

Tomasz Szkutnik
Mirosław Wójciak

Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

NIEKLASYCZNE METODY BUDOWY PROGNOZ ZATRUDNIENIA W GOSPODARCE WOJEWÓDZTWA ŚLĄSKIEGO

Wprowadzenie

Dwa zasadnicze nurty, tj. związane z neoklasyczną teorią ekonomii oraz keynesowską teorią ekonomii, dają podstawę rozważań w odniesieniu do wzajemnych relacji wiążących pewne wskaźniki ekonomiczne, np. poziom zatrudnienia, przychody ze sprzedaży czy wynagrodzenia. W przypadku konstrukcji prognoz krótko- oraz średnioterminowych można posłużyć się modelami ekonometrycznymi, np. dynamicznym modelem zgodnym lub modelami wektorowo autoregresyjnymi. W przypadku prognoz długoterminowych, o horyzoncie paroletnim, należy dodatkowo uwzględnić takie mechanizmy społeczno-ekonomiczne, jak struktura i charakter zatrudnienia czy zmieniające się procesy ekonomiczne w skali województwa bądź kraju. Wymuszają one uwzględnienie nie tylko mechanizmów rynkowych regulujących wysokość popytu na pracę, wynagrodzenia za pracę, ale także szeregu innych czynników umożliwiających przedstawienie problemu w sposób bardziej wiarygodny. Uwzględnienie tych czynników w klasycznym modelu ekonometrycznym często jest niemożliwe lub nie jest zachowana stabilność relacji pomiędzy poszczególnymi czynnikami a wielkością zatrudnienia.

W związku z tym autorzy proponują zastosowanie alternatywnego podejścia do tego problemu, polegającego na zbudowaniu tzw. *modelu formalnego II rodzaju* [Dittmann, 2003, 2004], którego parametry nie są szacowane metodami statystycznymi, lecz określane na podstawie opinii ekspertów [zob. Shim, 2000; Poradowska, 2007]. Jest to jedna z procedur integracji ilościowych metod prognozowania z ocenami ekspertów [zob. Dittmann, 2004]. W przypadku progno-

zowania wielkości zatrudnienia, jako modele prognostyczne można wykorzystać modele tendencji rozwojowej (np. liniowy, wykładniczy, wykładniczy odwrotnościowy, logistyczny), odzwierciedlające spodziewany kształt rozwoju badanego zjawiska. Tak zbudowane prognozy mogą stanowić wariant bazowy scenariusza rozwoju zatrudnienia. W przypadku prognoz długoterminowych, konieczne jest uwzględnienie zmiennych warunków otoczenia, np. sytuacji ekonomicznej, politycznej, prawnej czy społecznej. Problem ten można rozwiązać poprzez budowę prognoz wariantowych, uwzględniających przyjęte scenariusze rozwoju otoczenia. Podejście to nie uwzględnia jednak wpływu zdarzeń kluczowych* na poziom zatrudnienia, których wystąpienie w długim horyzoncie czasowym jest wielce prawdopodobne. W celu uwzględnienia tych zdarzeń można zastosować analizę trendów zmiennych (*trend impacts analysis*). Na podstawie danych pozyskanych od ekspertów, dotyczących m.in. prawdopodobieństwa zajścia, siły oddziaływania danego zdarzenia na technologię czy czasu trwania wpływu, możliwa jest korekta prognoz dla bazowego scenariusza rozwoju. Analiza ta może zostać wzbogacona o związki zachodzące pomiędzy zdarzeniami kluczowymi, uwzględniającymi zarówno zależność zdarzeń, jak ich łączny wpływ na rozwój technologii (*cross impact analysis*).

Opracowana na potrzeby niniejszego badania metodyka obejmuje trzy główne etapy:

1. Konstrukcja prognoz z oceną stopnia ich niepewności dla liczby zatrudnionych w gospodarce województwa śląskiego.
2. Uwzględnienie zmian czynników kluczowych w prognozach.
3. Korekta prognoz ze względu na wystąpienie zdarzeń kluczowych.

1. Konstrukcja prognoz wraz z oceną stopnia ich niepewności

Prognoza przyjmuje założenie o postaci funkcyjnej modelu na podstawie spodziewanej postaci krzywej rozwoju rozpatrywanego zjawiska. Wykorzystywane są w tym celu następujące funkcje [Dittmann, 2004]:

1. liniowa:

$$Y_t = \alpha + \beta t \quad (1)$$

* Zdarzenie kluczowe można zdefiniować jako zdarzenie o niskim/umiarkowanym prawdopodobieństwie zajścia aczkolwiek o silnym wpływie na liczbę zatrudnionych.

2. wykładnicza:

$$Y_t = \alpha(1 + g)^t \quad (2)$$

3. wykładnicza odwrotnościowa (z asymptotą poziomą):

$$Y_t = \alpha - \beta g^t, \quad g < 1 \quad (3)$$

4. logistyczna:

$$Y_t = \frac{1}{\alpha - \beta g^t} \quad (4)$$

gdzie:

t – zmienna czasowa,

α, β, g – parametry modelu.

Prognozę y_T^* na dowolny okres $T > 1$ wyznacza się poprzez ekstrapolację zbudowanego modelu, a oceny parametrów modeli wyznacza się na podstawie sądów eksperta lub grupy ekspertów.

Do długoterminowych prognoz zatrudnienia jako model rozwoju eksperci wskazali na trend logistyczny (model 4). W celu wyznaczenia jego parametrów eksperci muszą podać wartości trzech zmiennych losowych: poziomu zatrudnienia w pierwszym okresie (Y_0), poziomu zatrudnienia w jednym z późniejszych okresów (Y_n) oraz maksymalny poziom zatrudnienia (Y_∞). Parametr α, β, g wyznacza się według następujących formuł [Poradowska, 2007]:

$$\hat{\alpha} = \hat{y}_\infty^{-1}, \quad \hat{\beta} = n^{-1} \sqrt{\frac{(\hat{y}_\infty^{-1} - \hat{y}_1^{-1})^n}{\hat{y}_\infty^{-1} - \hat{y}_n^{-1}}}, \quad \hat{g} = n^{-1} \sqrt{\frac{\hat{y}_\infty^{-1} - \hat{y}_n^{-1}}{\hat{y}_\infty^{-1} - \hat{y}_1^{-1}}} \quad (5)$$

Prognozy wyznaczone na podstawie oszacowanej funkcji trendu w dalszej części pracy będą nazywane prognozami bazowymi, a wyznaczona funkcja trendu – krzywą bazową. Dla zbudowanych prognoz można wyznaczyć miernik dopuszczalności analogiczny do znanego błędu prognozy *ex ante* – estymator odchylenia standardowego błędu prognozy nazywany standardową niepewnością prognozy oznaczymy przez $u(y_T)$ [por. Gogolewska, 2006]. W przypadku, gdy zmienne Y_1, Y_n, Y_∞ to niezależne zmienne losowe, standardową niepewność prognoz wyznacza się z formuły [Poradowska, 2007, 2009]:

$$u(y_T) = \left\{ \left[\frac{\partial f}{\partial y_1} u(y_1) \right]^2 + \left[\frac{\partial f}{\partial y_n} u(y_n) \right]^2 + \left[\frac{\partial f}{\partial y_\infty} u(y_\infty) \right]^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

gdzie:

$u(y_1), u(y_n), u(y_\infty)$ – oceny odchyłeń standardowych zmiennych Y_1, Y_n, Y_∞ ,

$\frac{\partial f}{\partial y_1}, \frac{\partial f}{\partial y_n}, \frac{\partial f}{\partial y_\infty}$ – pochodne cząstkowe (współczynniki wrażliwości) funkcji f względem zmiennych odpowiednio Y_1, Y_n, Y_∞ liczone w punkcie $t = T, Y_1 = y_1, Y_n = y_n, Y_\infty = y_\infty$.

Pochodne cząstkowe oblicza się z formuł*:

$$\frac{\partial f}{\partial y_1} = \left(\frac{y_T^*}{\hat{y}_1} \right)^2 \cdot \varepsilon_1, \quad \frac{\partial f}{\partial y_n} = \left(\frac{y_T^*}{\hat{y}_n} \right)^2 \cdot \varepsilon_n, \quad \frac{\partial f}{\partial y_\infty} = \left(\frac{y_T^*}{\hat{y}_\infty} \right)^2 \cdot (1 - \varepsilon_1 - \varepsilon_n) \quad (7)$$

gdzie:

$$\varepsilon_1 = \frac{n-T}{n-1} \left(\frac{\hat{y}_n^{-1} - \hat{y}_\infty^{-1}}{\hat{y}_1^{-1} - \hat{y}_\infty^{-1}} \right)^{\frac{T-1}{n-1}},$$

$$\varepsilon_n = \frac{T-1}{n-1} \left(\frac{\hat{y}_1^{-1} - \hat{y}_\infty^{-1}}{\hat{y}_n^{-1} - \hat{y}_\infty^{-1}} \right)^{\frac{n-T}{n-1}}.$$

W badaniu dla bazowych poziomów czynników kluczowych**, eksperci określili (por. tabela 1):

- poziom zatrudnienia w 2011 roku,
- minimalny (a), maksymalny (b) i najbardziej prawdopodobny (w) poziom zatrudnienia w 2020 roku.

* Pochodne cząstkowe dla pozostałych funkcji można znaleźć w pracy [Poradowska, 2007].

** Opis pomiaru i wyboru wartości bazowych czynników kluczowych opisane zostały w dalszej części rozdziału.

Tabela 1

Określenie poziomu zatrudnienia przy zadanych poziomach czynników kluczowych
w tys. osób

Nazwa czynnika	Model tendencji rozwojowej	2011		2020			
		poziom czynnika	wartość	poziom czynnika	prawdopodobieństwo	max	min
Wynagrodzenie realne zmieni się w stosunku do roku 2011 (3 – nie zmieni się)	4 (logistyczna)	3	765,4	4	820	840	760
Przychody ze sprzedaży zmienią się w stosunku do roku 2011		4		4			
Poziom inwestycji zmieni się w stosunku do roku 2011		3		4			

W procedurze wyznaczenia prognoz na lata 2011-2020 oraz oceny stopnia ich niepewności wyróżniono następujące etapy:

1. Ustalenie wartości y_1, y_n, y_∞ , niezbędnych do oceny parametrów α, β, g .

Poziom zatrudnienia w 2011 roku uznano za deterministyczną zmienną Y_1 . Za ewentualny potencjał rynkowy w okresie prognozy przyjęto maksymalną wartość, określoną przez ekspertów dla 2020 roku.

2. Ocena odchyłeń standardowych $u(y_1), u(y_n), u(y_\infty)$.

Dla deterministycznie określonej wielkości dla 2011 roku przyjęto $u(y_1) = 0$. Standardowe niepewności prognoz dla 2020 wyznaczono jako odchylenia standardowe odpowiedniego rozkładu trójkątnego* [Paradowska, Wójcik, 2009].

2. Uwzględnienie zmian czynników kluczowych w prognozach

Horyzont prognozy powinien uwzględniać zmiany otoczenia rozpatrywanego zjawiska, np. sytuacji: ekonomicznej, demograficznej, politycznej, prawnej, społecznej.

* Skorzystano ze wzoru: $s = \sqrt{\frac{(b-w)^2 + (b-a)(w-a)}{18}}$.

W przypadku, gdy zakłada się, że zmiany te są systematyczne (o stałej tendencji), można je uwzględnić poprzez budowę prognoz wariantowych. W pozyskiwaniu danych od ekspertów najwygodniejszy jest pomiar zmiennych na skali porządkowej [Gatnar, Walesiak, 2004]. W rozważanym badaniu zastosowano pięciostopniową skalę semantyczną, zaproponowaną przez Osgooda, Suciego i Tannenbauma w 1957 roku [Walesiak, 1996]. Dla wyszczególnionych czynników zostały określone końce skal, np. wolny rozwój – szybki rozwój. Następnie każdemu alternatywnemu poziomowi czynnika kluczowego należy przypisać: prawdopodobieństwo (szanse) wystąpienia danego poziomu oraz zmianę poziomu zatrudnienia (por. tabele 2 i 3). Na podstawie zmodyfikowanych wartości można oszacować subiektywne modele tendencji rozwojowej dla różnych kombinacji poziomów czynników, otrzymując w ten sposób prognozy wariantowe.

W tabeli 2 przedstawiono czynniki wraz z prawdopodobieństwami wystąpienia poszczególnych ich poziomów w 2020 roku zaproponowanych przez ekspertów.

Tabela 2

Przykładowe czynniki otoczenia dla liczby zatrudnionych osób w sektorze przedsiębiorstw w województwie śląskim wraz z szansami wystąpienia poszczególnych poziomów dla 2020 roku

Lp.	Nazwa czynnika	Prawdopodobieństwa wystąpienia poziomu czynnika w %				
		znacznie zmaleje	zmaleje	nie zmieni się	wzrośnie	znacznie wzrośnie
		1	2	3	4	5
1	Wynagrodzenie realne zmieni się w stosunku do roku 2011	6,3	11,3	24,2	35,4	22,8
2	Przychody ze sprzedaży zmienią się w stosunku do roku 2011	7,3	10,8	24,4	34,1	23,3
3	Poziom inwestycji zmieni się w stosunku do roku 2011	10,3	15,1	23,6	30,8	20,2

Tabela 3

Wpływ zmian poziomów przykładowych czynników kluczowych na liczbę zatrudnionych osób w sektorze przedsiębiorstw w województwie śląskim w 2020 roku

Lp.	Nazwa czynnika	Zmiana poziomu zatrudnienia dla poszczególnych poziomów czynników %				
		1	2	3	4	5
1	Wynagrodzenie realne zmienia się w stosunku do roku 2011	3	1,5	0	-1,5	-3
2	Przychody ze sprzedaży zmieniają się w stosunku do roku 2011	-2	-1	0	1	2
3	Poziom inwestycji zmienia się w stosunku do roku 2011	-2	-1	0	2	4

Wartości w powyższej tabeli są wyznaczone na podstawie wielkości elastyczności klasycznych dla modeli zatrudnienia zaczerpniętych z wcześniejszego badania autorów pt. „Perspektywy wzrostu zatrudnienia w województwie śląskim 2010” [Barczak, red., 2011].

Ze względu na ilość rozpatrywanych czynników kluczowych oraz możliwych wartości alternatywnych w stosunku do wartości bazowej czynnika, nie jest możliwe rozpatrzenie wszystkich wariantów prognoz. Wynika to z faktu, że wraz ze wzrostem liczby poziomów alternatywnych oraz liczby rozpatrywanych czynników liczba kombinacji rośnie wykładniczo. Liczba możliwych różnych kombinacji czynników kluczowych wynosi:

$$L = (k + 1)^{n \cdot t} \quad (5.8)$$

gdzie:

k – oznacza liczbę możliwych do przyjęcia alternatywnych wartości w stosunku do wartości bazowej,

n – oznacza liczbę wyszczególnionych czynników kluczowych.

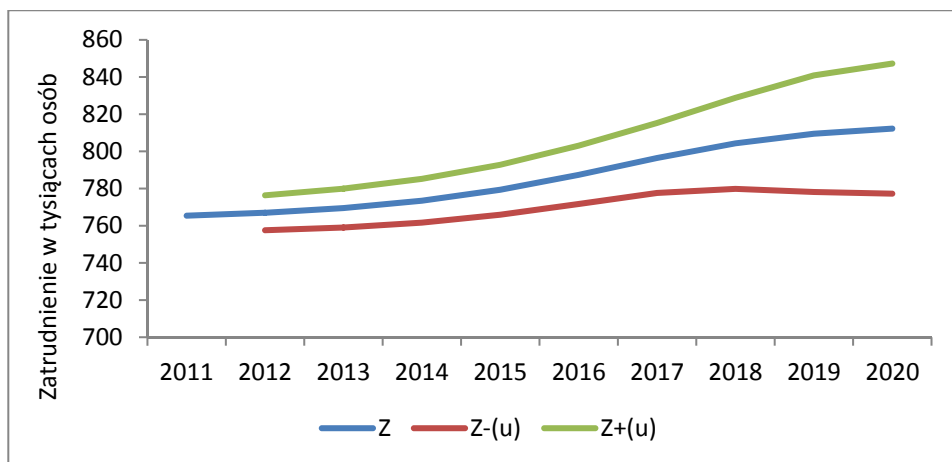
t – liczba okresów, dla których wyznacza się zmiany.

W celu otrzymania przedziałów prognoz, zamiast rozpatrywania wszystkich możliwości kombinatorycznych, można zastosować następujące podejście:

- budowa przedziału prognoz na podstawie standardowej niepewności prognozy,
- symulacyjne wyznaczenie przedziału prognoz na podstawie prawdopodobieństw wystąpienia poziomów czynników kluczowych podanych przez ekspertów.

Pierwsza metoda polega na wyznaczeniu symetrycznego względem prognozy przedziału na podstawie standardowej niepewności prognozy omówionej w poprzednim podrozdziale. W tym podejściu należy założyć, że podane przez ekspertów minimalne i maksymalne wartości poziomu zatrudnienia w pełni uwzględniają zmiany poziomów czynników kluczowych.

Kolejna metoda opiera się na symulacyjnym wyznaczeniu przedziałów prognoz. Polega ona na losowaniu poziomów czynników kluczowych dla wszystkich paneli tematycznych, na podstawie określonych przez ekspertów prawdopodobieństw ich wystąpienia*. Po wylosowaniu poziomów dla wszystkich czynników koryguje się krzywą bazową o przypisaną zmianę dla danych ich poziomów. Błąd wynikający z faktu nieuwzględniania wszystkich możliwych kombinacji będzie mniejszy niż w przypadkach budowania przedziałów prognoz na podstawie standardowej niepewności prognozy** (por. rysunki 1 i 2). Na rysunkach 1 i 2 przedstawiono przedziały prognoz zbudowane na podstawie standardowej niepewności prognoz przy współczynniku $k_p = 3,16$ (wartość ta wynika z nierówności Czebyszewa dla $p = 0,90$) oraz na podstawie symulacji (przyjęto kwantyle 0,05 i 0,95).



Nota:

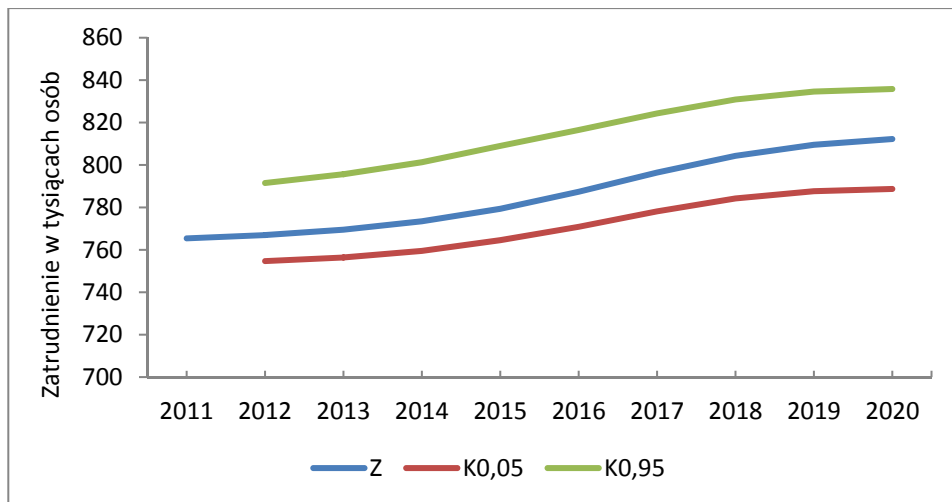
Z – bazowe prognozy zatrudnienia,

Z +/- (u) – przedziały prognoz zbudowane na podstawie standardowej niepewności prognoz.

Rys. 1. Prognozy bazowe wraz z przedziałami prognoz wyznaczonymi na podstawie standardowej niepewności prognoz dla liczby zatrudnionych osób w sektorze przedsiębiorstw w województwie śląskim w tysiącach osób

* W losowaniu użyto dystrybuanty wyznaczonego wcześniej pięciopunktowego rozkładu prawdopodobieństwa.

** W realizowanym badaniu przeprowadzono 5000 replikacji. Sprawdzone ponadto, że względne różnice pomiędzy wynikami otrzymanymi z 500, 1000, 5000 oraz 1000 replikacji nie przekraczały 6%.



Nota:

Z – bazowe prognozy zatrudnienia,

K0,05; K0,95 – przedziały prognoz zbudowane za pomocą symulacji, wyznaczone na podstawie 5000 replikacji.

Rys. 2. Prognozy bazowe wraz z przedziałami prognoz wyznaczonymi na podstawie kwantyla 0,05 i 0,95 dla liczby zatrudnionych osób w sektorze przedsiębiorstw województwie śląskim w tysiącach osób

3. Korekta prognoz ze względu na wystąpienie zdarzeń kluczowych

Podejście przedstawione w poprzednim punkcie nie uwzględnia zdarzeń kluczowych mających wpływ na poziom zatrudnienia. Zdarzenia kluczowe zostały zdefiniowane jako zdarzenia rzadkie, których wpływ na wielkość bazową w przypadku ich wystąpienia może być znaczący. Same zdarzenia mogą być efektem zmian politycznych, technologicznych, jak również należeć do zdarzeń losowych, niezależnych od wpływu ludzi. Wymienione zdarzenia powinny być prawdopodobne oraz weryfikowalne z perspektywy czasu [Gordon, 1994]. W długim horyzoncie czasowym (rok 2020) ich wystąpienie jest wielce prawdopodobne. W związku z tym konieczne jest wzbogacenie analizy o trendy zmienne (*trend impacts*). Eksperti definiujący zdarzenia kluczowe na podstawie swojego doświadczenia wiedzą jak długo może określone zdarzenie trwać, jaka będzie siła i charakter oddziaływania w różnych podokresach.

W celu zastosowania trendów zmiennych należy wyznaczyć prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia kluczowego jako funkcję czasu oraz określić wpływ zdarzenia na trend bazowy. Jedną z metod określania wpływu zdarzenia na trend podstawowy polega na wyznaczeniu maksymalnego i docelowego wpływu zdarzenia na trend podstawowy. Określając prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń kluczowych oraz ich wpływu na trend podstawowy przyjmuje się na tym etapie, że są to zdarzenia niezależne.

Opis parametryczny można podzielić na 3 etapy zależne od ekspertów:

- określenie szans zajścia zdarzenia w wyróżnionych podokresach,
- określenie czasu trwania zdarzenia i siły jego oddziaływania,
- określenie charakteru oddziaływania w podokresach oraz powtarzalności zdarzeń w latach 2011-2020.

Pierwszy etap to określenie szans zajścia danego zdarzenia kluczowego w rozpatrywanym okresie prognozy. Dla każdego z poszczególnych lat obejmujących horyzont prognozy, tj. lata 2011-2020, należy określić prawdopodobieństwo zajścia na podstawie przyjętego rozkładu prawdopodobieństwa, którego parametry są ustalane przez ekspertów. Metoda określania prawdopodobieństw zajścia zdarzenia w tym przypadku będzie się opierać na rozkładzie trójkątnym. Subiektywne przewidywania ekspertów co do nieznanymi wielkości, w sytuacji gdy nie istnieją żadne wiążące historyczne informacje, muszą mieścić się w zadanym horyzoncie prognozy oraz dotyczyć najbardziej prawdopodobnej wielkości według ich sądów. Wymogi takie spełniają parametry rozkładu trójkątnego. Wyznaczone na podstawie tego rozkładu prawdopodobieństwa odnoszą się do przedziałów czasu, jakimi są poszczególne lata.

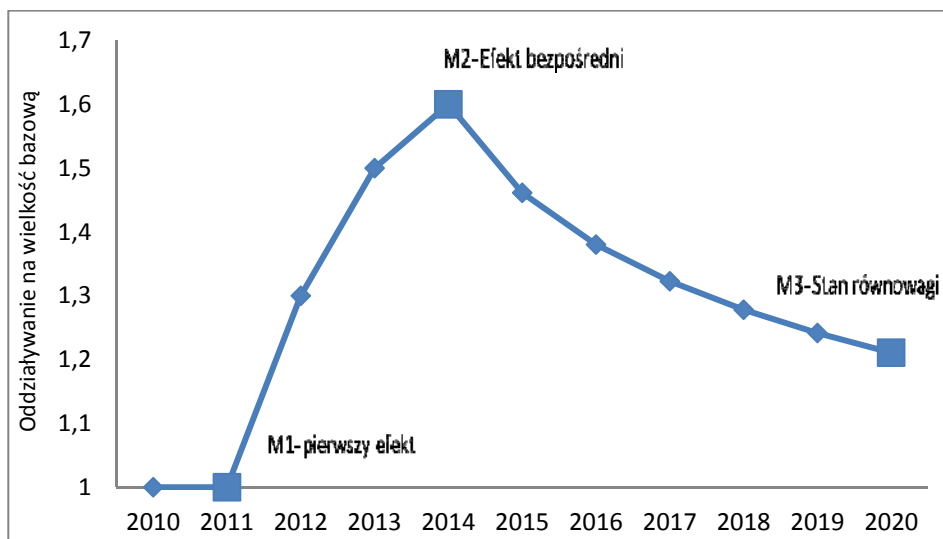
W części drugiej eksperci określają czas trwania oraz siłę wpływu danego zdarzenia kluczowego w wyróżnionych podokresach. Momentem wyjściowym w tym przypadku jest hipotetyczny moment zajścia, niezwiązany na tym etapie w żaden sposób z poszczególnymi latami z okresu 2011-2020. Czas w poszczególnych podokresach jest liczony od momentu zajścia, czyli chwili zdefiniowanej jako M_0 . Wielkości te są podawane przez ekspertów w latach. Z uwagi na możliwy różny charakter rozwoju danego zjawiska, jakim jest zdarzenie kluczowe, zostały określone trzy momenty następujące po okresie M_0 .

Wyróżnia się tu:

- moment M_1 – czas do wystąpienia pierwszego efektu,
- moment M_2 – czas do końca oddziaływania efektu bezpośredniego,
- moment M_3 – czas do osiągnięcia poziomu docelowego.

Każdy z momentów jest związany z procentowym wpływem oddziaływania, za wyjątkiem momentu M_1 , dla którego wielkość oddziaływania jest określona jako zero – czyli pozostaje przyjęta wielkość bazowa. Sama wielkość

wplywu może być określona przez wielkości dodatnie lub ujemne. Nie ma także żadnego ograniczenia co do wzajemnego kierunku zmian dla okresów M_2 i M_3 , to znaczy, że po ujemnym wpływie (czyli możliwym zmniejszeniu wielkości bazowej w wyniku zajścia zdarzenia) może być wpływ dodatni (możliwe zwiększenie wielkości bazowej), lub odwrotnie. Przykładowy efekt oddziaływania przedstawia rysunek 3, gdzie OX to oś czasu, a OY – oś oddziaływania procentowego danego zdarzenia na wielkość bazową. Skala osi OY na rysunku 3 jest od wartości 1, przy czym wszystkie wielkości podawane przez ekspertów to odchylenia od wielkości bazowej i tak np. moment M_2 , określony w badaniu jako + 60%, na osi OY jest równy 1,6, a moment M_1 równy zero nie wpływa na wielkość bazową, stąd wartość 1.



Rys. 3. Schemat oddziaływania zdarzenia kluczowego na rozpatrywane zjawisko

Moment M_1 określa czas, jaki mija od zajścia zdarzenia do wystąpienia pierwszych efektów, okres $M_0 - M_1$. Rozdzielenie momentu zajścia zdarzenia od obserwowanych pierwszych efektów daje możliwość uwzględnienia zjawisk o opóźnionym oddziaływaniu. W przypadku gdy dane zdarzenie nie wykazuje opóźnionego charakteru oddziaływania, ekspert ma możliwość uwzględnienia tego zjawiska przez podanie wartości zero dla okresu M_1 . Moment M_2 określa czas, jaki mija od zajścia zdarzenia do końca, tzw. efektu bezpośredniego, okres $M_0 - M_2$. Efekt bezpośredni to efekt, jaki zdarzenie kluczowe wywiera na wiel-

kość bazową bezpośrednio po jego wystąpieniu, przy wyłączeniu ewentualnego okresu opóźnienia, okres $M_1 - M_2$. Efekt bezpośredni to czas, w którym zdarzenie powinno mieć najbardziej znaczący i intensywny wpływ na określoną wielkość bazową. Dla zdarzeń mogących zachodzić wielokrotnie w zadanym horyzoncie czasu, tj. latach 2011-2020, eksperci określają, czy to samo zdarzenie może zajść w czasie trwania efektu bezpośredniego, tj. w okresie $M_0 - M_2$ (ewentualna długość przedziału pomiędzy okresami M_0 oraz M_2 , w którym zdarzenie nie może zajść powtórnie, jest nazywane progiem odrzucenia). W przypadku zablokowania przez ekspertów możliwości ponownego zajścia zdarzenia kluczowego w okresie bezpośredniego oddziaływania zdarzenie może się pojawić jedynie w okresach po chwili M_2 .

Moment M_3 określa czas, jaki mija od zajścia zdarzenia do osiągnięcia stanu równowagi lub inaczej osiągnięcia docelowego poziomu, okres $M_0 - M_3$. Poziom docelowy jako następstwo zajścia zdarzenia kluczowego wyznacza wielkość, jaka będzie wpływała na wielkość bazową po wygaśnięciu już wszystkich bezpośrednich czynników oddziaływania i ustabilizowaniu sytuacji. Wygaśnięcie czynników oddziaływania nie jest tożsame z całkowitym zanikiem wpływu. Ekspert określa docelowy poziom oddziaływania na wielkość bazową i uwzględnia tym samym sytuację, w której konsekwencje zajścia zdarzenia kluczowego mogą implikować trwałe zmiany strukturalne w kształtowaniu się danego zjawiska, a tym samym na trwałe zmienić postać krzywej bazowej. W przypadku, gdy zjawisko całkowicie zanika, a wpływ jego oddziaływania gaśnie, wystarczy, że za wielkość M_3 przyjmie się wartość zero. W przypadku podokresu $M_2 - M_3$ nie ma żadnych ograniczeń co do ponownego zajścia zdarzenia, w przeciwieństwie do podokresu $M_0 - M_2$, gdzie to ekspert określał możliwość wielokrotnego zajścia w poprzedzającym przedziale.

Podział na poszczególne podokresy z określonymi wielkościami w punktach charakterystycznych, tj. M_0, M_1, M_2, M_3 , pozostawia pytanie co do charakteru kształtowania się zjawiska będącego wynikiem zajścia zdarzenia kluczowego wewnątrz tych podokresów. Oczywiście najmniejszą jednostką podziału, jaką wyróżnia się w tym badaniu, jest jeden rok pomiędzy latami od M_0 do M_3 . Przy czym podokresy niezdegenerowane, czyli takie, dla których wpływ procentowy jest różny od zera, to okresy od M_1 do M_2 oraz od M_2 do M_3 .

Charakter tego wpływu, podobnie jak powyższe wielkości, jest definiowany przez ekspertów. Mając do wyboru jedną z 3 postaci analitycznych krzywych mogą wybrać charakter wpływu:

- wpływ liniowy,
- wpływ logarytmiczny,
- wpływ wykładniczy.

Eksperci nie podają żadnych wielkości, które dodatkowo mogłyby pomóc w określeniu parametrycznym rozważanych funkcji, a samo zadanie leżące po ich stronie to wybór spośród wykresów przykładowych krzywych tej postaci, która w najbardziej zbliżony sposób będzie oddawała charakter zjawiska z rozważanego podokresu. Postępowanie takie ma charakter przybliżony i choć w skrajnych przypadkach eksperci byliby w stanie podać bardziej dokładną funkcję określoną w sposób parametryczny, to jednak w przyjętej metodologii zrezygnowano z tej możliwości. Estymowanie parametrów (na podstawie wzorów zawartych w tabeli 1) wybranych funkcji opiera się jedynie na podstawie długości rozpatrywanego podokresu oraz różnicy pomiędzy wpływami procentowymi dla skrajnych momentów z wyżej wspomnianego podokresu, tj. dla wielkości M_1 i M_2 , lub w drugim przypadku M_2 i M_3 .

Eksperci w kolejnym etapie opisu przybliżającego kompleksowy charakter oddziaływania zdarzenia kluczowego zaznaczają ile razy dane zdarzenie może wystąpić w odniesieniu do całego okresu 2011-2020. Przy czym w tym przypadku graniczną wielkością jest liczba maksymalnie 3 zajść. Wynika to z przyjętej definicji zdarzenia kluczowego jako zdarzenia rzadkiego. Ponadto, jak było wspomniane wcześniej, eksperci definiują, czy zdarzenie może zachodzić w podokresie M_0-M_2 , przy jednoczesnym braku ograniczeń co do wielokrotnego zajścia w okresie M_2-M_3 .

Rola ekspertów kończy się wraz z określeniem parametrycznym zdarzeń kluczowych, dalsze postępowanie i wyniki uwzględniające powyższe ustalenia co do kształtowania się zdarzeń kluczowych zależą od przyjętych algorytmów symulacyjnych uwzględniających pierwotne założenia badania jako całości analizy. W tabeli 4 przedstawiono parametryczny opis zdarzeń kluczowych, zdefiniowany przez ekspertów, jakie mogą mieć wpływ na rozpatrywaną wielkość bazową, tj. wielkość zatrudnienia.

Wyróżnione zdarzenia kluczowe to:

- Zdarzenie 1. Załamanie strefy euro. Pogłębiający się kryzys na rynku pracy.
- Zdarzenie 2. Wprowadzenie w UE rozwiązań zabezpieczających miejsca pracy i dofinansowanie kluczowych sektorów gospodarki.
- Zdarzenie 3. Spadek PKB i wzrost inflacji blokujące powstawanie nowych miejsc pracy i konkurencyjność Polski na rynkach Unii Europejskiej.

Tabela 4

Lista zdarzeń kluczowych wraz z ich wpływem na wielkość bazową, tj. wielkość prognozowanego zatrudnienia w latach 2011-2020

Numer zdarzenia	Krotność zdarzenia	Prawdopodobieństwo zajęcia zdarzenia kluczowego w %								Liczba lat:			Wpływ procentowy w stosunku do wartości bazowych		Numer krzywej wpływu do końca oddziaływania bezpośredniego efektu	Czy zdarzenie może wystąpić powtórnie w czasie trwania bezpośredniego efektu?	Numer krzywej od oddziaływania bezpośredniego efektu do osiągnięcia docelowego poziomu		
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	do wystąpienia pierwszego efektu	do końca oddziaływania bezpośredniego efektu	do osiągnięcia docelowego poziomu zdarzenia				w chwili końcowego oddziaływania bezpośredniego efektu	w chwili osiągnięcia docelowego poziomu
1	1	1,7	5	8,3	11,7	15	18,3	17,5	12,5	7,5	2,5	0	4	10	-10%	-10%	2	0	1
2	2	1,4	4,3	7,1	10	12,9	15,7	18,6	16,7	10	3,3	0	6	15	15%	20%	3	0	3
3	2	2,5	7,5	12,5	17,5	18,3	15	11,7	8,3	5	1,7	0	7	15	-10%	-15%	3	0	3

3.1. Symulacja jako narzędzie prognostyczne

W tym punkcie zostaną przybliżone metody i mechanizmy symulacyjne służące do wyznaczenia wielkości prognoz przy uwzględnieniu zdarzeń kluczowych. Wyznaczenie wielkości docelowych prognoz uwzględniających wpływ zdarzeń kluczowych zostanie opisany zgodnie z poniższym schematem symulacyjnym dla pojedynczej iteracji oraz określonej liczby l rozważanych zdarzeń:

Warunkowo dla wybranego m -tego zdarzenia, gdzie $m \in \{1, \dots, l\}$, są kroki 1-5:

1. W pierwszej kolejności należy wyznaczyć liczbę zajęć określonego zdarzenia, zgodnie z przyjętym rozkładem prawdopodobieństwa wyznaczonym dla konkretnego przypadku.
2. Warunkowo dla liczby k zajęć zdarzenia kluczowego określonej w kroku 1 wyznaczane są lata, w których zdarzenie zajdzie. Lata te są wyznaczane zgodnie z przyjętym rozkładem.
3. Dla wyznaczonych k lat, w których zdarzenie może zajść, określa się sekwencyjnie, począwszy od roku najmniejszego, wpływ określonego zdarzenia. Postępowanie sekwencyjne w przypadku zdarzeń zachodzących więcej niż raz, ma na celu uwzględnienie ewentualnego wpływu z wcześniejszych okresów. Wyznacza się tym samym łączny wpływ dla i -tej iteracji i m -tego zdarzenia.
4. Kroki 1-3 powtarza się dla każdego ze zdarzeń. Otrzymuje się w ten sposób l ciągów 10 elementowych, opisujących hipotetyczny wpływ każdego z l zdarzeń oddzielnie dla jednej iteracji na przestrzeni lat 2011-2020.
5. Mając l niezależnych wpływów dla pojedynczych iteracji, należy wyznaczyć zagregowany wpływ w pojedynczej iteracji dla wszystkich zdarzeń łącznie. Jeden krok symulacyjny wyznacza w ten sposób jeden zagregowany hipotetyczny wpływ l zdarzeń kluczowych razem, które zaszły na przestrzeni 10 lat począwszy od roku 2011 do 2020.

Postępowanie w powyższych krokach 1-5 należy powtórzyć n -krotnie. Po n -krotnym eksperymencie dostaje się macierz zagregowanych wpływów o wymiarach $n \times 10$, wyrażającą procentowe zmiany wielkości bazowej. Otrzymane wielkości wyznaczają n możliwych scenariuszy rozwoju wielkości bazowej w latach 2011-2020. Tworząc tym samym macierz scenariuszy rozwoju wielkości bazowych o wymiarach identycznych z macierzą zagregowanych wpływów. Wielkości w macierzy scenariuszy rozwoju są wyrażone w jednostkach odpowiednich dla wielkości bazowych, tj. wielkości zatrudnienia. Dla tak określonej macierzy hipotetycznych scenariuszy rozwoju wielkości bazowych można wyznaczyć podstawowe miary statystyczne opisujące charakter przyszłych zmian na przestrzeni zadanego horyzontu czasowego, tj. 2011-2020.

3.2. Przyjęte rozkłady prawdopodobieństwa

W pierwszym kroku zadania symulacyjnego wyznacza się liczbę k zajęć m -tego zdarzenia kluczowego, co wiąże się z wcześniejszym określeniem rozkładu prawdopodobieństwa, z którego będzie się losować odpowiednią wartość. Należy oznaczyć prawdopodobieństwo zajścia k razy jako $P(Z_{mk})$, gdzie $k \in \{0, \dots, k_{max}\}$.

Liczba zajęć k ograniczona jest maksymalnie do 3. W przypadku, gdy eksperci określą maksymalną liczbę zajęć jako $k_{max} = 1$ w okresie 2011-2020, to prawdopodobieństwo zajścia zdarzenia zdefiniowane jest jako:

$$P(Z_{m1}) = 1 - \prod_{j=1}^{10} (1 - P(D_{mj})) \quad (9)$$

gdzie:

$P(Z_{m1})$ – to prawdopodobieństwo zajścia m -tego zdarzenia,

$P(D_{mj})$ – to prawdopodobieństwo zajścia zdarzenia w j -tym roku,

$P(D_{mj}) = \frac{S_{mj}}{\sum_{j=1}^{10} S_{mj}}$, gdzie S_{mj} to szanse zajścia m -tego zdarzenia okre-

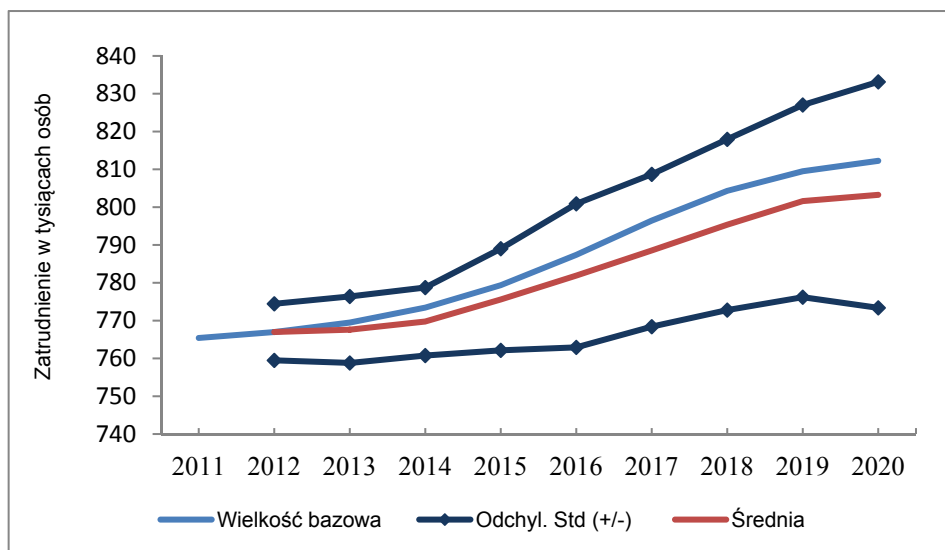
ślone przez ekspertów, wyrażone w postaci ułamka dziesiętnego.

W przypadku, gdy eksperci określą, że zdarzenie może zajść wielokrotnie, tzn. $k_{max} \in \{2, 3\}$ w okresie 2011-2020, to wielkość dana wzorem (9) wyznacza częstość zdarzeń w rozkładzie Poissona. Wstępnie dla liczby zdarzeń $k = \{0, 1, \dots, k_{max}\}$ wyznaczane są prawdopodobieństwa na podstawie rozkładu Poissona. Wielkości $P(Z_{mk})$, by tworzyły rozkład prawdopodobieństwa, muszą sumować się do jedności, natomiast wstępne wielkości wyznaczone na podstawie rozkładu Poissona dla $k = \{0, 1, \dots, k_{max}\}$, gdy $k_{max} \leq 3$, nie będą dawać łącznie wartości jeden. Różnicę pomiędzy jednością a sumą wielkości początkowo wyznaczonych z rozkładu Poissona należy odpowiednio rozdzielić, tak by wielkości $P(Z_{mk})$ tworzyły rozkład prawdopodobieństwa. Podziału można dokonać pomiędzy $k_{max} + 1$ wielkości, równomiernie lub proporcjonalnie do wielkości początkowych. Tu podział miał charakter proporcjonalny do wstępnych wielkości prawdopodobieństw.

Jeśli zdarzenie zachodzi wielokrotnie to trzeba rozważyć wieloetapowość doświadczenia. W ogólnym przypadku, dla określonej liczby k wystąpień zdarzenia, wszystkich możliwych kombinacji jest 10^k .

4. Wyznaczanie przyszłych kierunków zmian

Zadanie symulacyjne, na podstawie którego została wyznaczona macierz scenariuszy rozwoju wielkości bazowych, pozwala na zidentyfikowanie, jak prognozy wielkości zatrudnienia w sektorze przedsiębiorstw będą się zachowywać w przyszłości przy uwzględnieniu rozpatrywanych zdarzeń kluczowych. Podstawowe miary statystyczne, wyznaczone po kolumnach macierzy zagregowanych wpływów, będą informowały o przeciętnych kierunkach zmian i odchyleniach od wielkości przeciętnych, jakie mogą następować w kolejnych latach prognozowanego okresu. Poniższe rysunki (4-6) przedstawiają efekty oddziaływania zagregowanego wpływu zdarzeń kluczowych na wielkość bazową wyrażone w kategoriach miar klasycznych i pozycyjnych. Rysunek 4 przedstawia efekty oddziaływania na podstawie wielkości miar klasycznych, takich jak średnia i odchylenie standardowe.

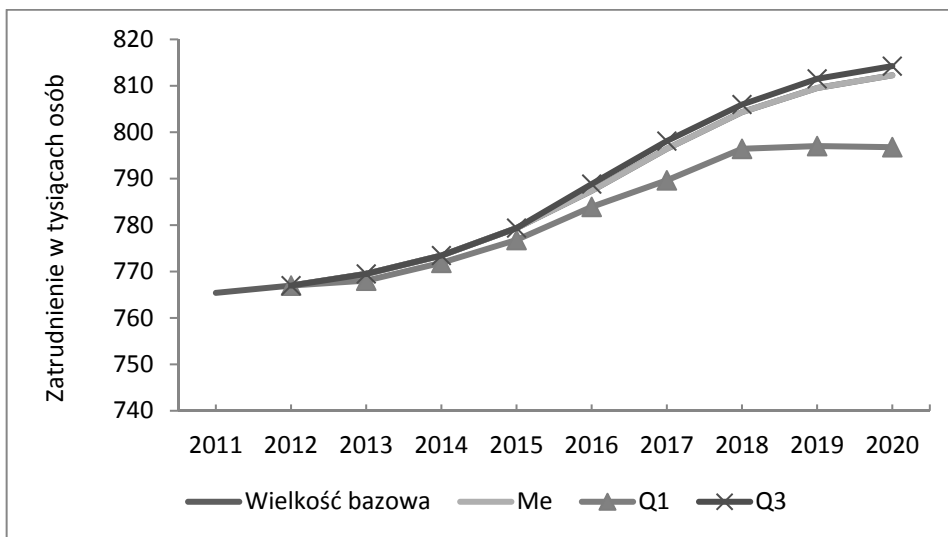


Rys. 4. Korekta prognoz bazowych w ujęciu miar klasycznych

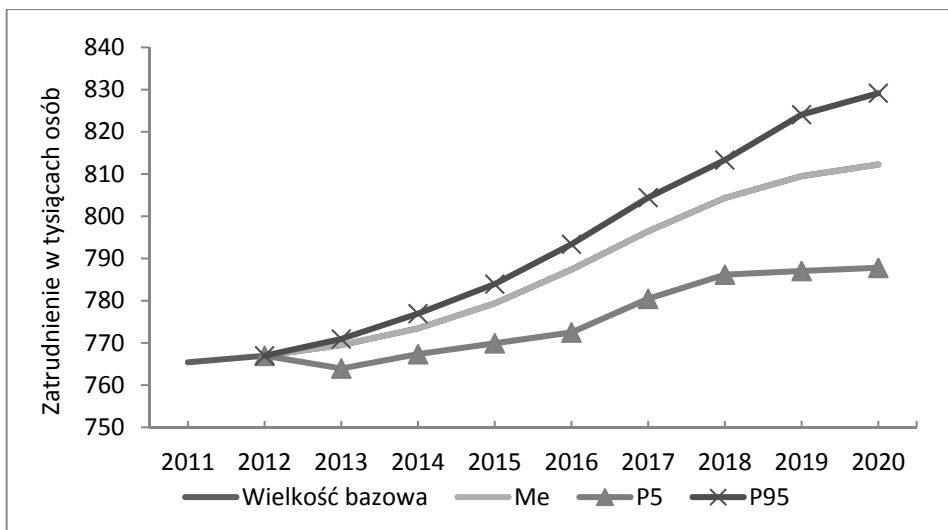
Linia oznaczająca wielkość bazową to prognozy zatrudnienia otrzymane w pierwszym etapie badania, a wielkość średnia wyznacza korektę prognoz po uwzględnienia zagregowanego wpływu zdarzeń kluczowych, otrzymanego na drodze symulacji. Zakresy zmian, określone jako odchylenia standardowe w górę i w dół od wartości uśrednionych w poszczególnych latach, są wyznaczone przez odpowiednie linie stanowiące na rysunku 4 górne i dolne ograniczenie.

Widać z powyższego przykładu, że zdarzenia kluczowe mogą mieć w przyszłości negatywny wpływ na wielkość bazową, jednak opierają się na wartości średniej jako poprawce prognoz bazowych, zmiany te nie będą bardzo intensywne.

Rysunki 5 i 6 przedstawiają efekty oddziaływania interpretowane w kategoriach miar pozycyjnych, takich jak mediana (Me), kwartyle (pierwszy – Q_1 , trzeci – Q_3) oraz percentyle (P_5 i P_{95}).



Rys. 5. Korekta prognoz bazowych w ujęciu miar pozycyjnym. Mediana i kwartyle



Rys. 6. Korekta prognoz bazowych w ujęciu miar pozycyjnym. Mediana i percentyle

W przypadku mediany, określającej wartość, powyżej i poniżej której znajduje się 50% obserwacji, praktycznie pokrywa się z wielkością bazową, dając informację, że przyszłe zmiany wynikające ze zdarzeń kluczowych mogą wzajemnie się zmieścić. Niemniej jednak analizując wielkości kwartyli widać, że przyszłe zdarzenia kluczowe mają tendencję do obniżania wielkości bazowych wpływając tym samym niekorzystnie na prognozowaną wielkość zatrudnienia. Dodatkowo proces ten może mieć tendencję do nasilania się w końcowych latach prognozy. Wskazuje to na możliwe kierunki zmian przy zajściu zdarzeń kluczowych, gdzie warianty pesymistyczne przeważają nad optymistycznymi – dzięki tym informacjom można z wyprzedzeniem wprowadzać rozwiązania mające na celu zabezpieczenie się przed efektami niekorzystnych zdarzeń kluczowych na szczeblu regionalnym. W przypadku percentyli zakres zmienności jest tak duży, że praktycznie można wyznaczyć jedynie granice zmienności dla ekstremalnych scenariuszy, co w przypadku określania przyszłych kierunków rozwoju i zidentyfikowania scenariuszy optymistycznych czy pesymistycznych może być w zupełności wystarczające na etapie planowania działań w celu uniknięcia następstw niekorzystnych zdarzeń kluczowych i promowaniu dodatnich efektów.

Powyższą analizę trendów zmiennych należy uzupełnić o analizę wpływów krzyżowych, czyli związku zachodzące pomiędzy poszczególnymi zdarzeniami wymienionymi w tabeli 4. Analiza ta jest uzupełnieniem metody trendów zmiennych. Uwzględnia ona zależność 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
- czas pomiędzy zajściem zdarzenia j i i ,
- łączna ocena wpływu zdarzenia j i i na analizowane zjawisko.

Ekspertci podają „surowe” oceny prawdopodobieństwa, które należy 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. $P(i | j) \cdot P(j) + P(i | \bar{j}) \cdot P(\bar{j}) = P(i)$.

W celu otrzymania „prawdziwych” prawdopodobieństw należy zminimalizować następującą funkcję celu:

$$\text{Min} \sum_i \left[\left(P(i) - P^*(i) \right)^2 + \left(P(i | j) - P^*(i | j) \right)^2 \right] \quad (10)$$

Przy spełnieniu powyższych warunków.

W przypadku dużych różnic pomiędzy empirycznymi i teoretycznymi wartościami prawdopodobieństw należy zwrócić się do ekspertów w celu skorygowania podanych prawdopodobieństw.

Do zalet analizy wpływów krzyżowych można zaliczyć:

1. Możliwość budowy scenariuszy uwzględniających zależność łańcuchową (i zachodzi pod warunkiem j , a j zachodzi pod warunkiem zajścia zdarzenia m).
2. Możliwość wyznaczenia prawdopodobieństw zajścia konkretnych scenariuszy.

Wadę analizy wpływów krzyżowych jest konieczność wyznaczenia znacznej liczby koniecznych do określenia prawdopodobieństw warunkowych.

Wnioski końcowe

Budowa długoterminowych prognoz 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 występują zdarzenia, 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. Dodatkowe uwzględnienie zdarzeń kluczowych w procesie prognozowania zwiększa możliwości modelu. Zastosowanie metod symulacyjnych pozwala na przeprowadzanie szeregu badań dodatkowych. Możliwa do zastosowania w tym przypadku analiza wrażliwości rozwiązania ze względu na przyjęte podzbiory zdarzeń kluczowych pozwala określić zdarzenia o największym oddziaływaniu.

Prognozowanie długookresowe zjawisk społeczno-gospodarczych oraz badanie ich wzajemnych relacji nabiera szczególnego znaczenia w ostatnich latach. Niemniej jednak okresy prognoz kilkunasto- oraz kilkudziesięcioletnie mogą stanowić duże wyzwanie. Opieranie się tylko na historycznych wielkościach

i szukanie tam prawidłowości nie będzie uzasadnione w przypadku gospodarek będących podmiotem globalnego systemu, jakim jest gospodarka Górnego Śląska. Dynamika rozwoju wschodzących gospodarek krajów Unii Europejskiej wymaga uwzględniania szeregu czynników politycznych, społecznych, gospodarczych, co zostało podkreślone w pracy. Przyjęta metodologia badawcza wypełnia w dużym stopniu potrzebę uwzględniania opinii ekspertów w modelowaniu i prognozowaniu wielkości makroekonomicznych.

Literatura

- Dittmann P. (2003): *Integracja ilościowych i jakościowych metod prognozowania*. Materiały z konferencji nt. „Prognozowanie w zarządzaniu firmą”. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Wrocław.
- Dittmann P. (2004): *Prognozowanie w przedsiębiorstwie. Metody i ich zastosowanie*. Oficyna Ekonomiczna, Kraków.
- Gogolewska K. (2006): *Ocena dopuszczalności prognoz gospodarczych*. Praca doktorska. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Wrocław.
- Gordon T.J. (1994): *Trend Impacts Analysis. W: Future Research Methodology*. Ed. by J. Glen, Th. Gordon. American Council for the United Nations University, Washington, D.C.
- Gatnar E., Walesiak M., red. (2004). *Metody statystycznej analizy wielowymiarowej w badaniach marketingowych*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Wrocław.
- Barczak A.S., red. (2011). *Perspektywy rozwoju gospodarki Górnego Śląska – etap II*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, Katowice
- Poradowska K. (2007): *Wybrane aspekty prognozowania wielkości sprzedaży nowych produktów*. W: *Modelowanie i prognozowanie gospodarki narodowej*. Wydział Zarządzania, Uniwersytet Gdański, Sopot.
- Poradowska K. (2009): *Prawo propagacji niepewności w ocenie dopuszczalności prognoz*. *Ekonometria* 24, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, Wrocław,
- Poradowska K., Wójciak M. (2009): *Uogólniony rozkład trójkątny w analizie wyników badania foresight*. W: *Dynamiczne modele ekonometryczne*. *Ekonomia* XXXIX, Acta Universitatis Nicolai Copernici, zeszyt specjalny, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń.
- Shim J.K. (2000): *Strategic Business Forecasting*. St. Lucie Press, New York.
- Walesiak M. (1996): *Metody analizy danych marketingowych*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

NON-CLASSICAL METHODS OF CONSTRUCTING EMPLOYMENT FORECAST IN THE ECONOMY OF THE SILESIA PROVINCE

Summary

The article presents the method of constructing an econometric model of employment on the basis of expert research, for the need of determining long-term forecasts. In classical models, based merely on the historical data, it is often impossible to consider non-standard factors that may influence the forecasts of values. The lack of historical information regarding events that may occur in the future with a specified probability extorts the application of non-classical methods of estimation of model parameters as well as the correction of forecast values. The methodology adopted in the research included the analysis based on type II formal models and the correction of base forecasts obtained from the initial model with the application of cross effect method as well as the variable trend method in connection with simulation research.