

# Cykliczne kształtowanie się inwestycji w zapasy – teoria a stylizowane fakty dotyczące Polski

Łukasz Postek\*

Nadesłany: 27 stycznia 2010 r. Zaakceptowany: 14 kwietnia 2010 r.

---

## Streszczenie

Niniejszy artykuł stanowi próbę identyfikacji najważniejszych stylizowanych faktów, dotyczących cyklicznego kształtowania się poszczególnych kategorii inwestycji w zapasy w polskiej gospodarce. Dane rozpatrywane są w kontekście najważniejszych teorii zapasów za pomocą wskaźników analizy spektralnej i statystycznej. Pozwala to na jakościową ocenę relatywnej zgodności przedstawionych teorii z empirią. Ze względu na dużą heterogeniczność kształtowania się poszczególnych kategorii zapasów w przeprowadzonym badaniu wystąpiły liczne trudności związane z analizą danych zagregowanych do pozycji z rachunków narodowych. Dopiero analiza danych z formularzy F-01/I-01 GUS pozwala sformułować bardziej szczegółowe wnioski. Zapasy materiałów oraz zapasy towarów, choć ich zachowanie jest odmienne, wykazują największą zgodność z wnioskami z modelu ( $S, s$ ). Zapasy produktów gotowych kształtują się zgodnie z istnieniem *stockout-avoidance motive*, podczas gdy zachowanie zapasów półproduktów i produkcji w toku jest zgodne z modelem wygładzania produkcji (*production-smoothing*). W szczególności, ostatnia obserwacja pozwala wyjaśnić fenomen niezgodnego z modelem wygładzania produkcji zachowania zapasów produktów gotowych.

---

**Słowa kluczowe:** zapasy, inwestycje w zapasy, teorie zapasów, analiza spektralna

**JEL:** D21, E22, E32

---

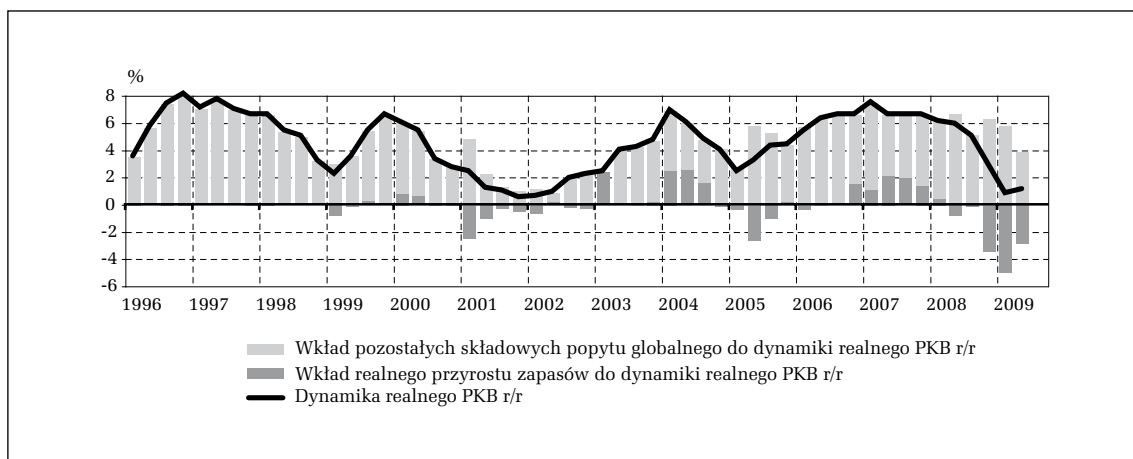
\* Narodowy Bank Polski, Instytut Ekonomiczny; Uniwersytet Warszawski, Wydział Nauk Ekonomicznych; e-mail: lukasz.postek@nbp.pl.

## 1. Wstęp<sup>1</sup>

Pomimo niskiego udziału realnego przyrostu zapasów<sup>2</sup> w realnym PKB polskiej gospodarki (od -2,1% do 3,1%; średnio 1,1% w okresie I kwartał 1996 – II kwartał 2009 r.) wkład jego dynamiki w dynamikę realnego PKB wahał się w szerokim przedziale: od około -5 pkt proc. do 2,6 pkt proc.; średnio -0,02 pkt proc. (por. wykres 1). W 23 obserwacjach (na 54) wkład ten był ujemny, a dla 24 obserwacji jego znak był przeciwny niż wkładu pozostałych składowych popytu globalnego<sup>3</sup>. W związku z tym, choć inwestycje w zapasy odpowiadają za małą część zagregowanej aktywności ekonomicznej, ich zachowanie bardzo silnie wpływa na wyniki gospodarcze.

Wykres 1

Wkład realnego przyrostu zapasów oraz pozostałych składowych popytu globalnego w dynamikę realnego PKB r/r (wg cen stałych z 2000 r.).



Źródło: obliczenia na podstawie danych z rachunków narodowych GUS oraz Eurostatu.

W szczególności badania wskazują na wyjątkową rolę zapasów w okresach recesji. Blinder i Maccini (1991) podają, że ograniczenie inwestycji w zapasy przyczyniło się przeciętnie do około 87% spadku PNB w czasie powojennych recesji w Stanach Zjednoczonych. Choć szeregi czasowe dla wolnorynkowej gospodarki polskiej są zbyt krótkie, by zbadać rolę inwestycji w zapasy w trakcie recesji, dane w istocie wskazują, że do gwałtownych spadków dynamiki PKB w okresach II kwartał 2000 – I kwartał 2002, II kwartał 2004 – II kwartał 2005 i II kwartał 2008 – II kwartał 2009 w dużej mierze przyczyniły się inwestycje w zapasy (por. wykres 1). Można także zauważyć,

<sup>1</sup> Artykuł wyraża osobiste poglądy autora i nie powinien być utożsamiany ze stanowiskiem Narodowego Banku Polskiego.

<sup>2</sup> Wysoki poziom agregacji oraz strumieniowy charakter danych z rachunków narodowych GUS uniemożliwiają dokładną identyfikację poziomu zapasów w gospodarce polskiej. Możliwe jest natomiast przybliżenie przyrostu tej kategorii (inwestycji w zapasy) przez akumulację brutto pomniejszoną o nakłady brutto na środki trwałe (równoważnie: przyrost rzeczowych środków obrotowych + nabycie aktywów o wyjątkowej wartości pomniejszone o ich rozdysponowanie). Dla uproszczenia zapisu, w części odnoszącej się do rachunków narodowych GUS pełna nazwa kategorii GUS „akumulacja brutto pomniejszona o nakłady brutto na środki trwałe” będzie zastępowana określeniem „przyrost zapasów” lub „inwestycje w zapasy”.

<sup>3</sup> W I kwartale 2003 r., w sytuacji nieznacznie ujemnego wkładu pozostałych składowych popytu globalnego, przyrost zapasów uchronił polską gospodarkę przed ujemnym wzrostem gospodarczym w relacji r/r.

że przyrost zapasów zdaje się przyjmować wartości ujemne dopiero w końcowej fazie spowolnienia gospodarczego, co może sygnalizować poprawę dynamiki wzrostu PKB w perspektywie kilku kwartałów.

Wyjaśnienie determinant zmian stanu zapasów w krótkim i średnim okresie ma niewątpliwie decydujące znaczenie dla zrozumienia prawidłowości cyklu koniunkturalnego. Od kilku dziesięcioleci ekonomiści są zgodni co do tego, natomiast wciąż brakuje powszechnie akceptowanej spójnej teorii, która mogłaby to wyjaśnić. Pomimo licznych badań nad zachowaniem zapasów trudno mówić o zbliżeniu poglądów, które pozwoliłyby na umiarkowane porozumienie choćby w kwestii metodologicznie poprawnych zasad ich analizy<sup>4</sup>. Tym trudniej osiągnąć kompromis co do tego, które z teoretycznych podejść prowadzą do wniosków najbliższych empirii.

W związku z powyższym celem niniejszej pracy nie jest wnikliwa weryfikacja konkretnych teorii i modeli zapasów, lecz raczej identyfikacja w ich kontekście najważniejszych prawidłowości (stylizowanych faktów) zachowania polskiej gospodarki. Dzięki poczynionym obserwacjom empirycznym dokonana zostanie jakościowa ocena najpopularniejszych wątków i postulatów teoretycznych z punktu widzenia ich podstawowych skutków dla własności wskaźników analizy statystycznej oraz analizy spektralnej i cross-spektralnej<sup>5</sup>. Podejście takie nie dostarcza równie restrykcyjnych narzędzi weryfikacji hipotez jak analiza ekonometryczna i nie wymaga narzucania tak precyzyjnych założeń. Ponadto mniej sformalizowana procedura może pozwolić wychwycić pewne zjawiska o charakterze jakościowym, które mogłyby być trudne do wykrycia przez formułowane *a priori* modele ekonometryczne<sup>6</sup>. Niniejszą pracę można więc potraktować jako etap wstępny analizy ekonometrycznej, w którym odwołano się do podstawowych stylizowanych faktów dotyczących kształtowania się zapasów w polskiej gospodarce, pozwalający na wybór konkretnej postaci modelu.

Struktura pracy jest następująca. Część druga zawiera przegląd najważniejszych wątków i koncepcji teoretycznych prezentowanych w literaturze przedmiotu. W części trzeciej analizie poddane są zagregowane dane z rachunków narodowych GUS, natomiast w części czwartej – bardziej szczegółowe dane z formularzy F-01/I-01 GUS. Część piąta przedstawia wnioski końcowe.

## 2. Przegląd teoretyczny

Choć koncepcje teoretyczne na ogół nie określają *explicite* zakresu częstotliwości wahań, w jakich formułują swe wnioski, można przyjąć, że starają się wyjaśnić głównie fluktuacje krótkookresowe i koniunkturalne. W długim okresie zacierają się bowiem wyraźne różnice pomiędzy koncepcjami i można oczekiwać, że relacja zapasów do produkcji i sprzedaży będzie relatywnie stabilna.

<sup>4</sup> Najpopularniejszym podejściem jest estymacja tzw. *stock-adjustment equation*, zapoczątkowana przez Lovella (1961). Prace Macciniego i Rossany (1984) oraz Blindera (1986b) pozwalają jednak przypuszczać, że nie jest to metoda właściwa. Wielu ekonomistów stosuje więc „podejście autorskie” lub opiera się na analizie statystycznej. Ostatnio dużą popularność zdobyły również modele równowagi ogólnej.

<sup>5</sup> Podstawowe informacje o analizie spektralnej i cross-spektralnej oraz o metodyce niniejszego badania z ich wykorzystaniem przedstawiono w Aneksie.

<sup>6</sup> Ze względu na stosunkową dużą liczbę potencjalnych zmiennych objaśniających oraz powiązania pomiędzy różnymi kategoriami zapasów, prawdopodobnie najbardziej odpowiednim modelem wyjściowym dla danych zagregowanych do poziomu poszczególnych kategorii zapasów byłby model wielorównaniowy. Przy stosunkowo małej liczbie obserwacji wymagałoby to narzucenia wielu ograniczeń, które trudno wskazać *a priori* bez wstępnej analizy.

W związku z tym niniejszy przegląd teoretyczny będzie dotyczył konsekwencji przedstawianych koncepcji w odniesieniu do wahań krótkookresowych i koniunkturalnych dla danych zagregowanych do poszczególnych kategorii zapasów. Z konieczności przegląd zostanie ograniczony do najważniejszych wątków i postulatów spotykanych w literaturze przedmiotu. Liczba różnorodnych podejść opartych na podobnych przesłankach jest tak duża, że możliwe będzie jedynie wskazanie pewnych kierunków rozwoju w ramach głównych idei. Teorie zapasów wciąż wymagają bowiem uporządkowania i ustrukturyzowania.

## 2.1. Zasada akceleratora

Prawdopodobnie najbardziej intuicyjną, a zarazem najstarszą ideą, która miała na celu wyjaśnić zachowanie zapasów, jest prosta zasada akceleratora (*simple acceleration principle*)<sup>7</sup>. Zgodnie z nią przedsiębiorstwo stara się w każdym okresie utrzymać swoje zapasy w stałej relacji liniowej do poziomu produkcji (dla zapasów materiałów oraz zapasów półproduktów i produkcji w toku) bądź planowanego poziomu sprzedaży produktów lub towarów (dla zapasów produktów gotowych lub towarów). Na skutek tego wariancja produkcji będzie zawsze większa od wariancji sprzedaży, a korelacja między zmiennymi pozostającymi w relacji liniowej – bliska jedności. Równocześnie funkcje gęstości spektralnych dla par zmiennych powiązanych ze sobą powinny mieć podobny kształt. W rezultacie, zgodnie z zasadą akceleratora, inwestycje w zapasy mają destabilizujący wpływ na gospodarkę jako całość (por. Metzler 1941).

Ponieważ trudno przypuszczać, aby w rzeczywistym świecie wszystkie dostosowania dokonywały się natychmiastowo (np. ze względu na ich koszty), dopuszcza się modyfikację przedstawionej koncepcji. Powstała w jej wyniku zasada elastycznego akceleratora (*flexible accelerator principle*)<sup>8</sup> wymaga, aby wspomniane wcześniej korelacje były istotnie dodatnie, i uzależnia dokładną wartość współczynników od tempa, w jakim dokonują się dostosowania współczynników.

Choć zasada akceleratora jest intuicyjnie prosta, nie ma *explicite* sformułowanych założeń mikroekonomicznych. Z tego powodu, a także przez analogię do mnożnika wydatkowego powszechnie uznaje się, że pozostaje ona pod wpływem tradycji keynesowskiej. Ponieważ wraz z rozwojem nowej ekonomii klasycznej zainteresowanie mikroekonomicznymi podstawami makroekonomii znacznie wzrosło, koncepcja ta stopniowo traciła na znaczeniu. Pomimo licznych prac, które potwierdzały ją empirycznie (por. Lovell 1961; Orr 1966; Darling, Lovell 1971), jej krytycy (m.in. Hay 1970; Ghali 1974) zdołali skupić uwagę ekonomistów na konkurencyjnym modelu wygładzania produkcji.

## 2.2. Production-smoothing/buffer-stock motive

Podstawową cechą najprostszych modeli bazujących na *production-smoothing/buffer-stock motive* jest założenie, że w przypadku wypukłej krótkookresowej funkcji kosztów produkcji (czyli rosnących kosztów krańcowych produkcji) przedsiębiorcy dokonują optymalizacji i substytucji między-

<sup>7</sup> Skrupulatne badania nad prostym modelem akceleratora prowadził m.in. Abramovitz (1950); za Lovell (1961).

<sup>8</sup> Lovell (1961) autorstwo *flexible-accelerator principle* przypisuje Goodwinowi (1948).

okresowej. Przy zmiennym popycie na dobra przedsiębiorstwa powoduje to „wygładzenie” produkcji w czasie (*production-smoothing*), przez co konieczne jest utrzymywanie zapasów produktów gotowych. Jeśli dodatkowo wahania popytu mają – z punktu widzenia producenta – charakter stochastyczny, to zapasy produktów gotowych będą służyły jako bufor zabezpieczający przed nieoczekiwanymi zmianami poziomu sprzedaży produktów (*buffer-stock*)<sup>9</sup>.

Przy pewnych upraszczających założeniach obserwowalną statystycznie konsekwencją takich modeli jest mniejsza wariancja produkcji niż wariancja sprzedaży produktów oraz ujemna korelacja między przyrostem zapasów produktów gotowych a poziomem ich sprzedaży (funkcje gęstości spektralnych mają przy tym podobny kształt). Ponadto produkcja powinna się charakteryzować znikomą cyklicznością (szczególnie krótkookresową), podobnie jak zapasy półproduktów i produkcja w toku. Modele te nie formułują jednocześnie *explicite* jednoznacznych wniosków, które pozwoliłyby na podobne predykcje w odniesieniu do zapasów materiałów.

Choć koncepcja *production-smoothing/buffer-stock motive* została początkowo opracowana z myślą o działalności produkcyjnej, może być stosowana także do działalności handlowej. Wówczas opisane charakterystyki odnoszą się do zapasów i sprzedaży towarów, przy czym odpowiednikiem produkcji jest suma przyrostu zapasów towarów oraz ich sprzedaży.

Modele oparte na *production-smoothing/buffer-stock motive* mają długą tradycję<sup>10</sup>. Ponieważ na gruncie teorii ekonomii nie wymagają żadnych restrykcyjnych ani kontrowersyjnych założeń, trudno wyjaśnić, dlaczego powszechnie uważa się, że płynące z nich wnioski są niezgodne z analizowaną rzeczywistością. Paradoksalnie bowiem *gros* badań wykazuje większą zgodność z krytykowanymi na gruncie teoretycznym modelami akceleratora – wariancja produkcji okazuje się wyższa od wariancji sprzedaży, a korelacja między przyrostem zapasów a sprzedażą przyjmuje wartości dodatnie (por. Blinder 1981; Blinder, Maccini 1991). W rezultacie opracowano liczne modyfikacje modelu wygładzania produkcji, których celem miało być teoretyczne wyjaśnienie tego fenomenu.

Za próbę połączenia modelu akceleratora z modelem wygładzania produkcji, w celu uzyskania większej zgodności z danymi, można uznać m.in. prace Blancharda (1983) oraz Westa (1986). Zgodnie z nimi pozytywne szoki popytowe wpływają w danym okresie negatywnie na stan zapasów, ale w kolejnym okresie przyczyniają się do wzrostu ich pożądanego poziomu (*target inventory level*), niczym w koncepcji akceleratora. Badania empiryczne nad wczesnymi specyfikacjami modelu nie potwierdziły jednak tej koncepcji (por. Fitzgerald 1997), a ponadto – podobnie jak w przypadku idei akceleratora – zarzucano im brak silnych, sformułowanych *explicite* podstaw mikroekonomicznych.

Blanchard (1983), Blinder (1986a), Eichenbaum (1988) oraz West (1989) opowiadają się za uwzględnieniem w modelu również szoków kosztowych. Działanie przedsiębiorstw byłoby wówczas nakierowane na wygładzanie kosztów produkcji (*production-cost-smoothing motive*), a nie tylko jej poziomu. Zdaniem wspomnianych autorów istnieją pewne przesłanki by uznać takie podejście za zgodne z rzeczywistością. Miron i Zeldes (1988) są jednak przeciwnego zdania.

Fair (1989) wskazuje, że problemy z pozytywną weryfikacją hipotezy wygładzania produkcji wynikają przede wszystkim ze złej jakości danych. Jego zdaniem, w przeciwieństwie do kwartalnych danych w jednostkach pieniężnych dane miesięczne w jednostkach fizycznych potwierdzają istnienie *production-smoothing motive*. Krane i Braun (1991) znajdują pewne przesłanki zgodne z tą

<sup>9</sup> Lovell (1961) idee *buffer-stock motive* przypisuje Lundbergowi (1937) oraz Metzlerowi (1941).

<sup>10</sup> Za prekursorów tego podejścia uważa się Holta, Modiglianiego, Mutha i Simona (1960).

obserwacją, unikają jednak formułowania radykalnych wniosków z powodu niejednoznaczności otrzymanych wyników. Christianio i Eichenbaum (1987) oraz Lai (1991) argumentują, że problemy z identyfikacją *production-smoothing motive* mogą wynikać również z obciążenia, które powoduje agregacja danych.

Zgodnie z jedną z sugestii Blindera (1986a) Ramey (1991) buduje model oparty na założeniu niewypukłej funkcji kosztów dla pewnych przedziałów wielkości produkcji. Przedsiębiorstwa mogą wówczas zachowywać się odwrotnie, niż wskazuje model wygładzania produkcji (*bunching/counter-smoothing production*), na co istnieją bogate dowody empiryczne. Ponieważ jednak założenie niewypukłości funkcji kosztów produkcji jest kontrowersyjne w świetle ekonomii głównego nurtu, podejście to nie znalazło wielu kontynuatorów. Naish (1994) zaznacza jednak, że już przy wystarczająco małej wypukłej funkcji kosztów model wygładzania produkcji wcale nie powoduje, że wariancja produkcji będzie zawsze mniejsza od wariancji sprzedaży.

### 2.3. Stockout-avoidance motive

Za istotny przełom w ustanowieniu mikroekonomicznych podstaw modeli wykorzystujących w różnej postaci koncepcje akceleratora lub podejście bazujące na *target inventory level* można uznać pracę Kahna (1987) opartą na *stockout-avoidance motive*. Ponieważ przedsiębiorstwa działają w warunkach niepewności popytu, a jednocześnie zależy im na zaspokojeniu go w całości, pożądany poziom zapasów może być dodatnio skorelowany ze sprzedażą. Wynika to z faktu, że w przypadku wyczerpania zapasów przedsiębiorstwa ponoszą koszty utraconych korzyści. Ryzyko to można jednak ograniczyć, utrzymując odpowiednio wysoki poziom zapasów.

Przy pewnych upraszczających założeniach *stockout-avoidance motive* sprawia, że wariancja produkcji powinna być większa od wariancji sprzedaży, a inwestycje w zapasy powinny cechować się procyklicznością. Ponadto komponenty o sezonowości cyklicznej dostępnej podaży produktów<sup>11</sup> oraz komponenty o sezonowości cyklicznej ich sprzedaży powinny cechować się wysoką synchronizacją (*stock available*). Z relacji między ich wariancjami – przy założeniu prawdziwości modelu – można również wysnuć wnioski dotyczące relatywnego znaczenia szoków popytowych i podażowych<sup>12</sup>.

Zdaniem Kahna (1992) dane empiryczne wskazują, że *stockout-avoidance motive* jest nie tylko niezbędny do prawidłowego wyjaśnienia zachowania zapasów, ale także w dużej mierze wystarcza, aby uchwycić najważniejsze zależności. Darlauf i Maccini (1993) podkreślają natomiast, że wprowadzenie modelu ten jest użyteczny, jednak nie może w pełni wytłumaczyć zachowania zapasów.

Koncepcja *stockout-avoidance motive* została opracowana z myślą o działalności produkcyjnej, jednak – podobnie jak w przypadku modelu wygładzania produkcji – może być stosowana także do działalności handlowej.

<sup>11</sup> Przez dostępną w danym okresie podaż produktów rozumie się stan zapasów produktów z poprzedniego okresu powiększony o produkcję z danego okresu.

<sup>12</sup> Jeśli dla komponentów o cykliczności sezonowej większa jest wariancja sprzedaży, przeważają szoki popytowe. Jeśli natomiast większa jest wariancja dostępnej podaży produktów, relatywnie większą rolę odgrywają szoki podażowe.

## 2.4. Motyw ( $S, s$ )

Przez bardzo długi czas uwaga ekonomistów skupiała się na wyjaśnianiu zachowania zapasów produktów gotowych. Jak jednak zaznaczają Blinder (1981) oraz Blinder i Maccini (1991), małe zainteresowanie pozostałymi kategoriami zapasów jest nieuzasadnione z makroekonomicznego punktu widzenia. Okazuje się bowiem, że to zapasy materiałów oraz zapasy towarów najbardziej przyczyniają się do wahań całego agregatu zapasów, podczas gdy zapasy produktów gotowych – w najmniejszym stopniu.

Ponadto wbrew powszechnie stosowanym praktykom zapasy materiałów oraz towarów wymagają odmiennego podejścia niż zapasy produktów gotowych ze względu na istotne różnice mikroekonomiczne. O ile bowiem do kanonu ekonomii należy założenie o rosnących kosztach krańcowych produkcji, o tyle intuicyjnie zrozumiałe jest istnienie malejących kosztów krańcowych dostawy materiałów lub towarów ze względu na jej wielkość. W rezultacie aby rzadziej zamawiać większe partie dostaw, przedsiębiorstwom może się opłacać okresowo uzupełniać stan zapasów do górnego poziomu  $S$ , gdy tylko spadnie on do dolnego akceptowalnego limitu  $s$  ( $(S, s)$  *motive*)<sup>13</sup> (Blinder 1981; Caplin 1985).

Ze względu na brak homogeniczności przedsiębiorstw modele  $(S, s)$  nie poddają się łatwo analizie na danych zagregowanych. Ich stosowanie często wymaga więc poczynienia stosunkowo restrykcyjnych założeń. Różne ich zestawy można znaleźć m.in. w pracach Blindera (1981) i Caplina (1985). Caballero i Engel (1991) przeprowadzają natomiast wnikliwą analizę własności dynamicznych modelu.

W odniesieniu do zapasów towarów z modelu  $(S, s)$  wynika, że wariancja sumy inwestycji w zapasy towarów oraz ich sprzedaży powinna być wyższa od wariancji samej sprzedaży. Jednocześnie przyrost zapasów towarów powinien wykazywać nieregularną i relatywnie niską korelację z poziomem ich sprzedaży, przy zróżnicowanym kształcie funkcji ich gęstości spektralnych. W przypadku zapasów materiałów analogiczne właściwości powinny mieć przyrost zapasów materiałów oraz poziom produkcji.

Empirycznych dowodów na prawdziwość modelu  $(S, s)$  dostarcza m.in. Blinder (1981). Khan i Thomas (2007) pokazują natomiast, że jest on bardziej zgodny z zachowaniem zagregowanych zapasów niż model oparty na *stockout-avoidance motive*.

## 2.5. Pozostałe nurty badań oraz ich najnowsze tendencje

Przedstawione koncepcje to tylko niektóre ze stosowanych podejść (por. np. Fitzgerald, 1997).

Bils i Kahn (2000) analizują wpływ antycyklicznego zachowania marż (różnic między cenami a kosztami krańcowymi) przedsiębiorstw na ich decyzje dotyczące inwestycji w zapasy.

Kashyap i in. (1994), Choi i Kim (2001) oraz Cunningham (2004) dostarczają dowodów, że inwestycje w zapasy zależą od sytuacji finansowej przedsiębiorstw, głównie od płynności i dostępności źródeł finansowania<sup>14</sup>.

<sup>13</sup> Model  $(S, s)$  wprowadzili Arrow, Harris i Marschak (1951).

<sup>14</sup> Pawłowska i in. (2007) wykazuje taką zależność dla danych polskich w przypadku małych przedsiębiorstw.

Haltiwanger i Maccini (1985; 1988) argumentują natomiast, że decyzje przedsiębiorstw co do produkcji i zapasów są ściśle powiązane z decyzjami dotyczącymi zatrudnienia. Wskazują oni, że tymczasowe lub trwałe zwolnienia mogą pełnić funkcję bufora zabezpieczającego przed nieoczekiwanymi zmianami popytu podobnie jak inwestycje w zapasy. Ich zdaniem obydwa zjawiska należałoby więc rozpatrywać łącznie.

Ostatnio szczególne uznanie zdobyły modele poświęcone łącznej analizie zapasów nakładów i wyników – *input-output inventories* (m.in. Humphreys i in. 1997) oraz modelowanie zachowania zapasów w ramach równowagi ogólnej<sup>15</sup>. Iacoviello i in. (2007) łączy obydwa podejścia. Fisher i Hornstein (1998) oraz Khan i Thomas (2003) budują natomiast modele równowagi ogólnej oparte na *(S, s) motive*, a Wang i Wen (2009) – na *production-cost-smoothing motive*. Wen (2009) wyprowadza model zapasów nakładów i wyników, zakładając istnienie *stockout-avoidance motive*. Wszyscy autorzy twierdzą, że ich modele – odpowiednio sparametryzowane bądź wyestymowane – są w stanie wytłumaczyć najważniejsze stylizowane fakty dotyczące zachowania zapasów.

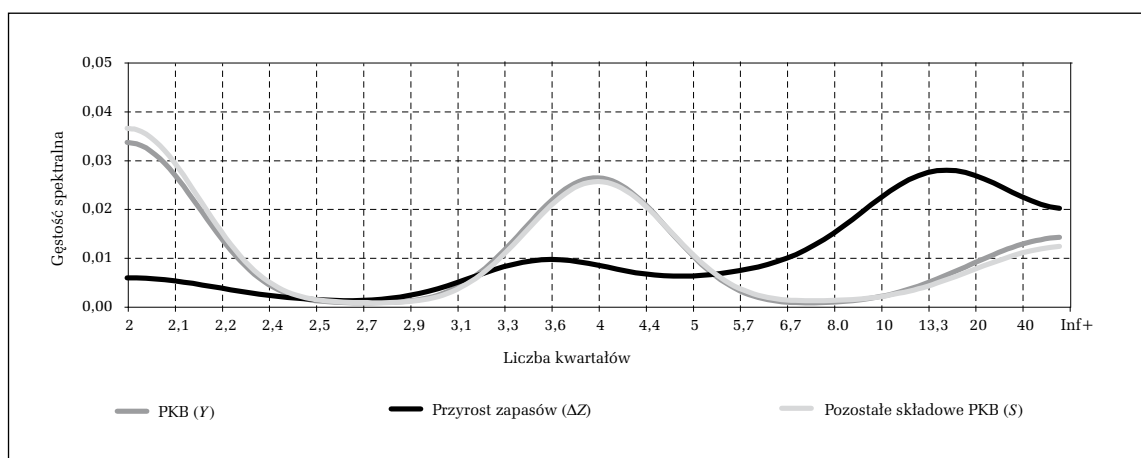
Ze względu na ograniczoną objętość pracy i wspomnianą niejednoznaczność wyników dokładniejsza analiza zasygnalizowanych w tym podrozdziale koncepcji nie została uwzględniona w niniejszym badaniu.

### 3. Analiza danych z rachunków narodowych

Jak wspomniano, charakter danych z rachunków narodowych umożliwia jedynie analizę przyrostu kategorii rachunkowej, którą można uznać za przybliżenie inwestycji w zapasy zagregowa-

Wykres 2

Wystandaryzowana gęstość spektralna realnego przyrostu zapasów, realnego PKB oraz jego pozostałych składowych po usunięciu dryfu i trendu liniowego



Źródło: obliczenia na podstawie danych z rachunków narodowych GUS z wykorzystaniem programu autorstwa P. Skrzypczyńskiego.

<sup>15</sup> Dotąd analizowano zachowanie zapasów głównie w ramach analizy cząstkowej.

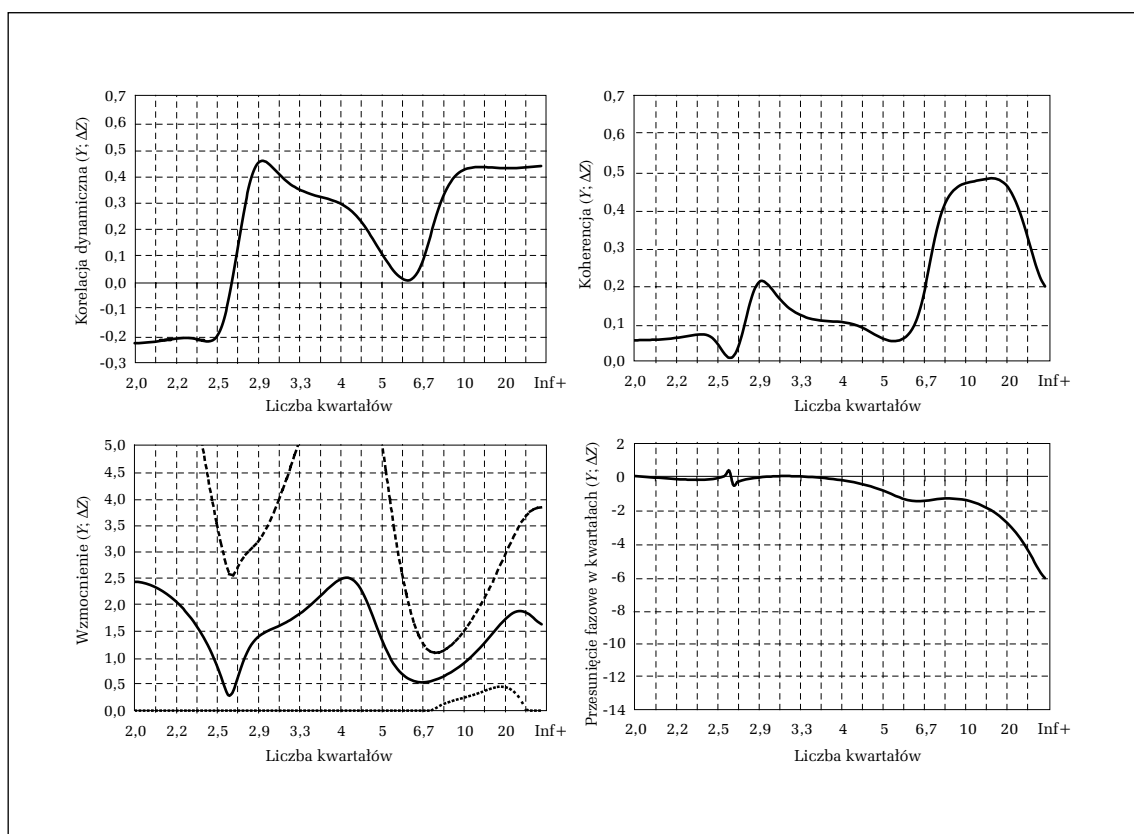


nych w skali całej gospodarki. We wstępie pokazano, że zmienna ta istotnie wpływa na wzrost gospodarczy i stąd ma podstawowe znaczenie dla zrozumienia sytuacji gospodarki oraz cyklu koniunkturalnego.

Analiza spektralna potwierdza powyższe obserwacje i wskazuje, że z makroekonomicznego punktu widzenia przyrost zapasów odgrywa najistotniejszą rolę w przypadku wahań o charakterze koniunkturalnym<sup>16</sup>. Dla cykliczności o tym zakresie gęstość spektralna inwestycji w zapasy (por. wykres 2) oraz najważniejsze statystyki cross-spektralne pomiędzy nimi a PKB i jego składowymi pozostałymi po ich wyłączeniu przyjmują swe globalne lub lokalne ekstrema (por. wykresy 3 i 4). Wysoka koherencja, dynamiczna korelacja (co do modułu) i wzmocnienie oraz ujemne przesunięcie fazowe względem PKB wskazują, że w cyklu koniunkturalnym zakłócenia przyrostu zapasów mogą istotnie wpływać na całą gospodarkę. Ponieważ iloraz wariancji PKB do wariancji je-

Wykres 3

Najważniejsze statystyki cross-spektralne realnego PKB ( $Y$ ) oraz realnego przyrostu zapasów ( $\Delta Z$ ), po usunięciu dryfu i trendu liniowego

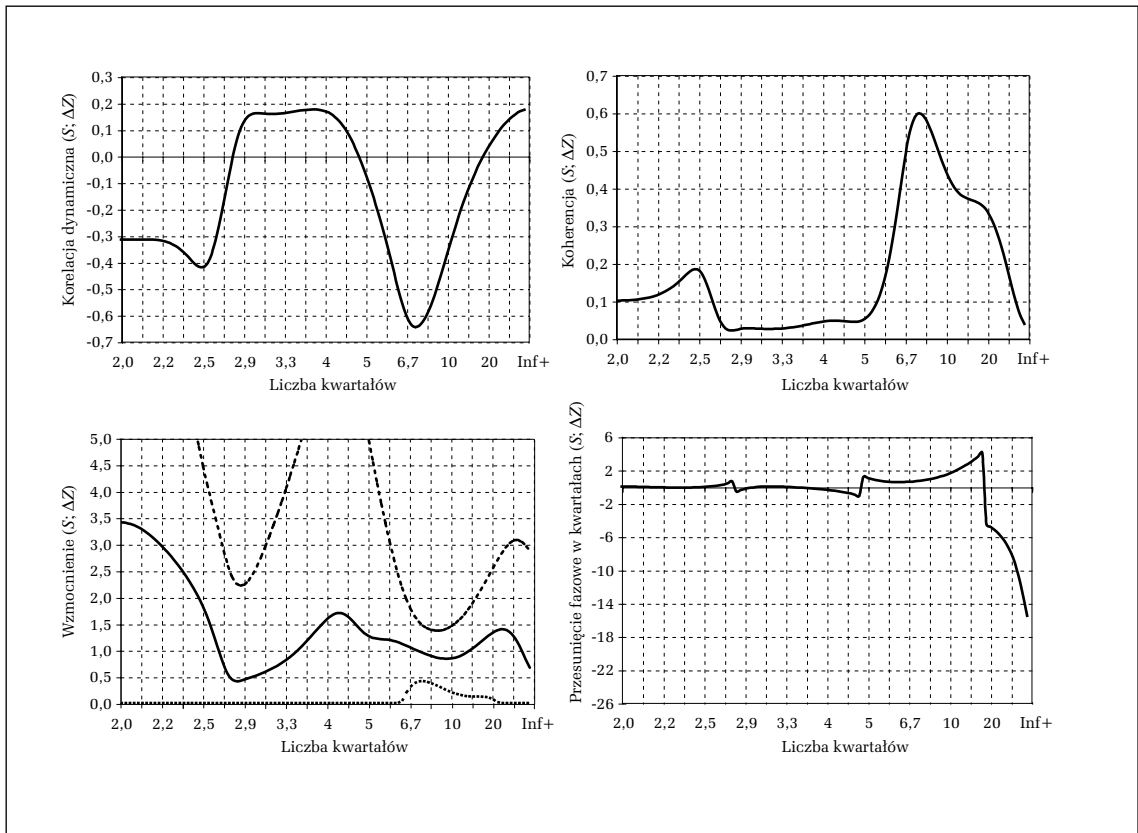


Źródło: obliczenia na podstawie danych z rachunków narodowych GUS z wykorzystaniem programu autorstwa P. Skrzypczyńskiego.

<sup>16</sup> Powszechnie przyjmuje się, że zakres wahań o charakterze koniunkturalnym mieści się w przedziale od 6 do 20 lub 40 kwartałów. W niniejszej pracy przyjęto wewnętrzny podział cykliczności koniunkturalnej na trzy przedziały o okresie: 6–10; 10–20 oraz 20–40 kwartałów.

## Wykres 4

Najważniejsze statystyki cross-spektralne pozostałych składowych realnego PKB ( $S$ ) oraz realnego przyrostu zapasów ( $\Delta Z$ ), po usunięciu dryfu i trendu liniowego



Źródło: obliczenia na podstawie danych z rachunków narodowych GUS z wykorzystaniem programu autorstwa P. Skrzypczyńskiego.

go składowych pozostałych po wyłączeniu przyrostu zapasów jest większy od jedności<sup>17</sup>, zarówno dla komponentów o okresie cyklu powyżej 10 kwartałów<sup>18</sup>, jak i szeregu pierwotnego (por. tabela 1) proces ten w badanym okresie w istocie miał charakter destabilizujący.

W związku z powyższym ustalenie pewnych prawidłowości zachowania inwestycji w zapasy rzeczywiście ma decydujące znaczenie dla zrozumienia specyfiki cyklu koniunkturalnego. Nieregularny przebieg wykresów najważniejszych statystyk cross-spektralnych (por. wykresy 3 i 4) oraz rozważanych korelacji i ilorazu wariancji (por. tabela 1) obrazują, jak trudna jest analiza tak

<sup>17</sup> Ponieważ szeregi, dla których liczone są wariancje, nie są niezależne (ich współzależność mierzona korelacją jest bliska jedności), w całej pracy zrezygnowano ze statystycznego testowania równości wariancji. Podobnie czynią Blinder i Maccini (1991).

<sup>18</sup> Do wyodrębnienia komponentów o pożądanej cykliczności wykorzystano asymetryczny filtr pasmowo-przepustowy (*band-pass filter*) Christiano-Fitzgeralda (2003). Nie spowodował on przesunięć fazowych względem symetrycznego filtra Baxtera-Kinga (1999), a ponadto okazał się bardziej przydatny do filtracji cykliczności rocznej (filtr B-K nawet dla niskich częstotliwości generował szereg o sezonowości rocznej), a przy tym nie skracał dostępnej próby, tak jak czynią to filtry symetryczne.

silnie zagregowanych danych. W świetle koncepcji przedstawionych w przeglądzie teoretycznym trudno takiemu kształtowaniu się agregatu nadać jednoznaczną interpretację ekonomiczną, natomiast wspomniana nieregularność wydaje się najbliższa możliwościom zastosowania modelu  $(S, s)$ <sup>19</sup>. Ze względu na specyficzne założenia mikroekonomiczne model ten nie może być jednak zastosowany do wszystkich kategorii zapasów. Konieczna jest zatem także analiza danych mniej zagregowanych.

Tabela 1

Wybrane miary statystyczne dla realnego PKB, przyrostu zapasów oraz jego pozostałych składowych

	$\text{Var}(Y) / \text{Var}(S)$	$\text{Cor}(\Delta Z, Y)$	$\text{Cor}(\Delta Z, S)$
Dane źródłowe	1,06	0,38	0,30
Dane po usunięciu dryfu i trendu liniowego	1,03	0,19	-0,04
Komponent o cykliczności 2–4 kwartały	0,99	0,04	-0,12
Komponent o cykliczności 4–6 kwartałów	0,98	0,00	-0,15
Komponent o cykliczności 6–10 kwartałów	0,59	0,22	-0,66
Komponent o cykliczności 10–20 kwartałów	1,61	0,70	-0,42
Komponent o cykliczności 20–40 kwartałów	1,21	0,47	0,23
Komponent o cykliczności 40–60 kwartałów	1,19	0,48	0,29

Źródło: obliczenia na podstawie danych z rachunków narodowych GUS.

#### 4. Analiza danych z formularzy F-01/I-01

Dane z formularzy F-01/I-01 umożliwiają dokładną identyfikację zarówno poziomu, jak i przyrostu zapasów w podziale na cztery podstawowe kategorie (materiały, produkcja w toku<sup>20</sup>, produkty gotowe, towary). W przeciwieństwie do danych z rachunków narodowych, które stanowią jedynie przybliżenie zagregowanego przyrostu zapasów, dane z formularzy F-01/I-01 są podawane bezpośrednio przez przedsiębiorców i nie zawierają dodatkowych oszacowań<sup>21</sup>. Z drugiej strony obejmują jedynie informacje z przedsiębiorstw niefinansowych zatrudniających co najmniej 50 pracowników, co nie daje pełnego obrazu stanu gospodarki<sup>22</sup>. Dodatkowo różnice mogą się również pojawić ze względu na odmienne standardy wyceny<sup>23</sup> oraz bilansowanie przez GUS w rachunkach narodowych strony podażowej z popytową dla PKB.

<sup>19</sup> Spośród analizowanych koncepcji teoretycznych model  $(S, s)$  jako jedyny dopuszcza, aby wykres gęstości spektralnej dla przyrostu zapasów  $(Z)$  nie pokrywał się z wykresami gęstości spektralnej dla PKB  $(Y)$  lub jego pozostałych składowych  $(S)$ , a także aby w krótkim okresie korelacja dynamiczna i koherencja mogły przyjmować niskie (lub wręcz nieistotne statystycznie, różne od zera) wartości.

<sup>20</sup> Dokładna nazwa z formularzy F-01/I-01 GUS to „półprodukty i produkty w toku”. Dla uproszczenia zapisu stosowane będzie wyrażenie „produkcja w toku”.

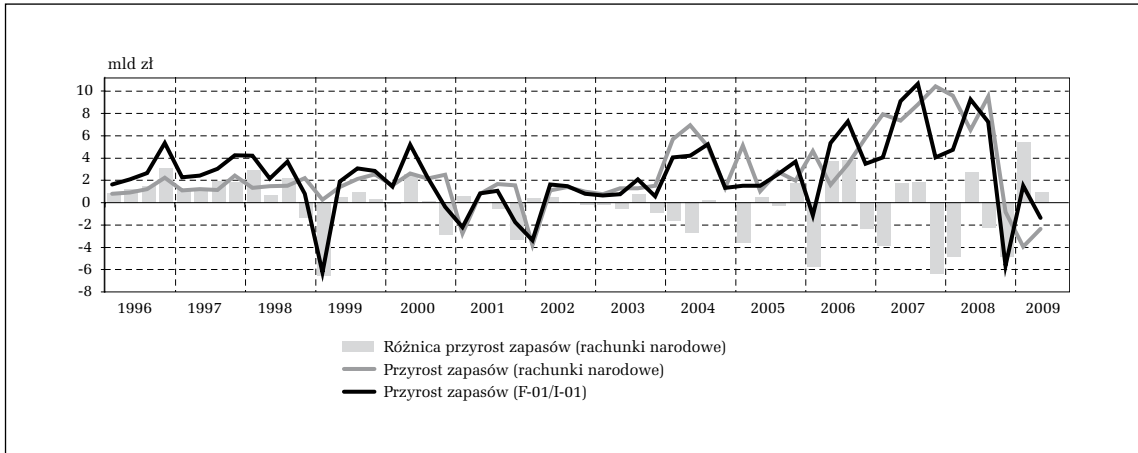
<sup>21</sup> Dane z rachunków narodowych w przyroście rzeczowych środków obrotowych oprócz przyrostu zapasów uwzględniają także międzyokresowe rozliczenia czynne przedsiębiorstw, rezerwy państwowe oraz nabycie aktywów o wyjątkowej wartości pomniejszone o ich rozdysponowanie.

<sup>22</sup> W 2007 r. udział przedsiębiorstw zatrudniających poniżej 50 pracowników w tworzeniu PKB wynosił około 37,5%.

<sup>23</sup> Przedsiębiorstwa są instruowane, aby w formularzu F-01/I-01 wyceniać swe zapasy zgodnie z ustawą o rachunkowości, natomiast w rachunkach narodowych zmiany rzeczowych środków obrotowych liczone są jako różnica między wartością na początek i na koniec okresu sprawozdawczego w cenach średniorocznych.

Wykres 5

Przyrost zapasów (w cenach bieżących) na podstawie danych z rachunków narodowych GUS oraz formularzy F-01/I-01 GUS



Źródło: obliczenia na podstawie danych z rachunków narodowych GUS oraz danych z formularzy F-01/I-01 GUS.

W związku z powyższym można zaobserwować wyraźne różnice między obydwoma szeregami danych<sup>24</sup> (por. wykres 5). Należy więc oczekiwać, że wnioski z analizy na podstawie danych z formularzy F-01/I-01 mogą nie uwzględniać specyfiki sektora małych firm i mikroprzedsiębiorstw.

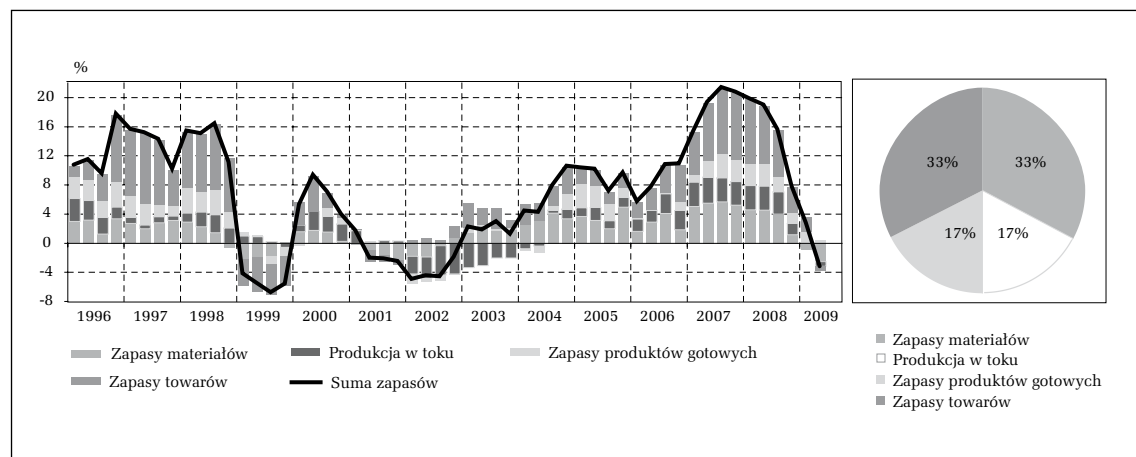
#### 4.1. Znaczenie poszczególnych kategorii zapasów

Przez długi czas większość teorii zapasów skupiała się na wyjaśnianiu zachowania zapasów produktów gotowych, *implicite* uznając je za najważniejszą kategorię zapasów. Jak jednak wspomniano, m.in. zdaniem Blindera (1981) oraz Blindera i Macciniego (1991) podejście takie jest nieuprawnione z makroekonomicznego punktu widzenia. W praktyce okazuje się bowiem, że zapasy materiałów oraz zapasy towarów odgrywają w gospodarce nie mniej istotną rolę. Można to zaobserwować, m.in. porównując wkład poszczególnych kategorii zapasów do rocznej dynamiki ich agregatu oraz przeciętny udział tych kategorii w sumie zapasów (por. wykres 6). Obrazują to również dane dotyczące dekompozycji wariancji sumy zapasów w różnych ujęciach (por. tabela 2). Na tej podstawie można wręcz wyciągnąć wniosek, że zapasy materiałów i towarów odgrywają znacznie większą rolę we fluktuacjach gospodarczych niż zapasy produktów gotowych.

<sup>24</sup> Korelacja pomiędzy przyrostem zapasów według danych z rachunków narodowych i według danych z formularzy F-01/I-01 wynosi około 66%.

Wykres 6

Wkład poszczególnych kategorii zapasów do rocznej dynamiki sumy zapasów oraz przeciętny udział poszczególnych kategorii zapasów w ich sumie (w cenach stałych wg PPI)



Źródło: obliczenia na podstawie danych z formularzy F-01/I-01 GUS.

Tabela 2

Udział wariacji poszczególnych kategorii zapasów w wariacji sumy zapasów z uwzględnieniem udziału kowariancji oraz po jej rozdzieleniu na poszczególne kategorie zapasów (w cenach stałych wg PPI)

	Udział wariacji* (w %)				Udział kowariancji* (w %)
	zapasów materiałów	produkcji w toku	zapasów produktów gotowych	zapasów towarów	
Dane źródłowe	8	2	3	20	68
	27	13	16	44	x
Dane po wyłączeniu dryfu i trendu liniowego	11	6	3	15	66
	29	20	13	38	x
Przyrosty kwartalne stanu zapasów	11	4	5	16	64
	30	14	17	39	x
Przyrosty roczne stanu zapasów	7	4	4	19	66
	23	16	18	42	x

\* Ze względu na zaokrąglenia udziały nie muszą sumować się do 100%.

Źródło: obliczenia na podstawie danych z formularzy F-01/I-01 GUS.

Analiza przesunięć fazowych przyrostów zapasów z poszczególnych kategorii względem przychodów ze sprzedaży produktów pozwala dostrzec dodatkowy powód tego, że zrozumienie kształtowania się zapasów materiałów i towarów może być szczególnie istotne. Przyrost zapasów materiałów i towarów, zwłaszcza dla cykliczności powyżej sześciu kwartałów, wyprzedza przyrost zarówno pozostałych kategorii zapasów, jak i przychodów ze sprzedaży produktów oraz towarów

(por. tabela 3). Ich obserwacja może więc mieć duże znaczenie dla wczesnej identyfikacji zjawisk cyklu koniunkturalnego oraz prognozowania jego przebiegu. Reagujące w następnej kolejności (ale wciąż wyprzedzające względem przychodów ze sprzedaży) inwestycje w produkcję w toku oraz w zapasy produktów gotowych mogą uzupełniać predykcje poczynione na podstawie wcześniejszych obserwacji. Ze względu na jakość analizy i prognoz zjawisk gospodarczych zrozumienie ich zachowania również należy uznać za istotne.

W związku z powyższym osobnej analizie warto poddać wszystkie kategorie zapasów. Pozwoli to ocenić ich indywidualną charakterystykę oraz określić, jaką dokładnie rolę odgrywają w cyklicznych procesach gospodarczych.

Tabela 3

Przesunięcia fazowe (mierzone w kwartałach\*) cyklicznych komponentów względem przychodów ze sprzedaży produktów, w cenach stałych wg PPI, po usunięciu dryfu i trendu liniowego

Komponent o cykliczności									
2–4 kwartały		4–6 kwartałów		6–20 kwartałów		20–40 kwartałów		40–60 kwartałów	
$\Delta Zmat$	-0,39	$\Delta Zmat$	-1,0	$\Delta Zmat$	-2,4	$\Delta Zmat$	-5,5	$\Delta Zmat$	-9,5
$\Delta Ztow$	-0,25	$Sp$	0,0	$\Delta Ztow$	-2,1	$\Delta Ztow$	-3,2	$\Delta Ztow$	-4,3
$Sp$	0,00	$St$	0,1	$\Delta Ztok$	-0,5	$\Delta Ztok$	-3,1	$\Delta Ztok$	-3,5
$St$	0,04	$\Delta Ztow$	0,5	$\Delta Zgot$	-0,4	$\Delta Zgot$	-1,6	$\Delta Zgot$	-2,8
$\Delta Ztok$	0,28	$\Delta Ztok$	0,6	$Sp$	0,0	$Sp$	0,0	$Sp$	0,0
$\Delta Zgot$	0,34	$\Delta Zgot$	0,7	$St$	1,0	$St$	2,0	$St$	3,1

\* Wartość ujemna (dodatnia) oznacza, że dany szereg jest wyprzedzający (opóźniony) względem szeregu referencyjnego.

$St$  – przychody ze sprzedaży towarów,

$\Delta Zmat$  – przyrost zapasów materiałów produkcji w toku

$\Delta Zgot$  – przyrost produktów gotowych

$\Delta Ztow$  – przyrost towarów

$Sp$  – przychody ze sprzedaży produktów

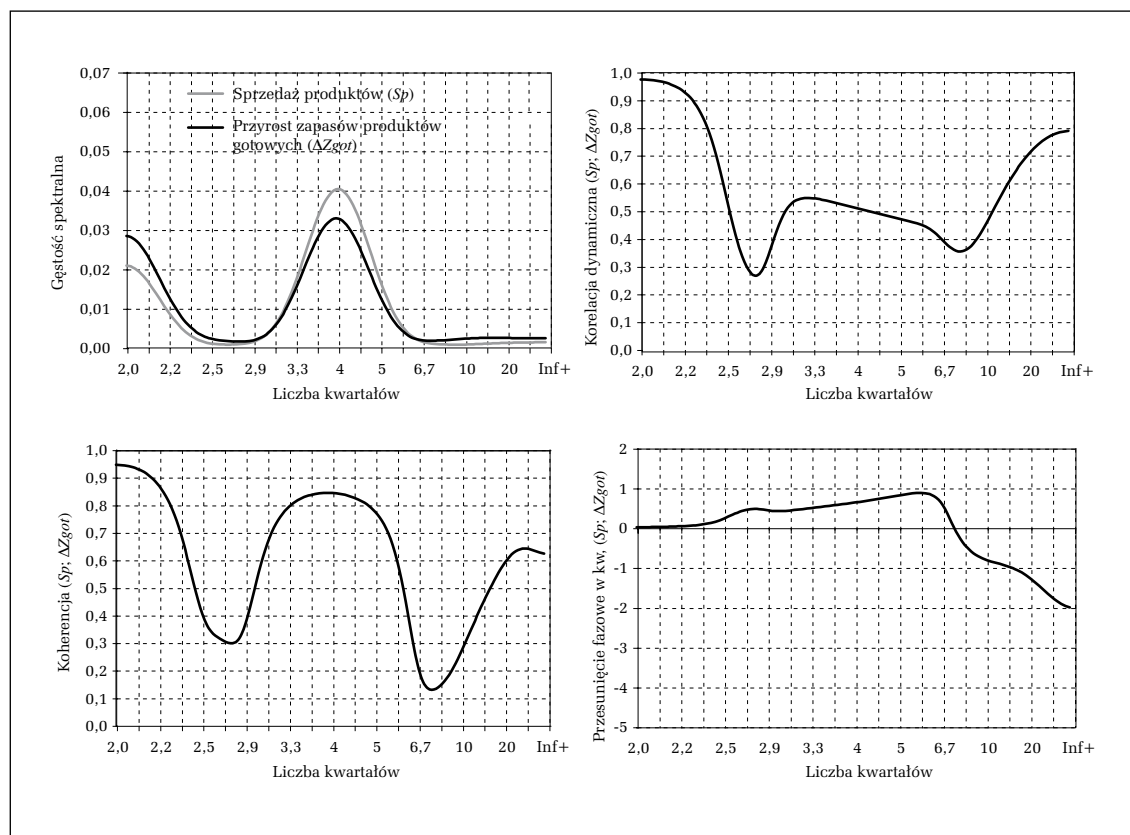
Źródło: obliczenia na podstawie danych z formularzy F-01/I-01 GUS z wykorzystaniem programu autorstwa P. Skrzypczyńskiego.

## 4.2. Zapasy produktów gotowych

Wykresy najważniejszych statystyk cross-spektralnych (por. wykres 7) oraz wartości korelacji i ilorazów wariancji dla analizowanych zmiennych (por. tabela 4) wskazują, że kształtowanie się zapasów produktów gotowych cechuje się wysoką zgodnością z ogólną koncepcją akceleratora. Wykresy gęstości spektralnych mają taki sam kształt, a w krótkim okresie przyrost zapasów produktów gotowych jest silnie dodatnio skorelowany z przychodami ze sprzedaży produktów przy lekkim opóźnieniu, które nie przekracza kwartału. Począwszy od cykliczności o okresie około ośmiu kwartałów (a więc także dla wahań o charakterze koniunkturalnym) przyrost zapasów produktów gotowych zaczyna wykazywać specyfikę długookresową – korelacja pozostaje wyraźnie dodatnia, natomiast inwestycje w zapasy produktów gotowych stają się wyprzedzające względem przychodów ze sprzedaży produktów. Wskazuje to na szczególnie istotną rolę oczekiwań dla cykliczności koniunkturalnej i długookresowej.

Wykres 7

Najważniejsze statystyki cross-spektralne realnych (wg PPI) przychodów ze sprzedaży produktów (sprzedaż produktów:  $Sp$ ) oraz przyrostu zapasów produktów gotowych ( $\Delta Zgot$ ), po usunięciu dryfu i trendu liniowego



Źródło: obliczenia na podstawie danych z formularzy F-01/I-01 GUS z wykorzystaniem programu autorstwa P. Skrzypczyńskiego.

Tabela 4

Wybrane miary statystyczne dla realnych (wg PPI) przychodów ze sprzedaży produktów ( $Sp$ ) oraz przyrostu zapasów produktów gotowych ( $\Delta Zgot$ )

	$Var(Sp + \Delta Zgot)/Var(Sp)$	$Cor(\Delta Zgot, Sp)$
Dane źródłowe	1,01	0,56
Dane po usunięciu dryfu i trendu liniowego	1,01	0,60
Komponent o cykliczności 2–4 kwartały	1,01	0,75
Komponent o cykliczności 4–6 kwartałów	1,00	0,29
Komponent o cykliczności 6–10 kwartałów	1,01	-0,02
Komponent o cykliczności 10–20 kwartałów	1,02	0,83
Komponent o cykliczności 20–40 kwartałów	1,01	0,41
Komponent o cykliczności 40–60 kwartałów	1,02	0,89

Źródło: obliczenia na podstawie danych z formularzy F-01/I-01 GUS.

Analiza ilorazów wariancji (por. tabela 4) pozwala potwierdzić jedną z podstawowych konsekwencji zachowania zgodnego z ogólną koncepcją akceleratora. Przyrost zapasów produktów gotowych w badanym okresie w istocie miał destabilizujący wpływ na przychody ze sprzedaży produktów i zwiększał ich wariancję o 1–2%.

Głębsza analiza wykazała, że zgodne z ogólną koncepcją akceleratora kształtowanie się przyrostu zapasów produktów gotowych wynika z istnienia *stockout-avoidance motive*. Korelacja pomiędzy komponentami sezonowymi sprzedaży produktów gotowych a ich popytowa jest niemal stuprocentowa, a ilorazy ich wariancji świadczą, że większą rolę odgrywają szoki popytowe niż podażowe. Zgodnie z logiką *stockout-avoidance motive* ich rola rośnie, gdy w przefiltrowanych szeregach oprócz sezonowości deterministycznej uwzględnia się również sezonowość stochastyczną<sup>25</sup>. Wnioski z badania są więc zbieżne z koncepcją Kahna (1982), według której zapasy produktów gotowych są dodatnio skorelowane z ich sprzedażą ze względu na to, że ewentualne wyczerpanie zapasów na skutek podwyższonego popytu mogłoby spowodować koszty utraconych korzyści.

### 4.3. Zapasy materiałów

W świetle analizy spektralnej kształtowanie się przyrostu zapasów materiałów jest zgodne z podstawowymi wnioskami z modelu ( $S, s$ ). W przeciwieństwie do produkcji, przyrost zapasów materiałów cechuje się niską cyklicznością dwukwartalną, natomiast obydwie zmienne wykazują się wysoką cyklicznością roczną (por. wykres 8). Oznacza to, że nawet w całym sektorze przedsiębiorstw (zatrudniających powyżej 50 pracowników) cykl zamówień materiałów nie pokrywa się w pełni z cyklem produkcyjnym. Ze względu na malejący krańcowy koszt dostawy materiałów przedsiębiorstwa nie stosują więc logistycznej strategii *just-in-time*, natomiast dokonują zamówień okresowo, przede wszystkim w cyklu rocznym.

Analiza przefiltrowanych szeregów pozwala na identyfikację ogólnego, najbardziej popularnego schematu sezonowości w działaniu przedsiębiorstw. Uzupełnianie stanu zapasów następuje w drugim i (przede wszystkim) trzecim kwartale, podczas gdy ich spadek jest charakterystyczny dla kwartału czwartego oraz (głównie) pierwszego. Produkcja kształtuje się nieco inaczej i przyjmuje najwyższe wartości dla kwartału drugiego, a przede wszystkim czwartego, natomiast najniższe głównie dla kwartału pierwszego i w następnej kolejności kwartału trzeciego. Ujemne przesunięcie fazowe świadczy o tym, że zgodnie z logiką procesu produkcyjnego zapasy materiałów są wyprzedzające względem produkcji, a tym samym ich wielkość w dużej mierze zależy od formułowanych przez przedsiębiorców oczekiwań i wynikających z nich planów produkcyjnych.

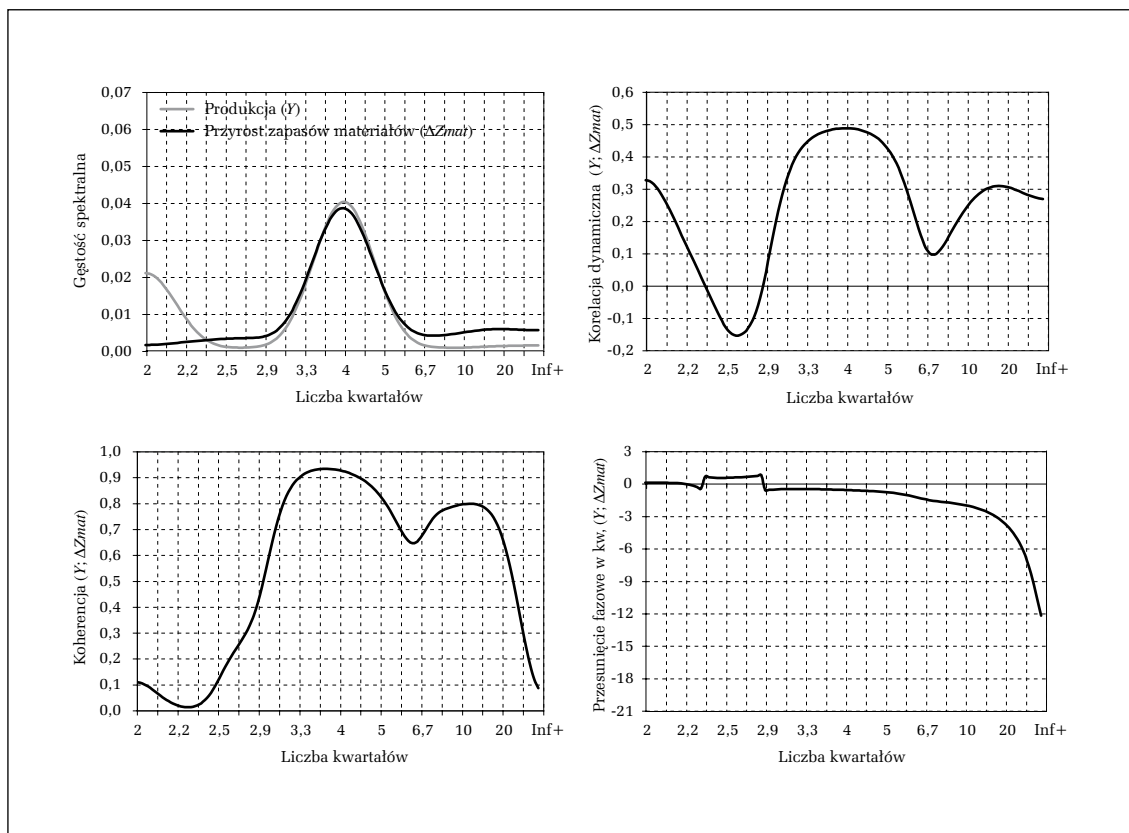
W świetle dostępnych danych trudno jednoznacznie, na gruncie teorii, zinterpretować lokalne ekstrema, które pojawiają się na wykresach korelacji dynamicznej i koherencji dla wahań o charakterze koniunkturalnym. Być może oprócz rocznego cyklu zamówień materiałów przedsiębiorstwa w ramach modelu ( $S, s$ ) stosują również cykle o dłuższym okresie, które wiążą się np. z ich planami średniookresowymi. Obserwowana zależność może też wynikać z koniunkturalnych wahań

<sup>25</sup> Wnikliwą analizę spektralną specyfiki sezonowej inwestycji w zapasy przeprowadzili m.in. Carpenter i Levy (1998).



## Wykres 8

Najważniejsze statystyki cross-spektralne realnych (wg PPI) przychodów ze sprzedaży powiększonych o przyrost zapasów produktów gotowych (produkcja:  $Y$ ) oraz przyrostu zapasów materiałów ( $\Delta Z_{mat}$ ), po usunięciu dryfu i trendu liniowego



Źródło: obliczenia na podstawie danych z formularzy F-01/I-01 GUS z wykorzystaniem programu autorstwa P. Skrzypczyńskiego.

popytu na produkty przedsiębiorstwa i elastycznego dostosowania łącznej wielkości zamówień materiałów w ramach cyklu rocznego. Dokładniejsze wnioski można sformułować jedynie na podstawie analizy mniej zagregowanych danych, np. do poszczególnych branż, w celu uchwycenia ich specyfiki. W szczególności celowe byłoby wyodrębnienie grupy przedsiębiorstw prawnie zobowiązanych do utrzymywania zapasów obowiązkowych (np. energetyka). W ich przypadku wyjątkowo duża część wahań wartości zapasów materiałów może wynikać bezpośrednio ze zmian kursów walutowych oraz cen surowców, czego nie uwzględnia wprost żadna teoria zapasów.

Ilorazy wariancji analizowanych zmiennych (por. tabela 5) pozwalają stwierdzić, że kształtowanie się przyrostu zapasów materiałów w badanym okresie miało przeciętnie lekko destabilizujący charakter i zwiększało wariancję produkcji o około 1–2%. Ze względu na podobny wpływ inwestycji w zapasy produktów gotowych prowadziło to łącznie do zwiększenia wariancji przychodów ze sprzedaży produktów o 1–3%.

Tabela 5

Wybrane miary statystyczne dla realnych (wg PPI) przychodów ze sprzedaży produktów ( $Sp$ ) oraz przyrostu zapasów produktów materiałów ( $\Delta Zmat$ )

	$\frac{\text{Var}(Y+\Delta Zmat)}{\text{Var}(Y)}$	$\frac{\text{Var}(Y+\Delta Zmat)}{\text{Var}(Sp)}$	$\text{Cor}(\Delta Zmat, Y)$
Dane źródłowe	1,01	1,01	0,35
Dane po usunięciu dryfu i trendu liniowego	1,01	1,01	0,37
Komponent o cykliczności 2–4 kwartały	1,01	1,02	0,32
Komponent o cykliczności 4–6 kwartałów	1,01	1,01	0,52
Komponent o cykliczności 6–10 kwartałów	1,00	1,01	0,06
Komponent o cykliczności 10–20 kwartałów	1,02	1,04	0,44
Komponent o cykliczności 20–40 kwartałów	1,01	1,01	0,15
Komponent o cykliczności 40–60 kwartałów	1,01	1,03	0,30

Źródło: obliczenia na podstawie danych z formularzy F-01/I-01 GUS.

#### 4.4. Produkcja w toku

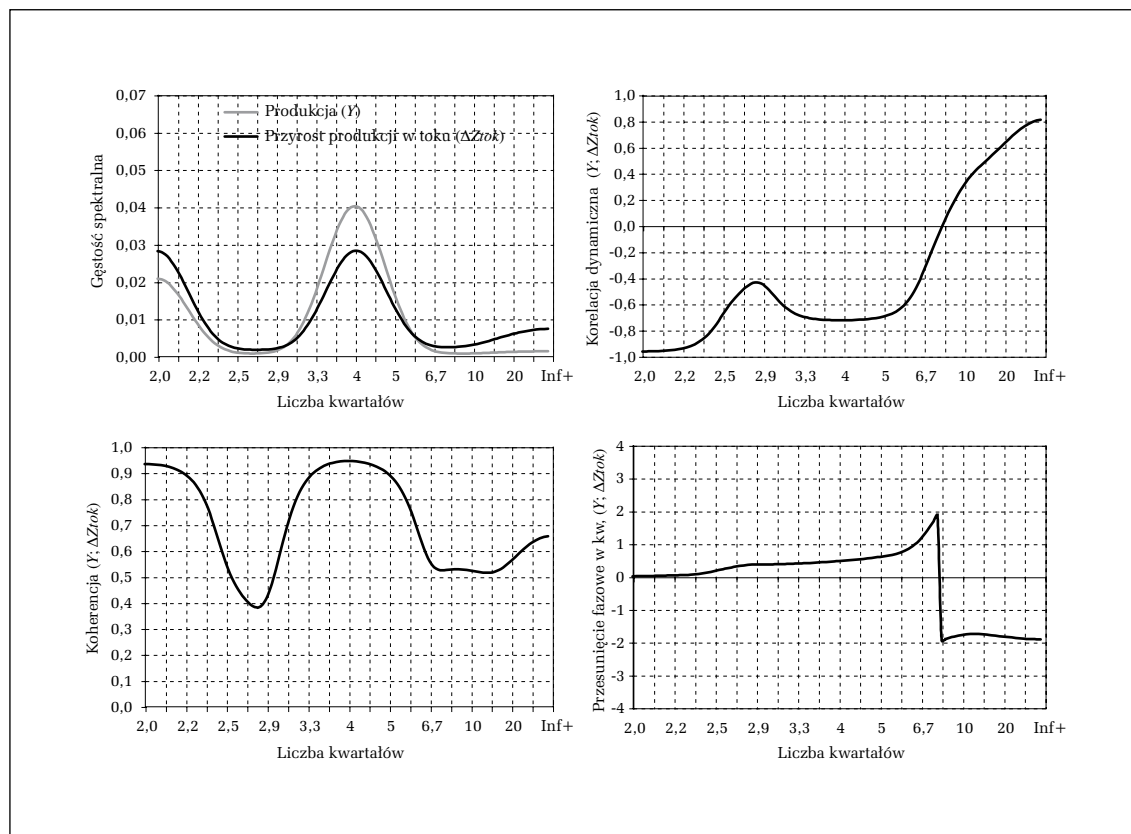
Produkcja w toku stanowi potencjalnie najtrudniejszą do analizy kategorię zapasów. Kategoria ta łączy bowiem zarówno cechy zapasów materiałów, jak i produktów gotowych, agregując zapasy półproduktów (którym ekonomicznie bliżej do materiałów) oraz produktów będących w trakcie obróbki produkcyjnej (którym ekonomicznie bliżej do produktów gotowych). Poziom produkcji w toku może więc wynikać zarówno z wysokiego stanu zapasów półproduktów wyłączonych z dalszej obróbki, jak i intensywnego procesu produkcyjnego. Być może jest to przyczyną, że – wedle wiedzy autora – *explicite* nie sformułowano żadnej teorii, która kompleksowo uwzględniałaby naturę tej kategorii zapasów. W większości przypadków produkcję w toku wyłącza się ze szczegółowej analizy bądź traktuje się ją podobnie jak zapasy materiałów.

Okazuje się tymczasem, że produkcja w toku pozwala wytłumaczyć fenomen kształtowania się zapasów produktów gotowych niezgodnego z modelem wygładzania produkcji (*production-smoothing model*). Analiza spektralna wykazuje bowiem, że to nie zapasy produktów gotowych, ale właśnie produkcja w toku odgrywa rolę bufora zabezpieczającego produkcję przed gwałtownymi, nieplanowanymi wahaniami, wynikającymi z nieoczekiwanych zmian poziomu sprzedaży. Funkcji tej nie muszą zatem pełnić zapasy produktów gotowych.

Przy podobnych kształtach funkcji gęstości spektralnej dynamiczna korelacja pomiędzy przyrostem produkcji w toku a przychodami ze sprzedaży produktów rośnie wraz z wydłużaniem okresu cykliczności wahań od -1 w krótkim okresie do 0,8 w długim okresie (por. wykres 9). Punkt, gdzie zmienia się znak korelacji, to równocześnie miejsce, w którym produkcja w toku przestaje być opóźniona i staje się wyprzedzająca względem przychodów ze sprzedaży produktów. Dla wahań o okresie cyklu do około ośmiu kwartałów produkcja w toku w istocie służy wygładzaniu produkcji i ma stabilizujący charakter. Następnie zaczyna wykazywać coraz więcej właściwości specyficznych dla długiego okresu, tj. dodatnią korelację i wyprzedzający charakter zgodny z chronologią procesu produkcji i sprzedaży.

## Wykres 9

Najważniejsze statystyki cross-spektralne realnych (wg PPI) przychodów ze sprzedaży produktów gotowych (sprzedaż produktów:  $(Sp)$ ) oraz przyrostu produkcji w toku ( $\Delta Ztok$ ), po usunięciu dryfu i trendu liniowego



Źródło: obliczenia na podstawie danych z formularzy F-01/I-01 GUS z wykorzystaniem programu autorstwa P. Skrzypczyńskiego.

Opisane powyżej prawidłowości potwierdza analiza ilorazów wariacji (por. tabela 6). Dla badanego przedziału czasu w krótkim okresie produkcja w toku redukowałą wariację produkcji o około 1%, natomiast w długim przyczyniała się do jej zwiększenia o około 3%. Tym samym w przypadku wahań o krótkim cyklu przyrost produkcji w toku niweluje destabilizujący charakter przyrostu zapasów produktów gotowych, podczas gdy dla dłuższych cykli przyczynia się do jego spotęgowania.

Pod względem ekonomicznym poczynione obserwacje mogą oznaczać, że przedsiębiorstwa gromadzą zapasy półproduktów oraz produktów w toku z powodu ich elastyczności oraz łatwości przetwarzania w docelowy produkt gotowy o pożądanym parametrach. Przedsiębiorstwom może się nie opłacać utrzymywanie wysokiego stanu wyrobów gotowych w pełnym asortymencie, obejmującym wszystkie warianty produkowanego dobra. Generowałyby to m.in. wysokie koszty magazynowania<sup>26</sup> oraz ryzyko, że nie wszystkie produkty zostaną sprzedane. Tymczasem utrzy-

<sup>26</sup> Można przypuszczać, że magazynowanie wyrobów gotowych jest droższe od magazynowania półproduktów.

Tabela 6

Wybrane miary statystyczne dla realnych (wg PPI) przychodów ze sprzedaży produktów ( $Sp$ ), produkcji ( $Y = Sp + \Delta Zgot$ ) oraz przyrostu zapasów produktów gotowych ( $\Delta Ztok$ )

	$\text{Var}(Y + \Delta Ztok) / \text{Var}(Y)$	$\text{Var}(Y + \Delta Ztok) / \text{Var}(Sp)$	$\text{Cor}(\Delta Ztok, Y)$	$\text{Cor}(\Delta Ztok, Sp)$
Dane źródłowe	0,99	1,00	-0,57	-0,57
Dane po usunięciu dryfu i trendu liniowego	0,99	1,00	-0,66	-0,66
Komponent o cykliczności 2–4 kwartały	0,99	1,00	-0,82	-0,81
Komponent o cykliczności 4–6 kwartałów	0,99	0,99	-0,67	-0,67
Komponent o cykliczności 6–10 kwartałów	1,00	1,01	-0,04	-0,04
Komponent o cykliczności 6–20 kwartałów	1,02	1,04	0,56	0,56
Komponent o cykliczności 20–40 kwartałów	1,03	1,04	0,70	0,70
Komponent o cykliczności 40–60 kwartałów	1,03	1,04	0,96	0,95

Źródło: obliczenia na podstawie danych z formularzy F-01/I-01 GUS.

mywanie zapasów półproduktów oraz produktów w toku w dużej mierze rozwiązuje ten problem. Dokończenie produkcji nie zajmuje tak dużo czasu, jak wytworzenie produktu bezpośrednio z materiałów, a jednocześnie przedsiębiorca może elastycznie reagować na zgłaszany popyt i dopasowywać gotowy wyrób do preferencji klienta, uwzględniając możliwości produkcyjne.

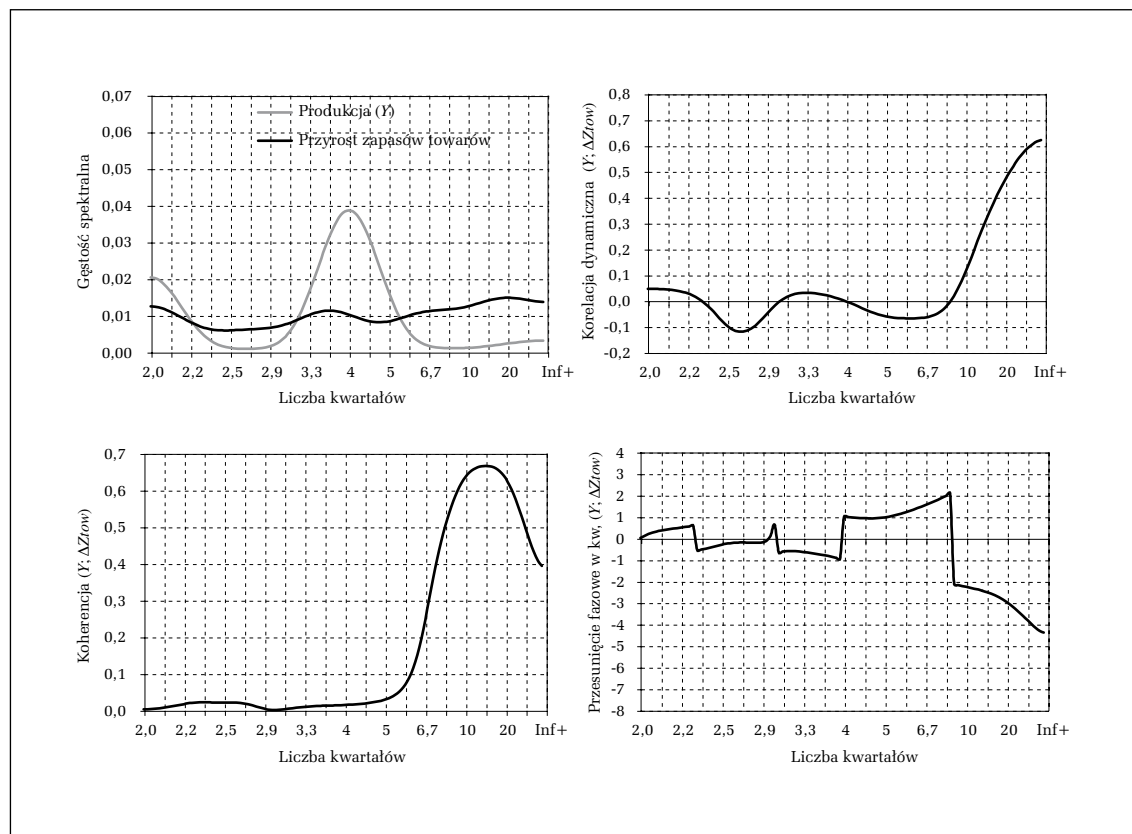
#### 4.5. Zapasy towarów

Na podstawie analizy spektralnej można wyciągnąć wniosek, że kształtowanie się przyrostu zapasów towarów wykazuje wysoką zgodność z modelem ( $S, s$ ). Kształt gęstości spektralnej przyrostu zapasów towarów oraz przychodów z ich sprzedaży są zdecydowanie odmienne (por. wykres 10). Inwestycje w zapasy towarów nie cechują się jedną dominującą cyklicznością o określonym okresie, natomiast duża liczba relatywnie płaskich lokalnych ekstremów na wykresie gęstości spektralnej wskazuje na nakładanie się na siebie licznych cykli o różnym okresie wahań, ale o podobnym znaczeniu. W przypadku cyklu o okresie do około 10 kwartałów dynamiczna korelacja oraz koherencja przyjmują niskie wartości (wręcz statystycznie nieistotnie różne od zera). Świadczy to o faktycznym braku zależności przyrostu zapasów towarów od poziomu ich sprzedaży. W krótkim okresie czyni to z zapasów towarów najmniej przewidywalną spośród wszystkich kategorii zapasów. Z punktu widzenia koncepcji przedstawionych w przeglądzie teoretycznym takie zachowanie jest zgodne jedynie z modelem ( $S, s$ ).

W przypadku wahań o okresie cyklu powyżej 10 kwartałów inwestycje w zapasy materiałów zaczynają mieć charakter długookresowy – dynamiczna korelacja gwałtownie rośnie, a przesunięcie fazowej staje się wyraźnie ujemne. Wysoki udział gęstości spektralnej dla częstotliwości wahań przypisywanych wahaniom koniunkturalnym (szczyt dla okresu 20 kwartałów), przy niskich udziałach pozostałych kategorii zapasów, wskazuje natomiast, że to właśnie inwestycje w zapasy towarów odpowiadają głównie za wahania całego agregatu zapasów w cyklu koniunkturalnym.

Wykres 10

Najważniejsze statystyki cross-spektralne realnych (wg PPI) przychodów ze sprzedaży towarów (sprzedaż towarów:  $S_t$ ) oraz realnego przyrostu zapasów towarów ( $\Delta Z_{tow}$ ), po usunięciu dryfu i trendu liniowego



Źródło: obliczenia na podstawie danych z formularzy F-01/I-01 GUS z wykorzystaniem programu autorstwa P. Skrzypczyńskiego.

Dane dotyczące ilorazów wariacji (por. tabela 7) nie potwierdzają specyfikacji modelu ( $S, s$ ), według której inwestycje w zapasy towarów w krótkim okresie istotnie zwiększają wariację sprzedaży (Blinder 1981; Caplin 1985). Jak wspomniano, może to wynikać z problemów z agregacją danych, co prowadzi do przyjęcia wielu restrykcyjnych założeń modelu w celu uzyskania identyfikacji. O ile więc na poziomie mikroekonomicznym własność ta wynika wprost z modelu ( $S, s$ ), o tyle na poziomie makroekonomicznym może ona zanikać. Niemniej jednak w długim okresie także dla cykliczności koniunkturalnej (o okresie powyżej 10 kwartałów) inwestycje w zapasy towarów zgodnie z oczekiwaniami przyczyniają się do zwiększenia wariacji sprzedaży (o około 2–3%).

Przedsiębiorcy dokonują więc okresowych zamówień towarów z podobnych przyczyn jak w przypadku zapasów materiałów, korzystając z malejących kosztów krańcowych ich dostawy. W przeciwieństwie jednak do zapasów materiałów trudno zidentyfikować dominujące cykle zamówień o konkretnym okresie. Może to wynikać z faktu, że mniej elastyczna działalność produkcyjna wymaga dokładniejszego planowania (naturalnym horyzontem planu jest rok) i synchroniza-

Tabela 7

Wybrane miary statystyczne dla realnych (wg PPI) przychodów ze sprzedaży towarów ( $S_t$ ) oraz przyrostu zapasów towarów ( $\Delta Z_{tow}$ )

	$\text{Var}(S_t + \Delta Z_{tow})/\text{Var}(S_t)$	$\text{Cor}(\Delta Z_{tow}, S_t)$
Dane źródłowe	1,00	0,10
Dane po usunięciu dryfu i trendu liniowego	1,00	0,05
Komponent o cykliczności 2–4 kwartały	1,00	-0,03
Komponent o cykliczności 4–6 kwartałów	1,00	-0,08
Komponent o cykliczności 6–10 kwartałów	0,99	-0,16
Komponent o cykliczności 10–20 kwartałów	1,03	0,22
Komponent o cykliczności 20–40 kwartałów	1,02	0,43
Komponent o cykliczności 40–60 kwartałów	1,03	0,76

Źródło: obliczenia na podstawie danych z formularzy F-01/I-01 GUS.

cji niż działalność handlowa. Przedsiębiorstwa produkcyjne są współtwórcami podaży rynkowej dóbr, w związku z czym bardziej muszą polegać na antycypowaniu popytu niż przedsiębiorstwa handlowe, które jako pośrednicy mogą lepiej reagować *ex post* na zmiany popytu, traktując podaż dóbr jako daną.

W związku ze wspomnianymi problemami wynikającymi z agregacji danych poznanie dokładnej specyfiki modelu ( $S, s$ ) wymagałoby więc analizy danych jednostkowych przedsiębiorstw.

## 5. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonego badania można wyciągnąć wiele wniosków o dużym znaczeniu dla prawidłowego postrzegania zjawisk gospodarczych, w szczególności o cykliczności koniunkturalnej.

Dane wskazują, że kategoria rachunkowa, którą można uznać za przybliżenie inwestycji w zapasy zagregowanych w skali całej gospodarki, odgrywa fundamentalną rolę w zjawiskach cyklu koniunkturalnego i przyczynia się do destabilizacji oraz zwiększenia wariancji PKB nawet o 60% (dla cykliczności 10–20 kwartałów).

Ponieważ inwestycje w zapasy przedsiębiorstw zatrudniających co najmniej 50 pracowników nie wpływają aż tak destabilizująco na przychodów ze sprzedaży (zwiększenie wariancji o maksymalnie 4%), można przypuszczać, że za większą część wariancji przyrostu zapasów odpowiadają przedsiębiorstwa najmniejsze pod względem zatrudnienia. Zaburzenia częściowo mogą być również powodowane przez metodologiczne różnice między danymi z rachunków narodowych oraz z formularzy F-01/I-01.

Zagregowany i strumieniowy charakter danych o przyroście zapasów z rachunków narodowych właściwie wyklucza możliwość ich analizy za pomocą rygorystycznych modeli teoretycznych. Analiza danych z formularzy F-01/I-01 zdezagregowanych do poszczególnych kategorii zapasów wskazuje bowiem na ich zróżnicowanie zarówno pod względem podstaw mikroekono-

micznych, jak i własności makroekonomicznych. Zdecydowanie bardziej przydatna, zwłaszcza do prognozowania przyrostu zapasów w rachunkach narodowych, powinna okazać się „ateoretyczna” analiza szeregów czasowych. Ze względu na dominujący udział zapasów materiałów i towarów w całym agregacie zapasów oraz ich wariacji, rozwiązaniem może być również analiza danych za pomocą modelu ( $S, s$ ).

Chociaż zainteresowanie ekonomistów skupia się na przyroście zapasów produktów gotowych, inwestycje w zapasy materiałów oraz towarów odgrywają największą rolę w wahaniami całego agregatu zapasów. Ponadto kategorie te mają charakter wyprzedzający zarówno względem pozostałych kategorii zapasów, jak i – co najważniejsze – przychodów ze sprzedaży produktów oraz towarów. W związku z tym to właśnie inwestycje w zapasy materiałów oraz towarów pozwalają na wczesne zidentyfikowanie faz cyklu koniunkturalnego oraz prognozowanie jego dalszego rozwoju. Obserwacja zachowania przyrostu produkcji w toku oraz przyrostu zapasów produktów gotowych może jednak w tym procesie pełnić funkcję uzupełniającą i dlatego również nie powinna być pomijana.

Spśród zaprezentowanych koncepcji teoretycznych to koncepcja *stockout-avoidance motive* najlepiej wyjaśnia kształtowanie się zapasów produktów gotowych. W konsekwencji pełnią one w gospodarce destabilizującą funkcję, nieznacznie zwiększając wariację sprzedaży produktów zarówno w krótkim, jak i długim okresie.

Zachowanie produkcji w toku pozwala wytłumaczyć fenomen zachowania inwestycji w zapasy produktów gotowych niezgodnego z modelem wygładzania produkcji. Okazuje się bowiem, że to właśnie zapasy półproduktów i produkcja w toku – a nie zapasy produktów gotowych – zabezpieczają przedsiębiorcę przed nieoczekiwanymi zmianami popytu w krótkim okresie. Prawdopodobnie wynika to z krótszego czasu potrzebnego na ich obróbkę niż w przypadku materiałów surowych, a jednocześnie większej elastyczności dopasowania ostatecznego wyrobu do potrzeb klienta niż w przypadku produktów gotowych. Utrzymywanie zapasów półproduktów oraz produkcji w toku jest więc odpowiedzią na niepewność związaną z popytem nie tylko w sensie ilościowym, lecz także jakościowym.

Inwestycje w zapasy materiałów oraz towarów – a więc kategorie o największym znaczeniu dla zjawisk koniunkturalnych oraz wahań całego agregatu zapasów – są zgodne z modelem ( $S, s$ ). W przypadku zapasów materiałów zgodność ta okazuje się wyższa i jednocześnie można stwierdzić, że dominuje cykliczność zamówień o okresie rocznym. Zapasy towarów cechują się nieco mniejszą zgodnością z wynikami modeli ( $S, s$ ) w zakresie implikowanych ilorazów wariacji. Prawdopodobnie jest to jednak skutkiem problemów wynikających z agregacji danych oraz braku możliwości wskazania najważniejszego wzorca cykliczności zamówień. Jednocześnie czyni to z zapasów towarów najmniej przewidywalną kategorię zapasów. Ich zmiany najbardziej przyczyniają się do wahań koniunkturalnych, co powoduje duże trudności z przewidywaniem koniunktury.

Do lepszego poznania zachowania poszczególnych kategorii zapasów z punktu widzenia ich znaczenia dla zjawisk koniunkturalnych konieczna okazuje się analiza danych mniej zagregowanych. Najbardziej przydatne wydają się dane panelowe, które pozwalają na połączenie formułowanych *explicite* założeń mikroekonomicznych z ich makroekonomicznymi konsekwencjami. Pewną próbę zastosowania takiego podejścia wobec polskich danych stanowi praca Pawłowskiej i in. (2007).

## Aneks

Analiza spektralna i cross-spektralna jest analizą szeregów czasowych w dziedzinie częstotliwości. Dostarcza ona narzędzi do badania współzależności między zmiennymi z perspektywy wahań o krótkim, średnim i długim okresie. Opis jej metod i technik prezentuje m.in. Hamilton (1994, rozdz. 6). W polskiej literaturze podstawowe informacje o analizie spektralnej zawierają prace Skrzypczyńskiego (2006, Aneks B; 2008, rozdz. 2.2.6). Poniżej skupiono się na najważniejszych kwestiach jakościowych istotnych z punktu widzenia niniejszej pracy, związanych ze stosowaniem analizy częstotliwościowej.

Po pierwsze, przeprowadzenie analizy spektralnej i cross-spektralnej wymaga, aby badane zmienne były stacjonarne. Ponieważ wszystkie zmienne wejściowe były niestacjonarne, usunięto z nich dryf oraz trend liniowy, a następnie przeprowadzono test na stacjonarność HEGY z uwzględnieniem sezonowości występującej w danych. W świetle testów na 10-procentowym poziomie istotności pewne wątpliwości może budzić jedynie stacjonarność składowych PKB pozostałych po wyłączeniu przyrostu zapasów. Dla tej zmiennej wyniki testów okazały się wrażliwe na specyfikację równania regresji. Zdaniem autora zmienna ta może być jednak postrzegana (z ostrożnością towarzyszącą tego typu wątpliwościom) jako realizacja procesu stacjonarnego.

W niniejszej pracy do analizy spektralnej i cross-spektralnej wykorzystano program autorstwa Pawła Skrzypczyńskiego. Podobnie jak w pracy Skrzypczyńskiego (2008) dla uzyskania oszacowań posłużono się estymacją nieparametryczną, stosując wygładzanie w dziedzinie opóźnień za pomocą okna Parzena i ustalając opóźnienie ucięcia zgodnie z regułą  $\text{int}(2\sqrt{T})$ . Na tej podstawie uzyskano miary o następującej interpretacji:

- Gęstość spektralna – obrazuje udział wahań o określonej częstotliwości w łącznej wariancji szeregu czasowego. Pozwala ona zidentyfikować ten zakres wahań, który ma największe znaczenie dla wariancji szeregu (np. wahania o charakterze sezonowym lub koniunkturalnym).
- Korelacja dynamiczna  $(y_t, x_t)$  – korelacja między zmiennymi  $y_t$  a  $x_t$  dla danej częstotliwości wahań.
- Koherencja  $(y_t, x_t) - R^2$  z regresji  $y_t$  na  $x_t$  dla danej częstotliwości wahań.
- Wzmocnienie  $(y_t, x_t) - |\beta|$  z regresji  $y_t$  na  $x_t$  dla danej częstotliwości wahań. Obrazuje relację między amplitudą wahań obydwu zmiennych.
- Przesunięcie fazowe  $(y_t, x_t)$  – pozwala ocenić, czy zmienna  $x_t$  jest wyprzedzająca ( $< 0$ ) czy opóźniona ( $> 0$ ) względem zmiennej  $y_t$  dla danej częstotliwości wahań.

Niniejszy artykuł poświęcony jest jakościowej ocenie teorii zapasów z punktu widzenia ich relatywnej zgodności empirią i w związku z tym nie podjęto w nim rygorystycznej ilościowej weryfikacji hipotez w ich kontekście. Mimo to na wykresach przerywaną linią zaznaczono także odpowiednie wartości krytyczne lub przedziały ufności przy poziomie istotności. Pozwoli to Czytelnikowi na pełniejszy odbiór wyników pracy dzięki zastosowaniu bardziej obiektywnych kryteriów niż – z natury rzeczy subiektywna – jakościowa ocena autora.



## Bibliografia

- Baxter M., King R.G. (1999), Measuring business cycles: approximate band-pass filters for economic time series, *Review of Economics and Statistics*, November, 81 (4), 575–593.
- Blanchard O.J. (1983), The production and inventory behavior of the American automobile industry, *Journal of Political Economy*, 91 (3), 365–400.
- Blinder A.S. (1981), Retail inventory behavior and business fluctuations, *Brookings Paper on Economic Activity*, 2, 443–505.
- Blinder A.S. (1986a), Can the production smoothing model of inventory behavior be saved?, *Quarterly Journal of Economics*, August, 101 (3), 431–453.
- Blinder A.S. (1986b), *More on the speed of adjustment in inventory models*, NBER Working Paper, May, 1913.
- Blinder A.S., Maccini L.J. (1991), Taking stock: a critical assessment of recent research on inventories, *Journal of Economic Perspectives*, Winter, 5 (1), 73–96.
- Bils M., Kahn J.A. (2000), What inventory tells us about business cycles, *American Economic Review*, June, 90 (3), 458–481.
- Caballero R.J., Engel E.M.R.A. (1991), Dynamic (S, s) economies, *Econometrica*, November, 59 (6), 1659–1686.
- Carpenter R.E., Levy D. (1998), Seasonal cycles, business cycles, and the comovement of inventory investment and output, *Journal of Money, Credit and Banking*, August, 30 (3), 331–346.
- Choi W.G., Kim Y. (2001), *Has inventory investment been liquidity constrained? Evidence from U.S. panel data*, IMF Working Paper, August, WP/01/122.
- Christiano L.J., Eichenbaum M. (1987), *Temporal aggregation and the stock adjustment model of inventories*, Working Paper, May, 357, Federal Reserve Bank of Minneapolis, Research Department.
- Christiano L.J., Fitzgerald T.J. (2003), The band pass filter, *International Economic Review*, May, 44 (2), 435–465.
- Cunningham R. (2004), *Finance Constraints and Inventory Investment: Empirical Tests with Panel Data*, Working Paper, October, 2004-38, Bank of Canada.
- Darlauf S.N., Maccini L.J. (1993), *Measuring noise in inventory models*, NBER Working Paper, October, 4487.
- Darling P., Lovell M.C. (1971), Inventories, production smoothing and the flexible accelerator, *Quarterly Journal of Economics*, May, 85(2), 357–362.
- Eichenbaum M. (1988), *Some empirical evidence on the production level and production cost smoothing model of inventories*, NBER Working Paper, February, 2523.
- Fair R.C. (1989), The production-smoothing model is alive and well, *Journal of Monetary Economics*, July, 24, 353–370.
- Fisher J.D.M., Hornstein A. (1998) (revised), *(S, s) inventory policies in general equilibrium*, Working Paper Series, February, 97-07, The Federal Reserve Bank of Richmond.
- Fitzgerald T.J. (1997), Inventories and the business cycle: an overview, *Federal Reserve Bank of Cleveland Economic Review*, Q3, 11–22.
- Ghali M. (1974), Inventories, Production Smoothing, and the Accelerator: Some Empirical Evidence, *The Quarterly Journal of Economics*, February, 88 (1), 149–157.

- Haltiwanger J., Maccini L. (1985), *Inventories, multiperiod implicit contracts, and the dynamic behavior of the firm under uncertainty*, Working Paper, May, 374, UCLA Department of Economics.
- Haltiwanger J., Maccini L. (1988), A model of inventory and layoff behavior under uncertainty, *The Economic Journal*, September, 98 (392), 731–745.
- Hamilton J.D. (1994), *Time Series Analysis*, Princeton University Press.
- Hay G.A. (1970), Adjustment costs and flexible accelerator, *The Quarterly Journal of Economics*, February, 84 (1), 140–143.
- Holt C.C., Modigliani F., Muth J.F., Simon H.A (1960), *Planning production, inventories, and work force*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall.
- Humphreys B.R., Maccini L.J., Schuh S. (1997), *Input and output inventories*, Working Paper, November, 97–7, Federal Reserve Bank of Boston.
- Iacoviello M., Schiantarelli F., Schuh S. (2007), *Input and output inventories in general equilibrium*, Working Paper, December, 07-16, Federal Reserve Bank of Boston.
- Kahn J.A. (1987), Inventories and the volatility of production, *American Economic Review*, September, 77 (4), 667–679.
- Kahn J.A. (1992), Why is production more volatile than sales? Theory and evidence on the stockout-avoidance motive for inventory-holding, *The Quarterly Journal of Economics*, May, 107 (2), 481–510.
- Kashyap A.K., Lamont O.A., Stein J.C. (1994), Credit conditions and the cyclical behavior of inventories, *The Quarterly Journal of Economics*, August, 109 (3), 565–592.
- Khan A., Thomas J.K. (2003), *Inventories and the business cycle: an equilibrium analysis of (S, s) policies*, Staff Report, November, 329, Federal Reserve Bank of Minneapolis Research Department.
- Khan A., Thomas J.K. (2007), Explaining inventories: a business cycle assessment of the stockout avoidance and (S, s) motives, *Macroeconomic Dynamics*, 11, 638–664.
- Krane S.D., Braun S.N. (1991), Production smoothing evidence from physical-product data, *The Journal of Political Economy*, 99 (3), 558–581.
- Lai K.S. (1991), Aggregation and testing of the production smoothing hypothesis, *International Economic Review*, 32 (2), 391–403.
- Lovell M. (1961), Manufacturers' inventories, sales expectations, and the acceleration principle, *Econometrica*, July, 29 (3), 293–314.
- Metzler L.A. (1941), The nature and stability of inventory cycles, *The Review of Economics and Statistics*, August, 23 (3), 113–129.
- Naish H.F. (1994), Production smoothing in the linear quadratic inventory model, *The Economic Journal*, July, 104 (425), 864–875.
- Orr L.D. (1966), Expected Sales, Actual Sales, and Inventory-Investment Realization, *The Journal of Political Economy*, February, 74 (1), 46–54.
- Pawłowska M., Popowski P., Sawicka A., Tymoczko I. (2007), Determinanty zmian zapasów w sektorze polskich przedsiębiorstw niefinansowych – wyniki empiryczne, *Bank i Kredyt*, 1, 19–39.
- Ramey V.A. (1991), Nonconvex costs and the behavior of inventories, *The Journal of Political Economy*, April, 99 (2), 306–334.
- Skrzypczyński P. (2006), *Analiza synchronizacji cykli koniunkturalnych w strefie euro*, Materiały i Studia, 210, Narodowy Bank Polski, Warszawa.

- Skrzypczyński P. (2008), *Wahania aktywności gospodarczej w Polsce i strefie euro*, Materiały i Studia, 227, Narodowy Bank Polski, Warszawa.
- Wang P., Wen Y. (2009), *Inventory accelerator in general equilibrium*, Working Paper Series, March, 2009-010A, Federal Reserve Bank of St. Louis, Research Division.
- Wen Y. (2009) (revised), *Input and output inventory dynamics*, Working Paper Series, March, 2008-008B, Federal Reserve Bank of St. Louis, Research Division.
- West K.D. (1986), A variance bounds test of the linear quadratic inventory model, *The Journal of Political Economy*, 94 (2), 374–401.
- West K.D. (1989), *The sources of fluctuations in aggregate inventories and GNP*, The NBER Working Paper, June, 2992.

## Podziękowania

Autor pragnie szczególnie podziękować Michałowi Gradzewiczowi za inspirację do napisania niniejszego artykułu oraz za wszelką okazaną przy tej okazji pomoc, a także Pawłowi Skrzypczyńskiemu za udostępnienie autorskiego programu i bardzo cenne uwagi związane z jego stosowaniem i analizą spektralną. Ponadto autor wyraża swoją wdzięczność Anonimowym Recenzentom, Piotrowi Boguszewskiemu oraz Zbigniewowi Żółkiewskiemu za wnikliwe komentarze i sugestie, które pozwoliły znacznie poprawić jakość tekstu, a także dały asumpt do kontynuacji badań w nowych kierunkach.

Odpowiedzialność za wszelkie ewentualne błędy ponosi autor.

## The cyclical behaviour of inventory investment – theory and stylized facts for Poland

---

### **Abstract**

This article aims to identify the most important facts about the cyclical behaviour of inventory investment in the Polish economy. The data are considered in the context of the most popular theories with the use of statistical and spectral analysis, which allows to verify these theories. The research based on national accounts data faces restrictions caused by the significant heterogeneity in the behaviour of different inventory categories. Consequently, only an analysis based on the data from F-01/I-01 forms makes it possible to formulate more detailed conclusions. Inventories of materials and goods for resale show an essential conformity with the  $(S, s)$  model, though their behaviours differ. Finished goods inventory follows the stockout-avoidance motive, while work-in-progress inventory behaves as predicted by the production-smoothing model. Particularly, it helps to solve the puzzle why finished goods inventory does not smooth production.

---

**Keywords:** inventory, inventory investment, inventory theories, spectral analysis