

POPYTOWY MODEL WZROSTU GOSPODARCZEGO

Witold Kwaśnicki*

Przedstawiono założenia dwóch dominujących modeli makroekonomicznych: keynesowskiego i klasycznego. Podjęto próbę zbudowania alternatywnego modelu dynamicznego obejmującego oba te modele i umożliwiającego szerszą analizę rozwoju gospodarczego. W zamierzeniu proponowany model byłby użyteczny w nauczaniu ekonomii jak również mógłby być podstawą do zbudowania modelu całościowego obejmującego trzy podstawowe rynki, tradycyjnie leżące w sferze zainteresowania makroekonomii, mianowicie rynki produkcji, pracy i pieniądza.

1. Klasyczne i neoklasyczne wyjaśnienie wzrostu gospodarczego

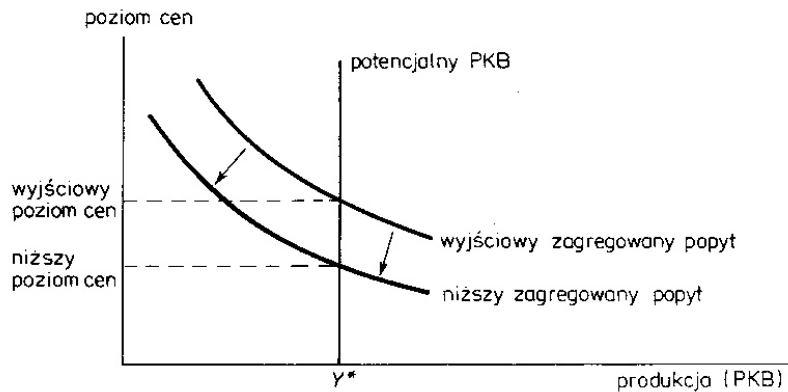
Tradycyjnie w niemalże wszystkich podręcznikach makroekonomii rozpatruje się dwa modele wyjaśniające wzrost gospodarczy, mianowicie model neoklasyczny (zwany niekiedy keynesowskim) oraz model klasyczny.¹ Podstawowe różnice dotyczą poglądów dotyczących stopnia wykorzystania zdolności produkcyjnych w gospodarce oraz kwestii zmienności cen i płac.

Model klasyczny dominował w myśleniu ekonomistów w XIX wieku i jego zwolennikami byli m.in. John S. Mill (1806-1873), Francis Y. Edgeworth (1845-1926), Alfred Marshall (1842-1924), Arthur C. Pigou (1877-1957). Obecnie reprezentantami tego nurtu są m.in. Robert Lucas, Thomas Sargent, Edward Prescott, Neil Wallace. W ogromnym uproszczeniu, podstawowe założenia modelu klasycznego można sformułować następująco:

- zdolności produkcyjne w gospodarce wykorzystane są w pełni;
- panuje pełne zatrudnienie w gospodarce (gdyby było bezrobocie to zniknęłoby ono dzięki spadkowi płac – dążeniu do równowagi na rynku pracy);
- ceny i płace szybko dostosowują się do zmian, przywracając równowagę pomiędzy popytem i podażą. (ceny i płace są dostatecznie elastyczne – w istocie zakłada się doskonałą elastyczność).

¹ np. Hall R. E., Taylor J. B. (1995), *Makroekonomia. Teoria, funkcjonowanie i polityka*, Warszawa: PWN.

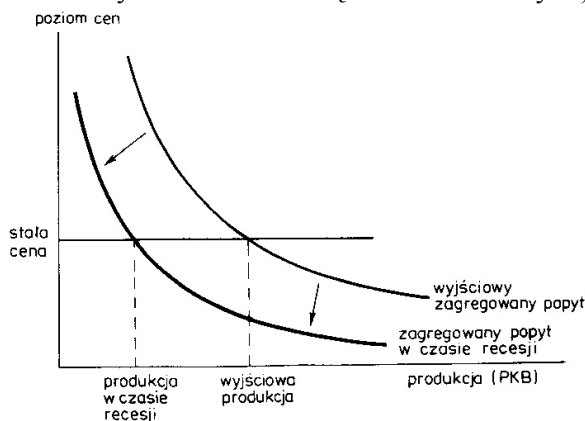
Gospodarka w modelu klasycznym dostosowuje się do stanu równowagi przede wszystkim dzięki zmianom cen i płac. Proces ten ilustrowany jest często w sposób graficzny przedstawiony na Rys. 1.



Rys. 1. Model klasyczny

Model keynesowski był reakcją na poglądy klasyków. Dochodzenie do stanu równowagi w modelu keynesowskim dokonuje się przede wszystkim dzięki zmianom w sferze produkcji a nie poprzez dostosowania cenowe. Założenia tego modelu można sformułować zatem następująco:

- poziom produkcji może być mniejszy lub większy od potencjalnego (w krótkim lub średnim okresie);
- ceny i płace nie są elastyczne (sztywność cen i płac można przyjąć zarówno w krótkim okresie jak i w długim okresie – bo np. płace ustalone są poprzez układy zbiorowe ze związkami zawodowymi).



Rys. 2. Model keynesowski

Proces dochodzenia do stanu równowagi w modelu neoklasycznym ilustrowany jest często graficznie w sposób podobny jak na Rys. 2.

Często po prezentacji obu modeli stawiane jest pytanie: „Czy prawdziwa jest gospodarka keynesowska czy klasyczna?”. Wskazuje się na argumenty i kontrargumenty ‘klasyków’ i ‘neoklasyków’, ale zwykle kończy się stwierdzeniem, że są to dwa skrajne poglądy i model bliski rzeczywistości leży gdzieś pomiędzy tymi modelami. By zilustrować tę ‘sytuację pośrednią’ do używanej już wcześniej, opadającej linii zagregowanego popytu AD dodaje się pojęcie wznoszącej się ukośnie linii zagregowanej podaży AS. Stan równowagi w gospodarce wyznaczany jest przez przecięcie się obu linii zagregowanego popytu AD i zagregowanej podaży AS. Zwiększenia zagregowanego popytu (czemu odpowiada przesunięcie linii zagregowanego popytu w górę, na prawo) powodowałoby zatem jednoczesne zwiększenie produkcji i cen.

Wydaje się, że można adekwatnie opisać rzeczywistość w kategoriach modelu ‘pośredniego’ pomiędzy modelami klasycznym i neoklasycznym, bez odwoływania się do koncepcji zagregowanej podaży jak i bez konieczności odwoływania się do pojęć powszechnie używanych w podręcznikach ekonomii jakim jest pojęcie zmian w krótkim i w długim okresie, które często zaciemniają prawdziwy obraz rozwoju gospodarczego. Tak częste podkreślanie w analizie ekonomicznej różnic w procesach obserwowanych w krótkim i w długim okresie, może przyczynić się (zwłaszcza wśród studentów) do wykształcenia się błędnego poglądu, jakoby w rzeczywistości obserwowalibyśmy dwa różne mechanizmy rozwoju, mianowicie te które działają w krótkim i te, które są im najczęściej przeciwstawne, działające w długim okresie. Proces gospodarczy, taki jakim go obserwujemy w rzeczywistości, jest procesem w którym działają zawsze jedne i te same mechanizmy, niezależnie od tego czy patrzymy na ten proces w długim czy w krótkim okresie. Wydaje się że w proponowanych modelach rozwoju nie powinniśmy obserwować tego rodzaju dychotomii. Model, który przedstawimy poniżej jest fragmentem większego, będącego w trakcie budowy, modelu rozwoju gospodarczego. Jest to oczywiście daleko idąca idealizacja opisu procesów rzeczywistych (zresztą jak każdego modelu). Podstawowym celem prezentacji tego modelu jest właśnie pokazanie, że ‘wbudowane’ w model te same mechanizmy rozwoju pozwalają na opis procesów gospodarczych w kategoriach modeli klasycznego, neoklasycznego jak i wszelkich pośrednich, widzianych zarówno w perspektywie krótkookresowej jak i długookresowej.

2. Model dynamiczny

Celem prezentowanego modelu jest pokazanie dynamicznego charakteru gospodarki przede wszystkim poprzez pryzmat zmiany cen i produkcji w czasie. Produkcja zależy od wielu czynników, tutaj by ująć jedynie istotę interesującego nas problemu zakładamy, że potencjalna produkcja zależy od wielkości zaangażowanego kapitału i stopnia jego produktywności. W zależności od aktualnej sytuacji na rynku i bieżącego stanu firmy, różny może być stopień wykorzystania tej potencjalnej produkcji. W pierwszym przybliżeniu możemy napisać, że

bieżąca produkcja (Q) jest iloczynem zaangażowanego kapitału (K), produktywności kapitału (A) i stopnia wykorzystania kapitału (σ),

$$Q = AK\sigma$$

Przyjmujemy, że nie ma zmian technologicznych i organizacyjnych (innowacji) i produktywność kapitału nie zmienia się w czasie.

Zaangażowany kapitał może ulegać deprecjacji (co zależy od stopy amortyzacji, δ) oraz może rosnać w zależności od wielkości inwestycji. Wielkość inwestycji zależy od poziomu bieżących zapasów. W tradycyjnym nauczaniu ekonomicznym bardzo niewiele mówi się o ważnej roli zapasów w procesie gospodarczym. W istocie wiele decyzji podejmowanych w firmach zależy w bezpośredni sposób od stanu zapasów (a przez to możliwości zaspokojenia zmieniającego się często popytu). W naszym modelu przyjmujemy, że stan zapasów charakteryzowany jest m.in. przez tzw. współczynnik zapasów (w), tzn. stosunku bieżących zapasów do pożądanego stanu zapasów. Współczynnik ten ma trojaki wpływ w naszym modelu, mianowicie:

1. wpływa na wielkość inwestycji – jeśli bieżące zapasy spadają poniżej poziomu pożądanego to firmy starają się zwiększyć wielkość produkcji przez zwiększenie kapitału, czyli poprzez zwiększone inwestycje; jeśli stan zapasów jest równy lub powyżej stanu pożądanego to jedynymi inwestycjami firmy są inwestycje odtworzeniowe, równe co najwyżej wielkości deprecjacji kapitału.
2. reguluje stopień wykorzystania kapitału (zdolności produkcyjnych) – jeśli zapasy spadają poniżej poziomu pożądanego to firmy zwiększają stopień wykorzystania kapitału; jeśli natomiast zapasów jest więcej niż poziom pożądanego produkują poniżej zdolności produkcyjnych w tym większym stopniu im większe są te zapasy.
3. reguluje poziom popytu poprzez modyfikację ceny sprzedawanych towarów i usług – jeśli poziom zapasów jest powyżej poziomu pożądanego to firmy starają się stymulować popyt poprzez obniżenie ceny, natomiast jeśli zapasów jest mniej niż tego oczekują firmy to starają się one ograniczać popyt poprzez zwiększenie ceny.

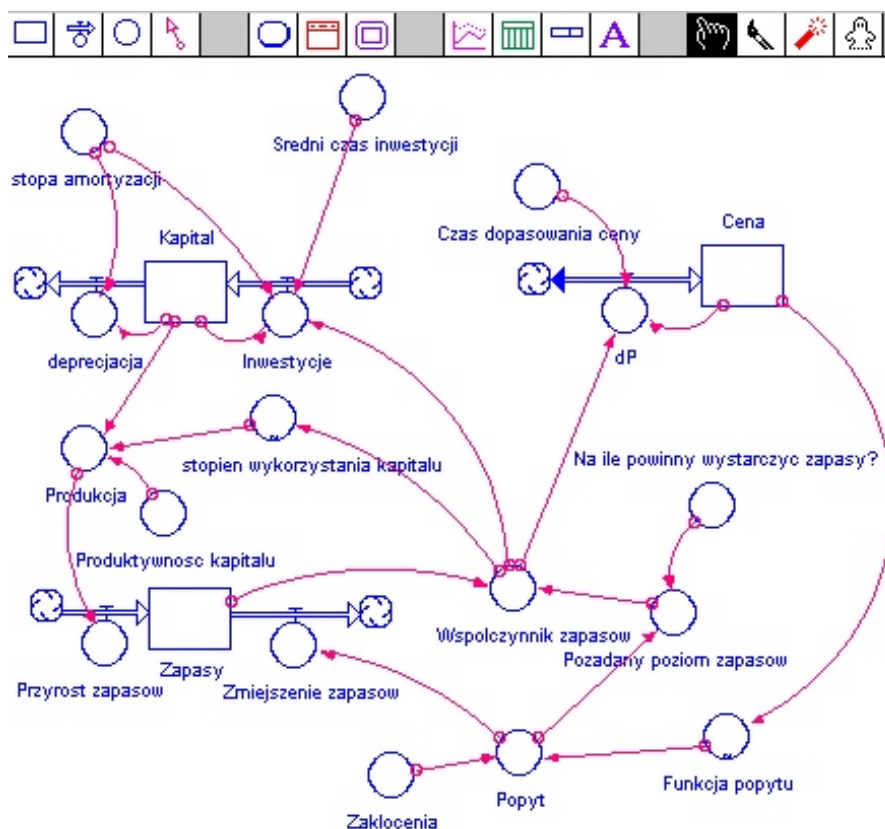
Wszelkie decyzje podejmowane przez firmy mają swoje konsekwencje, przy czym efekty tych decyzji widoczne są w różnej skali czasowej. Można przyjąć, że najszybciej widoczne są efekty decyzji związanych ze stopniem wykorzystania kapitału (tutaj opóźnienia są najmniejsze), efekty modyfikacji ceny są widoczne już po dłuższym okresie, natomiast największe opóźnienia występują w procesie inwestycyjnym. Dlatego w modelu występują takie parametry jak ‘czas dopasowania ceny’ (c_t) i ‘średni czas inwestycji’ (i_t).

Dynamiczny proces zmian kapitału (K) i ceny (p) możemy zapisać dwoma równaniami różniczkowymi:

$$\frac{dK}{dt} = K \frac{1-w}{i_t}$$

$$\frac{dp}{dt} = p \frac{1-w}{c_i}$$

Przedstawiony model zapisany został konwencji *Dynamiki Systemów* (patrz Rys. 3) a do budowy modelu i jego symulacji wykorzystywane jest oprogramowanie *High Performance Systems, STELLA® 5.0*².



Rys. 3. Model dynamiczny

Bieżący stan zapasów (patrz Rys. 3) jest wynikiem bilansu wynikającego z przyrostu zapasów (związanego z wielkością bieżącej produkcji) oraz zmniejszania się zapasów (wynikającego z bieżącej sprzedaży, uzależnionej od bieżącego popytu). Bieżący popyt zależy od aktualnej wartości ceny (funkcja popytu) oraz od zakłóceń.

² *Structural Thinking, Experiential Learning Laboratory with Animation*, ('Myślenie strukturalne, Laboratorium uczenia się poprzez eksperymenty i animację').

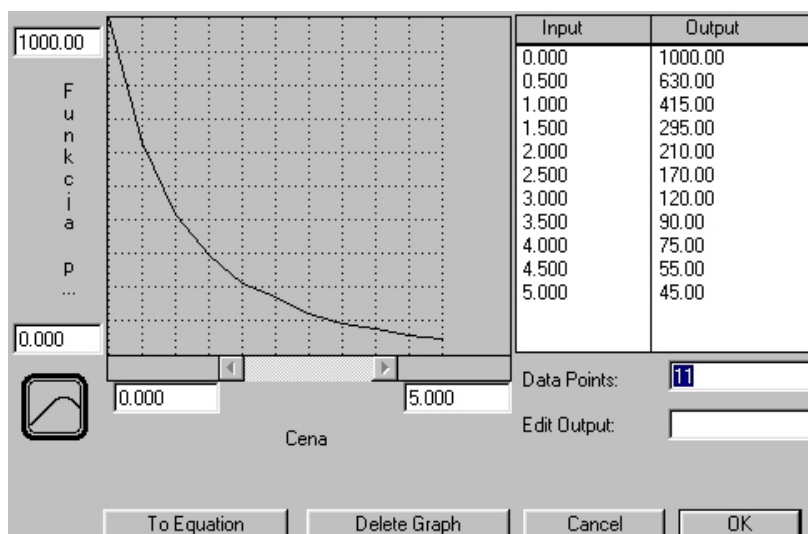
Pożądany poziom zapasów nie jest wartością stałą, zależy od bieżącego popytu. Firmy przyjmują, że do poprawnego funkcjonowania powinny mieć w magazynach pewną bezpieczną wartość produkcji tak by móc na bieżąco reagować na zmieniający się popyt. Stąd w modelu pożądany poziom zapasów jest równy iloczynowi aktualnego popytu i parametru określającego czas na ile powinno wystarczyć tych zapasów by pokryć bieżący popyt (np. jeden kwartał, dwa miesiące).

Równania opisujące nasz model zapisane w konwencji *Stelli* przedstawiono na Rys. 4. W symulacjach, których wyniki prezentujemy poniżej, wartości niektórych parametrów będą się zmieniać (i będą się różnić od tych na Rys. 4, w zależności od celu naszych symulacji).

- $Cena(t) = Cena(t - dt) + (dP) * dt$
INIT Cena = 1
INFLOWS:
 - $dP = Cena * (1 - Wspolczynnik_zapasow) / Czas_dopasowania_ceny$
- $Kapital(t) = Kapital(t - dt) + (Inwestycje - deprecjacja) * dt$
INIT Kapital = 10000
INFLOWS:
 - Inwestycje =
 $Kapital * ((1 - Wspolczynnik_zapasow) / Sredni_czas_inwestycji + stopa_amortyzacji)$
OUTFLOWS:
 - deprecjacja = stopa_amortyzacji * Kapital
- $Zapasy(t) = Zapasy(t - dt) + (Przyrost_zapasow - Zmniejszenie_zapasow) * dt$
INIT Zapasy = 50
INFLOWS:
 - Przyrost_zapasow = Produkcja
OUTFLOWS:
 - Zmniejszenie_zapasow = Popyt
- Czas_dopasowania_ceny = 100000000000
- Na_ile_powinny_wystarczyc_zapasy? = 0.3
- Popyt = Funkcja_popytu * Zaklocenia
- Pozadany_poziom_zapasow = Popyt * Na_ile_powinny_wystarczyc_zapasy?
- Produkcja = stopien_wykorzystania_kapitalu * Kapital * Produktynosc_kapitalu
- Produktynosc_kapitalu = 0.07
- Sredni_czas_inwestycji = 1000000
- stopa_amortyzacji = 0.1
- Wspolczynnik_zapasow = Zapasy / Pozadany_poziom_zapasow
- Zaklocenia = 1 + STEP(1, 10)
- Funkcja_popytu = GRAPH(Cena)
(0.00, 1000), (0.5, 630), (1.00, 415), (1.50, 295), (2.00, 210), (2.50, 170), (3.00, 120), (3.50, 90.0),
(4.00, 75.0), (4.50, 55.0), (5.00, 45.0)
- stopien_wykorzystania_kapitalu = GRAPH(Wspolczynnik_zapasow)
(0.00, 1.20), (0.2, 1.16), (0.4, 1.09), (0.6, 1.00), (0.8, 0.948), (1.00, 0.882), (1.20, 0.816), (1.40, 0.744),
(1.60, 0.672), (1.80, 0.594), (2.00, 0.54)

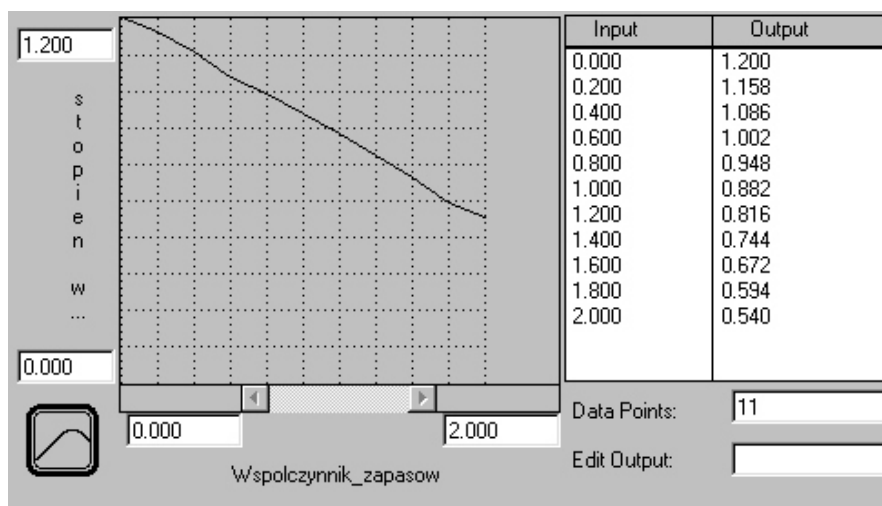
Rys. 4. Równania modelu zapisane w konwencji *STELLA*

Niektóre zależności w modelu zadawane są w postaci graficznej, np. funkcja popytu przedstawiona na Rys. 5. Oczywiście można ją zadać w postaci analitycznej, podanie jej jednak w postaci graficznej (co jest jedną z zalet oprogramowania stosowanego wspólnie w symulacjach komputerowych, także w *STELLA*) umożliwi szybką modyfikację tej funkcji i prawie natychmiastową obserwację efektów tych zmian na zachowanie się modelu.



Rys. 5. Funkcja popytu

Podobnie w sposób graficzny zadajemy zależność stopnia wykorzystania kapitału od stanu zapasów (Rys. 6). Funkcja ta będzie modyfikowana w zależności od celu symulacji (np. będzie ona inna dla sytuacji postulowanej w modelu klasycznym i inna w sytuacji postulowanej w modelu keynesowskim). W postaci jak na Rys. 6 przyjmujemy, że w normalnych warunkach (np. kiedy stan zapasów jest równy stanowi pożądanemu) firmy produkują trochę poniżej zdolności produkcyjnych (np. na poziomie 88%).



Rys. 6. Stopień wykorzystania kapitału (σ) jako funkcja stanu zapasów (współczynnika zapasów, w)

Stopień wykorzystania zdolności produkcyjnych maleje w miarę jak przybywa zapasów (np. dla zapasów dwukrotnie większych od poziomu pożądanego stopień ten spada do 54%) oraz rośnie w miarę jak ubywa zapasów (np. jeśli zapasy spadają do poziomu 60% stanu pożądanego to wykorzystywane są wszystkie zdolności produkcyjne, natomiast jeśli zapasy spadną do poziomu np. 40% poziomu pożądanego to zdolności produkcyjne wykorzystywane są w ok. 109% (co może być uczynione np. poprzez prace w godzinach nocnych na tzw. III zmianie).

2. Symulacje modelu

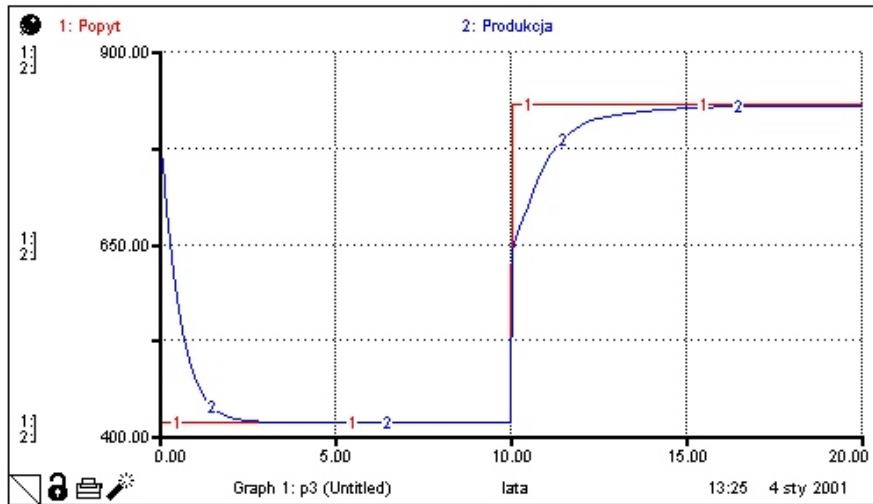
Przedstawienie wyników symulacji opisanego modelu zaczniemy od wykreowania sytuacji proponowanych w modelu klasycznym i neoklasycznym (keynesowskim). W modelu keynesowskim przyjmuje się, że gospodarka dopasowuje się przez modyfikacje stopnia wykorzystania kapitału (Rys. 6) natomiast ceny są sztywne (stałość cen w modelu uzyskujemy przyjmując wartość parametru ‘czas dopasowania ceny’ c_t jako bardzo duża wartość – jeśli np. czas symulacji jest równy 20 lat to przyjęcie $c_t=10000000$ wydaje się dostatecznie dużą wartością). W modelu keynesowskim nie ma też inwestycji (podobnie jak w modelu klasycznym) dlatego i w tym przypadku przyjmujemy wartość średniego czasu inwestycji jako bardzo dużą liczbę np. $i_t=1000000$. Pozostałe wartości parametrów jak na Rys. 4. W tym jak i w kilku następnych eksperymentach przyjmujemy, że gospodarka w momencie inicjowania symulacji jest w stanie dalekim od równowagi, zatem w okresie tuż po zainicjowaniu symulacji powinniśmy obserwować dynamiczny proces dochodzenia do stanu równowagi. Po osiągnięciu tego stanu i przebywania w tym stanie przez pewien okres, następuje gwałtowne zwiększenie popytu (‘szok popytowy’, co jest czynione przez dodanie zakłóceń, patrz Rys. 3) – przyjmujemy, że w 10 roku po rozpoczęciu symulacji popyt wzrasta dwukrotnie (patrz linia ‘1’ na Rys. 7, po szoku popytowym wartość popytu wzrasta z 415 do 830 jednostek),.

Na Rys. 7 i 8 pokazano wyniki symulacji modelu w sytuacji postulowanej przez keynesistów. Wydaje się, że wyniki te w pełni pokrywają się z opisem przedstawianym w podręcznikach. Symulowana gospodarka ‘ładnie’ dopasowuje się do zmieniających się warunków. Jak widzimy okres dojścia do stanu równowagi w tych warunkach to ok. 4 lata (dla mniejszego szoku popytowego okres ten jest krótszy, np. ok. 2 lat dla 50% szoku popytowego, a dla zmian popytu rzędu 20% ok. 0,5 roku).

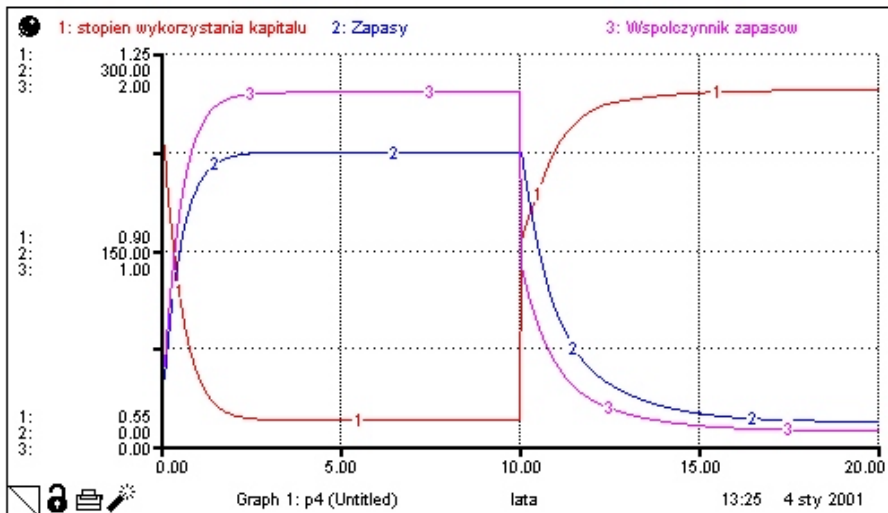
Stopień wykorzystania kapitału maleje w początkowych latach ze 100% do ok. 60% po osiągnięciu pierwszego stanu równowagi (Rys. 8). Po szoku popytowym stopień ten wzrasta stosunkowo szybko (w ciągu pierwszego roku) do ok. 90% i potem (przez następne 3 lata) wolniej, tak by ustabilizować się na poziomie 120% po osiągnięciu drugiego stanu równowagi. Zmianom tym towarzyszą zmiany w poziomie zapasów. W pierwszych 10 latach zapasy są odbudowywane (do poziomu 220 jednostek) a współczynnik zapasów osiąga wartość

1,8. Dojściu do drugiego stanu równowagi towarzyszy spadek zapasów (do ok. 30 jednostek) i spadek współczynnika zapasów do ok. 0,1. Dzieje się tak dlatego, sytuacji modelu keynesowskiego nie analizuje się procesu inwestycyjnego.

Eksperyment ten pokazuje dynamiczny charakter zmian dostosowawczych w modelu keynesowskim (czego brak analizie podręcznikowej) ale pokazuje też jeden z jego niedostatków, mianowicie nie uwzględnianie innych towarzyszących działań firm starających się dostosować do zmieniających się warunków, np. poprzez inwestycje.



Rys. 7. Popyt i produkcja w modelu keynesowskim



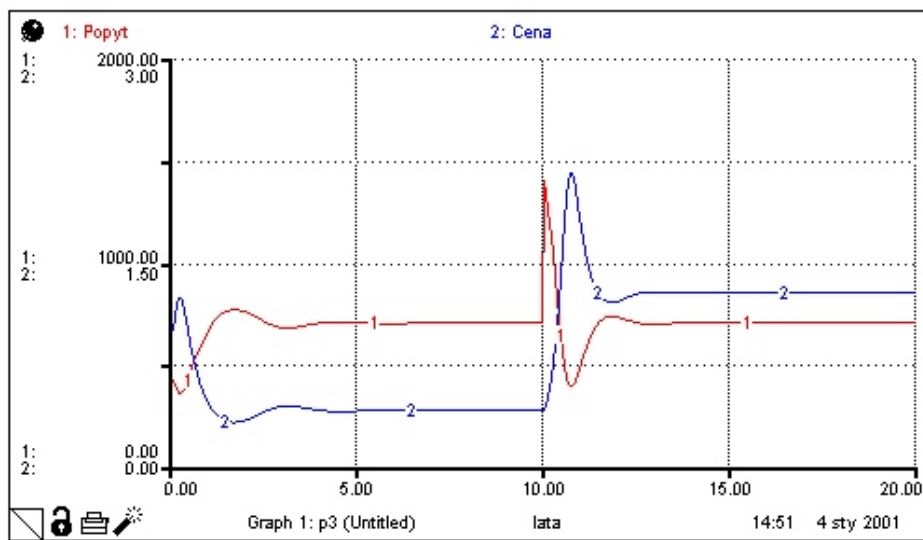
Rys. 8. Stopień wykorzystania kapitału, zapasy i współczynnik zapasów w modelu keynesowskim

W przeciwieństwie do modelu keynesowskiego, w modelu klasycznym przyjmuje się, że zdolności produkcyjne wykorzystane są w 100% (co czynimy przez modyfikację funkcji przedstawionej na Rys. 4 – dla wszystkich wartości współczynnika zapasów $w=1,0$). W odróżnieniu od modelu keynesowskiego (gdzie cena była stała), w modelu klasycznym dojście do stanu równowagi czynione jest przez dostosowanie cen produktów i towarów oferowanych przez firmy. Na potrzeby naszego kolejnego eksperymentu przyjmujemy, że średni czas dostosowania cen przez firmy to jeden kwartał (tj. $c_t=0,25$). Na Rys. 9 i 10 przedstawiono wyniki symulacji w tym eksperymencie. Popyt (Rys. 9) jest zawsze równy wielkości produkcji ale ze względu na wahania ceny popyt nie jest stały. Wartość równowagowa popytu w tym eksperymencie jest równa ok. 700 jednostek, zarówno przed jak i po szoku popytowym (jest to wartość produkcji potencjalnej; kapitał K jest równy 10000 jednostek a produktywność kapitału A jest równa 0,07). Na początku eksperymentu gospodarka była w stanie dalekim od równowagi, proces dostosowawczy doprowadził do redukcji ceny z początkowej wartości 1,0 do ok. 0,5. Po szoku popytowym (tak jak w poprzednim eksperymencie po 10 latach popyt wzrósł o 100%) cena stosunkowo szybko (w ciągu ok. 1 roku) wzrosła czterokrotnie (do ok. 2,2) by potem równie szybko spaść do poziomu 1,2 (patrz Rys. 9). Na Rys. 10 pokazano zmiany zapasów w tym eksperymencie. Zarówno przed jak i po szoku popytowym równowagowy poziom zapasów jest taki sam i wynosi ok. 200 jednostek. Dojściu do pierwszego stanu równowagi towarzyszy odbudowywanie zapasów, które rosną z początkowej wartości 50 jednostek do ok. 250 po 2 latach i potem przez następne 3 lata są zmniejszane do poziomu równowagowego. Po szoku popytowym gwałtownemu wzrostowi cen towarzyszy równie szybka redukcja zapasów. W ciągu pierwszego roku po szoku popytowym zapasy maleją do poziomu ok. 50 jednostek i potem przez następne dwa lata odbudowywane do poziomu równowagowego.

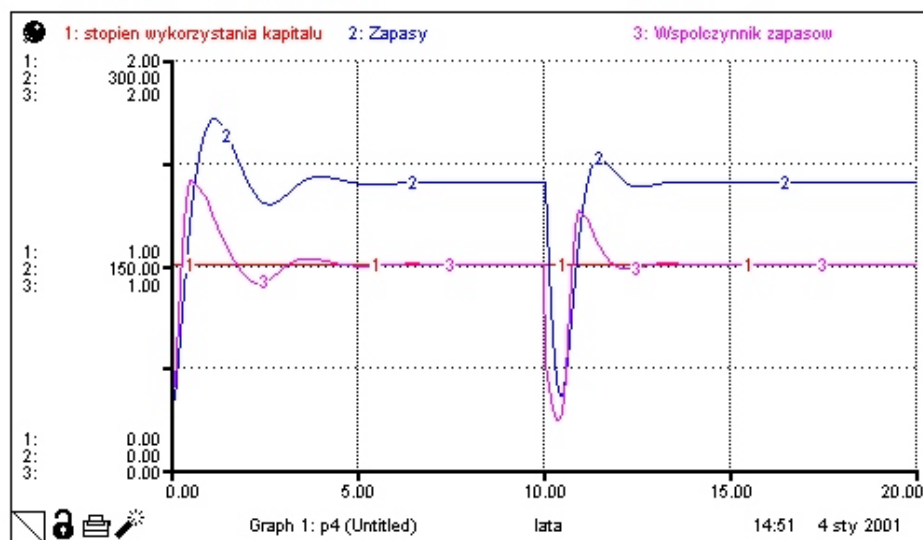
Stopień wykorzystania kapitału jest zawsze równy jeden (zgodnie z założeniami modelu klasycznego) ale współczynnik zapasów w waha się wokół wartości równowagowej równej 1,0. Przed dojściem do pierwszego stanu równowagi rośnie on do ok. 1,4 w ciągu pierwszego roku i potem w ciągu następnych 3 lat dochodzi do wartości równowagowej 1,0 (w międzyczasie spadając do ok. 0,95). Po szoku popytowym współczynnik zapasów gwałtownie spada do 0,3 by potem w ciągu następnego roku wzrosnąć do wartości ok. 1,2 i w następnych dwóch latach zmaleć do wartości równowagowej 1,0.

Podobnie jak w eksperymencie z ‘modelem keynesowski’ tak i w ‘modelu klasycznym’ widać dynamiczny charakter dochodzenia do stanu równowagi. Co warto jednak podkreślić, charakter tych dynamicznych zmian jest z reguły inny. W modelu keynesowskim dochodzenie do stanu równowagi można nazwać spokojnym, gładkim. W modelu klasycznym zmiany są gwałtowniejsze, ale też i dochodzenie do stanu równowagi jest szybsze (wiele innych eksperymentów sugeruje ok. dwukrotnie szybsze dochodzenie do stanu równowagi w modelu klasycznym aniżeli w modelu keynesowskim – jest to jednak okupione

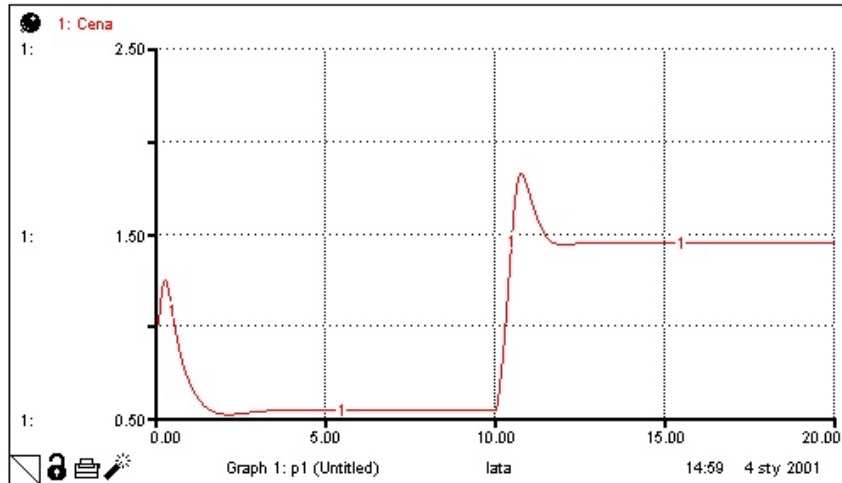
dosyć gwałtownymi zmianami cen i produkcji). Dojście do stanu równowagi w modelu klasycznym ma najczęściej charakter tzw. przeregulowań, wahań wokół punktu równowagi. W pierwszym okresie następuje ‘przestrzelenie’ stanu równowagi i potem dochodzenie do niego poprzez kolejne wahania wokół tego stanu.



Rys. 9. Popyt (produkcja) i cena w modelu klasycznym

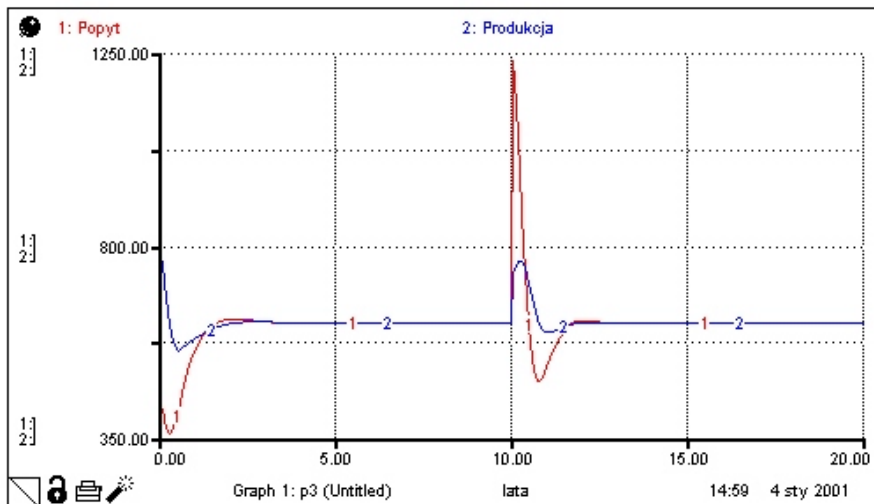


Rys. 10. Stopień wykorzystania kapitału, zapasy i współczynnik zapasów w modelu klasycznym



Rys. 11. Zmiana cen przy dostosowaniu 'keynesowskim i klasycznym'

Po tych dwóch 'czystych', można powiedzieć podręcznikowych, eksperymentach, spróbujmy pokazać możliwości opisu w sytuacjach pośrednich, jak się wydaje bliższych sytuacjom obserwowanym w rzeczywistości. Przede wszystkim popatrzymy jak będzie się zachowywała nasza symulowana gospodarka kiedy dostosowanie się do zmian dokonywać się będzie zarówno przez zmienne wykorzystanie kapitału (jak w modelu keynesowskim) i poprzez modyfikację cen (jak w modelu klasycznym). Zmiany ceny, popytu i wielkości produkcji w takim eksperymencie pokazane są na Rys. 11 i 12.

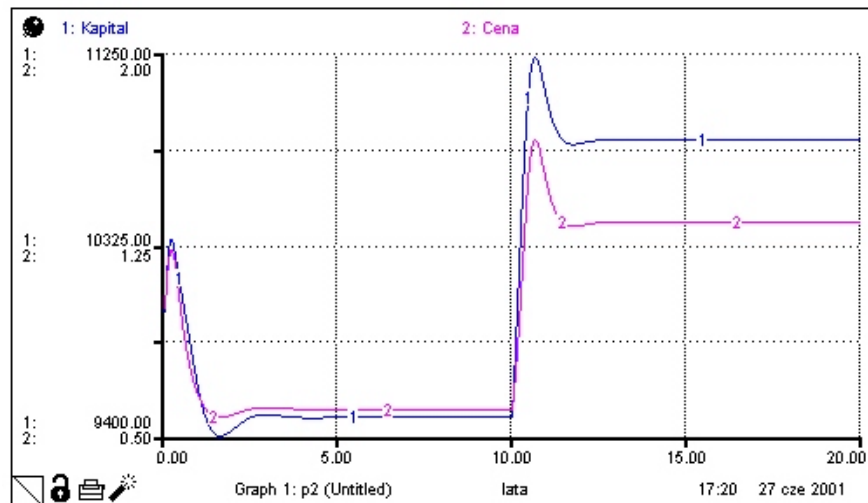


Rys. 12. Popyt i produkcja przy dostosowaniu 'keynesowskim i klasycznym'

Pod wieloma względami można powiedzieć, że obserwujemy zachowanie 'pośrednie' pomiędzy tymi dwoma 'ekstremalnymi' sytuacjami. Cena (Rys. 11) nie jest stała jak w modelu keynesowskim ale też zmiany cen są mniejsze niż w

modelu klasycznym (np. ‘przeregulowanie’ ceny po szoku popytowym jest mniejsze, cena wzrasta do maksymalnej wartości 1,8, a nie do 2,2 jak w eksperymencie poprzednim.). W eksperymencie tym wyższe są wartości równowagowe cen – zamiast 0,5 w pierwszym punkcie równowagi, jak to było w poprzednim eksperymencie, cena stabilizuje się na poziomie 0,55; cena równowaga po szoku popytowym w tym eksperymencie jest równa 1,4 zamiast 1,2 w eksperymencie poprzednim. W związku z wyższymi cenami w punktach równowagi zmienia się też popyt i produkcja równowagowa (ok. 650 jednostek, czyli ok. 50 jednostek mniej niż w eksperymencie z ‘modelem klasycznym’).

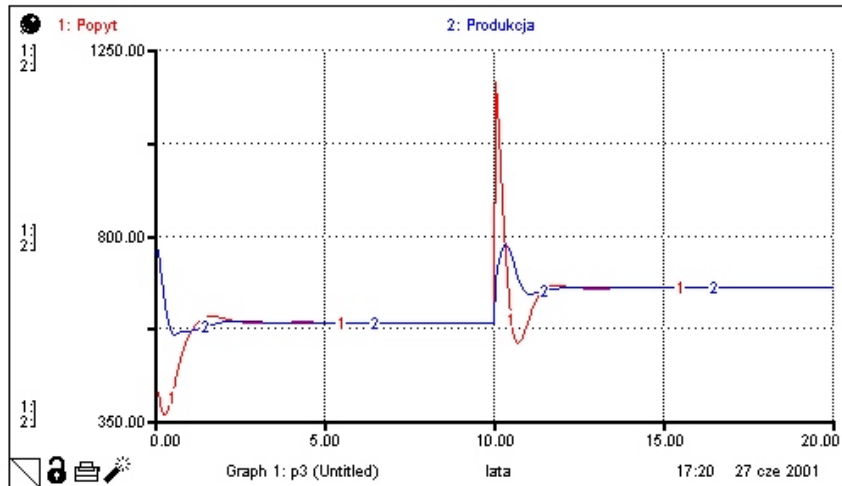
Zarówno w modelu keynesowskim jak i w modelu klasycznym nie uwzględnia się możliwości zwiększenia produkcji poprzez zwiększenie zaangażowanego kapitału. Przyjmijmy zatem, że występuje deprecjacja kapitału, firmy mogą inwestować a średni czas inwestycji wynosi 1,5 roku. Wyniki tego eksperymentu przedstawione są na Rys. 13, 14 i 15. Po szoku popytowym firmy nie tylko dostosowały się do nowej sytuacji poprzez zmianę ceny i zdolności produkcyjnych ale także zaczęły inwestować. Kapitał zwiększył się o ok. 25% po osiągnięciu drugiego punktu równowagi. Charakterystycznym zachowaniem firm jest swego rodzaju ‘przeinwestowanie’ w okresie tuż po szoku popytowym i potem zmniejszanie się wielkości zaangażowanego kapitału (inwestycje odtworzeniowe są mniejsze niż wielkość deprecjacji kapitału). Możliwość inwestowania przyczyniła się to mniejszego wzrostu cen (maksymalna cena to 1,6 – w poprzednich eksperymentach 1,8 i 2,2).



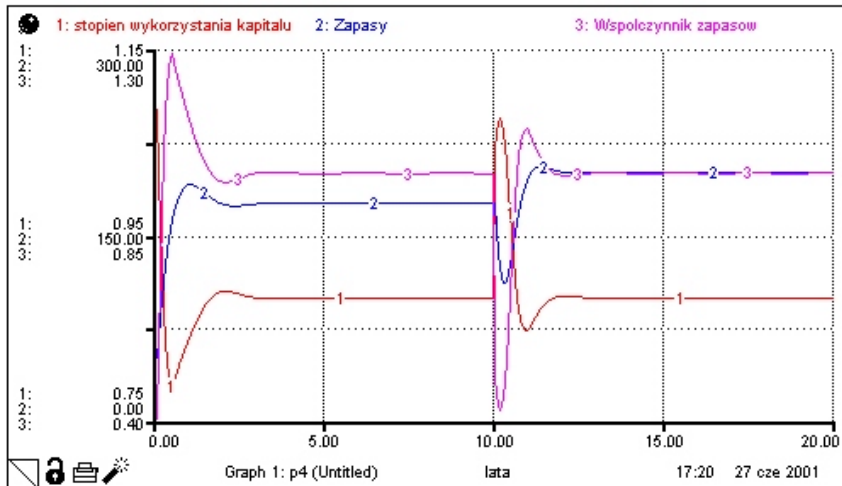
Rys. 13. Kapitał i cena po dodaniu możliwości inwestowania

Wielkość produkcji w stanie równowagi po szoku popytowym w przypadku inwestowania (Rys. 14) jest większa niż w przypadku dopasowania się tylko poprzez modyfikację cen i stopień wykorzystania kapitału ale mniejsza niż w modelu klasycznym i w modelu keynesowskim. Natomiast stopień wykorzystania kapitału w stanie równowagi jest taki sam przed jak i po szoku popytowym

(ok. 88%, Rys. 15), choć w okresie przejściowym występują jego fluktuacje (pomiędzy 110% a 85%). Podobnie fluktuacjom podlega współczynnik zapasów – w przejściowym spada nawet do poziomu 40% by potem wzrosnąć do ok. 107% i potem osiągnąć stan równowagi na poziomie 100% (procesowi temu towarzyszy spadek a potem wzrost zapasów i ustalenie się równowagi na poziomie trochę powyżej stanu równowagowego zapasów przed szokiem popytowym, Rys. 15).



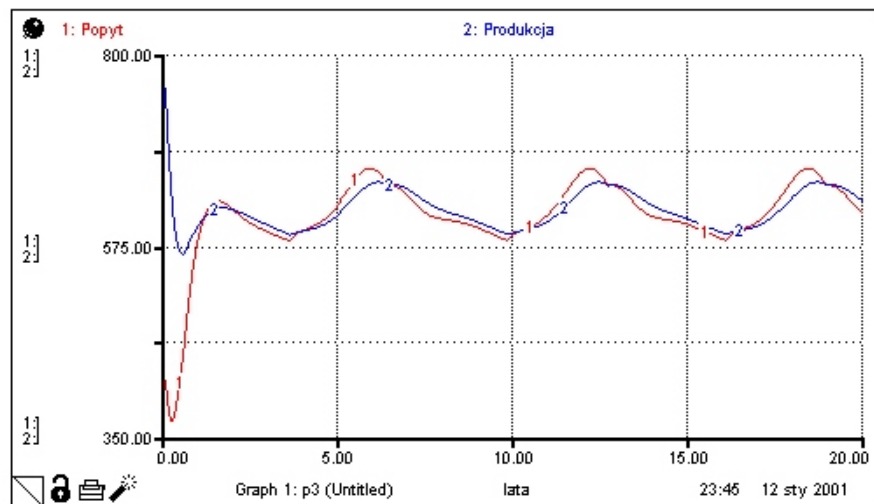
Rys. 14. Popyt i produkcja po dodaniu możliwości inwestowania



Rys. 15. Zapasy i wykorzystanie kapitału po dodaniu możliwości inwestowania

Ostatnimi eksperymentami których wyniki przestawimy jest sytuacja kiedy popyt zmienia się cyklicznie. W odróżnieniu od dotychczasowych sytuacji, kiedy krzywa popytu skokowo zmieniała swoje położenie teraz założymy, że krzywa popytu waha się cyklicznie w granicach $\pm 20\%$ (tzn. funkcja popytu zmienia swoje położenie w granicach $\pm 20\%$ od położenia początkowego). Tutaj możemy mieć dwa przypadki, mianowicie bez inwestycji i możliwości akumulacji kapitału oraz z możliwością wzrostu kapitału poprzez inwestycje.

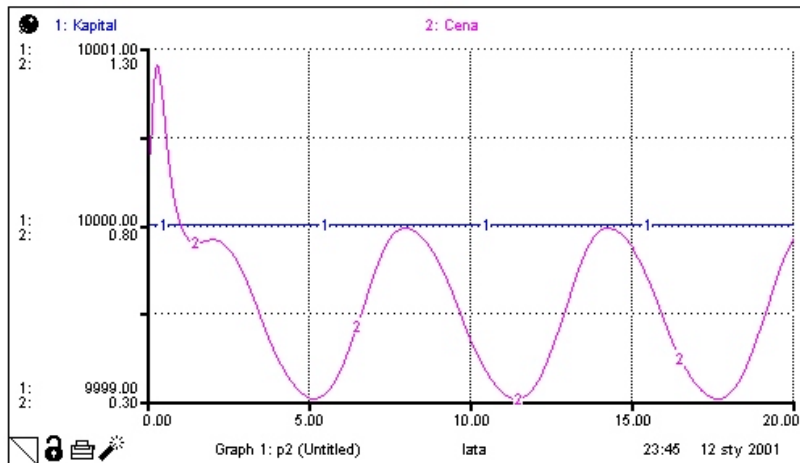
Kiedy nie ma inwestycji, kapitał pozostaje na niezmiennym poziomie ale cena fluktuuje w takt zmiany popytu (Rys. 17). Zmiany stopnia wykorzystania kapitału i możliwość korzystania z zapasów czynią, że zmiany produkcji nie są dokładnie sinusoidalne, choć także zmieniają się cyklicznie (Rys. 16). Wahania produkcji i popytu są jednak znacznie mniejsze aniżeli przyjęte 20% fluktuacje funkcji popytu. Dzięki mechanizmowi cenowemu, możliwości wykorzystania wolnych mocy produkcyjnych i korzystania z zapasów, fluktuacje są ok. dwukrotnie mniejsze i mieszają się w granicach $\pm 10\%$. Stopień wykorzystania zdolności produkcyjnych (kapitału) waha się w granicach 85 do 93%. Współczynnik zapasów fluktuuje wokół 1,0 w granicach 0,87-1,12, natomiast poziom zapasów fluktuuje w granicach 170 do 195 jednostek.



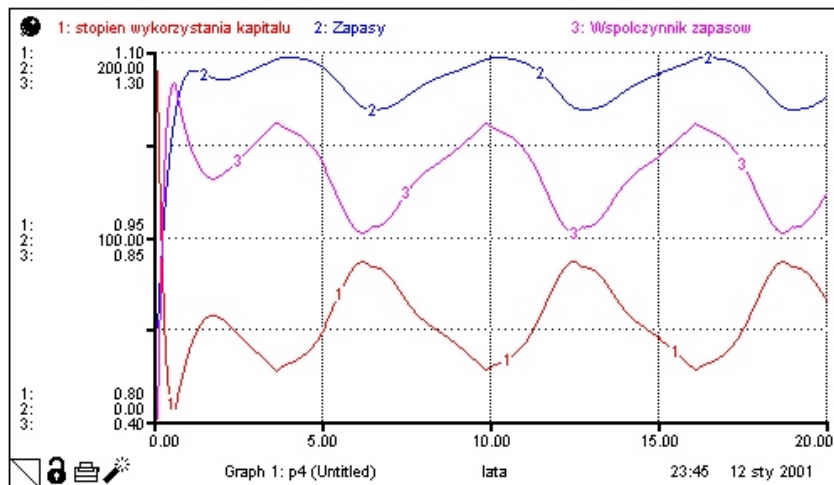
Rysunek 16. Produkcja i popyt w przypadku cyklicznie zmieniającej się funkcji popytu (bez inwestycji)

Dodanie możliwości inwestowania i przyjęcie, że czas inwestycji równa się 1,5 roku powoduje fluktuacje wielkości kapitału (w granicach 8800 do 9700 jednostek) i towarzyszące fluktuacje ceny (Rys. 20). Jednakże w porównaniu z poprzednim eksperymentem fluktuacje ceny są wyraźnie mniejsze (porównaj Rys. 17 i Rys. 20). Podobnie trochę mniejsze są fluktuacje zapasów i stopnia wykorzystania mocy produkcyjnych (por. Rys. 18 i Rys. 21) oraz fluktuacje produkcji (por. Rys. 16 i Rys. 19). Porównując zmiany produkcji i popytu na rysunkach 16

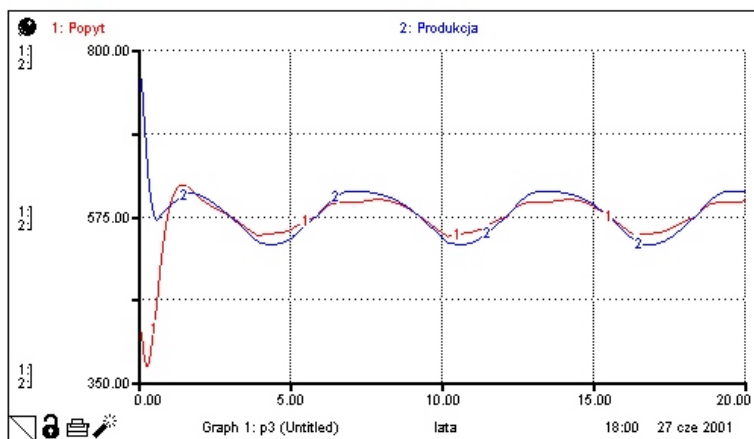
i 19 można odnieść wrażenie, że w przypadku braku inwestycji produkcja opóźnia się względem zmian popytu natomiast w przypadku występowania inwestycji takiego opóźnienia już nie widać.



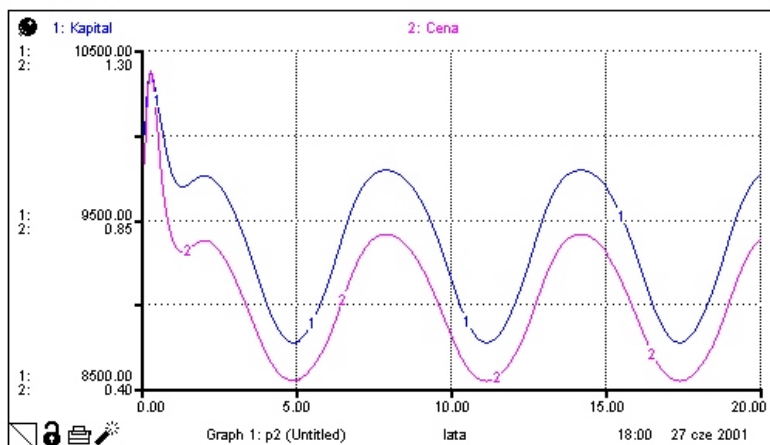
Rysunek 17. Kapitał i cena w przypadku cyklicznie zmieniającej się funkcji popytu (bez inwestycji)



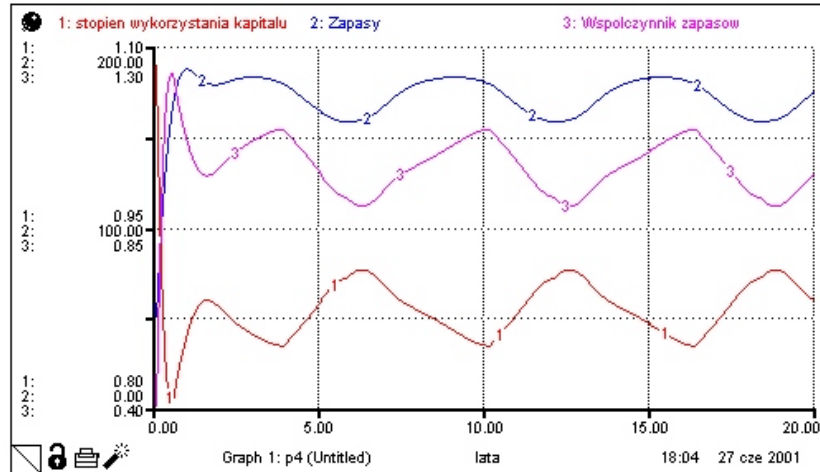
Rysunek 18. Stopień wykorzystania kapitału, zapasy i współczynnik zapasów w przypadku cyklicznie zmieniającej się funkcji popytu (bez inwestycji)



Rysunek 19. Produkcja i popyt w przypadku cyklicznie zmieniającej się funkcji popytu (z możliwością inwestycji)



Rysunek 20. Kapitał i cena w przypadku cyklicznie zmieniającej się funkcji popytu (z możliwością inwestycji)



Rysunek 21. Stopień wykorzystania kapitału, zapasy i współczynnik zapasów w przypadku cyklicznie zmieniającej się funkcji popytu (z możliwością inwestycji)

3. Zakończenie

Wyniki symulacji przedstawionego modelu sugerują, że, zgodnie z celem postawionym na początku prac nad budową tego modelu, jest on użyteczny w nauczaniu ekonomii jak również może być dobrym punktem wyjścia do zbudowania modelu całościowego obejmującego trzy podstawowe rynki, tradycyjnie leżące w sferze zainteresowania makroekonomii, mianowicie rynki produkcji, pracy i pieniądza.

W odróżnieniu od 'podejścia podręcznikowego' proponowane podejście do nauczania ekonomii poprzez zastosowanie prostych, ale bogatych w sferze zachowań, modeli symulacyjnych ma tę zaletę, że umożliwia pokazanie studentom różnorodności rozwoju systemów gospodarczych oraz badanie wpływu różnych zestawów parametrów na charakter rozwoju gospodarczego. Przykładowo, w prezentowanym modelu stosunkowo prosto można pokazać wpływ opóźnień inwestycyjnych (poprzez modyfikację wartości średniego czasu inwestycji) na charakter zmiany cen i wielkości produkcji. Zmieniając wartości średniego czasu inwestycji widać wyraźnie jak w miarę skracania tego czasu maleje cena oferowanej produkcji w stanie równowagi i równolegle z tym rośnie wielkość sprzedawanej produkcji na rynku. Przykładowo dla czteroletniego cyklu inwestycyjnego cena równowagowa wynosi 1,32 a wielkość produkcji ustala się na poziomie 677 jednostek. Dwukrotne zmniejszenie tego czasu powoduje spadek ceny do 1,19 i wzrost produkcji sprzedanej do 738. Natomiast skrócenie tego cyklu inwestycyjnego do jednego roku powoduje spadek ceny do 0,96 i wzrost produkcji do 865. Widać wyraźnie jak istotna z punktu widzenia konsumenta może być polityka państwa w skracaniu cykli inwestycyjnych.