Ryszard BARCZYK
Wiesław ŁUCZYŃSKI
Marek REKOWSKI

WYKORZYSTANIE WSKAŹNIKÓW JAKOŚCIOWYCH W PROGNOZOWANIU KONIUNKTURY GOSPODARCZEJ W POLSCE W LATACH DZIEWIĘĆDZIESIĄTYCH

Wstęp

W każdym systemie gospodarczym występują zmiany w poziomie aktywności, które przejawiają się w mniej lub bardziej regularnych wahaniach koniunkturalnych. Fluktuacje te będąc procesami złożonymi, podlegają ciągłym deformacjom w zakresie mechanizmu i cech morfologicznych. Stąd też w badaniach analitycznych, prowadzonych w koniunkturze gospodarczej, są podejmowane prace, których celem jest ulepszenie lub konstrukcja nowych wskaźników empirycznych oraz procedur statystyczno-ekonometrycznych, za pomocą których możliwe byłoby formułowanie diagnoz oraz krótko- i średniookresowych prognoz zmian poziomu aktywności gospodarczej.

We współczesnych publikacjach z zakresu koniunktury gospodarczej brak teoretycznych interpretacji genezy i mechanizmu procesów koniunkturalnych występujących w gospodarkach, w których dokonuje się transformacja od systemu scentralizowanego do gospodarki rynkowej.

Jedynym więc sposobem przynajmniej częściowego poznania cech morfologicznych fluktuacji występujących w tych krajach jest analiza empiryczna. Wyniki tych prac mają oprócz znaczenia poznawczego także istotne wartości praktyczne, gdyż są wykorzystywane w procesie formułowania celów i instrumentów realizo-

wanej polityki stabilizacyjnej. W działaniach tych szczególnie ważną rolę odgrywają krótko- i średniookresowe prognozy aktywności gospodarczej.

Dynamiczne badania empiryczne oscylacji koniunkturalnych są prowadzone za pomocą statystycznych szeregów absolutnych lub względnych wartości, które charakteryzują stan i kierunki zmian podstawowych elementów procesu gospodarczego. Przyjęty do analizy materiał empiryczny można podzielić ze względu na charakter zawartości informacyjnej na dwie grupy: wskaźniki ilościowe i wskaźniki jakościowe[1]. W pracach analitycznych prowadzonych po II wojnie światowej coraz większe znaczenie odgrywają wskaźniki jakościowe, gdyż są one nie tylko komplementarne do danych ilościowych, ale także bardzo często mają charakter wyprzedzający w stosunku do zmian występujących w rzeczywistości gospodarczej.

Ogólnym celem poniższych rozważań jest analiza i ocena przydatności jakościowych wskaźników prostych i złożonych w procesie prognozowania kształtowania się wybranych ilościowych danych makroekonomicznych w gospodarce polskiej okresu transformacji gospodarczej.

Przedmiotem analiz empirycznych są przede wszystkim zmiany wartości wskaźników klimatu koniunkturalnego ogółem, klimatu w zakresie produkcji, popytu krajowego i zagranicznego oraz zobowiązań finansowych, oszacowane dla polskiego przemysłu przetwórczego ogółem oraz dla dziesięciu głównych jego działów, wyróżnionych według Europejskiej Klasyfikacji Działalności.

Okres objęty analizą to lata 1992-2000, a jego wybór uzasadniony jest dostępem do porównywalnych danych empirycznych zarówno jakościowych, jak i ilościowych.

1. Koncepcja złożonych wskaźników jakościowych w gospodarce polskiej okresu transformacji

Badania zmian poziomu aktywności gospodarczej w Polsce, prowadzone za pomocą testu koniunkturalnego, mają już stosunkowo długą tradycję. Pierwsze prace dotyczące jedynie państwowych i spółdzielczych przedsiębiorstw przemysłowych województwa poznańskiego rozpoczęła w 1984 roku Akademia Ekonomiczna w Poznaniu.

Od drugiego kwartału 1988 roku badaniami tego typu objęto cały polski przemysł przetwórczy, a od pierwszego kwartału 1990 roku także budownic-

[1] Na ten temat zob. m.in.: R. Barczyk, Z. Kowalczyk, *Metody badania koniunktury gosodarczej*, WN PWN, Warszawa-Poznań 1993, s. 70-89.

two[2]. Podobne prace analityczne prowadzi od 1986 roku Instytut Rozwoju Gospodarczego SGH w Warszawie. W roku 1991 Akademia Ekonomiczna w Poznaniu podjęła z Zakładem Badań Statystyczno-Ekonomicznych GUS-PAN i z ówczesnym Departamentem Produkcji i Postępu Naukowo-Technicznego GUS w Warszawie prace nad nowymi ankietami dla gospodarki polskiej. Pierwsze miesięczne i kwartalne badania dla przemysłu przetwórczego przeprowadzono w czerwcu 1992 roku, a dla budownictwa w lipcu 1993 roku. W październiku 1993 roku GUS rozpoczął miesięczne i kwartalne prace analityczne dla polskiego handlu detalicznego, a w kwietniu 1997 roku kwartalne badania kondycji gospodarstw domowych.

1.1. Zawartość merytoryczna i konstrukcja jakościowych wskaźników złożonych

Adaptując metodę testu koniunkturalnego do badania zmian poziomu aktywności gospodarczej w Polsce, przyjęto, że w systemie okresu transformacji występują krótko- i średniookresowe fluktuacje koniunkturalne, a zachowania decyzyjne poszczególnych podmiotów gospodarczych są zdeterminowane nie tylko przez obiektywne czynniki ekonomiczne czy społeczno-polityczne, lecz także są uwarunkowane przez subiektywne odczucia i oczekiwania poszczególnych uczestników procesu gospodarowania.

Ponieważ najbardziej wrażliwym sektorem na zmiany koniunkturalne jest przemysł przetwórczy, więc też w pierwszej kolejności do analiz przyjęto podmioty należące do tej grupy. Losowy dobór respondentów poddawanych badaniu obejmuje jednostki, w których liczba pracujących jest wieksza aniżeli pięć osób[3].

Odpowiedzi podmiotów działających w przemyśle przetwórczym, a biorących udział w badaniu, stanowią podstawę budowy jakościowych wskaźników prostych i złożonych. Szacunek wartości tych indeksów jest poprzedzony procedurą ich ważenia[4]. Na podstawie uzyskanych informacji cząstkowych GUS publikuje dla ogółu respondentów oraz wyróżnionych podgrup jedynie złożony wskaźnik jakościowy ogólnego klimatu koniunkturalnego. Jego wartość jest średnią arytme-

---

[2] Pierwsze wyniki tych analiz są przedstawione m.in. w pracach: R. Barczyk, M. Rekowski, *Business Activity in Small Industrial Firms Against Background of Tendency Surveys on the Example of Poznań Region in the Eighties*, Referat wygłoszony na sesji CIRET, Zürich 9.09-12.09.1987; R. Barczyk, M. Rekowki, *The Possibilities and the Range of Business Surveys in the Polish Economy*, Referat wygłoszony na sesji CIRET, Wien 10.09.1989.

[3] Na ten temat zob.: R. Barczyk, A. Gaca, I. Zagoździńska, *Badanie koniunktury*, Zeszyty Metodologiczne i Klasyfikacje GUS, Warszawa 1994, s. 17-20.

[4] Ibidem, s. 22-26.

tyczną nieważoną dwóch wskaźników prostych: oceny aktualnej ogólnej sytuacji gospodarczej badanego przedsiębiorstwa oraz przewidywanej ogólnej sytuacji gospodarczej danego podmiotu w ciągu najbliższych trzech miesięcy.

Odpowiedzi otrzymane na pytania miesięcznej i kwartalnej ankiety koniunkturalnej, realizowanej dla przemysłu przetwórczego umożliwiają również konstrukcję innych wskaźników klimatu. W tym zakresie można bowiem szacować:

- Wskaźniki klimatu koniunkturalnego w zakresie popytu na produkty przedsiębiorstwa na rynku krajowym i zagranicznym. Wartość tego indeksu jest obliczana jako średnia arytmetyczna nieważona dwóch wskaźników prostych: ocen aktualnego popytu krajowego i zagranicznego na produkty badanego przedsiębiorstwa oraz przewidywanego w okresie najbliższych trzech miesięcy zapotrzebowania rynkowego na te wyroby.
- Wskaźniki klimatu w zakresie produkcji sprzedanej, szacowane również jako średnia arytmetyczna nieważona indeksów prostych dotyczących oceny aktualnego poziomu produkcji sprzedanej respondenta i przewidywanej w ciągu najbliższego miesiąca wielkości produkcji sprzedanej.
- Wskaźniki klimatu w zakresie zobowiązań finansowych, których wartość jest średnią arytmetyczną nieważoną dwóch indeksów prostych: oceny aktualnej sytuacji finansowej przedsiębiorstwa i prognozowanej w okresie trzech miesięcy jego sytuacji finansowej.

Oprócz wskaźników klimatu na podstawie informacji (szeregów czasowych), publikowanych przez GUS można również szacować indeksy zaufania ekonomicznego w polskim przemyśle przetwórczym. Ich konstrukcja jest podobna do konstrukcji w krajach Unii Europejskiej, a ich wartość jest równa średniej arytmetycznej wartości trzech następujących wskaźników prostych:

- oceny aktualnego popytu krajowego i zagranicznego na produkty badanego przedsiębiorstwa,
- oceny stanu zapasów wyrobów gotowych, gwarantujących ciągłość zaopatrzenia odbiorców,
- prognozy na najbliższy miesiąc kształtowania się poziomu produkcji sprzedanej.

Miesięczne i kwartalne badania ankietowe przedsiębiorstw budowlano-montażowych, działających w gospodarce polskiej, są podstawą dla GUS szacunku m.in. wskaźników ogólnego klimatu koniunkturalnego w budownictwie. Wartość tego indeksu jest równa średniej arytmetycznej nieważonej wartości indeksów prostych dotyczących: oceny aktualnej, ogólnej sytuacji gospodarczej badanego podmiotu oraz prognozy jego sytuacji gospodarczej w najbliższych trzech miesiącach. Publikowane wartości wskaźników prostych mogą być także wykorzystywane do szacunku indeksu zaufania ekonomicznego w budownictwie. Jego zawartość merytoryczna jest taka jak w krajach należących do Unii Europejskiej, gdyż jego wartość jest średnią arytmetyczną nieważoną oceny poziomu zamówień na prace budowla-

no-montażowe oraz oczekiwań badanych firm, dotyczących zmian wielkości zatrudnienia w ciągu najbliższych kilku miesięcy.

Ankietowe badania przedsiębiorstw handlu detalicznego są prowadzone w gospodarce polskiej w miesięcznych i kwartalnych odstępach czasu, a informacje uzyskane w ten sposób są podstawą szacunku m.in. wskaźnika ogólnego klimatu koniunkturalnego. Indeksy te są konstruowane podobnie jak dla przemysłu przetwórczego i budownictwa, gdyż ich wartość jest średnią arytmetyczną nieważoną wartości wskaźników prostych dotyczących oceny ogólnej sytuacji gospodarczej badanej jednostki handlowej oraz przewidywanej w najbliższych trzech miesiącach jej sytuacji gospodarczej.

Prace analityczne prowadzone za pomocą metody testu koniunkturalnego wśród przedsiębiorstw przemysłu przetwórczego i handlu detalicznego oraz szacunek wartości wskaźników ogólnego klimatu koniunkturalnego dla tych sfer działalności umożliwiają zbudowanie, podobnie jak w niektórych krajach Unii, wskaźników klimatu gospodarczego. Ich wartość jest równa średniej arytmetycznej nieważonej wskaźników ogólnego klimatu w przemyśle przetwórczym i w handlu detalicznym.

W drugim kwartale 1997 roku GUS podjął prace analityczne, mające na celu uzyskiwanie szybkich, kwartalnych informacji o zachowaniach konsumentów w powiązaniu z subiektywną oceną sytuacji ekonomicznej gospodarstw domowych oraz ogólnej koniunktury gospodarczej kraju[5]. Uzyskiwane w ten sposób informacje służą do szacunku wskaźników jakościowych, które są wykorzystywane nie tylko do oceny bieżącej sytuacji na rynku oraz procesów decyzyjnych konsumentów, ale także są podstawą formułowania krótkookresowych prognoz koniunkturalnych. Wśród informacji otrzymywanych od około 2,7 tys. przedstawicieli gospodarstw domowych możliwe jest uzyskiwanie danych, dotyczących m.in.:

- oceny aktualnej sytuacji finansowej gospodarstwa domowego w stosunku do stanu sprzed 12 miesięcy,
- przewidywań analizowanego gospodarstwa domowego o jego sytuacji finansowej w ciągu najbliższych 12 miesięcy,
- oceny aktualnej, ogólnej sytuacji ekonomicznej w Polsce w ostatnich 12 miesiącach,
- prognozy ogólnej sytuacji ekonomicznej w Polsce w ciągu najbliższych 12 miesięcy,

---

[5] Na ten temat zob.:
Komunikat Prezesa GUS z dn.12.03.1997 r. w sprawie badania kondycji gospodarstw domowych, Dziennik Urzędowy GUS, 1997, nr 3, poz. 27, s. 20-23;
Komunikat Prezesa GUS z dn. 28.11.1997 r. w sprawie badania kondycji gospodarstw domowych (postaw konsumentów), Dziennik Urzędowy GUS, 1997, nr 4, poz. 117, s. 164-170.

– skłonności badanych gospodarstw domowych do dokonania w ciągu najbliższych 12 miesięcy wydatków na zakup ważniejszych dóbr konsumpcyjnych w porównaniu z wydatkami w poprzednich 12 miesiącach.

Rozpoczęte analizy empiryczne konsumentów w naszym kraju mogą się okazać w przyszłości bardzo przydatne do szacunku wskaźników zaufania konsumentów, tak jak w Unii Europejskiej. Niestety czas, w którym szeregi te będą mogły być wykorzystywane, jest stosunkowo odległy, gdyż względy formalno-statystyczne nie pozwalają na ich natychmiastowe zastosowanie.

1.2. Wybrane statystyczno-ekonometryczne właściwości jakościowych wskaźników złożonych

W analizach cech złożonych wskaźników jakościowych, charakteryzujących zmiany sytuacji koniunkturalnej w gospodarce polskiej wykorzystano szeregi chronologiczne danych oficjalnie publikowanych przez GUS w Warszawie oraz szeregi czasowe wskaźników syntetycznych, których wartości obliczono na podstawie indeksów prostych, publikowanych również przez Urząd Statystyczny. Tym samym w pracach analitycznych badano następujące indeksy złożone dla przemysłu przetwórczego;

– ogólnego klimatu koniunkturalnego,
– klimatu w zakresie popytu krajowego i zagranicznego,
– klimatu w zakresie produkcji sprzedanej,
– klimatu w zakresie zobowiązań finansowych,
– zaufania w przemyśle.

Jakościowe wskaźniki złożone, charakteryzujące sytuację w budownictwie, przyjęte do analiz są następujące:

– ogólny klimat koniunkturalny,
– zaufanie w budownictwie.

Zmiany poziomu aktywności gospodarczej w handlu detalicznym są odzwierciedlane przez wskaźniki ogólnego klimatu koniunkturalnego w tej sferze działalności. Ponadto w przeprowadzonych pracach analitycznych oszacowano i przyjęto indeks klimatu gospodarczego, który wskazuje jednoczesne zmiany klimatu w polskim przemyśle przetwórczym i w handlu detalicznym.

Jako szereg referencyjny zaakceptowano indeksy dynamiki wartości produkcji sprzedanej przemysłu przetwórczego w cenach stałych (analogiczny okres roku poprzedniego =100). Wszystkie zaaprobowane do analiz szeregi czasowe poddane zostały zabiegowi oczyszczenia z wahań, mających charakter sezonowy i losowy. Metodą stosowaną w tym przypadku była procedura sezonowej dekompozycji szeregów danych miesięcznych za pomocą programu Statistica.

W tak wyrównanych szeregach czasowych wyodrębniono ich cechy statystyczno-formalne oraz wydzielono właściwości oscylacji koniunkturalnych. W celu wyznaczenia punktów zwrotnych przyjęto, że zwrot górny występuje w momencie, gdy wartość wskaźnika osiąga swoje maksimum, a zwrot dolny następuje w okresie, w którym wartość indeksu jest minimalna. W kolejnym kroku określono długości poszczególnych faz, zakładając, że dany przedział czasowy tworzy fazę wówczas, gdy jego długość jest większa aniżeli 9 miesięcy. Wyodrębniono w ten sposób dwie fazy: wzrostową, która występuje między punktem zwrotnym dolnym i górnym, oraz spadkową, która znajduje się w czasie między punktem zwrotnym górnym i dolnym. Wyróżnione punkty zwrotne oraz fazy były podstawą szacunku amplitudy wahań, która jest różnicą między wartością maksymalną danego wskaźnika a wartością minimalną.

Tabela 1 przedstawia niektóre cechy morfologiczne wahań koniunkturalnych, wyodrębnione w przyjętych do analiz wskaźnikach jakościowych na tle właściwości wyróżnionych w indeksach produkcji przemysłowej. W większości badanych wskaźników wyodrębniono wahania, które tworzą jeden, a czasami dwa cykle koniunkturalne (indeksy ogólnego klimatu koniunkturalnego w przemyśle, klimatu w zakresie zobowiązań finansowych w przemyśle, klimatu gospodarczego). Długość cykli wynosiła od trzech do sześciu lat, przy czym cykle występujące w produkcji przemysłowej i w handlu detalicznym były krótsze aniżeli w budownictwie. Fazy pomyślnej koniunktury były generalnie nieco krótsze aniżeli fazy niepomyślnej koniunktury. Amplituda faz wzrostowych była w większości przypadków wyższa aniżeli amplituda faz osłabionej dynamiki wzrostu. Takie kształtowanie się wartości badanej cechy potwierdza, że w latach dziewięćdziesiątych w gospodarce polskiej występował długookresowy proces wzrostu gospodarczego.

Wyodrębnione cechy morfologiczne wahań koniunkturalnych występujących w Polsce są w zasadzie porównywalne z właściwościami fluktuacji, które istnieją w wysoko rozwiniętych gospodarkach rynkowych. Pewnym wyjątkiem jest jedynie fakt, że fazy niepomyślnej koniunktury są w gospodarce polskiej nieco dłuższe aniżeli fazy pomyślnej koniunktury. Może to być spowodowane tym, że w okresie niepomyślnej koniunktury nakładają się na siebie zjawiska kryzysowe, związane z procesami koniunkturalnymi i z dokonującymi się procesami strukturalnymi.

Przeprowadzona analiza empiryczna złożonych wskaźników jakościowych, szacowanych na podstawie metody testu koniunkturalnego, realizowanej przez GUS wykazała duże podobieństwo tych danych do indeksów konstruowanych w krajach o gospodarce rynkowej. Zbieżność ta odnosi się zarówno do zawartości i konstrukcji tych szeregów, jak i do właściwości wyodrębnionych w nich fluktuacji koniunkturalnych. Nie jest ona niestety pełna i złożone wskaźniki jakościowe liczone w naszym kraju wykazują w dalszym ciągu pewne odchylenia od oczekiwań, formułowanych na bazie doświadczeń powstałych w krajach o gospodarce rynkowej.

Tabela 1. Niektóre cechy morfologiczne wahań koniunkturalnych wyodrębnionych w wybranych wskaźnikach jakościowych i ilościowych w gospodarce polskiej w latach 1992 –2000*

Cechy morfologiczne wahań	Fazy wahań koniunkturalnych					
	spadkowa	wzrostowa	spadkowa	wzrostowa	spadkowa	wzrostowa
Produkcja sprzedana przemysłu (okres analogiczny roku poprzedniego = 100)						
Czas trwania	**- XII 92**	**I 93-XII 94**	**I 95-I 99**	**II 99-XII 99**	**I 2000 -**	
Długość faz (w miesiącach)		24	49	11		
Amplituda faz		+14,57	-19,68	+21,96		
Ogólny klimat koniunkturalny w przemyśle						
Czas trwania	**- VI 92**	**VII 92-VII 95**	**VIII 95-VII 96**	**VIII 96-VI 97**	**VII 97-XI 98**	**XII 98 -**
Długość faz (w miesiącach)		37	12	11	17	
Amplituda faz		+27,48	-10,49	9,40	-14,38	
Klimat koniunkturalny w zakresie popytu w przemyśle						
Czas trwania	**- VI 93**	**VII 93-XI 94**	**XII 94-XI 98**	**XII 98-I 00**	**II 00 -**	
Długość faz (w miesiącach)		17	48	14		
Amplituda faz		23,86	-17,79	10,99		
Klimat koniunkturalny w zakresie produkcji w przemyśle						
Czas trwania	**- V 93**	**VI 93-X 95**	**XI 95-XI 98**	**XII 98-I 00**	**II 00 -**	
Długość faz (w miesiącach)		28	37	14		
Amplituda faz		17,84	-12,01	6,57		
Klimat koniunkturalny w zakresie zobowiązań finansowych w przemyśle						
Czas trwania	**- V 93**	**VI 93-VIII 95**	**IX 95-VIII 96**	**IX 96-VI 97**	**VII 97-XII 98**	**I 99 -**
Długość faz (w miesiącach)		26	12	10	17	
Amplituda faz		18,49	-9,77	9,01	-11,22	

Zaufanie ekonomiczne w przemyśle						
Czas trwania	**- V 93**	**VI 93-XI 94**	**XII 94-XI 98**	**XII 98-I 00**	**II 00 -**	
Długość faz (w miesiącach)		17	48	14		
Amplituda faz		16,32	-17,67	10,47		
Ogólny klimat koniunkturalny w budownictwie						
Czas trwania	**- VI 93**	**VII 93-XII 94**	**I 95-XII 99**	**I 00 -**		
Długość faz (w miesiącach)		17	60			
Amplituda faz		25,18	-19,02			
Zaufanie ekonomiczne w budownictwie						
Czas trwania	**- VII 93**	**VIII 93-IV 97**	**V 97-VII 99**	**VIII 99 -**		
Długość faz (w miesiącach)		45	26			
Amplituda faz		39,05	-20,82			
Ogólny klimat koniunkturalny w handlu						
Czas trwania	**- III 94**	**IV 94-II 96**	**III 96-XI 97**	**XII 97 -**		
Długość faz (w miesiącach)		22	21			
Amplituda faz		20,45	-6,31			
Klimat gospodarczy						
Czas trwania	**- XI 93**	**XII 93-XI 95**	**XII 95-IX 96**	**X 96-VI 98**	**VII 98-X 99**	**XI 99 -**
Długość faz (w miesiącach)		24	10	21	15	
Amplituda faz		17,11	-4,64	8,62	-9,72	

* Analizy empiryczne wskaźników ilościowych i jakościowych dotyczących przemysłu obejmują okres od czerwca 1992 do marca 2000, budownictwa – od lipca 1993 do marca 2000, a handlu detalicznego – od października 1993 do marca 2000.

Źródło: Obliczenia własne.

Jak wynika z powyższych rozważań, stosunkowo najwyższy stopień zgodności występuje między wskaźnikami klimatu szacowanymi dla naszego kraju a koncepcją indeksów klimatu koniunkturalnego i klimatu gospodarczego w krajach Unii Europejskiej. Co więcej, informacje otrzymywane na pytania testu koniunkturalnego w przemyśle przetwórczym umożliwiają również budowanie indeksów klimatu w sferze popytu, produkcji i zobowiązań finansowych, a więc w sferach, które dokładniej charakteryzują oceny i oczekiwania badanych podmiotów aniżeli jedynie wskaźnik ogólnego klimatu koniunkturalnego. W procesie wyodrębniania i analiz oscylacji szczególnie przydatne są indeksy klimatu w sferze popytu i produkcji. Nieco mniejszą wrażliwość koniunkturalną w tym względzie wykazują wskaźniki klimatu w sferze zobowiązań finansowych.

Gorsza sytuacja występuje w przypadku drugiego wskaźnika złożonego, tj. wskaźników zaufania ekonomicznego i liczonych na tej podstawie indeksów odczuć ekonomicznych. Oszacowany wskaźnik zaufania w przemyśle przetwórczym naszego kraju jest bowiem podobny, ale nie identyczny z indeksem zaufania w przemyśle krajów Unii[6].

Jeszcze wieksze problemy dotyczą szacunku indeksów zaufania wśród konsumentów. Wprawdzie dane będące częścią składową tego indeksu są w Polsce szacowane, ale jedynie w przekrojach kwartalnych, a same prace w tym zakresie są prowadzone od drugiego kwartału 1997 roku. Dotychczas dane te nie są niestety oficjalnie publikowane.

Przeprowadzona ogólna analiza wskaźników klimatu w przemyśle przetwórczym, budownictwie i handlu nie daje jednoznacznego dowodu na to, że dane jakościowe mają charakter wyprzedzający. Niekiedy punkty zwrotne wyodrębnione w tych danych występują z opóźnieniem w stosunku do zmian w szeregu referencyjnym (np. punkt zwrotny produkcji przemysłowej w grudniu 1992 roku).

W celu zbadania zakresu i wielkości opóźnień reakcji zmian produkcji przemysłowej na zmiany wskaźników klimatu przemysłu wykorzystano bardziej szczegółowe metody ekonometryczne.

2. Analiza zależności między zmianami produkcji przemysłowej a zmianami klimatu w przemyśle

Badając zależności między zmianami klimatu koniunktury i zmianami produkcji przemysłowej, przyjęto założenie, iż między nimi występują opóźnienia czasowe, któ-

[6] Szerzej na temat istniejących w tym zakresie różnic zob.: R. Barczyk, *Możliwości dostosowania złożonych wskaźników jakościowych szacowanych w Polsce (na podstawie badań ankietowych GUS) do standardów Unii Europejskiej*, w: *Barometry koniunktury dla gospodarki polskiej*, red. Z. Matkowski, SGH, Warszawa 1999, s. 344-345.

rych wielkości i zakres są nieznane. W takim wypadku za jedyne rozsądne podejście analityczne uznano indukcję statystyczną, opartą na formalnych kryteriach statystycznych. Oszacowane opóźnienia są następnie podstawą wyboru odpowiednich zmiennych niezależnych w równaniach regresji, służących celom prognostycznym.

2.1. Metodologia, zakres przedmiotowy i czasowy analizy

Badaniami objęto przemysł przetwórczy w Polsce w podziale na 10 najważniejszych gałęzi:

- produkcja tkanin (EKD 17),
- produkcja odzieży (EKD 18),
- produkcja skóry i obuwia (EKD 19),
- produkcja wyrobów chemicznych (EKD 24),
- produkcja wyrobów z gumy i tworzyw sztucznych (EKD 25),
- produkcja materiałów budowlanych (szkło, ceramika, cement) (EKD 26),
- produkcja maszyn i urządzeń (EKD 29),
- produkcja maszyn i aparatury elektrycznej (EKD 31),
- produkcja pojazdów mechanicznych (EKD 34),
- produkcja mebli (EKD 36).

Okres analiz obejmuje lata od 1992 do marca 2000. Dla celów obliczeń wzięto pod uwagę dane miesięczne produkcji 12 gałęzi oraz odpowiednie, miesięczne wartości klimatów koniunktury dla każdej z gałęzi. Dla każdej gałęzi uwzględniono produkcję w wartościach nominalnych, produkcję realną (osiągniętą poprzez zastosowanie odpowiedniego deflatora cenowego), a także nominalne i realne indeksy dynamiki produkcji (miesiąc t/miesiąc t–1). Zgodnie z założeniem zmiany produkcji przemysłowej są opóźnione w stosunku do wskaźników jakościowych, otrzymanych na podstawie metody tesu koniunkturalnego. Przyjęto następujące proste i złożone wskaźniki jakościowe: klimat koniunkturalny całego przemysłu, klimat w zakresie popytu (krajowego i zagranicznego), klimat w zakresie wartości produkcji sprzedanej, klimat w zakresie zdolności przedsiębiorstw do bieżącego regulowania zobowiązań finansowych, zapasy wyrobów gotowych (saldo ocen), miesięczne prognozy cen (saldo ocen), poziom należności finansowych (saldo ocen).

Dla każdej z par zmiennych wskaźników ilościowych i jakościowych wyznaczono najlepsze ze statystycznego punktu widzenia opóźnienia wskaźników produkcji przemysłowej. Kryterium wyboru opóźnienia była maksymalna wartość współczynnika korelacji R. W następnej kolejności szacowano równania regresji, gdzie zmiennymi zależnymi są produkcja przemysłowa w ujęciu nominalnym, realnym, oraz nominalne i realne indeksy produkcji. Zmiennymi niezależnymi są

klimaty koniunktury całego przemysłu, popytu, produkcji sprzedanej oraz zobowiązań finansowych. Ponadto jako zmienne niezależne uwzględniono wskaźniki zapasów wyrobów gotowych, cen oraz należności finansowych (saldo ocen).

Zmienne niezależne wprowadzono do równań z uprzednio wyznaczonymi odstępami czasowymi. Kryterium oceny błędów szacunku jest RMSE (Root Mean Squere Error). W celu stwierdzenia, które współzależności mają najlepsze własności prognostyczne, porównano RMSE oszacowanych równań z wartością RMSE modelu naiwnego. W modelu naiwnym zakłada się brak zmian z okresu na okres (z miesiąca na miesiąc). Wartość prognostyczna oszacowanych równań jest stosunkowo dobra, jeśli relacja RMSE do RMSE naiwnego jest mniejsza od 1.

W tabeli 2 zawarte są wartości relacji RMSE dla oszacowanych równań.

Tabela 2. Relacje RMSE

Gałęzie	RMSE modelu/RMSE modelu naiwnego			
	U_n	U_r	indeks – U_n	indeks – U_r
Przemysł ogółem	4,0400	4,1900	1,0400	0,8000
EKD 17	1,3803	1,2533	1,1702	0,9885
EKD 18	0,7509	2,7013	0,6631	0,6496
EKD 19	0,6428	0,7131	1,0441	1,0071
EKD 24	1,4718	2,5009	0,8618	0,6658
EKD 25	2,4645	2,3409	0,8301	0,6881
EKD 26	0,8546	1,6296	1,1381	0,8704
EKD 29	0,5830	0,7842	0,8246	0,7612
EKD 31	2,1518	1,9146	0,8561	0,8546
EKD 34	1,5811	1,5831	0,7482	0,6807
EKD 36	2,4551	2,3786	0,9218	1,0529

Źródło: Obliczenia własne.

Uwzględniając powyższe kryterium okazuje się, iż dla celów prognostycznych najlepiej wykorzystywać zależności pomiędzy indeksami produkcji w ujęciu realnym i wskaźnikami klimatu koniunktury lub innymi, prostymi wskaźnikami jakościowymi.

Oszacowane i przyjęte w równaniach regresji opóźnienia między wskaźnikami produkcji realnej a zmiennymi niezależnymi zawiera tabela 3.

Wyprzedzenia większe od 12 miesięcy zostały odrzucone z dalszej analizy. Ich wartość dla prognozowania krótkookresowego jest niewielka. Wykonano wiele obliczeń równań regresji przy założeniu liniowego charakteru przebiegu zjawisk. Niestety wiele wyników szacunku było nieistotnych (niewielkie, mniejsze od krytycznych R, duże błędy szacunku). Zwłaszcza wysokie błędy szacunku osłabiały

możliwości wykorzystania wielkości oszacowanych parametrów dla prognozowania zmiennej zależnej.

Zmiany rzeczywistych zjawisk gospodarczych w długim okresie mają najczęściej charakter nieliniowy. Do formalnego opisu nieliniowości najlepiej nadają się wielomiany. W dalszych analizach wykorzystano wielomian postaci:

$$P(z) = z^n + a_{n-1} z^{n-1} + \ldots + a_0$$

znany jako wielomian Czebyszewa[7].

Tabela 3. Opóźnienie (w miesiącach) między wskaźnikami produkcji realnej (indeks U_r) a przyjętymi zmiennymi niezależnymi

Gałęzie przemysłu EKD	Zmienne niezależne					
	klimat popytu	klimat produkcji sprzedanej	zapasy wyrobów gotowych	ceny	klimat zobowiązań finanso-wych	poziom należności
17	9	18	19	2	5	23
18	18	18	1	11	18	23
19	6	6	6	8	6	20
24	5	5	3	9	15	20
25	4	3	9	19	20	14
26	14	2	18	3	3	1
29	4	8	2	7	20	6
31	6	2	13	8	3	2
34	4	5	21	17	3	1
36	17	5	9	8	5	14
Średnia	8,7	7,2	9,5	9,2	9,8	12,3

Źródło: Obliczenia własne.

Analiza modelu uzupełnionego wielomianami Czebyszewa rzędu $k = 1, 2, \ldots$ $\ldots, 12$ wykazuje lepsze dopasowanie do indeksów produkcji realnej w poszczególnych branżach, co nie jest bynajmniej równoznaczne z polepszeniem jego zdolności prognostycznej.

[7] Zastosowanie wielomianu Chebyszewa znajduje się m.in. w: H. J. Bierens, *Testing the Unit Root with Drift Hypothesis Against Nonlinear Trend Stationarity, with an Application to the US Price Level and Interest Rate*, Journal of Econometrics vol. 81, p. 29-64.

Tabela 4. Współczynniki regresji indeksów produkcji realnej w wybranych działach produkcji przemysłu przetwórczego

Dział EKD	Opóźnienia w produkcji (lag)		Zmienna	Współczynnik regresji	Błąd szacunku	R^2
17	Pr_{ir} =	9	Kl_{pop}	0,12	0,06	0,86
		2	Pr_{cen}	0,21	0,13	
		5	Kl_{zob}	0,11	0,14	
18	Pr_{ir} =	1	Zap	0,30	0,19	0,82
		11	Pr_{cen}	0,40	0,20	
19	Pr_{ir} =	6	Kl_{pop}	0,10	0,07	0,83
		2	Zap	0,10	0,14	
		8	Pr_{cen}	0,20	0,16	
24	Pr_{ir} =	5	Kl_{pop}	0,11	0,09	0,90
		3	Zap	0,31	0,13	
25	Pr_{ir} =	4	Kl_{pop}	0,10	0,08	0,83
		9	Zap	0,30	0,14	
26	Pr_{ir} =	2	Kl_{prd}	0,16	0,09	0,73
		3	Pr_{cen}	0,14	0,20	
		3	Kl_{zob}	0,18	0,20	
29	Pr_{ir} =	8	Kl_{prd}	0,18	0,10	0,87
		2	Zap	0,17	0,20	
		7	Pr_{cen}	0,15	0,18	
31	Pr_{ir} =	6	Kl_{pop}	0,12	0,12	0,79
		8	Pr_{cen}	0,17	0,09	
		3	Kl_{zob}	0,37	0,16	
34	Pr_{ir} =	4	Kl_{pop}	0,10	0,12	0,70
		3	Kl_{zob}	0,48	0,14	
36	Pr_{ir} =	9	Zap	0,14	0,16	0,88
		8	Pr_{cen}	0,19	0,17	

Kl_{pop} – wskaźnik klimatu popytu,
Kl_{zob} – klimat regulowania zobowiązań finansowych,
Kl_{prd} – wskaźnik klimatu produkcji,
Pr_{cen} – prognoza cen sprzedaży,
Zap – zapasy wyrobów gotowych,
Pr_{ir} – indeksy produkcji realnej.
Źródło: Obliczenia własne.

3. Wykorzystanie sztucznych sieci neuronowych w prognozowaniu dynamiki gospodarczej[8]

W roku 1943 Warren S. McCulloch i Walter Pitts opracowali matematyczny model sztucznego neuronu, co zapoczątkowało próby badania struktur składających się z kilku neuronów[9]. Podobnie jak w neuronie biologicznym w wyniku wielu połączeń jeden lub kilka neuronów stawało się wyjściem, które uaktywniało się po przekroczeniu pewnej wartości progowej. Sprawność sieci neuronowej zdeterminowana jest nie szybkością przetwarzanej w neuronach informacji, lecz liczbą neuronów i liczbą połączeń międzyneuronowych. Sieci neuronowe opierają się zatem na równoległym przetwarzaniu informacji. W roku 1958 Frank Rosenblatt wykonał pierwszą sztuczną sieć neuronową, służącą do rozpoznawania znaków alfanumerycznych (*perceptron*). Cechą charakterystyczną sieci neuronowych jest ich odporność na losowe zakłócenia, sieć nie ulega uszkodzeniu, potrafi się adaptować i działać mimo uszkodzenia poprawnie. Widzimy tu analogię do organizmów żywych, które funkcje uszkodzonych organów przekazują innym, zdrowym organom.

Neurony łączą się w struktury zwane sieciami neuronowymi. W celu uproszczenia obrazu sieci przyjęto zwyczaj gromadzenia neuronów w warstwy. W zależności od liczby warstw wyróżnia się sieci jedno- i wielowarstwowe. Połączenia między kolejnymi warstwami są zazwyczaj pełne, tzn. każdy neuron jest powiązany z każdym neuronem warstwy sąsiedniej. W literaturze przedmiotu sugeruje się rozmaite formuły ustalania liczby neuronów w warstwie ukrytej. Warstwa przyjmująca wartości wejść nosi nazwę warstwy wejściowej, a warstwa wyjściowa prezentuje odpowiedź na wzorce zadawane na wejściu. Pomiędzy warstwą wejściową i wyjściową leżą warstwy ukryte. Warstwy ukryte pozwalają sieci na rozwiązywanie problemów klasyfikacji nieseparowalnych liniowo, tzn. podziału zbioru za pomocą linii innej niżeli prosta. Zazwyczaj jedna warstwa ukryta wystarcza do rozwiązania większości stawianych przed siecią zadań. Wyniki sieci zawierającej w warstwie ukrytej zaledwie jeden neuron nie różnią się istotnie od wyników najlepszych sieci[10]. W literaturze przedmiotu sugeruje się rozmaite formuły ustalania liczby neuronów w warstwie ukrytej. Na początku sugeruje się umieszczenie w warstwie ukrytej liczby neuronów równej sumie zmiennych wejściowych i wyjściowych. Nie jest to jednak kluczowe zagadnienie sieci neuronowych, bez trudu można ustalić optymalną liczbę neuronów w warstwie ukrytej. Kryterium może być na

---

[8] Zob.: Sieci neuronowe, red. W. Duch, J. Korbicz, L. Rutkowski, R. Tadeusiewicz, t. 6: *Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna*, Exit, Warszawa 2000; D. Rutkowska, M. Piliński, L. Rutkowski, *Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte*, WN PWN, Warszawa 1997.

[9] W. S. McCulloch, W. Pitts, *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*, Bulletin of Mathematical Biophysics 1943, no 5, s. 115-133.

[10] Zob.: E. Gately, *Sieci neuronowe. Prognozowanie finansowe i projektowanie systemów transakcyjnych*, WIG-Press, Warszawa 1999, s. 77-78.

przykład RMSE próbek testowych. Najważniejszą własnością sieci neuronowych jest ich zdolność uczenia się na podstawie danego wzorca. Nie jest wymagane przy tym ustalanie algorytmu rozwiązania problemu, wystarcza zaprezentowanie odpowiednio licznego zbioru danych empirycznych. Sieci neuronowe dzięki procedurom wstecznej propagacji błędu są w stanie przetworzyć otrzymaną na wejściu informację i wyciągnąć z niej istotne elementy. Sieci bowiem są zdolne do uogólniania, co pozwala na uzyskanie sensownych odpowiedzi w sytuacjach, z którymi sieć spotyka się po raz pierwszy. Aproksymacje uzyskane za pomocą sieci neuronowych są porównywalne z jakością aproksymacji najlepszych metod aproksymacji nieliniowych[11]. Dane własności mają kapitalne znaczenie w prognozowaniu zachowania układów o dużej liczbie parametrów wejściowych i wyjściowych, które prawie wyłącznie można spotkać w rzeczywistych warunkach.

Aby sztuczna sieć neuronowa symulowała zachowanie ludzkiego mózgu, poddajemy ją treningowi, mającemu na celu nauczenie jej faktów i właściwości prezentowanego zbioru danych empirycznych. Dane prezentujemy za pomocą arkusza kalkulacyjnego w porządku losowym lub sekwencyjnym (metoda rotacji). Najpopularniejszym algorytmem uczenia sieci jest *momentum*, który określa współczynnik uczenia (prędkość nauki sieci) oraz współczynnik „bezwładności" *momentum*, tzn. siłę, z jaką poprzednie działania wpływają na działanie obecne. Im większa wielkość współczynnika uczenia (z przedziału $\langle 0,1 \rangle$)tym szybsze staje się przeszukiwanie przestrzeni rozwiązań. Zbyt duża jego wartość może doprowadzić do przeoczenia najlepszego rozwiązania. Współczynnik *momentum* decyduje o stabilności procesu uczenia: wraz ze wzrostem jego wartości (z przedziału $\langle 0,1 \rangle$) rośnie bezwładność procesu przeszukiwania przestrzeni rozwiązań. W przypadku skrajnym sieć uczy się na pamięć wszystkich wzorców i nie jest w stanie dać sensownej odpowiedzi na nową informację. W poniższych badaniach użyliśmy algorytmu momentum dla współczynnika uczenia 0,9 i współczynnika momentum 0,5.

W celu doboru zmiennych objaśniających modelu stosuje się zazwyczaj wykresy wkładu. Pokazują one, ile każda ze zmiennych wnosi do rozwiązania sieci. Wkłady oblicza się, sumując wagi (wskaźniki siły powiązań między neuronami) dla danej zmiennej. W naszej analizie wykresy prezentowane są w postaci diagramów kołowych udziału procentowego poszczególnych zmiennych w rozwiązaniach sieciowych. Wagi ulegają zmianom w trakcie uczenia oraz testowania sieci i mają rozkład w przybliżeniu normalny. Testowanie sieci odbywa się na próbce i jest niezbędne dla poprawnego działania sieci neuronowych. Ponieważ w prognozowaniu krótkookresowym dużą wagę mają fakty najbliższej przeszłości, zastosowaliśmy funkcję losowego wyboru wartości w plikach uczącym i testującym. Funkcja ta nie jest polecana w testowaniu efektywności różnych sieci odniesienia, gdy

[11] Zob.: K. Michalik, *Neuronix 3.0 dla Windows 9x/NT. Symulator sztucznych sieci neuronowych*, Katowice 1999, s. 4-8.

trzeba dokonywać porównań na podstawie tych samych zbiorów testowych. Wówczas polecana jest metoda rozłącznego wyboru wartości w plikach.

W uczeniu sieci następuje moment, po osiągnięciu którego sieć zaczyna uczyć się na pamięć i mimo że dobrze radzi sobie z danymi retrospektywnymi (wszystkie je pamięta), to jej wyniki pogarszają się podczas kontaktu ze świeżymi danymi, nie stara się zrozumieć związku pomiędzy nimi i nie radzi sobie z danymi testowymi. W tych warunkach należy wstrzymać trening, nie daje on bowiem poprawy rozwiązań sieci neuronowych. Zazwyczaj po 10 tys. próbek trening nie owocuje poprawą wyników, co sygnalizowane jest spadkiem tempa uczenia. RMSE danych uczących i testowych przestaje spadać i rośnie. Badaniami objęto 10 branż polskiego przemysłu przetwórczego, omówionych powyżej w okresie wydłużonym do grudnia 2000 roku. Przeprowadzona ponownie analiza autokorelacji i korelacji krzyżowej tylko częściowo potwierdziła ustalone wyżej wielkości opóźnień danych jakościowych względem indeksów produkcji realnej branż. Analizę uzupełniliśmy o autokorelację i korelację cząstkową zmiennej objaśnianej indeksu dynamiki realnej produkcji sprzedanej przemysłu (Pr_{ir}) oraz korelację krzyżową klimatu koniunkturalnego ogółem i Pr_{ir} (dla 1-, 2-, ..., 36-miesięcznego opóźnienia danych jakościowych względem Pr_{ir}). Uzyskane wyniki zebrane zostały w tabeli 5.

Zastosowaliśmy następujące oznaczenia:

- wskaźnik ogólnego klimatu koniunktury (Kl_o),
- wskaźnik klimatu popytu (Kl_{pop}),
- wskaźnik klimatu produkcji (Kl_{prd}),
- zapasy wyrobów gotowych (Zap),
- prognoza cen sprzedaży (Pr_{cen}),

Tabela 5. Opóźnienie (w miesiącach) między wskaźnikami produkcji realnej (Pr_{ir}) a przyjętymi zmiennymi niezależnymi

EKD	Pr_{ir}	Kl_o	Kl_{pop}	Kl_{prd}	Zap	Pr_{cen}	Kl_{zob}	N_{fin}
17	13	9	9	9	19	2	5	15
18	6	10	10	10	3	11	10	11
19	3	15	6	6	6	8	6	10
24	4	17	5	5	28	5	15	28
25	3	4	2	11	13	2	11	23
26	3	8	18	11	22	2	9	1
29	7	1	4	8	2	7	25	10
31	7	2	2	2	13	8	3	2
34	13	1	4	5	8	13	3	1
36	13	15	15	15	19	8	11	16

Źródło: Obliczenia własne (Eviews, Version for Students).

– klimat regulowania zobowiązań finansowych (Kl_{zob}),
– poziom należności (N_{fin}).

Jednokierunkowe sztuczne sieci neuronowe zostały tak skonstruowane, że zawierają po 8 neuronów reprezentowanych przez wyprzedzające Pr_{ir} zmienne objaśniające w warstwie wejściowej i dwóch warstwach ukrytych oraz z jednym wyjściem. Horyzont prognozowania sieci warunkowany jest dostępnością wyprzedzających danych i wielkością minimalnego wyprzedzenia zestawu zmiennych objaśniających. Na przykład dynamika realnej produkcji branży meblarskiej (EKD 36) może być prognozowana na 8 miesięcy w przód (prognoza *ex-ante*), podczas gdy Pr_{ir} EKD 34 jedynie na jeden miesiąc. Uzyskane wyniki sieci testowane były za pomocą RMSE prognozy *ex-post* (za dobrą prognostycznie uznawaliśmy sieć, której RMSE prognozy *ex-post* był niższy od RMSE wartości teoretycznych). Obliczenia wykonane zostałe na podstawie pakietu Sphinx 3.0, zawierającego program Neuronix[12]. Niektóre wartości RMSE zostały zebrane w poniższym zestawieniu:

Tabela 6. Wybrane wartości RMSE dla prognoz *ex-post* sztucznych sieci neuronowych (w nawiasie RMSE wartości teoretycznych zbioru wyuczonego)

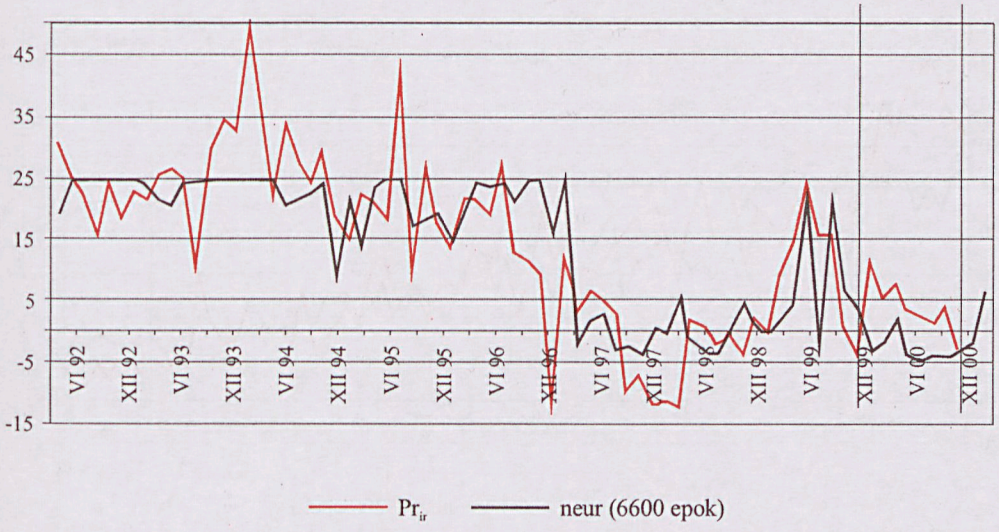
EKD	Epoki					
	250	1100	3300	6600	13 200	26 400
17	10,1 (13,21)	9,11 (10,62)	8,18 (9,07)	**7,9 (9,00)**		
18				10,50 (12,02)	**10,34 (8,18)**	
19			11,97 (15,33)	**11,71 (13,99)**	11,55 (15,25)	
24				**8,08 (6,74)**		
25			9,41 (17,76)	9,11 (16,67)	**8,95 (14,04)**	9,46 (12,37)
26			**10,29 (9,68)**	10,13 (9,97)		
29			**7,81 (18,08)**	7,97 (18,69)		
31			**11,29 (16,49)**	11,91 (21,18)		
34			18,89 (21,94)	**18,81 (20,11)**		
36			9,41 (20,72)	**9,40 (20,42)**		

Źródło: Obliczenia własne (Neuronix, Excel 2000).

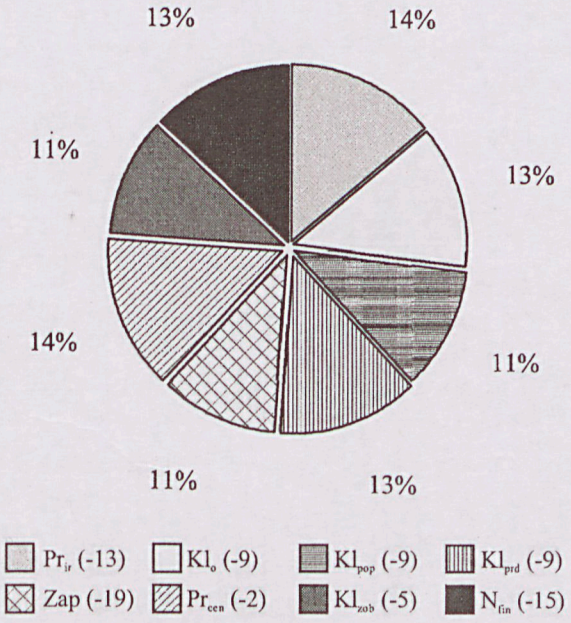
Wybrane przez nas wstrzymanie treningu sieci następowało z reguły po 3300 lub 6600 epokach. Jedynie w dwóch przypadkach lepsze wyniki uzyskaliśmy dopiero po 13 200 epokach. Opierając sie na uzyskanych plikach wag sformułowaliśmy następnie prognozy *ex ante* oraz wykresy wkładu poszczególnych zmiennych w rozwiązania sieciowe. Poniższe wykresy ilustrują otrzymane wyniki.

[12] Bliższe informacje o programie można znaleźć na stronie internetowej http://www.aitech.com.pl.

Symulacja i prognozowanie dynamiki produkcji realnej branży tekstylnej (EKD 17)

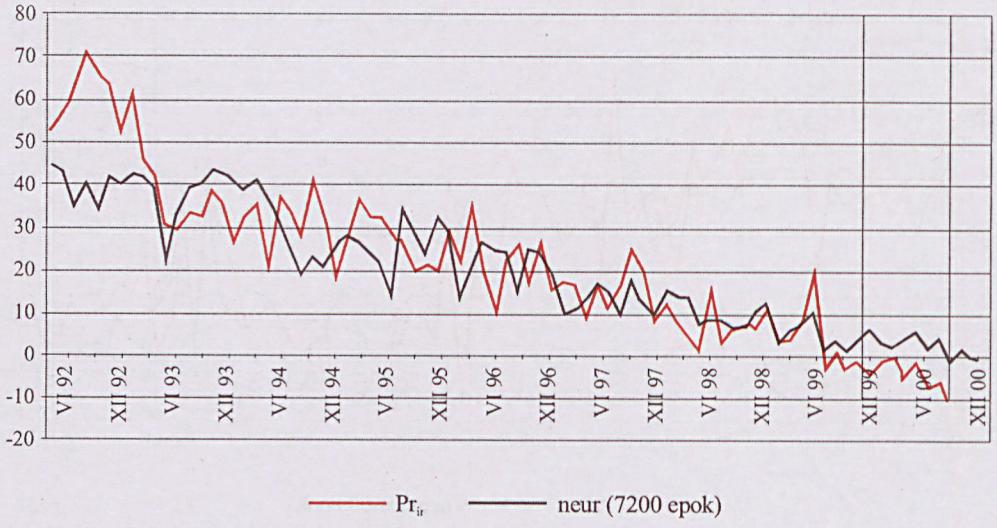


Względny wkład zmiennych do sieci neuronowej EKD 17

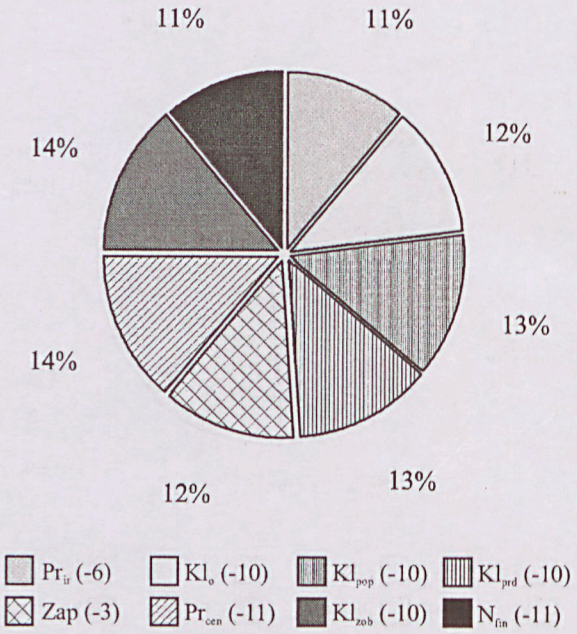


Wykres 1. Produkcja realna branży tekstylnej (EKD 17)
Źródło: Obliczenia własne

Symulacja i prognozowanie dynamiki produkcji realnej branży odzieżowej (EKD 18)

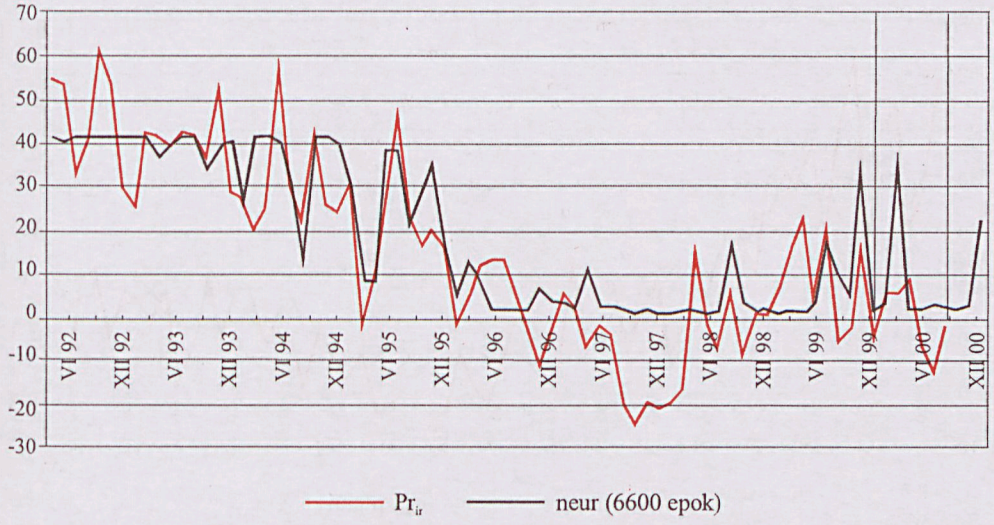


Względny wkład zmiennych do sieci neuronowej EKD 18

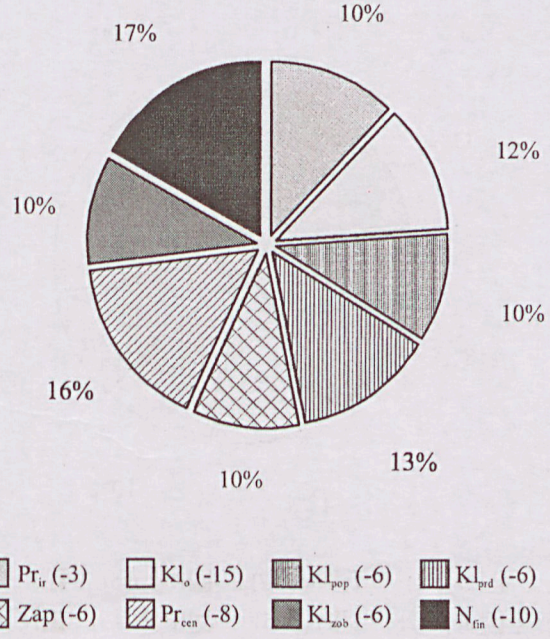


Wykres 2. Produkcja realna branży odzieżowej (EKD 18)
Źródło: Obliczenia własne

Symulacja i prognozowanie dynamiki produkcji realnej branży skórzanej (EKD 19)

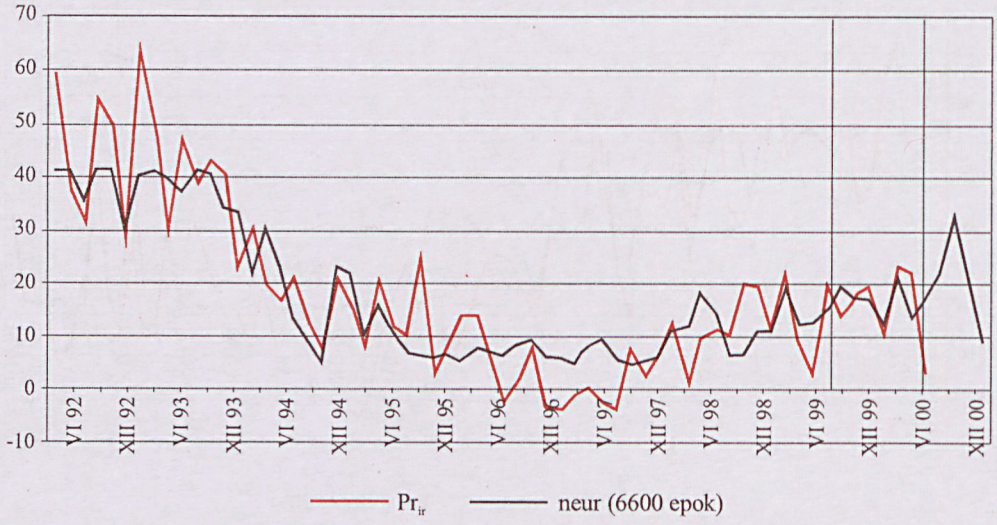


Względny wkład zmiennych do sieci neuronowej EKD 19

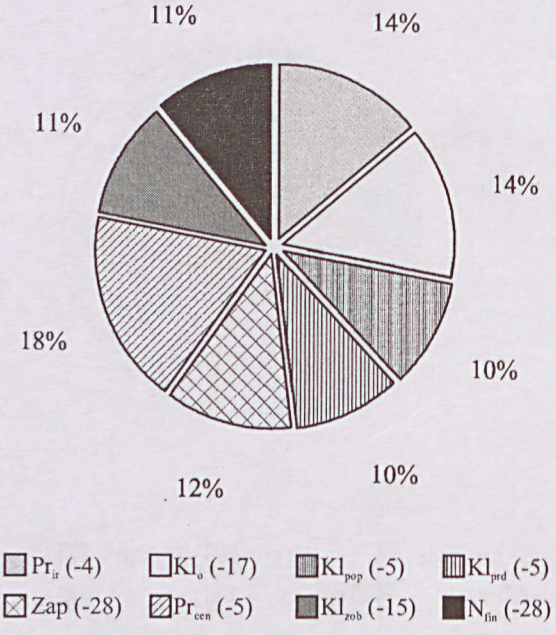


Wykres 3. Produkcja realna branży skórzanej (EKD 19)
Źródło: Obliczenia własne

Symulacja i prognozowanie dynamiki produkcji realnej branży chemicznej (EKD 24)

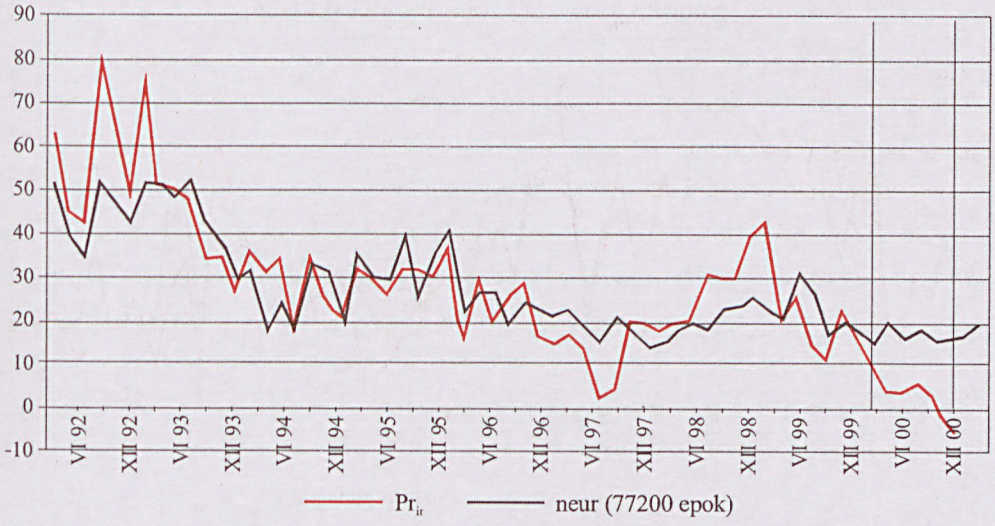


Względny wkład zmiennych do sieci neuronowej EKD 24

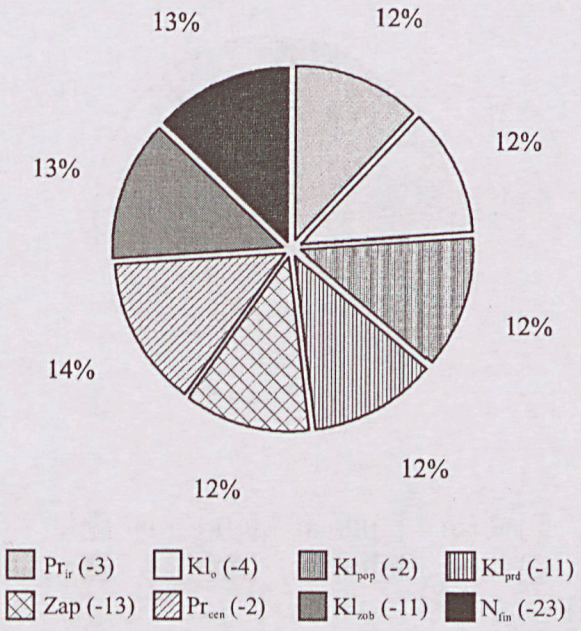


Wykres 4. Produkcja realna branży chemicznej (EKD 24)
Źródło: Obliczenia własne

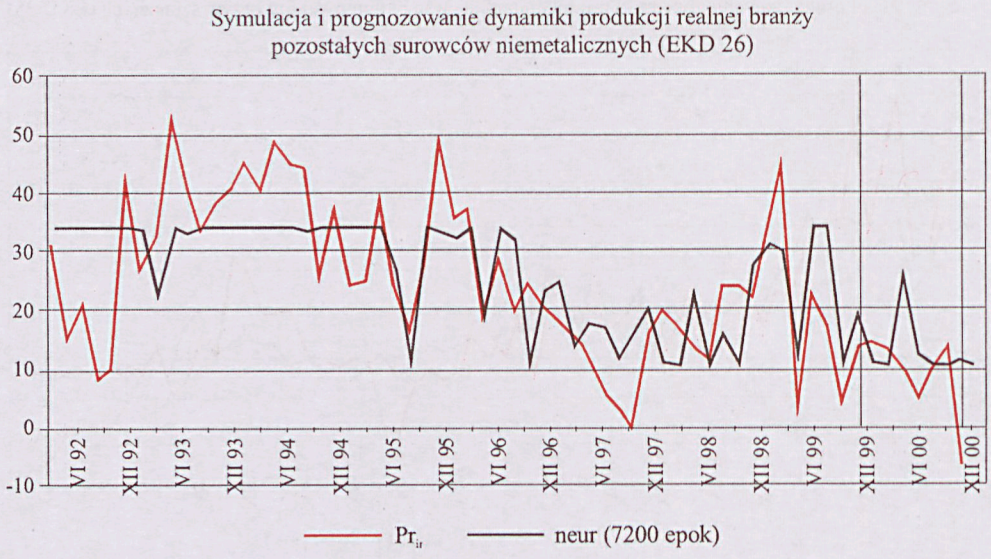
Symulacja i prognozowanie dynamiki produkcji realnej branży gumowej i tworzyw sztucznych (EKD 25)

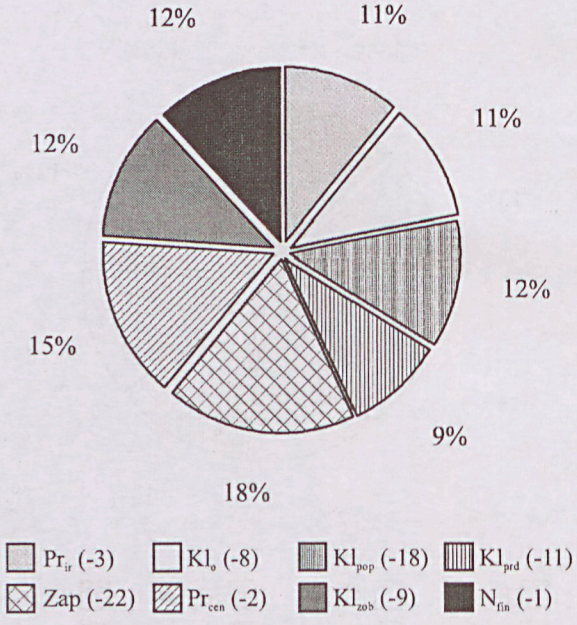


Względny wkład zmiennych do sieci neuronowej EKD 25



Wykres 5. Produkcja realna branży gumowej i tworzyw sztucznych (EKD 25)
Źródło: Obliczenia własne

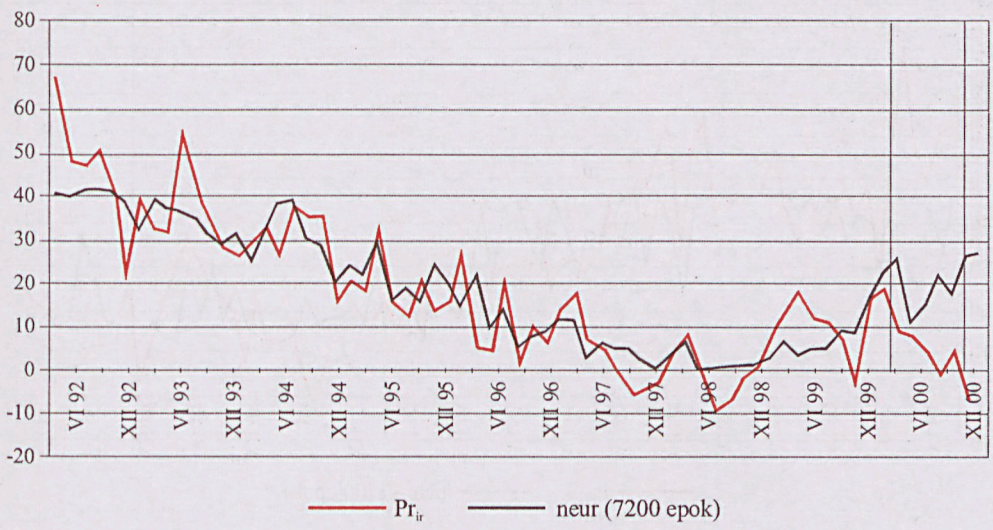




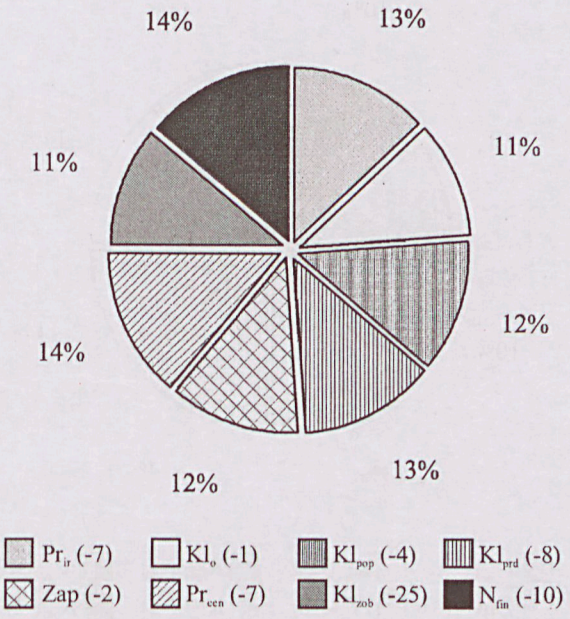
Wykres 6. Produkcja realna branży pozostałych surowców niemetalicznych (EKD 26)

Źródło: Obliczenia własne

Symulacja i prognozowanie dynamiki produkcji realnej branży maszyn i urządzeń (EKD 29)

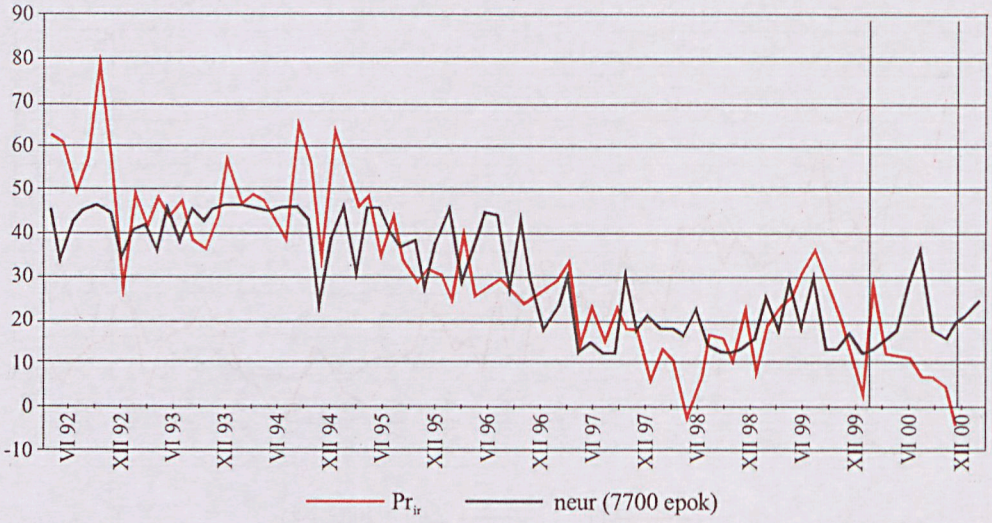


Względny wkład zmiennych do sieci neuronowej EKD 29

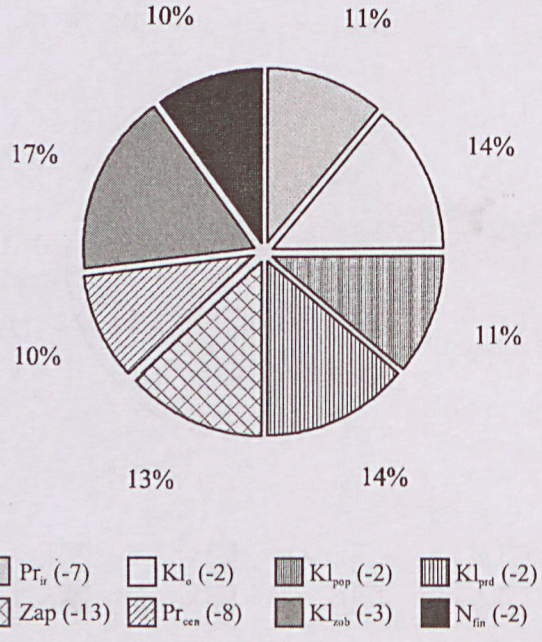


Wykres 7. Produkcja realna branży maszyn i urządzeń (EKD 29)
Źródło: Obliczenia własne

Symulacja i prognozowanie dynamiki produkcji realnej branży maszynowej (EKD 31)

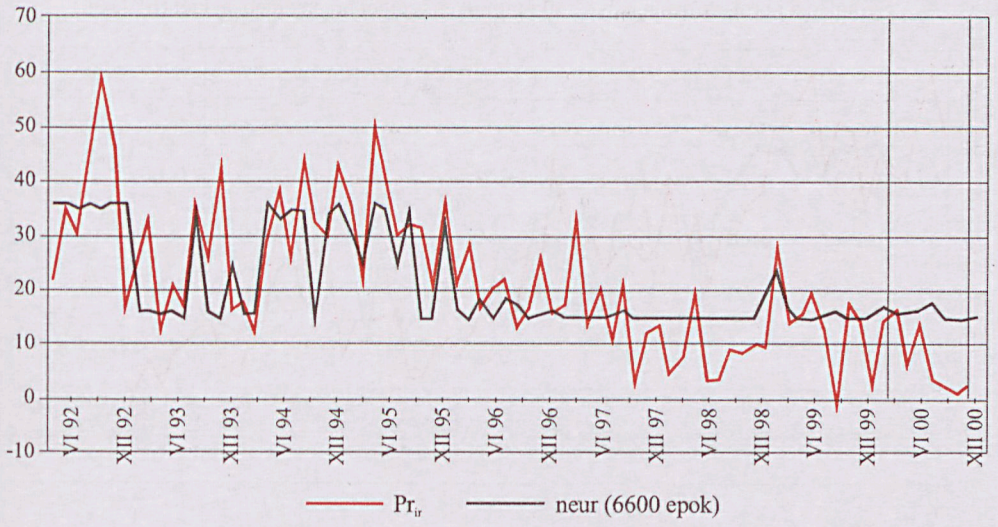


Względny wkład zmiennych do sieci neuronowej EKD 31

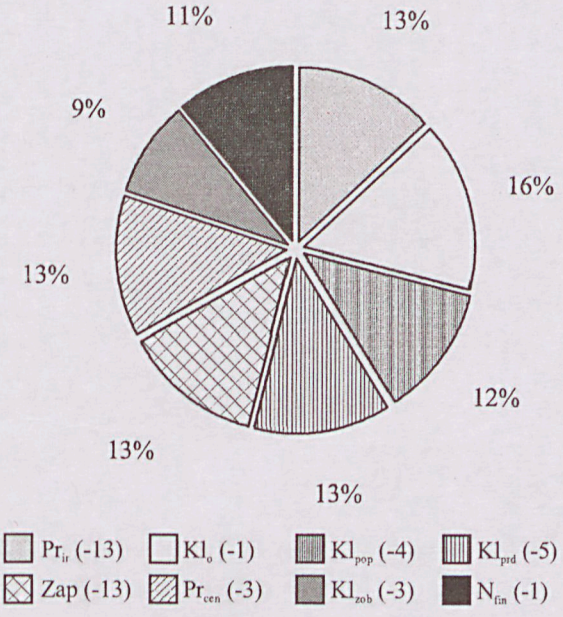


Wykres 8. Produkcja realna branży maszynowej (EKD 31)
Źródło: Obliczenia własne

Symulacja i prognozowanie dynamiki produkcji realnej branży pojazdów mechanicznych (EKD 34)

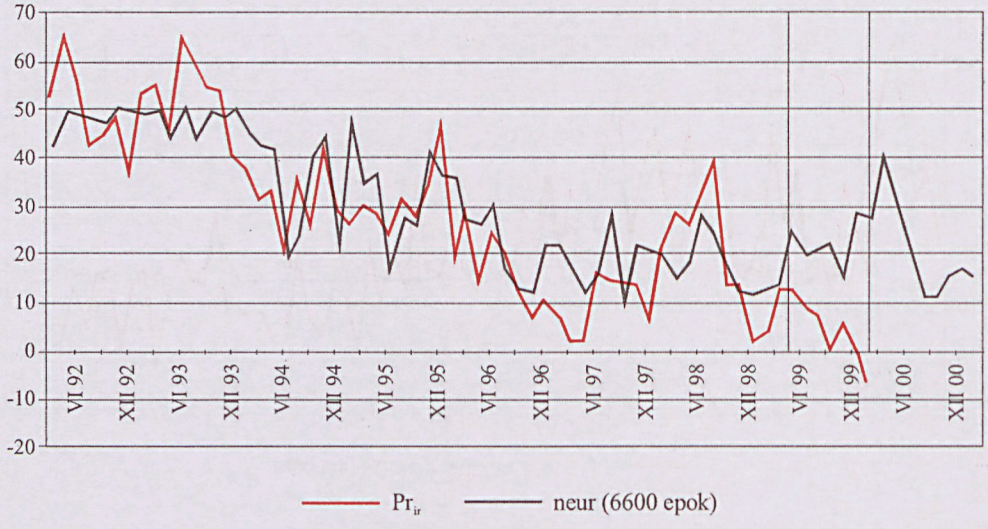


Względny wkład zmiennych do sieci neuronowej EKD 34

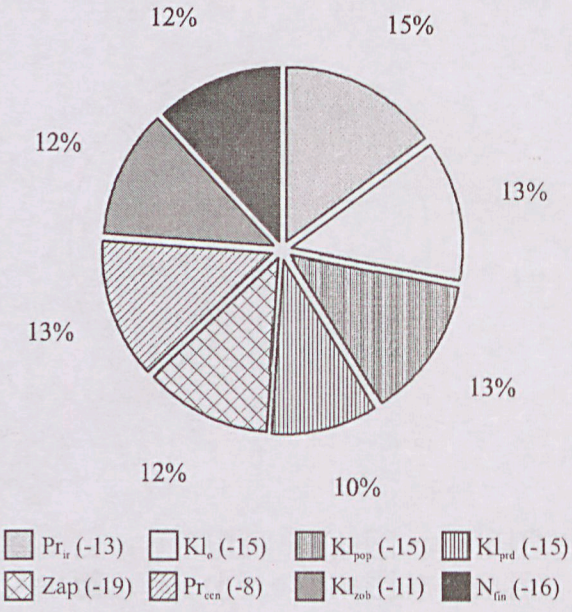


Wykres 9. Produkcja realna branży pojazdów mechanicznych (EKD 34)
Źródło: Obliczenia własne

Symulacja i prognozowanie dynamiki produkcji realnej branży meblarskiej (EKD 36)



Względny wkład zmiennych do sieci neuronowej EKD 36



Wykres 10. Produkcja realna branży meblarskiej (EKD 36)
Źródło: Obliczenia własne

Uzyskane wyniki symulacji oraz prognozowania dynamiki produkcji realnej z pomocą sztucznych sieci neuronowych przetwarzających wyprzedzające sygnały klimatu koniunkturalnego, zapasów, oczekiwań inflacyjnych i poziomu należności pozwalają na ostrożny optymizm.

Duży udział w rozwiązaniach sieci neuronowych mają prognozy cen, zapasy i ogólny klimat koniunkturalny. Należałoby przetestować zachowanie sieci z różnymi zmiennymi objaśniającymi. Stosunkowo duży wkład ma dodatkowy neuron Bias, którego wyjście równe jest jeden. Wszystkie neurony w warstwach ukrytych i w warstwie wyjściowej są połączone z tym dodatkowym neuronem.

Tabela 7. Dane prognoz sieciowych *ex-ante* oraz dane rzeczywiste ze stycznia 2001 roku

EKD	2001							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
17	-1,42 **6,08**	6,82						
18	1,77 **8,64**	-0,24	0,67					
19	2,34 **8,76**	2,88	23,1					
24	22,91 **20,18**	32,8	19,73	8,95				
25	16,36 **25,78**	19,84						
26	10,84 **20,72**							
29	27,3 **0,99**							
31	21,87 **11,8**	11,38						
34	30,56 **20,83**							
36	40,13 **21,27**	29,52	20,97	11,54	11,40	15,15	17,08	15,25

Źródło: Obliczenia własne (Neuronix, Excel 2000), Biuletyn Statystyczny GUS, marzec 2001.

Takie rozwiązanie polepsza stabilność w trakcie uczenia i poprawia osiągi sieci. Przeprowadzona analiza dowiodła, że sieci neuronowe jako narzędzie badania koniunktury gospodarczej jest niezwykle czaso- i pracochłonne. Od liczby prób i błędów zależy jakość prognostyczna sieci. Nigdy bowiem nie uda się uzyskać sieci optymalnej, można jedynie stwierdzić zbliżanie lub oddalanie się od ideału. A to zależy od ilości czasu poświęconego budowie i próbkowaniu sieci. Tabela 7 daje pewien obraz trafności prognoz *ex-ante*.

4. Wnioski

Analiza wahań koniunkturalnych polskiej gospodarki w latach dziewięćdziesiątych potwierdza przydatność indeksu klimatu dla wyznaczenia cech morfologicznych aktywności przemysłu, budownictwa i handlu. Długość cykli wynosi od 3 do 6 lat. Krótsze są cykle w przemyśle i handlu, dłuższe natomiast w budownictwie. Fazy wzrostowe cykli są krótsze od faz spadku aktywności gospodarczej, natomiast amplituda faz wzrostowych jest większa od amplitudy faz spadkowych. Cykliczne wahania aktywności przemysłu, budownictwa i handlu odbywały się w warunkach długookresowego procesu wzrostu gospodarczego.

Niektóre proste i złożone wskaźniki jakościowe mają charakter wskaźników wyprzedzających, przydatnych w prognozowaniu gospodarczym. Biorąc pod uwagę 10 gałęzi przemysłu przetwórczego w latach 1992-2000, stwierdzono duże zróżnicowanie wielkości wyprzedzeń wskaźników jakościowych w zależności od gałęzi przemysłu. Przeciętne wielkości wyprzedzeń wskaźników dla wszystkich analizowanych gałęzi wynoszą: klimat popytu - 8,7 miesiąca, klimat produkcji sprzedanej – 7,2 miesiąca, zapasy wyrobów gotowych – 9,5 miesiąca, ceny – 9,2 miesiąca, klimat zobowiązań finansowych – 9,8 miesiąca, poziom należności finansowych – 12,3 miesiąca.

Najlepsze statystycznie opóźnienia reakcji produkcji w stosunku do zmian wskaźników jakościowych dotyczą wskaźników produkcji w ujęciu realnym.

Przyjmując wskaźniki produkcji realnej jako zmienne zależne a wskaźniki jakościowe jako zmienne niezależne, dokonano szacunku równań regresji. W równaniach zastosowano wielomian Czebyszewa do wyznaczenia nieliniowego trendu długookresowego.

Dla wszystkich równań dotyczących 10 gałęzi przemysłu otrzymano wysokie wartości R^2, średnio około 0,80.

Spośród zmiennych niezależnych, najczęściej w sposób istotny występuje wskaźnik cen (w 7 gałęziach), klimat popytu (w 6 gałęziach), wskaźnik zapasów (w 5 gałęziach) oraz klimat zobowiązań (w 3 gałęziach).

Wyprzedzenia wskaźników cen wahają się od 2 do 8 miesięcy, wyprzedzenia klimatów popytu zawierają się w pomiarach od 4 do 9 miesięcy, natomiast wyprzedzenia wskaźników zapasów zawierają się od 1 do 9 miesięcy.

Wskaźniki klimatu popytu, cen oraz zapasów wyrobów gotowych obliczane na podstawie testu koniunkturalnego dla polskiego przemysłu mają największą wartość dla prognozowania koniunktury przemysłowej.

Zaprezentowany powyżej przykład zastosowania sieci neuronowych do badania koniunktury gospodarczej jest jeszcze jednym świadectwem przydatności i użyteczności tego nowego i raczej egzotycznego (zainspirowanego biologią) narzędzia obliczeniowego. Trudno wyrokować o jego efektywności na podstawie danego eksperymentu, jest bowiem zaledwie zarysowaną próbą stworzenia wyspecjalizowanego systemu eksperckiego oceny i prognozowania koniunktury. Sieci neuronowe, jak każda technika eksperymentalna, nie są źródłem wielkich sukcesów i osiągnięć, wiecej mamy niepowodzeń, zmartwień i rozczarowań. Jest to jednak niewątpliwie interesująca propozycja metodologiczna w warunkach poszukiwania matematycznego modelu koniunktury gospodarczej, której struktura i prawa działania nie zostały do końca rozpoznane, gdzie nieznane są wszystkie istotne czynniki determinujące zmiany aktywności gospodarczej. Zaletą sztucznych, wyspecjalizowanych sieci neuronowych jest możliwość poszukiwania modeli dla słabo rozpoznanych, niezwykle złożonych, nieliniowych zjawisk i procesów, przy czym użytkownik sieci wcale nie musi dysponować gotowym modelem danych zjawisk i procesów, czy nawet jego intuicją.

Bibliografia

Barczyk R., *Możliwości dostosowania złożonych wskaźników jakościowych szacowanych w Polsce (na podstawie badań ankietowych GUS) do standardów Unii Europejskiej*, w: *Barometry koniunktury dla gospodarki polskiej*, red. Z. Matkowski, SGH, Warszawa 1999

Barczyk R., Gaca A., Zagoździńska I., *Badania koniunktury*, Zeszyty metodologiczne i klasyfikacja GUS, Warszawa 1994

Barczyk R., Kowalczyk Z., *Metody badania koniunktury gospodarczej*, WN PWN, Warszawa-Poznań 1993

Barczyk R., Rekowski M., *Business Activity in Small Industrial Firms Against Background of Tendency Surveys on the Example of Poznań Region in the Eighties*, Referat wygłoszony na konferencji CIRET, Zürich 9.09-12.09.1987

Barczyk R., Rekowski M., *The Possibilities and the Range of Business Surveys in the Polish Economy*, Referat wygłoszony na Konferencji CIRET, Wien 10.09.1989

Bierens H.J., *Testing the Unit Root with Drift Hypothesis Against Nonlinear Trend Stationarity, with an Application to the US Price Level and Interest Rate*, Journal of Econometrics vol. 81

Culloch W.S. Mc, Pitts W., *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*, Bulletin of Mathematical Biophysics 1943, no 5

Gately E., *Sieci neuronowe. Prognozowanie finansowe i projektowanie systemów transakcyjnych*, Wig-Press, Warszawa 1999

Komunikat Prezesa GUS z dn. 12.03.1997 r. w sprawie badania kondycji gospodarstw domowych, Dziennik Urzędowy GUS 1997, nr 3, poz. 27

Komunikat Prezesa GUS z dn. 28.11.1997 r. w sprawie badania kondycji gospodarstw domowych (postaw konsumentów), Dziennik Urzędowy GUS 1997, nr 4, poz. 117

Michalik K., *Neuronix 3.0 dla Windows 9x/NT. Symulator sztucznych sieci neuronowych*, Wyd. Statsoft, Katowice 1999

Rutkowska D., Piliński M., Rutkowski L., *Sieci neuronowe, algorytmy genetyczne i systemy rozmyte*, WN PWN, Warszawa 1997

Sieci neuronowe, red. W. Duch, J. Korbicz, L. Rutkowski, R. Tadeusiewicz, t. 6: *Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna*, Exit, Warszawa 2000