

METODOLOGIA OBLICZENIA WIELOKRYTERIALNYCH HIERARCHICZNYCH WSKAŹNIKÓW WYPRZEDZAJĄCYCH ZATRUDNIENIE I WYNIKI BADAŃ NA PRZYKŁADZIE WOJEWÓDZTWA PODKARPACKIEGO

*Paweł Sewastjanow¹, Ludmila Dymowa¹, Paweł Figat¹,
Marian Wargacki²*

1. Wprowadzenie

Wskaźniki wyprzedzające są to takie kombinacje wielkości ekonomicznych, które z wyprzedzeniem informują o pojawiających się tendencjach. Szczególnym ich zadaniem jest sygnalizowanie możliwości wystąpienia górnego lub dolnego punktu zwrotnego cyklu koniunkturalnego.

Obserwacja i analiza skonstruowanych wskaźników wyprzedzających w ramach realizacji projektu EQUAL pt. „System przeciwdziałania powstawaniu bezrobocia na terenach słabo zurbanizowanych” pozwoli na stworzenie systemu wczesnego ostrzegania na poziomie województwa podkarpackiego. System ten przede wszystkim ma na celu stymulowanie działań wpływających na złagodzenie fazy spadku aktywności gospodarki. Prowadzone badania połączone z analizą gospodarki regionu, pozwolą na zaobserwowanie pewnych mechanizmów charakterystycznych dla tej gospodarki.

W ramach realizacji badań wskaźników wyprzedzających w województwie podkarpackim zespół przygotowujący metodologię badania proponuje, aby system wskaźników wyprzedzających opierał się na jednym syntetycznym wskaźniku i trzech wskaźnikach sektorowych. Dobór branż został oparty na dotychczasowych badaniach prowadzonych przez Instytut Gospodarki Wyższej Szkoły Informatyki i Zarządzania oraz w wyniku ograniczonej dostępności do danych Urzędów Statystycznych tylko w tych wybranych sektorach.

2. Metodologia kreowania wskaźników wyprzedzających zatrudnienie

2.1. Wskaźniki na podstawie kryteriów agregowanych

Zagregowany wskaźnik wyprzedzający zatrudnienie w województwie (WWZ) obliczamy na pod-

stawie zagregowanych koniunkturalnych wskaźników wyprzedzających zatrudnienie w sektorze przemysłu - μ_{WP} , handlu - μ_{WH} , budownictwa - μ_{WB} oraz kryterium μ_B opartego na danych BOP (Barometr Ofert Pracy). Wskaźniki μ_{WH} , μ_{WB} , μ_B są kryteriami uzyskiwanymi na podstawie wielokryterialnej hierarchii kryteriów lokalnych charakteryzujących zmiany parametrów ekonomicznych, które mają lub mogą mieć wpływ na koniunkturę zatrudnienia.

Dla porównywania wyników przewidywanej koniunktury zatrudnienia, w oparciu o wskaźnik wyprzedzający WWZ, z aktualnymi danymi o koniunkturze zatrudnienia w kwartałach, dla których wykonywane było prognozowanie, wprowadzone zostały kryteria koniunktury aktualnego zatrudnienia w województwie - μ_{Zatrud} , oraz w poszczególnych sektorach: przemyśle - $\mu_{PZatrud}$, budownictwie - $\mu_{BZatrud}$, handlu - $\mu_{HZatrud}$.

Jako podstawę metodologii obliczania wprowadzonych wskaźników używamy podejścia wielokryterialnego, bo naszym zdaniem wskaźnik WWZ powinien być syntezą wszystkich dostępnych rodzajów informacji ilościowych i jakościowych związanych z dynamiką zmian socjalno-ekonomicznych w badanych regionach. Metodyczne oraz matematyczne podstawy metodologii, której używaliśmy dla kreowania wielokryterialnego hierarchicznego wskaźnika WWZ są opisane w artykułach [1 - 6].

Jest to nasza oryginalna metodologia, której używaliśmy w różnych zastosowaniach. Ponieważ jej uzasadnienia matematyczne oraz metodologiczne razem z wynikami zastosowań przedstawione są w renomowanych czasopismach międzynarodowych oraz krajowych, poniżej przedstawimy wyłącznie tę część metodologii, która została wykorzystana do realizacji projektu EQUAL pt. „System przeciwdziałania powstawaniu bezrobocia na terenach słabo zurbanizowanych”.

2.2. Formalizacja kryteriów lokalnych

Dla opracowania metodologii zostały wykorzystane następujące źródła informacji: dane z badań dotyczących rynku pracy – indeksu syntetycznego Barometr Ofert Pracy (BOP); dane Głównego Urzędu Statystycznego oraz dane pozyskiwane z Urzędu Statystycznego w Rzeszowie. Dostępne dane używaliśmy do formalizacji kryteriów lokalnych i przy wykorzystaniu tzw.

¹ Politechnika Częstochowska

² Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie

macierzy parzystych porównań kryteriów lokalnych.

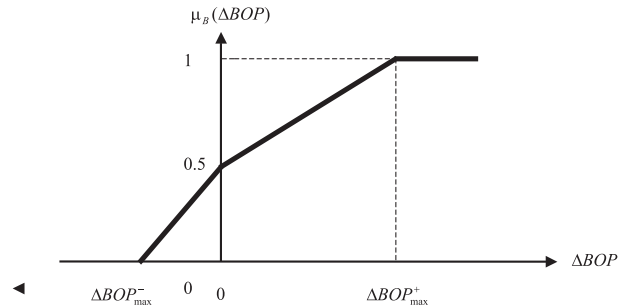
Jako podstawowe parametry używaliśmy nie wartości danych, na przykład BOP , lecz ich przyrosty ΔBOP . Zakładamy, że dodatni przyrost ΔBOP będzie wskazywał na możliwość dodatniego przyrostu zatrudnienia i odwrotnie. Dlatego że BOP i np. *Inwestycje* są wartościami wyliczonymi na podstawie zupełnie różnych metodologii, ich bezpośrednie agregowanie jest niemożliwe.

W związku z tym proponujemy używać funkcje kryterialne oparte na przyrostach ΔBOP i przyrostach *Inwestycji*. W zależności od konkretnej sytuacji funkcje te można traktować jako funkcje przynależności w ramach teorii zbiorów rozmytych lub jako funkcje użyteczności. Ich zaletą jest fakt, że są one skalowane na 1. Oprócz tego, co najważniejsze, funkcje te odzwierciedlają w sposób niejawni wpływ przyrostów na odpowiadające im zmiany zatrudnienia. Jako przykład, funkcja kryterialna ΔBOP przedstawiona jest na wykresie 1.

Wartości ΔBOP_{max}^+ i ΔBOP_{max}^- są maksymalnymi przyrostami dodatnimi i ujemnymi w ustalonym przedziale czasowym. Przedział ten może być ustalony z góry dla ΔBOP jako okres czasu od 1999 r. (rok, od którego dany jest szereg czasowy dotyczący tego badania), lub w inny sposób (wynikający z prowadzonych badań i testowania zaproponowanej metodologii wskaźników). Merytorycznie rzecz ujmując im większy dodatni przyrost ΔBOP_{max}^+ tym bardziej prawdopodobny jest przyrost zatrudnienia (jak ustalono, wskaźnik BOP jest wskaźnikiem wyprzedzającym i sygnalizującym zmiany na rynku pracy z wyprzedzeniem do trzech kwartałów) i przeciwnie, ujemne wartości

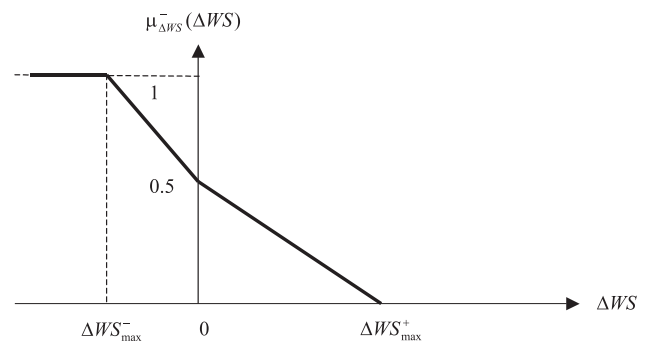
ΔBOP_{max}^- świadczą o prawdopodobnym zmniejszeniu zatrudnienia. Jak można zauważyć na rysunku, zerowy przyrost odpowiada 50% prawdopodobieństwu wzrostu lub spadku zatrudnienia.

Wykres 1. Kryterium lokalne odzwierciedlające prawdopodobieństwo zmian zatrudnienia w zależności od przyrostu ΔBOP



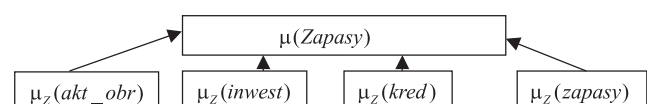
Istnieją też parametry, których dodatnie przyrosty powodują (lub mogą powodować) ujemne zmiany zatrudnienia np. dane dotyczące bezrobocia. Dla tych przyrostów kryteria lokalne formułujemy jak na wykresie 2.

Wykres 2. Kryterium lokalne odzwierciedlające prawdopodobieństwo zmian zatrudnienia w zależności od zmian danych o bezrobociu.



Bardziej skomplikowaną sytuację mamy dla wskaźników opartych na danych GUS . W ramach proponowanej metodologii wskaźniki te są kryteriami uzyskiwanymi na podstawie wielokryterialnej hierarchii kryteriów lokalnych. Dla przykładu rozpatrzmy, strukturę agregowania kryteriów lokalnych *aktywa obrotowe*, *inwestycje*, *kredyty*, *zapasy* w kryterium wielokryterialne *Zapasy*, którą przedstawiono na wykresie 3.

Wykres 3. Hierarchia kryteriów lokalnych „Aktywa obrotowe”, „Inwestycje”, „Kredyty”, „Zapasy” w kryterium globalnym „Zapasy”



Daje to możliwość obliczenia wartości tego kryterium *Zapasy* na podstawie wzoru:

$$\begin{aligned} \mu(Zapasy) = & (\alpha_{z1}\mu_Z(akt_obr) \\ & + \alpha_{z2}\mu_Z(inwest) + \alpha_{z2}\mu_Z(kred) \\ & + \alpha_{z4}\mu_Z(zapasy)) / 4. \end{aligned} \quad (1)$$

Agregowanie kryteriów na podstawie wzoru (1) wymaga wyliczenia współczynników względnej ważności $\alpha_{z1}, \alpha_{z2}, \alpha_{z3}, \alpha_{z4}$. Przy tym współczynniki te muszą spełniać następujący warunek normalizacji:

$$\alpha_{z1} + \alpha_{z2} + \alpha_{z3} + \alpha_{z4} = 4 \quad (2)$$

Dla obliczenia $\alpha_{z1}, \alpha_{z2}, \alpha_{z3}, \alpha_{z4}$, z uwzględnieniem (2) wykorzystujemy macierz parzystych lingwistycznych porównań, proponowany przez T. Saaty'ego [7]. Metoda wyliczenia $\alpha_{z1}, \alpha_{z2}, \alpha_{z3}, \alpha_{z4}$ na podstawie macierzy parzystych porównań z uwzględnieniem warunku (2) przedstawiona została między innymi w pracach [4-7].

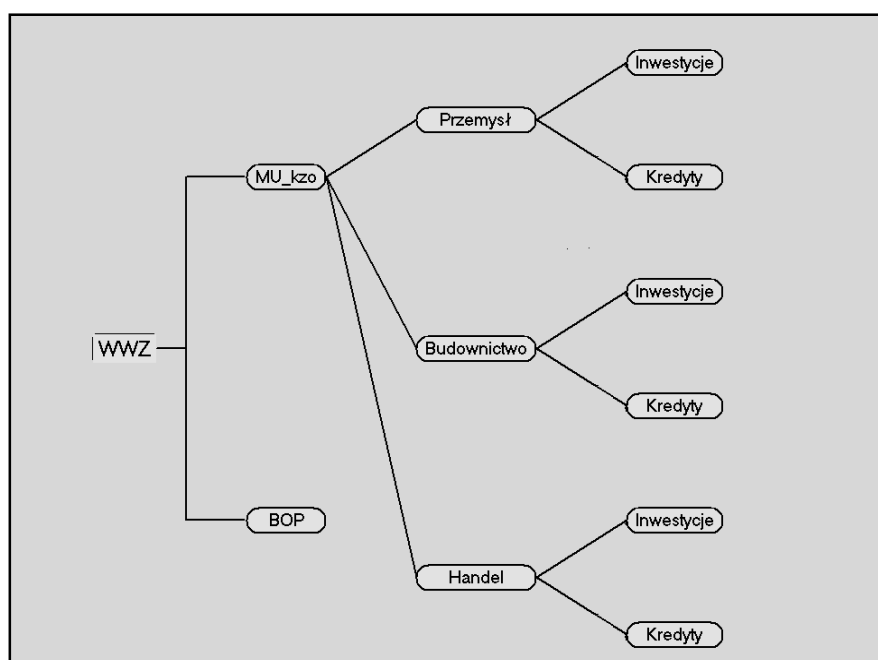
2.3. Wybór kryteriów mających rzeczywisty wpływ na koniunkturę zatrudnienia

Po przeprowadzeniu wstępnych badań statystycznych na podstawie danych z baz *GUS* oraz *BOP* w hierarchicznej strukturze wskaźnika *WWZ* zostawiono tylko te kryteria lokalne, które mają udowodniony statystycznie wpływ na koniunkturę zatrudnienia. Są to kryteria *Inwestycje*, *Kredyty* i *BOP*. Struktura hierarchiczna kryteriów *WWZ*, *Inwestycje*, *Kredyty* i *BOP* przedstawiona została na wykresie 4.

Wskaźnik *WWZ* został skonstruowany w ten sposób, że może przyjmować wartości od 0 do 1. Minimalne zerowe wartości *WWZ* wskazują na ekstremalne pogorszenie koniunktury zatrudnienia z wyprzedzeniem o dwa kwartały. Maksymalne wartości wskaźnika (*WWZ* =1) charakteryzują najlepsze perspektywy koniunktury zatrudnienia za dwa kwartały w porównaniu z najlepszą koniunkturą zatrudnienia, która miała miejsce od początku 2003 roku.

Wartości wskaźnika *WWZ* poniżej 0.4 - 0.5 wskazują na możliwość spadku koniunktury zatrudnienia w ciągu dwóch kwartałów. Im wartość *WWZ* jest bliższa zera, tym większe jest tempo spadku przyszłej koniunktury zatrudnienia. Np., jeżeli w kwartale 3 wartość *WWZ* wynosiła 0.4, lecz w kwartale 4 spadła do 0.2, oznacza to, że nadal przewidywany jest spadek koniunktury zatrudnienia przy jednoczesnym wzroście tempa tego spadku. Wartości wskaźnika powyżej 0.5 wskazują na ewentualny wzrost koniunktury zatrudnienia. Im wartość *WWZ* jest bliższa jedynki, tym większe jest tempo wzrostu koniunktury zatrudnienia. Warto podkreślić, że wprowadzony wskaźnik *WWZ* pozwala nie tylko przewidywać koniunkturę zatrudnienia, lecz oceniać tempo zmian tej koniunktury. Np., jeżeli w kwartale 3 wartość *WWZ* wynosiła 0.8, lecz w kwartale 4 spadła do 0.7, oznacza to, że mamy nadal dodatni prognozowany przyrost koniunktury zatrudnienia przy jednoczesnym zwolnieniu tempa tego przyrostu.

Wykres 4. Struktura hierarchiczna kryteriów lokalnych dla wyliczenia globalnego wskaźnika wyprzedzającego koniunkturę zatrudnienia



Jednak, jeżeli w I kwartale następnego roku wartość WWZ spadnie do 0.3 , będzie to już oznaczało spadek koniunktury zatrudnienia przy jednoczesnym wzmocnieniu tempa tego spadku.

Dla sprawdzenia realnych możliwości wskaźników wyprzedzających porównywalimy prognozowaną koniunkturę zatrudnienia w województwie WWZ , oraz w poszczególnych sektorach μ_{WH} , μ_{WB} , μ_B z aktualnymi zmianami zatrudnienia w województwie i w poszczególnych sektorach, reprezentowanymi przez odpowiednie kryteria μ_{Zatrud} , $\mu_{PZatrud}$, $\mu_{BZatrud}$, $\mu_{HZatrud}$ w kwartałach, dla których wykonywane było prognozowanie.

Wskaźniki μ_{Zatrud} , $\mu_{PZatrud}$, $\mu_{BZatrud}$, $\mu_{HZatrud}$ są obliczone na podstawie kwartalnych danych GUS o zatrudnieniu. Merytorycznie można traktować te wskaźniki jako „stan zdrowia” województwa lub sektora z punktu widzenia zatrudnienia. Sposób budowania tych kryteriów jest podobny do opisanego w rozdziale 1.2, tzn. jest oparty na przyrostach aktualnego zatrudnienia w poszczególnych kwartałach.

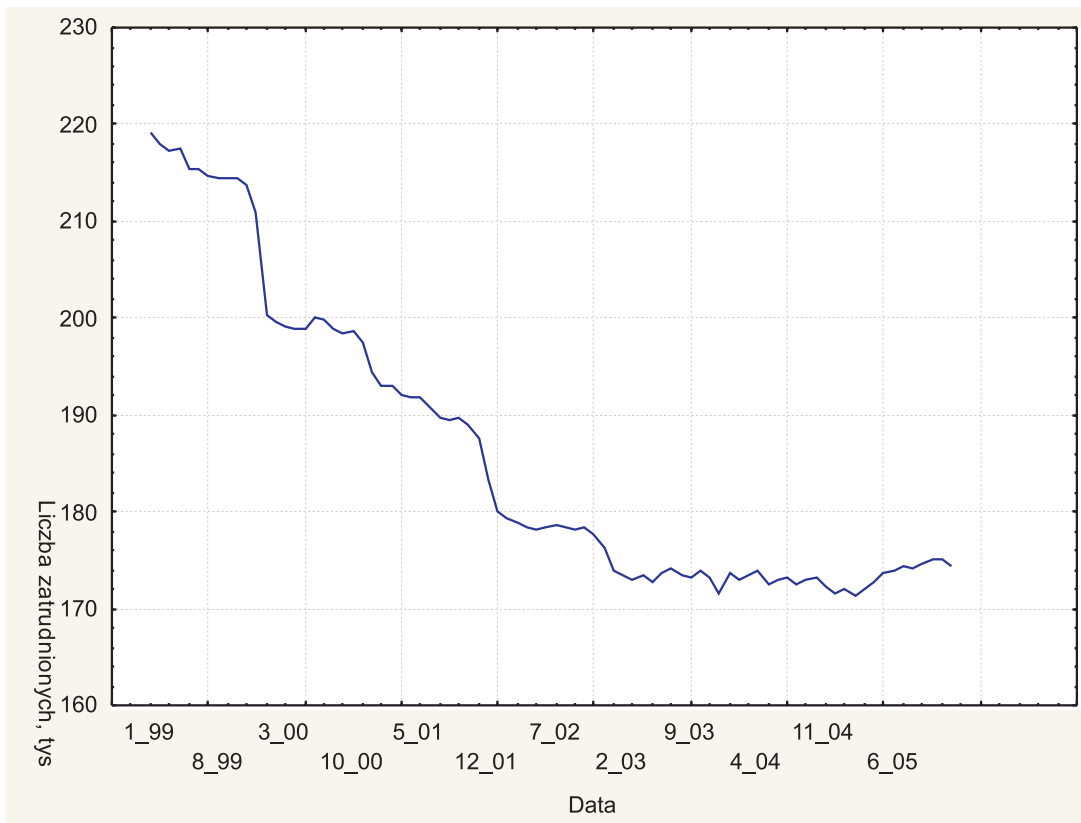
Kryteria aktualnego zatrudnienia są skonstruowane w ten sposób, że zmieniają się w zakresie od 0 do 1 . Przy tym wartości kryterium powyżej 0.5 wskazują na sytuację wzrostu zatrudnienia natomiast wartości poniżej 0.5 wskazują raczej na spadek zatrudnienia. Zaletą tych kryteriów jest możliwość uwzględnienia w sposób jawny zmiany tempa wzrostu lub spadku zatrudnienia. Np. jeżeli w kwartale III wartość tego kryterium wynosiła 0.8 lecz w kwartale IV spadła do 0.7 to oznacza to, że mamy nadal dodatni przyrost zatrudnienia przy jednoczesnym spadku tempa tego przyrostu.

3. Charakterystyka zbiorowości

Badaniami objęto kwartalne dane GUS i BOP od I kwartału 2003 roku. Dane GUS zawierają dane o inwestycjach, kredytach i zatrudnieniu dla następujących sektorów gospodarki: przemysł, budownictwo i handel. Dane BOP zawierają tylko dane na poziomie całego województwa.

Wybór zakresu badań od I kwartału 2003 roku jest uzasadniony następującym rozważaniem. Jednym z najistotniejszych parametrów w naszych badaniach jest właśnie poziom zatrudnienia, dlatego

Wykres 5. Liczba pracujących w przemyśle, budownictwie i handlu w tys. w latach 1999-2005.



wybraliśmy parametr „liczba zatrudnionych” jako decydujący w wyborze tego zakresu. Na wykresie 5 jest wyraźnie widoczne, że historię zatrudnienia w województwie podkarpackim można podzielić na 2 okresy: przed rokiem 2003 i od roku 2003.

W pierwszym okresie czasu (do 2003 roku) wyraźnie widoczna jest tendencja spadku zatrudnienia, natomiast w drugim zakresie obserwujemy słaby, lecz widoczny wzrost zatrudnienia. Dlatego też uwzględnianie danych z pierwszego zakresu jest bezsensowne, gdyż nie uwzględniają one obecnej tendencji na rynku pracy.

4. Wyniki badań okresowych

W rezultacie badań ustalono, że wprowadzony wielokryterialny hierarchiczny wskaźnik wyprzedzający zatrudnienie w województwie WWZ pozwala najskuteczniej prognozować zmiany aktualnego zatrudnienia w województwie z wyprzedzeniem o 2 kwartały.

Wyniki prognozowania wskaźników koniunktury zatrudnienia w III i IV kwartałach 2005 roku i w I i II kwartałach 2006 roku, a także ich wartości rzeczywiste zostały zestawione w tabeli 1.

Tabela 1. Prognozowane i rzeczywiste wartości wskaźników koniunktury zatrudnienia

Kwartał	Wskaźniki	Prognoza koniunktury zatrudnienia z wyprzedzeniem o 2 kwartały na podstawie wartości wskaźników wyprzedzających	Wartość wskaźnika aktualnego zatrudnienia	Spełnienie prognozy
III-2005	Koniunktura zatrudnienia w przemysle	Kontynuacja wzrostu koniunktury zatrudnienia przy możliwym spadku tempa tego wzrostu.	0.88	Tak
	Koniunktura zatrudnienia w budownictwie	Niewielki spadek koniunktury zatrudnienia po osiągnięciu maksimum zatrudnienia w II kwartale 2005 roku (1.0).	0.74	Tak
	Koniunktura zatrudnienia w handlu	Wzrost koniunktury zatrudnienia w porównaniu z rokiem poprzednim (0.01) przy jednoczesnym spadku tempa tego wzrostu w porównaniu z poprzednim kwartałem (0.61).	0.56	Tak
	Koniunktura zatrudnienia w całym województwie podkarpackim	Kontynuacja wzrostu koniunktury zatrudnienia przy pewnym spadku koniunktury zatrudnienia w III kwartale 2005 roku w porównaniu z II kwartałem 2005 roku (1.00).	0.82	Tak
IV-2005	Koniunktura zatrudnienia w przemysle	Spadek koniunktury zatrudnienia, ale będzie on mniejszy, niż obserwowany w tymże IV kwartale 2004 roku (0.32).	1.00	Nie
	Koniunktura zatrudnienia w budownictwie	Niewielki wzrost lub niewielki spadek koniunktury zatrudnienia. Przy tym przewidujemy koniunkturę zatrudnienia w IV kwartale 2005 nie mniejszą, niż rok wcześniej (0.47).	0.42	Tak
	Koniunktura zatrudnienia w handlu	Wzrost koniunktury zatrudnienia w porównaniu z rokiem poprzednim (0.05) przy jednoczesnym spadku tempa tego wzrostu w porównaniu z poprzednim, III kwartałem 2005 roku (0.56).	0.54	Tak
	Koniunktura zatrudnienia w całym województwie podkarpackim	Niektóry spadek koniunktury zatrudnienia w porównaniu z III kwartałem 2005 roku (0.82)	0.62	Tak
I-2006	Koniunktura zatrudnienia w przemysle	Spadek koniunktury zatrudnienia	1.00	Nie
	Koniunktura zatrudnienia w budownictwie	Niewielki spadek koniunktury zatrudnienia. Przy tym przewidujemy koniunkturę zatrudnienia w I kwartale 2006 większą, niż rok wcześniej (0.19).	0.46	Tak
	Koniunktura zatrudnienia w handlu	Nie przewidujemy znaczącej zmiany koniunktury zatrudnienia w porównaniu z poprzednim, IV kwartałem 2005 roku (0.54).	1.00	Tak
	Koniunktura zatrudnienia w całym województwie podkarpackim	Niewielki spadek koniunktury zatrudnienia. Ale spadek ten może być neutralizowany w skutek sezonowości, przewidującej pewien wzrost koniunktury zatrudnienia w I kwartale każdego roku w porównaniu z IV kwartałem roku poprzedniego.	1.00	Tak

II- 2006	Koniunktura zatrudnienia przemysle	w	Wzrost koniunktury zatrudnienia w porównaniu z I kwartałem 2006.	1.00	Tak
	Koniunktura zatrudnienia budownictwie	w	Wzrost koniunktury zatrudnienia w porównaniu z I kwartałem 2006 (0.46).	0.93	Tak
	Koniunktura zatrudnienia handlu	w	Nie przewidujemy znaczącej zmiany koniunktury zatrudnienia w porównaniu z poprzednim, I kwartałem 2006 roku (1.00)	0.59	Tak
	Koniunktura zatrudnienia całym województwie podkarpackim	w	Kryterium aktualnego zatrudnienia w województwie Podkarpackim w II kwartale 2006 roku nie zmieni się w porównaniu z I kwartałem 2006 roku (1.00).	1.00	Tak

W ten sposób dla oceny jakości naszych prognoz mamy 16 wartości wskaźników dla czterech rozpatrywanych dotychczas kwartałów w trzech sektorach i dla całego województwa podkarpackiego. Jak widać w tabeli 1 (piąta kolumna – „Spełnienie prognozy”) z 16 prognoz 14 (czyli 88%) okazało się trafne. Dwie błędne prognozy (12%) dotyczyły sektora *Przemysłu*, co oznacza, że dla tego sektora potrzebne jest w przyszłości uwzględnienie dodatkowych czynników.

5. Podsumowanie

W rezultacie badań ustalono, że wprowadzone wielokryterialne hierarchiczne wskaźniki wyprzedzające zatrudnienie w województwie i w poszczególnych sektorach pozwalają skutecznie prognozować zmiany aktualnego zatrudnienia z wyprzedzeniem o 2 kwartały. Trafność prognozowania wynosząca około 88% wskazuje na wysoką efektywność opracowanej metodologii opartej na wielokryterialnym hierarchicznym podejściu do kreowania wskaźników wyprzedzających na podstawie danych *GUS* oraz *BOP*. Biorąc pod uwagę fakt, że wystąpiły dwie błędne prognozy (12%) dotyczące sektora *Przemysłu*, dla zwiększenia skuteczności prognozowania możemy zaproponować uwzględnienie w przyszłości bardziej skomplikowanej struktury inwestycji w tym sektorze.

Bibliografia:

1. L. Dymowa, P. Sevastjanov, D. Sevastjanov, Fuzzy capital budgeting: investment project evaluation and optimization, pp. 205-228. Part II, chapter 2 in Springer book „Fuzzy applications in industrial engineering”, 2006.
2. L. Dymowa, P. Sevastjanov, D. Sevastjanov, MCDM in a Fuzzy Setting: Investment Projects Assessment Application, Int. Journal of Production Economy, 100 (2006) 10-29.
3. P. Sevastjanov, P. Figat, Aggregation of aggregating modes in MCDM: Synthesis of Type 2 and Level 2 fuzzy sets, The International Journal of Management Science (in press).
4. L. Dymowa, P. Sevastjanov, Metodologia rozwiązywania problemów modelowania, identyfikacji i wielokryterialnej optymalizacji w zarządzaniu jakością procesów metalurgicznych, Informatyka w Technologii Materiałów, Wydawnictwo Naukowe AKAPIT, 1, 3, 2003, pp.21-32.
5. L. Dymowa, P. Sevastjanov, J. Lapeta, Zarządzanie wiedzą w podejmowaniu decyzji i ocenie zjawisk socjalno-ekonomicznych-propozycja metody, Systemy informatyczne, Bankowość i finanse, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2004, s. 343-356.
6. L. Dymowa, P. Sevastjanov, Wielokryterialne i hierarchiczne metody wspomaganie decyzji i optymalizacji, Systemy informatyczne, Bankowość i finanse, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2004, s.257-272.
7. Saaty T. A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures: Journal of Mathematical Psychology, 15 (1977) 234-281.