwarty moment centralny wpływu zdarzenia. Na podstawie podanych wartości dobiera się jedną z dwunastu krzywych Pearsona [Feldman 1975]. Następnie wybrane kwantyle rozkładu wyznacza się na podstawie odpowiednich tablic [Zieliński, Zieliński 1990] dobranej krzywej Pearsona lub z formuł Pearsona-Tukeya.

2. Jako przeciętne odchylenie efektów pozytywnych (*in plus*) oraz negatywnych, które są wyliczane osobno od wyznaczonej krzywej bazowej.

3. Przy zastosowaniu technik symulacyjnych.

Wśród zalet metody trendów zmiennych można wymienić: budowę prognoz punktowych i przedziałowych, uwzględniających zdarzenia nietypowe, nawet o charakterze ekstremalnym; możliwość kwantyfikacji rozpatrywanych scenariuszy rozwoju; możliwość przeprowadzenia analizy wrażliwości zdarzeń kluczowych. Wadami tej metody są: niepełna lista zdarzeń kluczowych; założenie o ich niezależności; silna zależność wyników od wyznaczonych przez ekspertów prawdopodobieństw wystąpienia zdarzeń kluczowych oraz ich wpływu (szczególnie, gdy eksperci są zbyt optymistycznie czy też pesymistycznie nastawieni wobec badanego zjawiska).

Założenie niezależności zdarzeń kluczowych można wyeliminować poprzez zastosowanie analizy wpływów krzyżowych (*cross-impact analysis*). Analiza ta jest uzupełnieniem metody trendów zmiennych; uwzględnia zależności pomiędzy zdarzeniami kluczowymi. W celu zastosowania analizy wpływów krzyżowych należy dysponować:

- prawdopodobieństwami początkowymi zajścia poszczególnych zdarzeń kluczowych,
- prawdopodobieństwami warunkowymi zajścia zdarzenia  $j$  pod warunkiem, że zaszło zdarzenie  $i$  oraz
- czasem pomiędzy zajściem zdarzeń  $j$  oraz  $i$ ,
- łączną oceną wpływu zdarzeń  $j$  oraz  $i$  na analizowane zjawisko.

Eksperti podają prawdopodobieństwa, które należy odpowiednio skorygować, aby spełniały następujące warunki:

1.  $0 \leq P(i) \leq 1$ ,
2.  $P(i | j) \cdot P(j) = P(j | i) \cdot P(i) = P(i \cap j)$ ,
3.  $P(i) + P(j) - P(i \cap j) = P(i \cup j)$ ,
4.  $P(i \cap j) + P(j \cap k) - P(i \cap k) \leq P(j)$ .

Na podstawie trzech pierwszych warunków można wyprowadzić zależności, jakie muszą być spełnione pomiędzy prawdopodobieństwami wystąpienia zdarzeń  $i$  i  $j$  i ich prawdopodobieństwami warunkowymi [Fontela, Rueda-Cantuche 2005]:

- a)  $P(i) + P(j) - P(i | j) \cdot P(j) \leq 1$ ,
- b)  $P(j | i) \cdot P(i) \leq P(j)$  lub  $P(j | i) \cdot P(i) \leq P(i | j)$ .

Czwarty warunek jest wymagany w przypadku, gdy rozważa się więcej niż dwa zdarzenia kluczowe. W celu otrzymania ostatecznych prawdopodobieństw należy zminimalizować następującą funkcję celu:

$$\text{Min} \sum_i \left[ \left( P(i) - P^*(i) \right)^2 + \left( P(i | j) - P^*(i | j) \right)^2 \right], \quad (3)$$

przy spełnieniu warunków:

1.  $0 \leq P(i) \leq 1$ ,
2.  $P(i | j) \cdot P(j) = P(j | i) \cdot P(i)$ ,

$$3. P(i) + P(j) - P(i | j) \cdot P(j) \leq 1,$$

$$4. P(i \cap j) + P(j \cap k) - P(i \cap k) \leq P(j).$$

W przypadku znacznych różnic pomiędzy empirycznymi i teoretycznymi wartościami prawdopodobieństw, należy zwrócić się do ekspertów w celu ich skorygowania.

Główną zaletą analizy wpływów krzyżowych jest możliwość budowy scenariuszy uwzględniających zależność łańcuchową ( $i$  zachodzi pod warunkiem  $j$ , a  $j$  zachodzi pod warunkiem zajścia zdarzenia  $m$ ). Dodatkowym atutem tej metody jest możliwość wyznaczenia prawdopodobieństw wystąpienia konkretnych scenariuszy. Natomiast wadą metody jest konieczność wyznaczenia znacznej liczby prawdopodobieństw warunkowych.

#### 4. Wnioski końcowe

Budowa prognoz na potrzeby badań typu foresight powinna uwzględniać zmienność otoczenia we wskazanym w badaniu horyzoncie. Prognozy wariantowe można zastosować, gdy zmiany otoczenia są systematyczne i powolne. Wadą tego podejścia jest gwałtownie rosnąca liczba prognoz wraz ze wzrostem liczby zmiennych opisujących otoczenie lub rozpatrywanych alternatywnych ich poziomów. W związku z tym w badaniach powinno się ograniczać ilość cech opisujących otoczenie lub agregować je w ramach przygotowywanych scenariuszy. W przypadku, gdy mamy do czynienia ze zdarzeniami, które charakteryzują się gwałtownymi zmianami, w każdym okresie prognozy można zastosować analizę trendów zmiennych oraz jej uzupełnienie – analizę wpływów krzyżowych. Pozwalają one na budowę pełnych scenariuszy uwzględniających m.in. chronologię występowania zdarzeń. Jednak metody te są bardzo wrażliwe na dokładność danych pozyskanych od ekspertów. Ich zastosowanie wymaga ścisłej współpracy pomiędzy ekspertami a osobami sporządzającymi prognozy.

#### Literatura

- Dittmann P., *Integracja ilościowych i jakościowych metod prognozowania*, [w:] *Prognozowanie w zarządzaniu firmą*, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1001, Wrocław 2003.
- Dittmann P., *Prognozowanie w przedsiębiorstwie. Metody i ich zastosowanie*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2004.
- Feldman W., *Kryterium wyboru krzywych Pearsona*, Przegląd Statystyczny, z. 1, Warszawa 1975.
- Fontela E., Rueda-Cantuche J., *Linking Cross-Impact Probabilistic Scenarios to World Social Accounting Model*, 15<sup>th</sup> International Input-Output Conference, Pekin 27.06-1.07.2005.
- Gatnar E., Walesiak M. (red.), *Metody statystycznej analizy wielowymiarowej w badaniach marketingowych*, Wyd. Akademii Ekonomicznej, Wrocław 2004.

- Gordon T.J., *Cross Impacts Analysis*, [w:] J. Glen, T. Gordon (red.), *Future Research Methodology – version 3*, American Council for the United Nations University, Washington D.C. 2009.
- Gordon T.J., *Trend Impacts Analysis*, [w:] J. Glen, T. Gordon (red.), *Future Research Methodology – version 3*, American Council for the United Nations University, Washington D.C. 2009.
- Poradowska K., *Subjective growth models in long-term forecasting the development Technologies*, red. P. Dittmann, Research Papers of Wrocław University of Economics, Econometrics. Forecasting, 2011.
- Zieliński R., Zieliński W., *Tablice statystyczne*, PWN, Warszawa 1990.

### **THE INFLUENCE OF KEY AND EVENTS FACTORS ON THE DEVELOPMENT OF NEW TECHNOLOGIES – SELECTED METHODS OF FORECAST CORRECTION ON THE EXAMPLE OF ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES**

**Summary:** With regard to a distant horizon of forecasts constructed for the need of foresight, one should expect profound changes in the surrounding of the considered phenomenon. These changes may be slow and regular, but there can also be rapid occurrences with a significant influence upon the analyzed phenomenon. The article presents the methods of forecast correction that include the influence of changes in the surrounding. In case of regular changes the scenario forecasts are constructed, while in case of key events the analysis of trend impacts and cross impacts is applied.