

Prognozy ostrzegawcze w procesie monitorowania rynku pracy

1. Wprowadzenie

Prognozowanie jest jednym, z najistotniejszych elementów procesu monitorowania rynku pracy. Prognozy pełnią w nim swe podstawowe funkcje, czyli informują o spodziewanych zmianach zarówno w zakresie popytu jak podaży pracy, stwarzają dodatkowe przesłanki w procesie podejmowania decyzji dotyczących rynku pracy a ponadto powinny mieć również charakter aktywizujący. Celem stałej obserwacji nie jest bowiem jedynie bierne rejestrowanie zjawisk lecz dostarczanie uczestnikom rynku pracy informacji niezbędnych w procesie usprawniania jego funkcjonowania. Z tego powodu, ważnego znaczenia nabiera aktywizująca funkcja prognoz polegająca na pobudzaniu uczestników rynku pracy do podejmowania działań sprzyjających (gdy jest korzystna) lub przeciwdziałających (gdy jest niekorzystna) jej realizacji. Funkcja aktywizująca przejawia się między innymi w wyznaczaniu prognoz ostrzegawczych, których celem jest przewidywanie zjawisk niekorzystnych z punktu widzenia funkcjonowania rynku pracy. Prognoza ostrzegawcza jest prognozą długookresową charakteryzuje się tym, że nie podaje ona ani wartości zjawiska prognozowanego ani przedziałów wartości, jest jedynie przestrożą przed możliwością wystąpienia niekorzystnych zmian badanego procesu.

2. Istota prognozowania ostrzegawczego

Proces prognozowania ostrzegawczego odbywa się przy założeniu, procesy ekonomiczne charakteryzują się ewolucyjnymi a nie rewolucyjnymi zmianami. Szeregi czasowe większości zjawisk i procesów makroekonomicznych wykazują umiarkowane tempo zmian z dokładnością do katastrof). Można więc mówić o dużej inercji prawidłowości obserwowanych w gospodarce. Inercja procesów uzasadnia możliwość konstruowania sensownych prognoz, nawet na długie okresy. Według U .Siedleckiej „zadaniem prognozy ostrzegawczej

jest dostarczenie na czas informacji o ewentualnej przyszłej niekorzystnej zmianie kierunku rozwoju czy natężenia badanego zjawiska”¹.

Jest to specyficzny rodzaj prognoz, ponieważ nie dotyczą one przyszłej wartości zjawisk lecz faktu, że wielkość ta w przyszłości wykaże spadek w stosunku do obserwowanej w momencie formułowania prognozy².

Prognoza ostrzegawcza jest prognozą jakościową, co oznacza, że dotyczy zdarzenia lub sytuacji, które wyrażane jest za pomocą cech nazywanych w statystyce jakościowymi.

Cechy jakościowe, utożsamiane z niemierzalnymi, są właściwościami, których nie można zmierzyć, a jedynie stwierdzić istnienie lub nieistnienie danego ich wariantu u poszczególnych jednostek³. Wariantom cech jakościowych można nadać pewne wartości liczbowe, które jedynie zastępują ich nazwy. Używa się również pojęcia zmienna jakościowa, ponieważ jednostki różnią się między sobą wariantami cech jakościowych.

Szczególnym przypadkiem, są zmienne dychotomiczne, dwuwariantowe, którym można przyporządkować tylko dwie liczby np. 0 lub 1. Przykładami zmiennych dychotomicznych są np. płeć, status zatrudnienia, główna wygrana w „totku”, uzyskanie kredytu itp.

Wynika stąd, że prognoza ostrzegawcza, jest prognozą zmiennej dychotomicznej. Formułowana jest na podstawie obserwacji historycznych dotyczących badanego zjawiska (czyli na podstawie szeregu czasowego), w postaci stwierdzenia, że w przyszłym momencie T , stan analizowanego zjawiska będzie gorszy niż w momencie $T-1$.

3. *Rodzaje prognoz ostrzegawczych*

W praktyce przyjmuje się, że prognozą ostrzegawczą jest:

1. stwierdzenie braku możliwości wyznaczenia opartej na inercji prognozy danej zmiennej na podstawie danego szeregu czasowego,
2. sąd o niekorzystnej zmianie kształtowania się składowej systematycznej, (wartości średniej lub trendu) szeregu w określonym momencie lub okresie należącym do przyszłości.
3. stan zmiennej w określonym momencie lub okresie należącym do przyszłości, gdy przewiduje się niekorzystne jej kształtowanie.⁴

¹ U .Siedlecka „Prognozy ostrzegawcze”, PWE, Warszawa 1996, s.27.

² Podana tu definicja dotyczy sytuacji kiedy zakłada się, że za stan pozytywny oznacza rosnące wartości zjawiska np. prognozy produkcji, dochodów itp.

³ Por. M. Piłatowska „Repetytorium ze statystyki”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006, s.12.

⁴ Por. „Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowania”, red. M. Cieślak, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005, s.245. Prognoza 3 ma charakter ilościowy ponieważ zmienna prognozowana przyjmuje wartości liczbowe.

W badaniach statystycznych często wykorzystuje się podział zmiennych na stymulanty, destymulanty i nominanty.

Zmienna X_i jest:

- stymulantą, jeśli z przyjętego punktu widzenia preferowany jest wzrost jej wartości, np. aktywność zawodowa kobiet, PKB, dochody ludności,
- destymulantą jeśli preferowany jest spadek jej wartości, np. stopa bezrobocia, zgony niemowląt, liczba przestępstw,
- nominantą jeśli preferowane są jej wartości pochodzące z pewnego przedziału, np. spożycie cukru w ciągu doby.

Wykorzystując te określenia, można przyjąć, że prognozą ostrzegawczą jest np. załamanie się dotychczasowej tendencji (w przypadku stymulant obniżenie, a w przypadku destymulant wzrost) oraz rosnąca lub malejąca tendencja w przypadku nominant.

4. *Metody wyznaczania prognoz ostrzegawczych*

4.1 *Prognoza typu 1*

Przy sporządzaniu prognozy korzysta się z klasycznego sposobu przewidywania opartego na ekstrapolacji dotychczasowej tendencji rozwojowej.

1. Sporządzamy klasyczną prognozę, np. na podstawie liniowej funkcji trendu według wzoru:

$$y_{Tp} = a_1 T + a_0, \quad (1)$$

gdzie:

y_{Tp} – wartość prognozy na okres prognozowany T ,

a_1 – oszacowana wartość współczynnika kierunkowego prostej,

a_0 – oszacowana wartość wyrazu wolnego,

T - okres prognozowany.

2. Obliczamy wartość błędu prognozy *ex ante*, czyli spodziewaną wartość tego błędu w okresie prognozowanym. W przypadku modelu (1), korzystamy ze wzoru:

$$V_T = \left(\sqrt{\frac{(T - \bar{t})^2}{\sum_{t=1}^n (t - \bar{t})^2} + \frac{1}{n} + 1} \right) \cdot s_u, \quad (2)$$

gdzie:

V_T – błąd prognozy *ex ante*,

t – zmienna czasowa, $t=1, 2, \dots, n$,

\bar{t} – średnia wartość zmiennej czasowej w próbie,

$$\bar{t} = \frac{n+1}{2}, \quad (3)$$

s_u – odchylenie resztowe, dane wzorem:

$$s_u = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (y_t - a_1 t - a_0)^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (y_t - y_t^*)^2}{n-2}}, \quad (4)$$

y_t^* – wartość funkcji trendu w okresie t .

3. Obliczamy wartość względnego błędu prognozy *ex ante*, czyli

$$w = \frac{V_T}{y_{Tp}} \cdot 100. \quad (5)$$

4. Oceniamy dopuszczalność prognozy, na ogół zakłada się, że wartość błędu w nie może przekraczać 10%.

Prognoza ostrzegawcza o nieprzewidywalności szeregu jest formułowana, gdy $w > 10\%$.

W celu sprawdzania czy w szeregu czasowym występuje tendencja rozwojowa, proponuje się obliczanie wartości współczynnika korelacji rang Spearmana, według wzoru:

$$R_s = 1 - \frac{6 \sum_{t=1}^n (t - r_t)^2}{n \cdot (n^2 - 1)}, \quad (6)$$

gdzie:

t – numer okresu,

r_t – ranga wartości y_t ,

n – liczba obserwacji.

Współczynnik Spearmana przyjmuje wartości z przedziału $[-1; 1]$ i jest interpretowany tak jak klasyczny współczynnik korelacji liniowej. Istotna wartość R_s większa od wartości R^* , (uznanej za istotną przy zadanym prawdopodobieństwie popełnienia błędu np. 0,05), od-

czytanej z odpowiednich tablic świadczy o występowaniu w szeregu monotonicznej tendencji rozwojowej, czyli o przewidywalności zmiennej Y_t . Jeśli zachodzi nierówność $R_s < R^*$ to otrzymujemy sygnał, że zmienna jest nieprzewidywalna z powodu zbyt dużego udziału składowej przypadkowej, bądź niemonotoniczności i (lub) występowania składowej periodycznej

4.2 Prognoza typu 2

Jednym ze sposobów sporządzania prognozy typu drugiego, czyli przewidywania niekorzystnej zmiany kształtowania się wartości przeciętnej lub trendu szeregu czasowego w przyszłości, jest korzystanie ze znanego w kontroli jakości narzędzia zwanego kartą kontrolną.

Budowa karty kontrolnej:

- Na osi odciętych umieszczony jest czas.
- Na osi rzędnych wartości zmiennych, realizacje szeregu czasowego.
- Na poziomie wartości średniej przebiega linia centralna.
- Po obu stronach linii centralnej równolegle przebiegają dwie linie kontrolne, umieszczone w odległości jednego odchylenia standardowego od średniej (linie wewnętrzne) i dwóch odchylen standardowych (linie zewnętrzne).

Wartości średniej i odchylenia standardowego oblicz się według wzorów:

$$\bar{y} = \frac{\sum_{t=1}^n y_t}{n}, \quad (7)$$

i

$$s = \sqrt{\frac{(y_t - \bar{y})^2}{n-1}}, \quad (8)$$

gdzie:

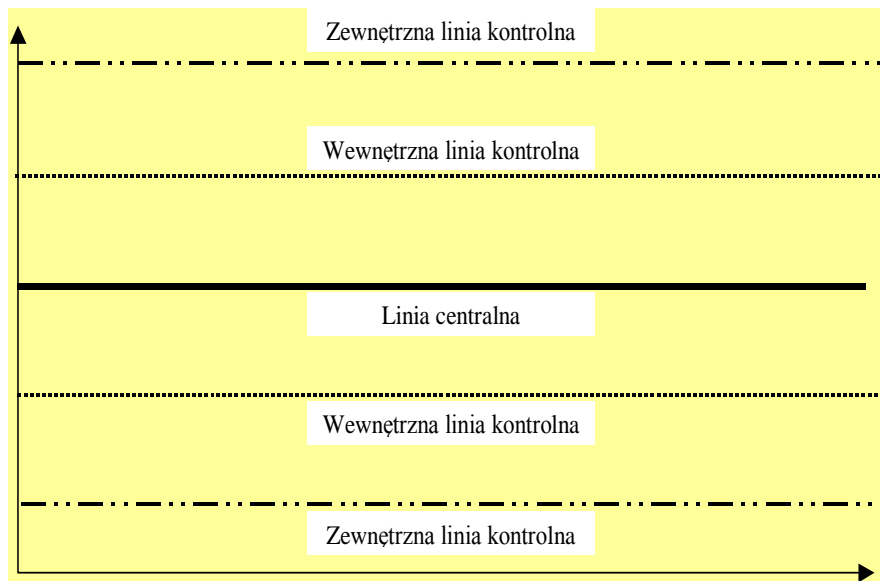
y_t – realizacja zmiennej w okresie t ,

\bar{y} - wartość przeciętna zmiennej prognozowanej,

s – odchylenie standardowe zmiennej y_t ,

n – długość szeregu czasowego zmiennej y_t .

Jeżeli analizowany szereg czasowy nie wykazuje trendu ani wahań periodycznych, jedynie poziom średni i wahania przypadkowe to karta kontrolna ma taką postać jaką prezentuje rys. 1.



Rys. 1 Wzór karty kontrolnej

Jeżeli szereg wykazuje trend np. liniowy oraz wahania przypadkowe, to linia centralna przebiega na poziomie wartości trendu, a linie kontrolne rysowane są na poziomie odpowiedniej krotności odchylenia standardowego reszt danego wzorem (4).

Drugi sposób postępowania (w warunkach występowania trendu) polega na:

- wyeliminowaniu z szeregu czasowego trendu, poprzez obliczenie reszt

$$u_t = y_t - a_1 t + a_0 = y_t - y_t^*, \quad (9)$$

- standaryzacji reszt według wzoru:

$$u_{ts} = \frac{u_t - \bar{u}}{s}, \quad (10)$$

gdzie:

u_{ts} – reszta standaryzowana, średniej równej zero i odchyleniu standardowym równym 1.

Jeżeli model trendu jest funkcją liniową względem parametrów, to średnia reszta jest równa zero.

- wyznaczenie linii kontrolnych na poziomie $\pm 1, \pm 2$.

Na tak skonstruowaną kartę kontrolną nanosimy punkty empiryczne, czyli realizacje szeregu czasowego i poszukujemy takich układów punktów na wykresie, które nazywamy sygnałami ostrzegawczymi. Jeśli model oszacowano na podstawie obserwacji od 1 do t to sygnałów poszukujemy od momentu $(t+1)$.

Sygnałem ostrzegawczym może być:

- wyjście jednego punktu poza zewnętrzną linię kontrolną,

- wyjście dwu kolejnych punktów poza tę samą wewnętrzną linię kontrolną,
- lokalizacja trzech kolejnych punktów powyżej (poniżej) linii centralnej,
- lokalizacja jednego punktu między zewnętrzną górną (dolną) linią kontrolną a górną (dolną) wewnętrzną linią kontrolną i jednego punktu między linią centralną a górną (dolną) wewnętrzną linią kontrolną,
- wystąpienie ciągu monotonicznego złożonego z pięciu punktów.⁵

Zauważone sygnały ostrzegawcze oznaczają zmianę wartości średniej a czasem zmianę kierunku trendu, dlatego należy pamiętać czy badana zmienna jest nominantą, destymulantą czy stymulantą.

Nieco inne spojrzenie na problem prognoz ostrzegawczych można znaleźć w pracach Z. Hellwiga i U. Siedleckiej⁶, którzy w celu wykrywania sygnałów ostrzegawczych proponowali stosowanie tzw. metody różnic. Metoda ta polega na identyfikacji punktów charakterystycznych funkcji tj. ekstremów lokalnych i punktów przegięcia, (zmiany tempa wzrostu) za pomocą badania znaków pierwszych i drugich pochodnych.

W analizie szeregów czasowych, które są zbiorami obserwacji dla całkowitych wartości t pochodne zastępuje się różnicami szeregu wygładzonego, (pozbawionego wahań przypadkowych) np. metodą trendu pełzającego.

Różnice pierwszą $\Delta(t)$ i drugą $\Delta''(t)$ funkcji $f(t)$ są obliczane według wzorów:

$$\Delta(t) = f(t) - f(t-1) \quad (11)$$

$$\Delta''(t) = \Delta(t) - \Delta(t-1) = f(t) - 2f(t-1) + f(t-2). \quad (12)$$

Jeżeli badana zmienna jest stymulantą⁷, to poszukuje się sygnałów ostrzegawczych przy założeniu, że szereg czasowy wykazuje niemalejącą tendencję rozwojową, nie jest ograniczony od góry żadną wartością i nie zawiera składowej okresowej.

Prognozę ostrzegawczą formułuje się, gdy w co najmniej dwu kolejnych momentach lub okresach wartość drugiej różnicy $\Delta(t)''$ szeregu wygładzonego jest mniejsza od zera.

Wygładzanie szeregu czasowego zmiennej y_t za pomocą trendu pełzającego można podzielić na cztery etapy:

⁵ Por. „Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowania”, red. M. Cieślak, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005, s.247.

⁶ U. Siedlecka „Prognozy ostrzegawcze”, PWE, Warszawa 1996.

⁷ Jeżeli badamy destymulantę to należy ją zamienić na stymulantę mnożąc jej wartości przez -1.

1. Podział szeregu $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ na $n-k+1$ segmentów, zawierających po k elementów, gdzie $k < n$,

$$\begin{aligned}
 & y_1, y_2, \dots, y_k \\
 & y_2, y_3, \dots, y_{k+1}, \\
 & \dots \dots \dots \\
 & y_t, y_{t+1}, \dots, y_{t+k-1}, \\
 & y_{n-k+1}, y_{n-k+2}, \dots, y_n.
 \end{aligned} \tag{13}$$

2. Szacowanie, na podstawie k kolejnych obserwacji, za pomocą Metody Najmniejszych Kwadratów, parametrów liniowych trendów odcinkowych,

$$\begin{aligned}
 y_t^i &= \alpha_1^i t + \alpha_0^i, \\
 i &= 1, 2, \dots, n-k+1, \quad t = i, i+1, \dots, i+k-1
 \end{aligned} \tag{14}$$

3. Obliczanie na podstawie każdego równania trendu odcinkowego wartości teoretycznych y_t^* ,

$$y_t^{i*} = \alpha_1^i t + \alpha_0^i, \tag{15}$$

4. Obliczanie n średnich arytmetycznych z wartości teoretycznych y_t^* , dla każdej jednostki czasu t . Średnie te są wartościami trendu pełzającego.

Każdej jednostce czasu odpowiada u wartości teoretycznych y_t^* obliczanych na podstawie niektórych segmentów trendu pełzającego,

$$u = \begin{cases} t & \text{dla } t = 1, 2, \dots, k \\ k & \text{dla } t = k, k+1, \dots, n-k+1 \\ n-t+1 & \text{dla } t = n-k+1, n-k+2, \dots, n. \end{cases} \tag{16}$$

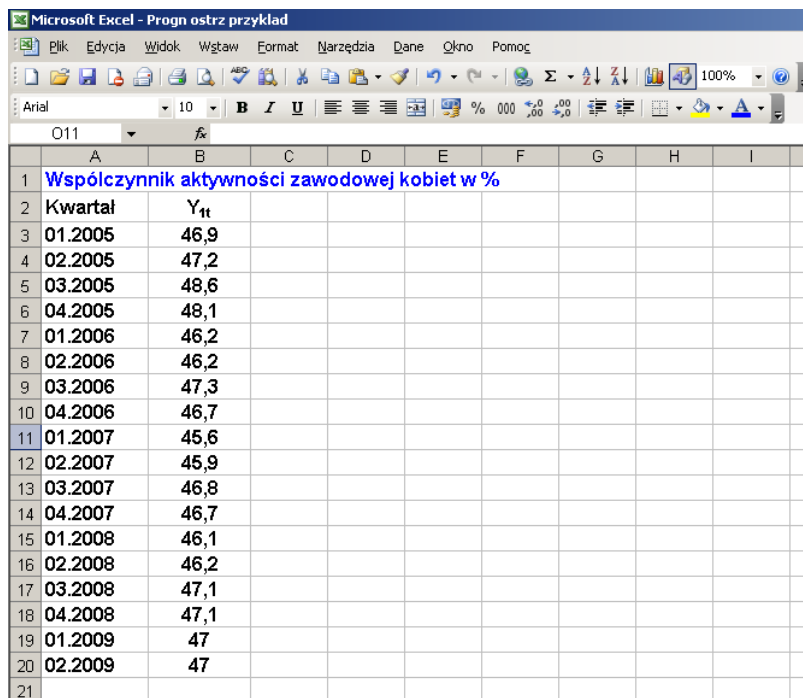
W szczególności dla okresów $t=1$ i $t=n$ mamy tylko po jednej wartości teoretycznej, dla okresów $t=2$ i $t=n-1$ po dwie a dla okresów środkowych po k wartości teoretycznych.

5. Przykłady formułowania prognoz ostrzegawczych na podstawie bazy danych skonstruowanej w ramach projektu „Monitorowanie rynku pracy w województwie śląskim”

Z bazy danych powstałej w ramach projektu „Monitorowanie rynku pracy w województwie śląskim” wybrane zostały dwie zmienne, dla których opracowano prognozy

ostrzegawcze na podstawie kart kontrolnych i metodą różnic. Wszystkie obliczenia wykonano za pomocą programu Excel 2003.

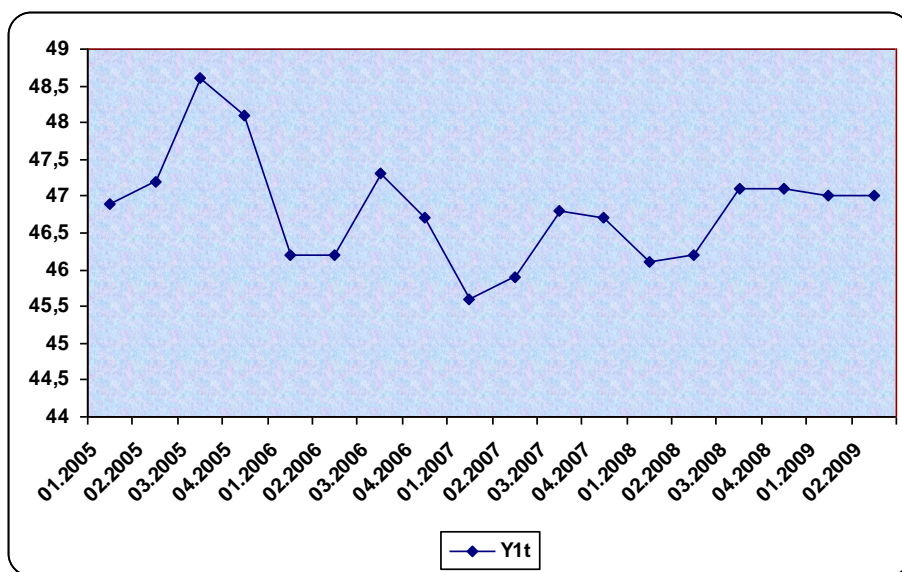
Pierwszą zmienną prognozowaną jest stymulanta, Y_{1t} - współczynnik aktywności zawodowej kobiet, dla której w bazie danych istnieją kwartalne informacje z okresu od I kw. 2005 r. do II kw.2009 r. Informacje zamieszczono w arkuszu 1, a wykres analizowanego szeregu przedstawia rys.2.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Współczynnik aktywności zawodowej kobiet w %								
2	Kwartał	Y_{1t}							
3	01.2005	46,9							
4	02.2005	47,2							
5	03.2005	48,6							
6	04.2005	48,1							
7	01.2006	46,2							
8	02.2006	46,2							
9	03.2006	47,3							
10	04.2006	46,7							
11	01.2007	45,6							
12	02.2007	45,9							
13	03.2007	46,8							
14	04.2007	46,7							
15	01.2008	46,1							
16	02.2008	46,2							
17	03.2008	47,1							
18	04.2008	47,1							
19	01.2009	47							
20	02.2009	47							
21									

Arkusz 1.

Na podstawie wykresu można przyjąć założenie, że badany szereg nie wykazuje trendu, sprawdzenia wymaga jednak, czy ze względu na udział wahań przypadkowych można uznać, że jest on przewidywalny.



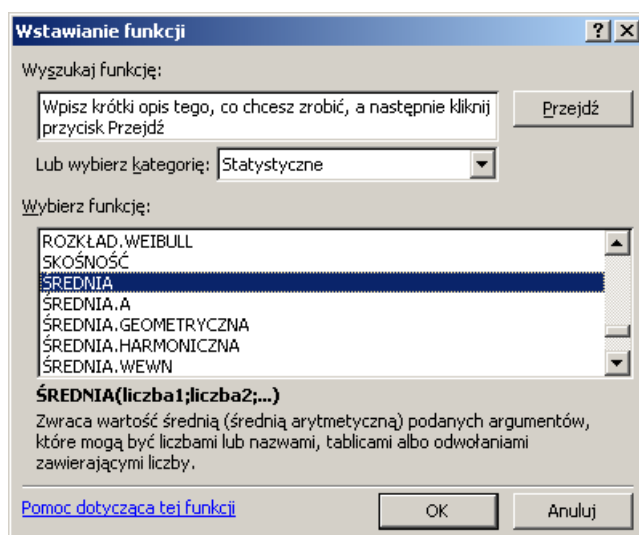
Rys. 2 Aktywność zawodowa kobiet w województwie śląskim

W tym celu obliczona została wartość współczynnika zmienności

$$w = \frac{\bar{y}}{s} \cdot 100\% . \quad (17)$$

Współczynnik zmienności obliczono wykorzystując funkcje statystyczne zawarte w kreatorze funkcji Excela. Działania te ilustrują kolejne rysunki. W arkuszu 1 na pasku formuły uaktywniamy symbol f_x lub uruchamiamy funkcje (**Wstaw\Funkcje**).

Wybieramy funkcje **Statystyczne** a następnie **ŚREDNIĄ**.

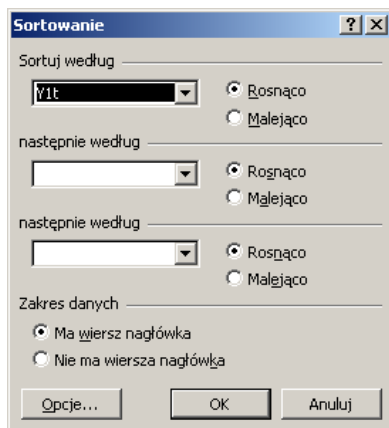


Rys. 3 Wstawianie funkcji – średnia

Wartości zmiennej zapisane są w arkuszu 1 w kolumnie B w wierszach od 3 do 20 i ten obszar należy zaznaczyć w oknie **Argumenty funkcji** w polu **Liczba 1**.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Współczynnik aktywności zawodowej kobiet											
2	Kwartał	Y_{it}	t	Y rosnąco	nr	r_t	$(t-r_t)^2$					
3	01.2005	46,9	1	45,6	1	10	81,00					
4	02.2005	47,2	2	45,9	2	15	169,00					
5	03.2005	48,6	3	46,1	3	18	225,00					
6	04.2005	48,1	4	46,2	5	17	169,00					
7	01.2006	46,2	5	46,2	5	5	0,00					
8	02.2006	46,2	6	46,2	5	5	1,00					
9	03.2006	47,3	7	46,7	7,5	16	81,00					
10	04.2006	46,7	8	46,7	7,5	7,5	0,25					
11	01.2007	45,6	9	46,8	9	1	64,00					
12	02.2007	45,9	10	46,9	10	2	64,00					
13	03.2007	46,8	11	47	11,5	9	4,00	$n=$	18			
14	04.2007	46,7	12	47	11,5	7,5	20,25	$n(n^2-1)=$	5 814	$=13*(13^2-1)$		
15	01.2008	46,1	13	47,1	13,5	3	100,00	$6*(t-r_t)^2$	6843	$=6*21^2$		
16	02.2008	46,2	14	47,1	13,5	5	81,00					
17	03.2008	47,1	15	47,2	15	13,5	2,25	$R_s=$	- 0,1770	$=1-115/114$		
18	04.2008	47,1	16	47,3	16	13,5	6,25					
19	01.2009	47	17	48,1	17	11,5	30,25					
20	02.2009	47	18	48,6	18	11,5	42,25					
21	suma						1 140,50					
22												

Rys. 6 Obliczanie wartości współczynnika korelacji rang



Rys.7 Okno dialogowe sortowanie

Współczynnik R_s przyjął wartość -0,18 , co przy zadanym prawdopodobieństwie popełnienia błędu 0,05 powoduje, że nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy głoszącej, że $R_s=0$, ponieważ $|R_s| = 0,18 < R^* = 0,4716$. Możemy przyjąć że szereg nie wykazuje trendu.

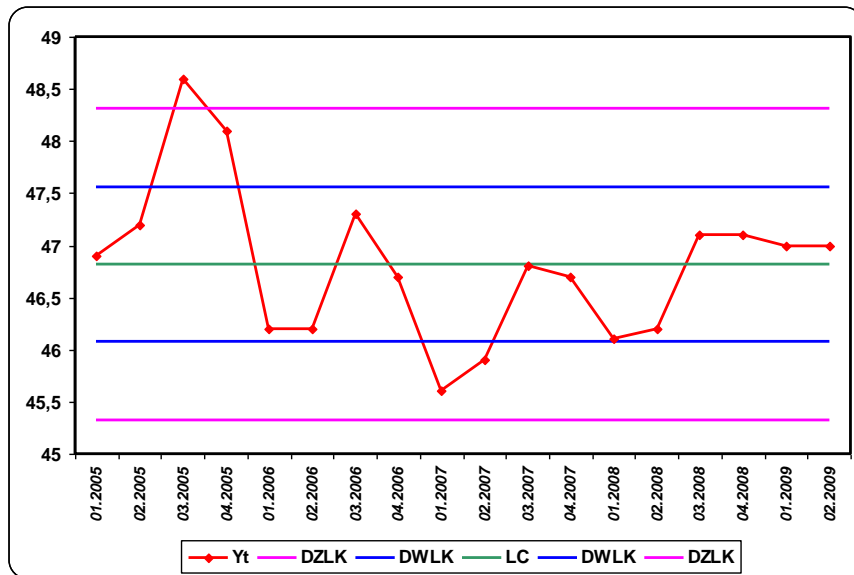
Na podstawie wykonanych obliczeń i danych zamieszczonych na rys 7 (podano tam również formuły według, których wyznaczono linie kontrolne), zbudowana została karta kontrolna, którą prezentuje rys. 9.

Z rozkładu punktów empirycznych na karcie kontrolnej wnioskujemy, że w okresie objętym obserwacją wystąpiły trzy sytuacje, które w myśl przyjętych reguł były sygnałami ostrzegawczymi. Pierwszy z nich pojawił się w III kwartale 2005 r. ponieważ dwa kolejne punkty leżały powyżej linii centralnej a jeden z nich powyżej linii zewnętrznej górnej. Na tej podstawie można było przypuszczać, że w przyszłości nastąpi spadek wartości zmiennej, po-

nieważ wobec stwierdzenia, że szereg nie wykazuje trendu wzrost wartości nie mógł być trwały. Przepuszczenie to było słuszne. Kolejny punkt ostrzegawczy wystąpił w I kwartale 2007 r., kiedy kolejne dwa punkty znalazły dwie poniżej linii centralnej, tym razem pozwalalo to wnioskować o spodziewanym wzroście aktywności kobiet. W II kwartale 2008 r. trzy kolejne punkty leżące poniżej linii centralnej były sygnałem pozwalającym spodziewać się

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2			$=\$B\$23-2*\$B\24		$=\$B\23		$=\$B\$23+2*\$B\24		
3			↓		↓		↓		
4	Kwartał	Y_t	DZLK	DWLK	LC	GWLK	GZLK		
5	01.2005	46,9	45,3	46,1	46,8	47,6	48,3		
6	02.2005	47,2	45,3	46,1	46,8	47,6	48,3		
7	03.2005	48,6	45,3	46,1	46,8	47,6	48,3		
8	04.2005	48,1	45,3	46,1	46,8	47,6	48,3		
9	01.2006	46,2	45,3	46,1	46,8	47,6	48,3		
10	02.2006	46,2	45,3	46,1	46,8	47,6	48,3		
11	03.2006	47,3	45,3	46,1	46,8	47,6	48,3		
12	04.2006	46,7	45,3	46,1	46,8	47,6	48,3		
13	01.2007	45,6	45,3	46,1	46,8	47,6	48,3		
14	02.2007	45,9	45,3	46,1	46,8	47,6	48,3		
15	03.2007	46,8	45,3	46,1	46,8	47,6	48,3		
16	04.2007	46,7	45,3	46,1	46,8	47,6	48,3		
17	01.2008	46,1	45,3	46,1	46,8	47,6	48,3		
18	02.2008	46,2	45,3	46,1	46,8	47,6	48,3		
19	03.2008	47,1	45,3	46,1	46,8	47,6	48,3		
20	04.2008	47,1	45,3	46,1	46,8	47,6	48,3		
21	01.2009	47,0	45,3	46,1	46,8	47,6	48,3		
22	02.2009	47,0	45,3	46,1	46,8	47,6	48,3		
23	srednia	46,8							
24	odchyle	0,75		$=\$B\$23-\$B\24		$=\$B\$23+\$B\24			
25									

Rys. 8 Przygotowanie karty kontrolnej



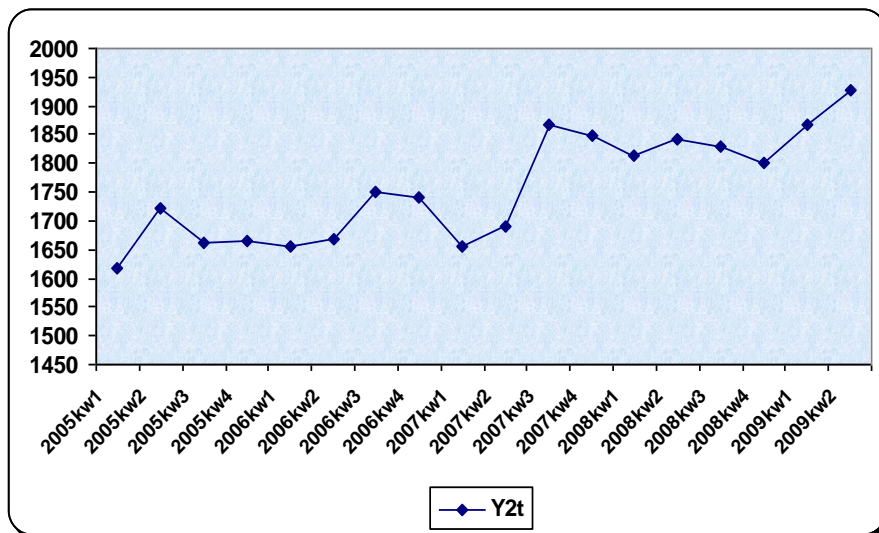
Rys. 9 Aktywność zawodowa kobiet karta kontrolna

wzrostu wartości badanej zmiennej. Ostatnie cztery punkty leżą powyżej linii centralnej, co może świadczyć o pewnej stabilizacji wartości zmiennej ale i o niebezpieczeństwie zmniejszenia się wartości badanego współczynnika w najbliższej przyszłości.

Drugi przykład dotyczy zastosowania metody różnic w celu analizy kolejnej stymulanty czyli zmiennej Y_{2t} - pracujący w województwie śląskim (w tys.) w województwie śląskim. Zmienna ta była obserwowana w kolejnych kwartałach, od I kwartału 2005 r. do II kwartału 2009 r. Dane zamieszczono w arkuszu 2 a na rysunku 10 pokazano wykres badanego szeregu.

	A	B	C	D	E
1	Pracujący w województwie śląskim (w tys.)				
2	Kwartał	Y_{2t}			
3	2005kw1	1616			
4	2005kw2	1721			
5	2005kw3	1663			
6	2005kw4	1664			
7	2006kw1	1654			
8	2006kw2	1667			
9	2006kw3	1751			
10	2006kw4	1742			
11	2007kw1	1657			
12	2007kw2	1689			
13	2007kw3	1868			
14	2007kw4	1847			
15	2008kw1	1812			
16	2008kw2	1843			
17	2008kw3	1830			
18	2008kw4	1801			
19	2009kw1	1868			
20	2009kw2	1927			
21					

Arkusz 2



Rys.10 Liczba pracujących w województwie śląskim, w tys. w latach 2005-2009

Na podstawie wykresu szeregu czasowego zmiennej Y_{2t} możemy przyjąć, że spełnia on warunki stosowalności metody różnic, jest rosnący, ale tempo zmian jest zróżnicowane i nie posiada asymptoty poziomej.

Pierwszym etapem analizy jest wygładzanie szeregu za pomocą trendu pełzającego w celu wyeliminowania składowej przypadkowej.

Liczbę k , długość segmentów wykorzystywanych do estymacji parametrów trendów odcinkowych ustalono metodą wykonywania kolejnych eksperymentów. Wybrano tę wartość k , przy której przyjęte kryterium dopasowania szeregu wygładzonego do danych empirycznych osiągnęło wartość minimalną. Stopień dopasowania szeregu wygładzonego mierzono za pomocą średniego względnego błędu absolutnego danego wzorem:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|y_t - y_t^*|}{y_t} \cdot 100, \quad (18)$$

gdzie:

y_t – realizacja szeregu czasowego w okresie t ,

y_t^* - wartość szeregu wyrównanego w okresie t .

n – długość szeregu czasowego.

Miara $MAPE$ przyjęła wartość 4,2% dla $k=8$. Szereg czasowy o długości 18 elementów został więc podzielony na $n-k+1=18-8+1=11$ segmentów, które wykorzystano w celu oszacowania parametrów liniowych trendów odcinkowych.

	A	B	D	E	F	G	H	I	J	
1	Pracujący w województwie śląskim (w tys.)									
2	Kwartał	Y2t	t							
3	2005kw1	1616	1							
4	2005kw2	1721	2	K=8						
5	2005kw3	1663	3							
6	2005kw4	1664	4							
7	2006kw1	1654	5							
8	2006kw2	1667	6							
9	2006kw3	1751	7							
10	2006kw4	1742	8							
11	2007kw1	1657	9							
12	2007kw2	1689	10							
13	2007kw3	1868	11							
14	2007kw4	1847	12							
15	2008kw1	1812	13							
16	2008kw2	1843	14							
17	2008kw3	1830	15							
18	2008kw4	1801	16							
19	2009kw1	1868	17							
20	2009kw2	1927	18							
21										
22										
23										
24										
25										

Rys. 11 Szacowanie liniowej funkcji trendu za pomocą funkcji REGLINP

Trendy odcinkowe szacowano za pomocą funkcji zawartych w Excelu. W arkuszu 2 na pasku formuły uaktywniamy symbol fx lub uruchamiamy funkcje (**Wstaw\Funkcje**). Wybieramy funkcje **Statystyczne** a następnie **REGLINP**.

Aby oszacować parametry pierwszej liniowej funkcji trendu w oknie **Argumenty funkcji** wystarczy w pierwszym polu umieścić informacje o zakresie komórek, w których zawarte są informacje dotyczące segmentu o numerze 1, czyli obszar **B3:B10**. Pozostałych pól można nie wypełniać.

Wynik dobrze jest umieścić w tym samym arkuszu, w którym są dane i tak aby można było wygodnie kopiować wyniki dla pozostałych odcinkowych funkcji trendu oraz obliczać wartości teoretyczne na podstawie wszystkich trendów odcinkowych. Ponadto należy pamiętać, że funkcja **REGLINP** jest funkcją tablicową. Początkowo wynik dany jest w postaci jednego parametru i aby uzyskać drugi należy umieścić kursor w komórce zawierającej obliczony parametr, następnie od tego miejsca na prawo zaznaczyć jeszcze tyle komórek ilu parametrów oczekujemy i umieścić kursor w dowolnym miejscu na pasku formuły. Aby zakończyć działanie należy zastosować sekwencję przycisków klawiatury **CTRL+SHIFT+ENTER**. Jeśli umieścimy wyniki estymacji pierwszego trendu w sposób pokazany na rys. 12 to kolejne pary parametrów uzyskamy kopiując tę formułę do kolejnych komórek.

Jak rozmieścić wyniki i obliczać wartości teoretyczne pokazuje arkusz na rysunku 12.

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
39	=REGLINP(B3:B10)			k=8			Segmenty trendu pelzającego												
40							ilość segmentów												
41							n-k+1=18-8+1=11												
42	parametry			=SE\$46*D46+\$F\$46			=SE\$47*D47+\$F\$47												
43							Wartości teoretyczne obliczane z trendow odcinkowych												
44	t	a	b ⁱ	yt ^{*1}	yt ^{*2}	yt ^{*3}	yt ^{*4}	yt ^{*5}	yt ^{*6}	yt ^{*7}	yt ^{*8}	yt ^{*9}	yt ^{*10}	yt ^{*11}	suma	rednia	trend pelzający		
45	1	12,8	1629	1642											1642	1642	=SUMA(G46:Q46)		
46	2	2,6	1678	1654	1683										3337	1669	=R47/2		
47	3	5,9	1659	1666	1686	1677									5029	1676	=R48/3		
48	4	18,6	1628	1679	1689	1683	1702								6752	1688	=R49/4		
49	5	24,8	1623	1691	1691	1689	1721	1747							8539	1708	=R50/5		
50	6	22,7	1652	1703	1694	1695	1739	1772	1788						10391	1732	=R51/6		
51	7	20,8	1683	1716	1696	1701	1758	1796	1811	1828					12306	1758	=R52/7		
52	8	22,5	1685	1728	1699	1707	1777	1821	1834	1849	1865				14279	1785	=R53/8		
53	9	19,1	1708		1702	1712	1795	1846	1856	1870	1887	1879			14548	1818	=R54/8		
54	10	10,7	1772			1718	1814	1871	1879	1890	1910	1898	1879		14859	1857	=R55/8		
55	11	5,6	1824				1833	1896	1902	1911	1933	1917	1889	1886	15166	1896	=R56/8		
56	12							1921	1924	1932	1955	1937	1900	1892	13460	1923	=R57/7		
57	13								1947	1953	1978	1956	1911	1897	11641	1940	=R58/6		
58	14									1973	2000	1975	1921	1903	9772	1954	=R59/5		
59	15										2023	1994	1932	1909	7857	1964	=R60/4		
60	16											2013	1943	1914	5870	1957	=R61/3		
61	17												1953	1920	3873	1937	=R62/2		
62	18													1925	1925	1925	=R63		

Rys. 12 Trendy odcinkowe (ciąg dalszy arkusza z rys. 11)

Wyglądzenie szeregu za pomocą trendu pełzającego jest wstępem do formułowania sygnałów ostrzegawczych za pomocą jego pierwszych i drugich różnic, obliczanych według wzorów 11 i 12.

Jak wynika z danych zawartych na rysunku 13 pierwszy sygnał ostrzegawczy pojawił się w pierwszym kwartale 2008 r. a i był podtrzymywany w kolejnych dwóch kwartałach.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Pracujący w województwie śląskim (w tys.)								
2	Kwartał	Y _{2t}	t	trend pełzający	$\Delta(t)$	$\Delta''(t)$	sygnał ostrzegawczy		
3	2005kw1	1616	1	1 655	-	-			
4	2005kw2	1721	2	1 673	18,30	-			
5	2005kw3	1663	3	1 676	3,08	-15,22			
6	2005kw4	1664	4	1 689	13,33	10,26			
7	2006kw1	1654	5	1 709	20,12	6,78			
8	2006kw2	1667	6	1 734	24,30	4,19			
9	2006kw3	1751	7	1 759	25,12	0,82			
10	2006kw4	1742	8	1 782	23,57	-1,56			
11	2007kw1	1657	9	1 807	24,30	0,74			
12	2007kw2	1689	10	1 844	37,09	12,79			
13	2007kw3	1868	11	1 881	36,96	-0,13			
14	2007kw4	1847	12	1 911	30,19	-6,77			
15	2008kw1	1812	13	1 935	23,69	-6,50	s		
16	2008kw2	1843	14	1 955	20,18	-3,51	s		
17	2008kw3	1830	15	1 970	15,62	-4,56	s		
18	2008kw4	1801	16	1 989	18,97	3,35			
19	2009kw1	1868	17	2 014	25,05	6,08			
20	2009kw2	1927	18	2 022	7,43	-17,62			
21									

Rys. 13 Wyznaczanie sygnałów ostrzegawczych

Ponieważ w kwartałach trzecim i czwartym 2008 r. wystąpiło rzeczywiste załamanie się szeregu czasowego liczby pracujących w województwie śląskim to prognoza ostrzegawcza okazała się trafną. Interesująca jest sytuacja w drugim kwartale 2009 r. kiedy zarówno druga różnica szeregu wyglądzonego jak i wartość zmiennej prognozowanej mimo, że z punktu widzenia formalnego nie pozwalają na sformułowanie sygnału ostrzegawczego, przyjęły wartości skłaniające do zastanowienia, czy nie jest to początek kolejnego załamania rynku pracy w województwie śląskim.

Na zakończenie należy wyrazić nadzieję, że zaproponowane, proste procedury prognostyczne zostaną zaakceptowane przez uczestników rynku pracy a przede wszystkim przez instytucje mające wpływ na jego funkcjonowanie.