

Cykl świński – próba modelowania i analizy

Witold Kwaśnicki

Instytut Nauk Ekonomicznych, Uniwersytet Wrocławski

ul. Uniwersytecka 22/26, 50-145 Wrocław

e-mail: kwasnicki@ci.pwr.wroc.pl

http://prawo.uni.wroc.pl/~kwasnicki

Streszczenie

Przedstawiono opis modelu cyklu koniunkturalnego powodowanego występowaniem naturalnych opóźnień pomiędzy momentem podjęcia decyzji (np. o inwestycjach zwiększających możliwości produkcyjne) a skutkiem tej decyzji (np. faktycznym zwiększeniem produkcji). Klasycznym przykładem takiego cyklu jest cykl świński. Intencjonalnie zbudowany model jest na tyle ogólnym, że może służyć jako metafora cykli koniunkturalnych obserwowanych w wielu sektorach gospodarki. Otrzymane wyniki symulacji zaproponowanego modelu sugerują, że, istnieją często sytuacje, w których, wbrew powszechnemu przekonaniu, iż występowanie cykli jest niekorzystne dla producentów, pojawianie się oscylacji powoduje wzrost dochodu i zysku producentów.

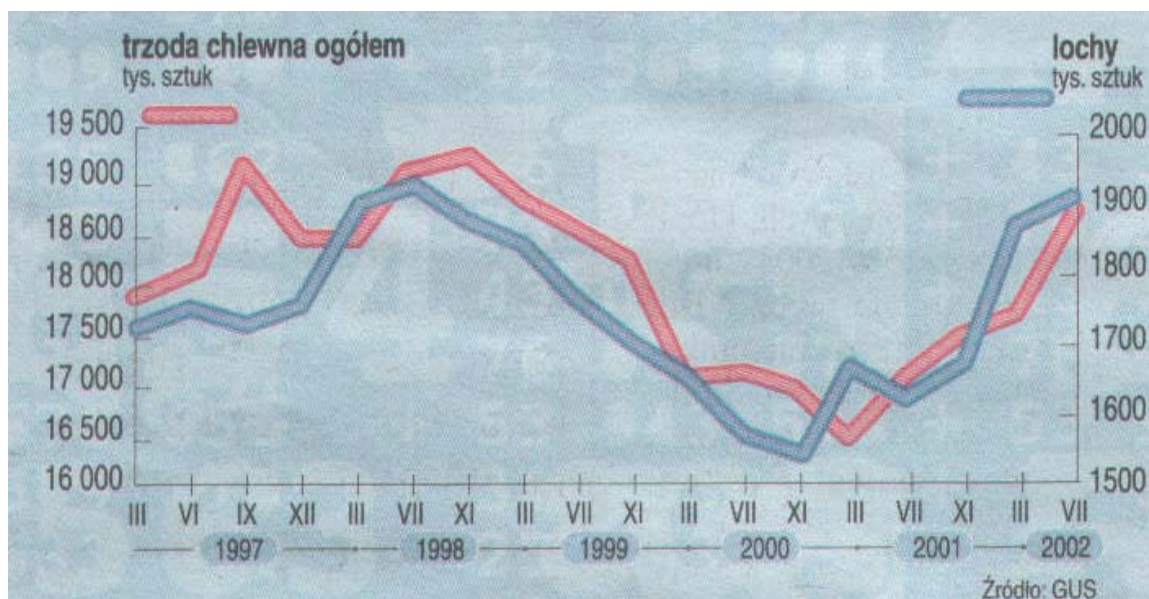
Często przytaczanym przykładem ilustrującym powstawanie cykli koniunkturalnych wynikających z naturalnych opóźnień w systemie jest cykl świński. Idealizowana opowieść w takim przypadku wygląda następująco: rolnicy hodujący trzodę chlewną obserwują sytuacje na rynku wieprzowiny patrząc przede wszystkim na cenę skupu żywca wieprzowego i porównując potencjalne dochody z kosztami produkcji. W miarę jak cena zaczyna rosnąć, przekraczając próg opłacalności, coraz więcej rolników decyduje się na zwiększenie погоłowia trzody chlewnej. Naturalne opóźnienie pomiędzy czasem podjęcia decyzji o zwiększeniu погоłowia i momentem sprzedaży tuczników wynosi ok. 9 miesięcy (114 dni ciąży i ok. 6 miesięcy chów). Po tym okresie następuje oczywiście wzrost podaży żywca wieprzowego na rynku, co (w przypadku naturalnego, rynkowego kształtowania się cen) przyczynia się do spadku cen uzyskiwanych przez rolników w skupie. W miarę jak spadają ceny maleją też zachęty do prowadzenia hodowli i wielu rolników decyduje się na jej ograniczenie, czego widocznym efektem jest spadek погоłowia trzody chlewnej i po pewnym czasie spadek podaży wieprzowiny. Naturalnie przy malejącej podaży wieprzowiny jej cena zaczyna rosnąć i cykl się powtarza. Takie wahania погоłowia trzody chlewnej pokazuje Rysunek 1.

Rysunek ten stał się inspiracją do zbudowania możliwie prostego modelu powstawania tego rodzaju cyklu. Podstawowe pytania, jakie rodzą się przy tej okazji to:

- Jakie są warunki konieczne pojawiania się tego rodzaju cykli? Czy opóźnienie pomiędzy decyzją a efektami jest wystarczające, czy są może inne czynniki, równie istotne, powodujące powstawanie fluktuacji?
- Od czego zależy długość tego rodzaju cyklu gospodarczego?
- Czy cykliczność działa na korzyść konsumenta i niekorzyść producenta, czy odwrotnie?
- Czy interwencja państwa (np. poprzez skup interwencyjny) może łagodzić występowanie tego rodzaju cykli koniunkturalnych?
- Na ile cykl świński może być dobrą metaforą cyklu koniunkturalnego związanego z naturalnymi opóźnieniami inwestycyjnymi?

W pierwszej części artykułu przedstawiony zostanie opis proponowanego modelu cyklu świńskiego natomiast w drugiej części opisane będą niektóre rezultaty badań symulacyjnych.

Model zapisany będzie w konwencji forresterowskiej *Dynamiki Systemów* a symulacje przeprowadzone zostały przy wykorzystaniu *STELLI*, firmy *High Performance Systems*.



Rysunek 1. Pogłowie świń w Polsce (za Gazeta Wyborcza, 12 października 2002)

Model

Cena wieprzowiny (p) w skupie ustala się w wyniku działania naturalnych mechanizmów rynkowych i zależy od względnej różnicy (r) pomiędzy popytem na wieprzowinę (D) a potencjalną podażą wieprzowiny (tzn. tucznikami gotowymi do uboju). Cena ta rośnie, jeśli popyt przewyższa potencjalną podaż i maleje w przeciwnym przypadku. Szybkość zmiany ceny opisać można równaniem różniczkowym:

$$\frac{dp}{dt} = sc \cdot r \cdot p,$$

gdzie sc jest parametrem opisującym wrażliwość rynku na zaistniałe dysproporcje między popytem a podażą. Różnicę r pomiędzy popytem D a potencjalną podażą definiujemy jako:

$$r = \frac{D - (1 - fl) \cdot n \cdot w}{D},$$

gdzie:

D – popyt na wieprzowinę (w kg);

n – liczba tuczników (potencjalnie gotowych do uboju świń, w tym także lochy);

fl – udział loch w ogólnej liczbie tuczników (tzw. ‘frakcja loch’);

w – średnia waga tuczniaka.

Popyt modelujemy ‘klasyczną’ funkcją popytu o stałej elastyczności cenowej e (dzięki czemu będzie możliwe zbadanie wpływu rodzaju rynku na charakter rozwoju procesu hodowli trzody chlewnej):

$$D = A \cdot (p)^e,$$

gdzie:

D – popyt na wieprzowinę w kg;

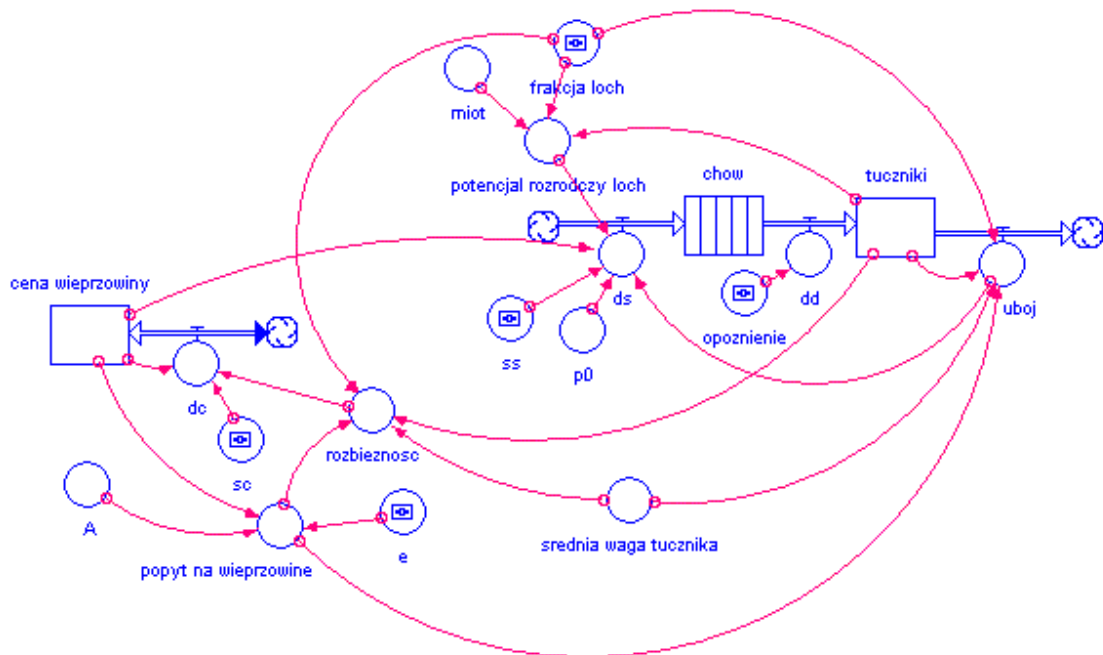
p – cena za kilogram wieprzowiny w skupie

e – elastyczność cenowa popytu (jeśli e jest mniejsze od -1 to mówimy o rynku elastycznym, jeśli zawiera się między zerem a -1 to mówimy o rynku nieelastycznym).

A – parametr określający wielkość popytu dla danej ceny p .

Zmiana liczby tuczników n wynika z bilansu pomiędzy liczbą urodzonych i odchowanych świń (uwzględniając tutaj naturalne opóźnienie τ wynikające z długości ciąży i czasu potrzebnego na odchowanie prosiaka) i wielkością bieżącego uboju u :

$$\frac{dn}{dt} = m(t - \tau) - u(t)$$



Rysunek 2. Model cyklu świńskiego

Liczba warchlaków przechodzących do klasy tuczników (m) równa jest:

$$m(t - \tau) = (pl(t - \tau) - u(t - \tau))(1 - e^{-ss((p(t - \tau) - p_0)/p_0)}) + u(t - \tau)$$

gdzie:

p_0 – cena opłacalności hodowli trzody chlewnej,

ss – parametr określający wrażliwość rolników odnosząca się do wzrostu liczebności stada w zależności od zmiany ceny wieprzowiny na rynku,

$pl(t)$ – potencjał rozrodczy loch w czasie t , który równy jest:

$$pl(t) = fl \cdot n(t) \cdot k$$

a fl to frakcja loch (liczba loch odniesiona do ogólnej liczby tuczników), n liczba tuczników, k średnia liczba prosiąt w miocie.

Wielkość uboju wynika z wielkości popytu. Jeśli liczba tuczników (poza lochami) jest dostatecznie duża by pokryć bieżący popyt na wieprzowinę to ubijane jest tyle sztuk by przy średniej wadze wieprzka (w) ten popyt zaspokoić. Jeśli jednak liczba tuczników jest niedostateczna to ubijanych jest maksymalna możliwa liczba świń i w tej sytuacji popyt nie jest w pełni zaspokojony, zatem:

$$u(t) = \min\left\{\frac{D}{w}, (1 - fl) \cdot n\right\}$$

Model ten zapisany został w konwencji Dynamiki Systemów a diagram przepływowy tego modelu przedstawiony jest na Rysunku 2. Wygenerowane przez *STELLĘ* równania przedstawiono na Rysunku 3.

```

□ cena_wieprzowiny(t) = cena_wieprzowiny(t - dt) + (dc) * dt
  INIT cena_wieprzowiny = 3
  INFLOWS:
    ☞ dc = sc*rozbieznosc*cena_wieprzowiny
▣ chow(t) = chow(t - dt) + (ds - dd) * dt
  INIT chow = 3
  TRANSIT TIME = varies
  INFLOW LIMIT = INF
  CAPACITY = INF
  INFLOWS:
    ☞ ds = if potencjal_rozrodczy_loch>uboj then
      (potencjal_rozrodczy_loch-uboj)*(1-EXP(-ss*(cena_wieprzowiny-p0)/p0))+uboj else
      potencjal_rozrodczy_loch
  OUTFLOWS:
    ☞ dd = CONVEYOR OUTFLOW
      TRANSIT TIME = opoznienie
□ tuczniki(t) = tuczniki(t - dt) + (dd - uboj) * dt
  INIT tuczniki = 15
  INFLOWS:
    ☞ dd = CONVEYOR OUTFLOW
      TRANSIT TIME = opoznienie
  OUTFLOWS:
    ☞ uboj = if popyt_na_wieprzowine/srednia_waga_tucznika>(1-frakcja_loch)*tuczniki then
      (1-frakcja_loch)*tuczniki else popyt_na_wieprzowine/srednia_waga_tucznika
○ A = 4000
○ e = -0.7
○ frakcja_loch = 0.15
○ miot = 10
○ opoznienie = 0.8
○ p0 = 3
○ popyt_na_wieprzowine = A*cena_wieprzowiny^e
○ potencjal_rozrodczy_loch = frakcja_loch*tuczniki*miot
○ rozbieznosc =
  (popyt_na_wieprzowine-(1-frakcja_loch)*tuczniki*srednia_waga_tucznika)/popyt_na_wieprzowine
○ sc = 2
○ srednia_waga_tucznika = 130
○ ss = 3

```

Rysunek 3. Równania wygenerowane przez *STELLĘ*

Wyniki symulacji

Poniżej przedstawiono wstępne wyniki symulacji proponowanego modelu. W eksperymentach symulacyjnych koncentrujemy się na analizie wpływu wybranych parametrów modelu na charakter rozwoju badanego procesu. W tej serii eksperymentów wartości tych wybranych parametrów zmieniały się wokół ich wartości bazowych. Wartości te ustalono w taki sposób by tzw. *eksperyment bazowy* w sposób jakościowy odpowiadał rzeczywistym zmianom cen i wielkości trzody chlewnej w Polsce w ostatnich latach. Wartości tych parametrów są następujące:

Opóźnienie $\tau = 0,8$ roku;

Elastyczność cenowa popytu $e = -0,7$;

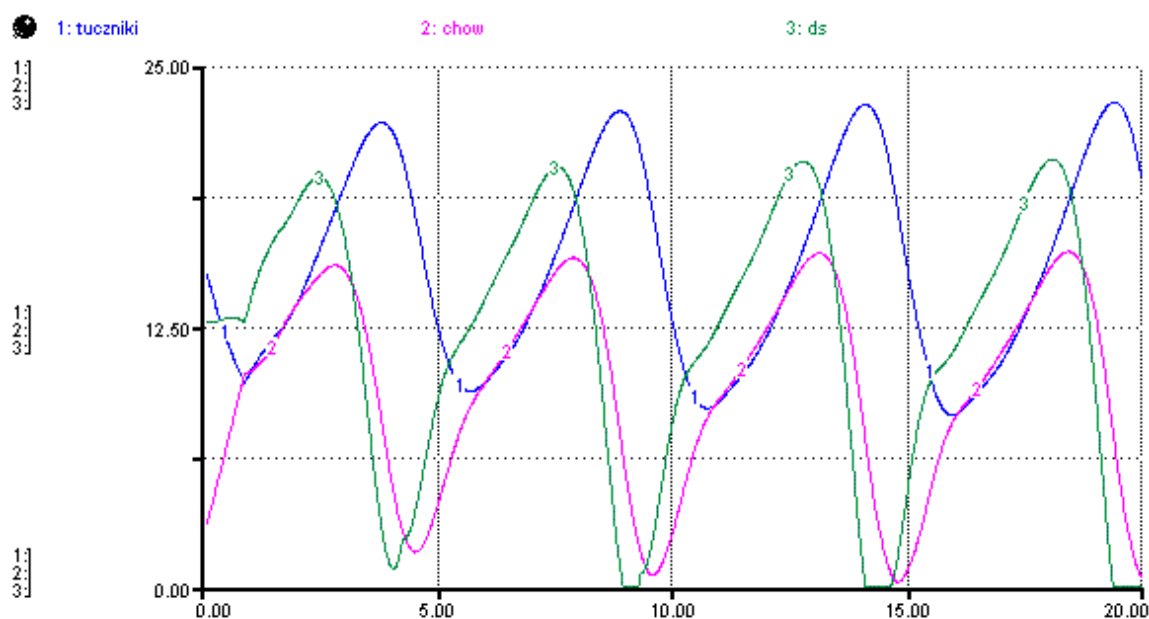
Fracja loch $fl = 0,15$

Wrażliwość zmiany cen $sc = 2$

Wrażliwość wzrostu liczby prosiąt $ss = 3$.

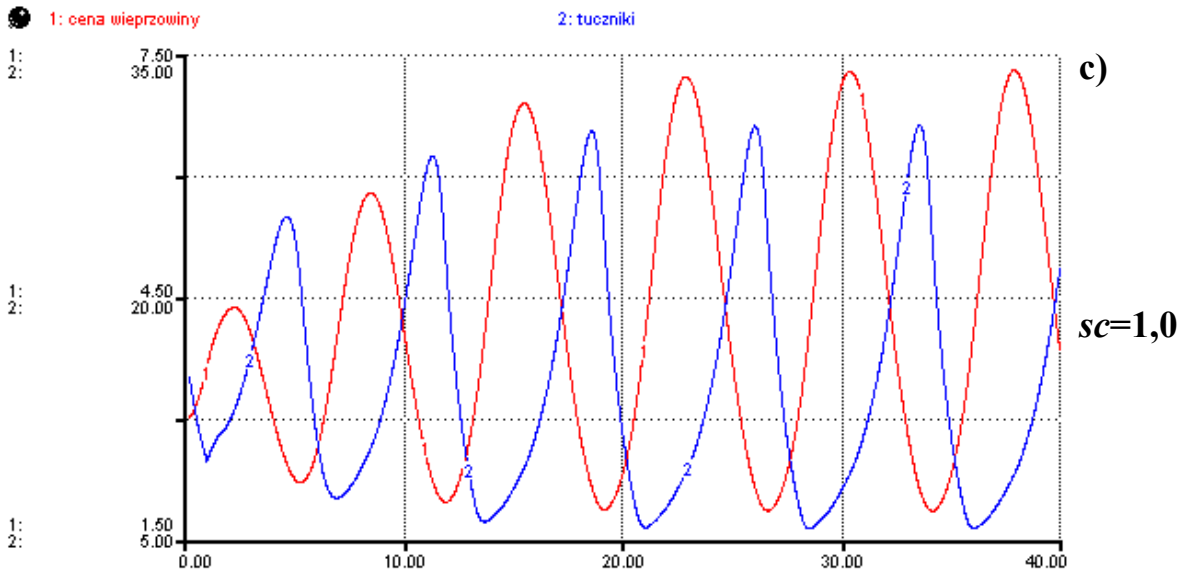
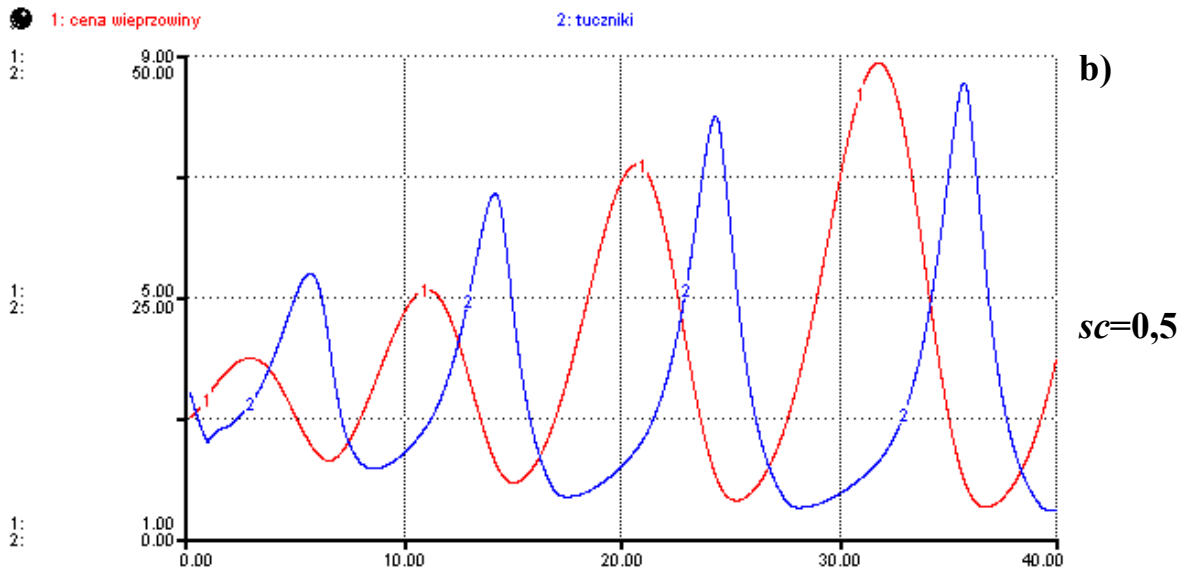
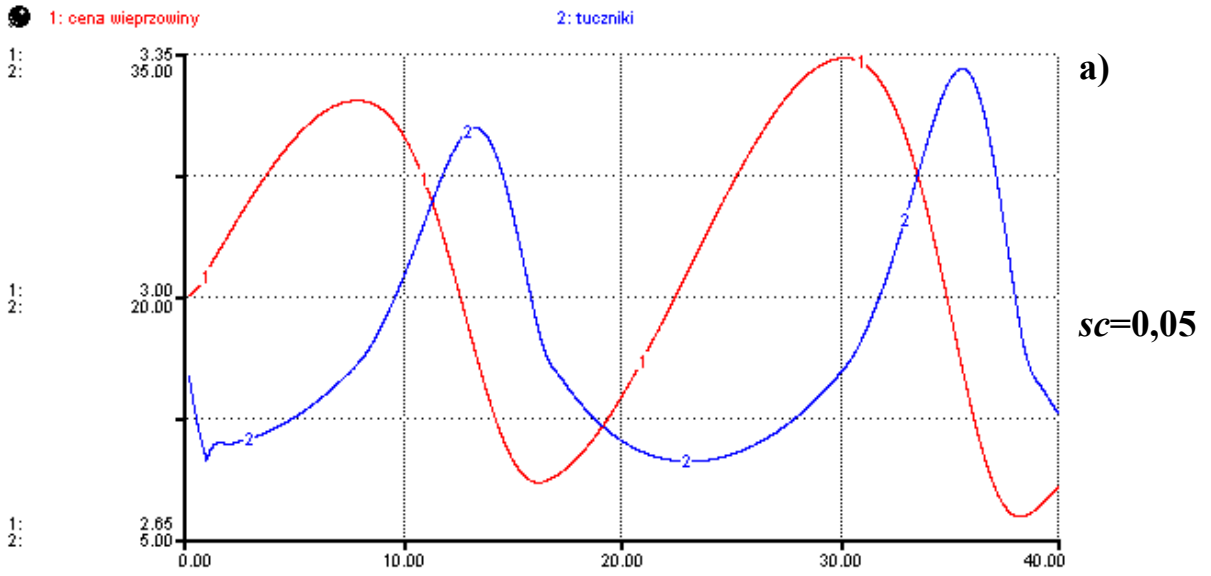
Pozostałe wartości parametrów odczytać można z Rysunku 3.

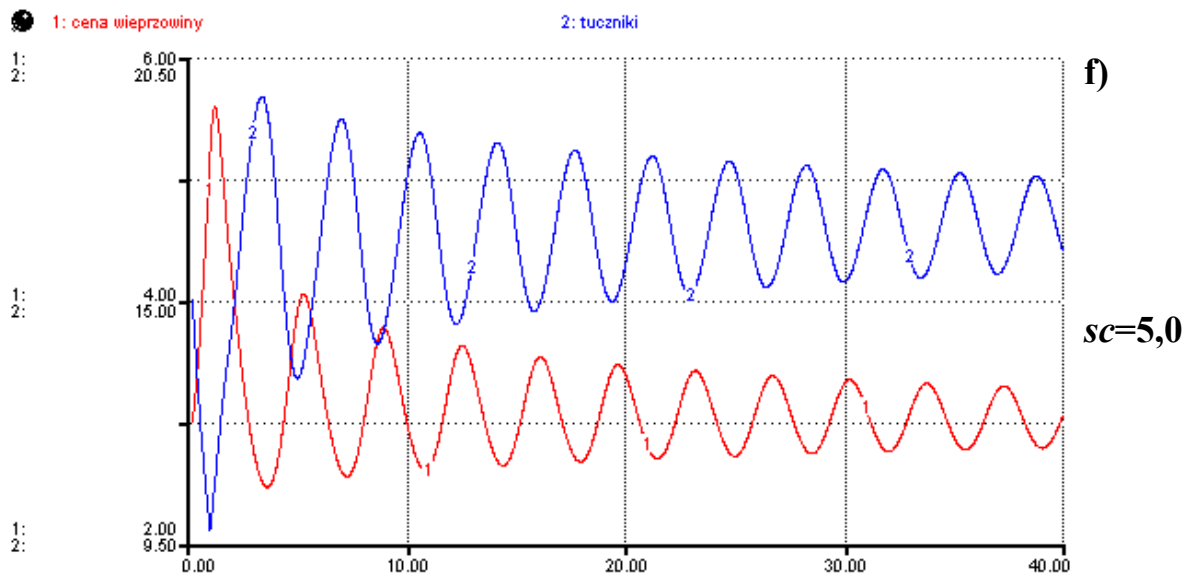
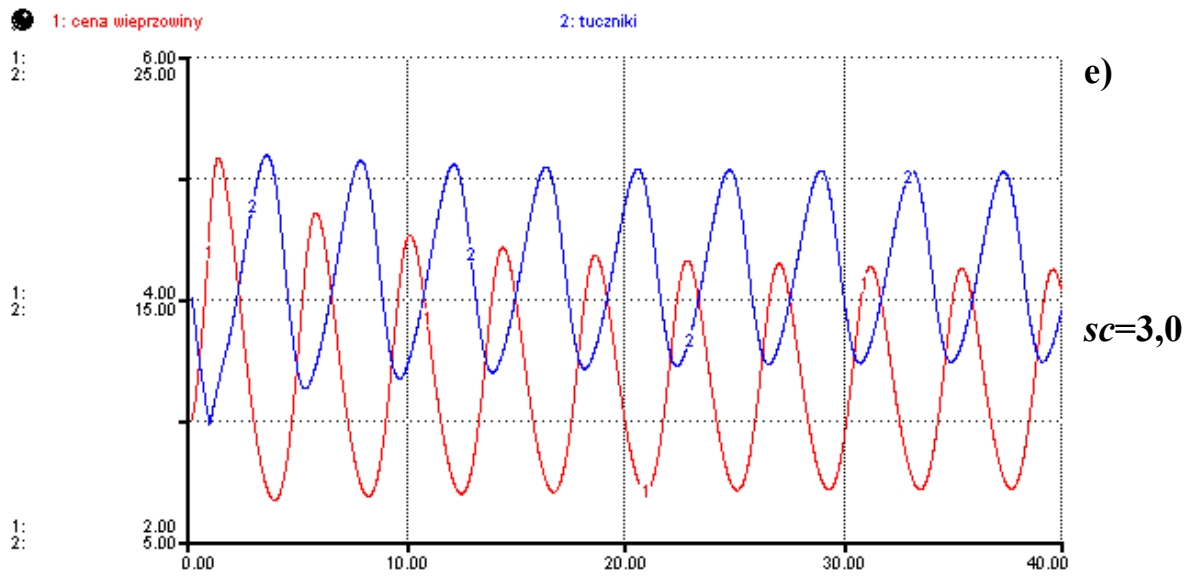
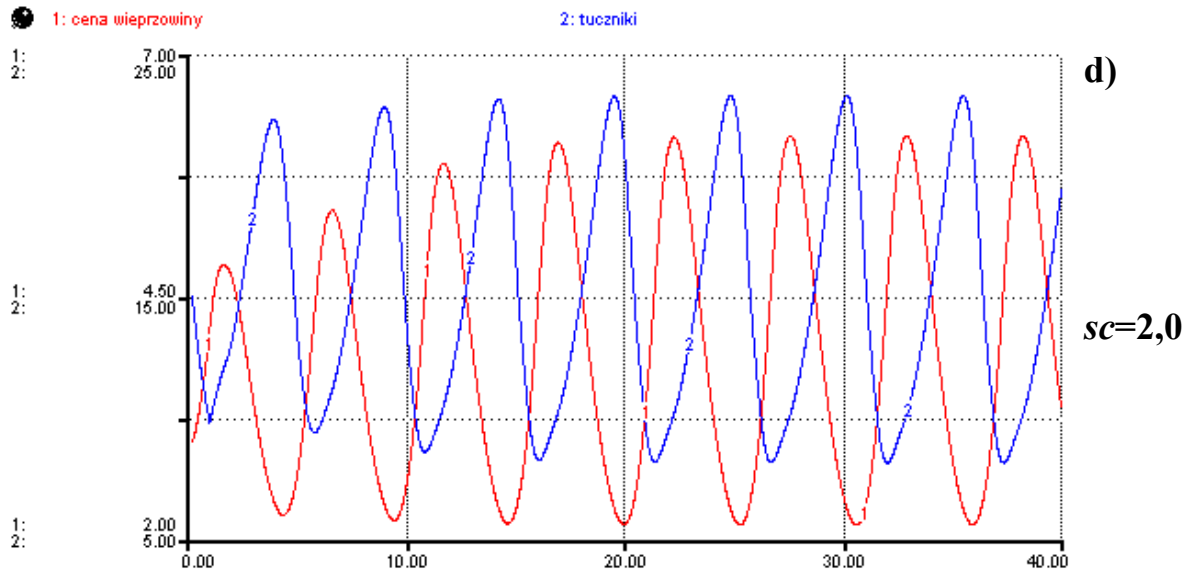
Fluktuacje liczby trzody chlewnej (tuczniki, chów (tj. warchlaki, prosiaki chowane i potencjalne prosiaki będące w trakcie rozwoju w ciąży) oraz bieżące ‘poczęcia’ ds) dla eksperymentu bazowego przedstawiono na Rysunku 4.

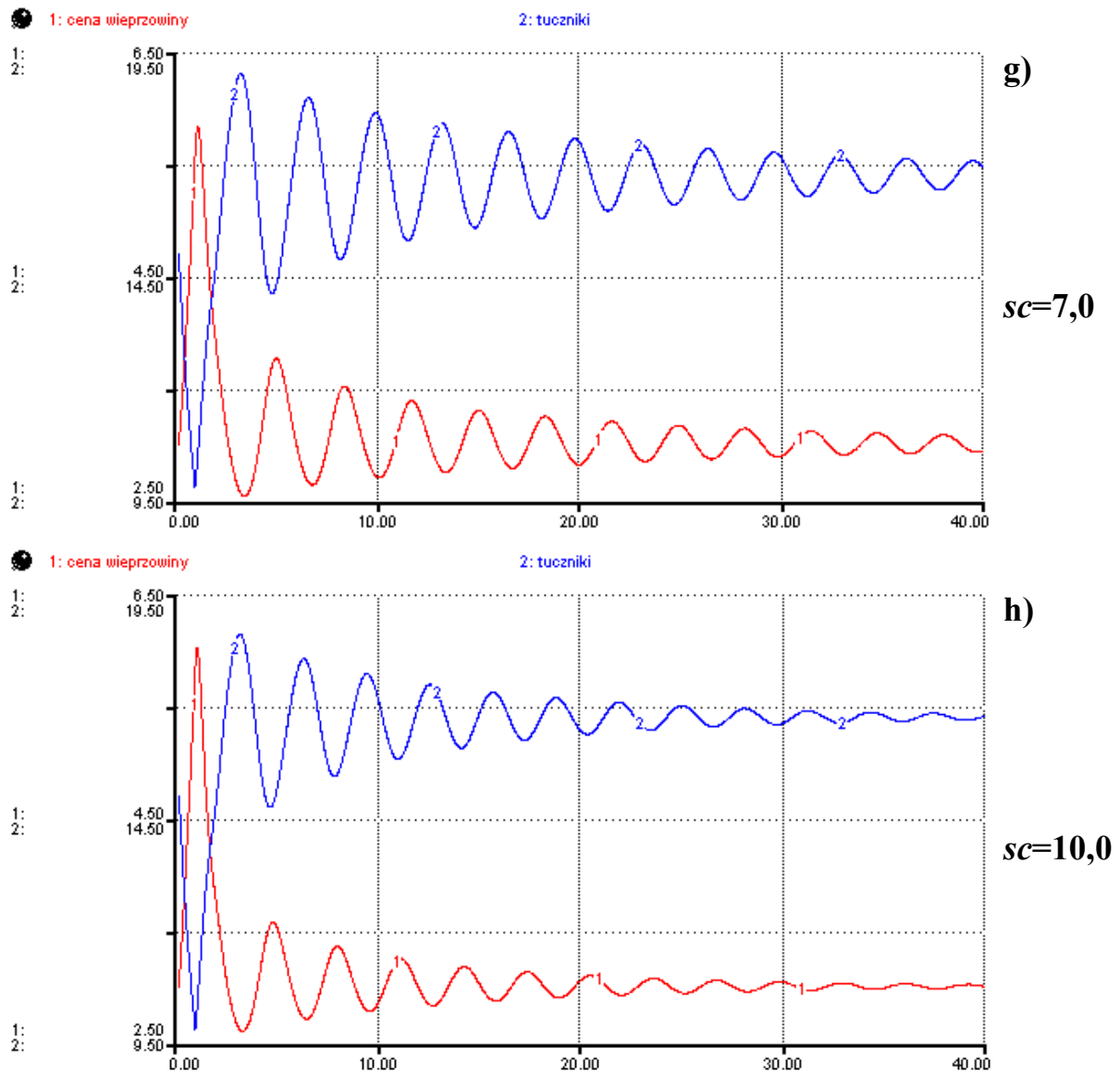


Rysunek 4. Fluktuacje trzody chlewnej dla eksperymentu bazowego

Natomiast na rysunku 5 pokazano cykliczne zmiany cen łącznie z cyklicznymi zmianami liczby tuczników. W eksperymencie bazowym (Rys. 5d) długość cyklu wynosi ok. 5,3 roku a opóźnienie pomiędzy zmianami cen a liczbą tuczników wynosi ok. 2,5 roku, czyli ok. połowy cyklu, czyli w przybliżeniu ‘dołek cenowy’ zbiega się z ‘górką wieprzowiny’. Zbieżność czasowa ‘dołka cenowego’ i ‘górki wieprzowiny’ nie zawsze występuje. Dla małych wartości sc (Rys. 5a-b) nie ma takiej zgodności, ale jest ona tym większa im większa jest wartość tego parametru.







Rysunek 5a-h. Zmiany ceny wieprzowiny i liczby trzody chlewnej przy różnych wrażliwościach dopasowania ceny (zmienny parametr sc)

Niektóre charakterystyki rozwoju dla różnych wartości parametru sc (odpowiadające kolejnym wykresom na Rys. 5) przedstawiono w Tabeli 1 (wyniki dla przebiegu bazowego oznaczone są we wszystkich tabelach kursywą). Symulacje przeprowadzone były w stuletnim horyzoncie czasowym a wartości średnie liczone były na podstawie wyników w ostatnich 50 latach symulacji (po ustaleniu się *steady state*). Otrzymane wyniki pokazują dosyć istotny wpływ trybu ustalania ceny na charakterystyki rozwoju. Kiedy cena nie jest modyfikowana ($sc=0$) proces szybko zbiega do stanu ustalonego, jednakże drobna zmiana wartości tego parametru powoduje występowanie oscylacji, których częstotliwość jest tym większa im większa jest wartość tego parametru. Po przekroczeniu pewnej wartości tego parametru (dla $sc>4,0$) proces zbiega się do stanu ustalonego. W miarę wzrostu wartości tego parametru maleje cena średnia oraz odchylenie standardowe ceny. Mimo spadku średniej ceny, średni dochód¹ rośnie, a to za sprawą znacznie szybszego przyrostu produkcji wieprzowiny. Średni

¹ średni dochód jest sumą wartości sprzedaży wieprzowiny (równej liczbie ubijanych tuczników pomnożonej przez bieżącą cenę skupu i średnią wagę tucznika) podzieloną przez liczbę lat.

zysk² po początkowym wzroście praktycznie stabilizuje się dla większych wartości parametru określającego wrażliwość zmian ceny ($sc > 2.0$), natomiast zysk jednostkowy (z jednego ubitego wieprzka) oraz efektywność gospodarowania³ stale maleją dla większych wartości sc .

Tabela 1. Tryb ustalania ceny a powstawanie cykli rozwoju

sc	dł. cyklu [lata]	średni a cena [zł]	odchylenie standardowe ceny [zł]	średni dochód [zł/rok]	średni zysk [zł/rok]	zysk jednostkowy [zł/wieprzka]	średni a produkcja a wieprzowiny [mln kg/rok]	odchylenie standardowe produkcji wieprzowiny [mln kg]	efektywność gospodarowania
0	∞	3,0	0,00	3548	2922	321	1183	7	4,67
0,5	10,0	5,05	3,00	4281	3423	404	1100	812	3,99
1,0	7,4	4,47	1,94	4996	4153	421	1286	586	5,0
2,0	5,3	3,94	1,41	5388	4502	390	1501	463	5,08
3,0	4,3	3,26	0,63	5427	4480	340	1710	259	4,73
4,0	3,77	3,06	0,28	5495	4523	326	1804	124	4,66
5,0	oscylacje zbieżne	3,01	0,10	5535	4555	322	1841	462	4,65
7,0	∞	3,00	0,00	5559	4577	321	1852	12	4,66
10	∞	3,00	0,00	5561	4580	321	1854	11	4,67

Interesującym wydaje się pytanie: do jakiego stopnia opóźnienie jest przyczyną powstawania fluktuacji. W Tabeli 2 przedstawiono niektóre charakterystyki przy zmieniającym się opóźnieniu. Dla niewielkich opóźnień proces dąży do stanu ustalonego (choć niekiedy z oscylacjami). Cykle pojawiają się dla opóźnień większych niż pół roku i im większe jest to opóźnienie tym dłuższy jest cykl. Wraz z wydłużeniem się cyklu zmian rośnie średnia cena, średni dochód i zysk, jak również zysk jednostkowy i efektywność gospodarowania, maleje natomiast średnia wielkość sprzedawanej wieprzowiny. Możemy zatem wnioskować, że wahania cen i produkcji nie zawsze wychodzą rolnikom na złe (pamiętać jednak należy, że eksperymentie bazowym przyjęto, że rynek wieprzowiny jest rynkiem nieelastycznym ($e = -0,7$)).

Pojawianie się cykli w dużym stopniu zależy od elastyczności cenowej popytu. Czym bardziej sztywny (nieelastyczny) jest popyt tym łatwiej pojawiają się fluktuacje. Podsumowanie tej serii eksperymentów zawarto w Tabeli 3. Dla rynków elastycznych ($e < -1,0$), po względnie krótkim okresie gasnących fluktuacji proces osiąga stan równowagi a cena ustala się na poziomie minimalnej ceny opłacalności (p_0). Fluktuacje te zanikają także dla rynków nieelastycznych o elastyczności bliskiej jedności. Dla wartości bazowych, taką graniczną wartością elastyczności jest $-0,74$. Poniżej tej wartości obserwujemy cykliczność zmian, powyżej ta cykliczność zanika (choć niekiedy po dłuższym czasie, patrz Rys. 6).

² średni zysk to dochód pomniejszony o koszty utrzymywania loch (przyjęto, że są one równe liczbie loch pomnożonej przez początkową cenę kilograma wieprzowiny (p_0) i średnią wagę tucznika).

³ efektywność gospodarowania rozumiana tutaj jest jako różnica pomiędzy dochodem a kosztem utrzymywania loch odniesiona do kosztów utrzymania loch.

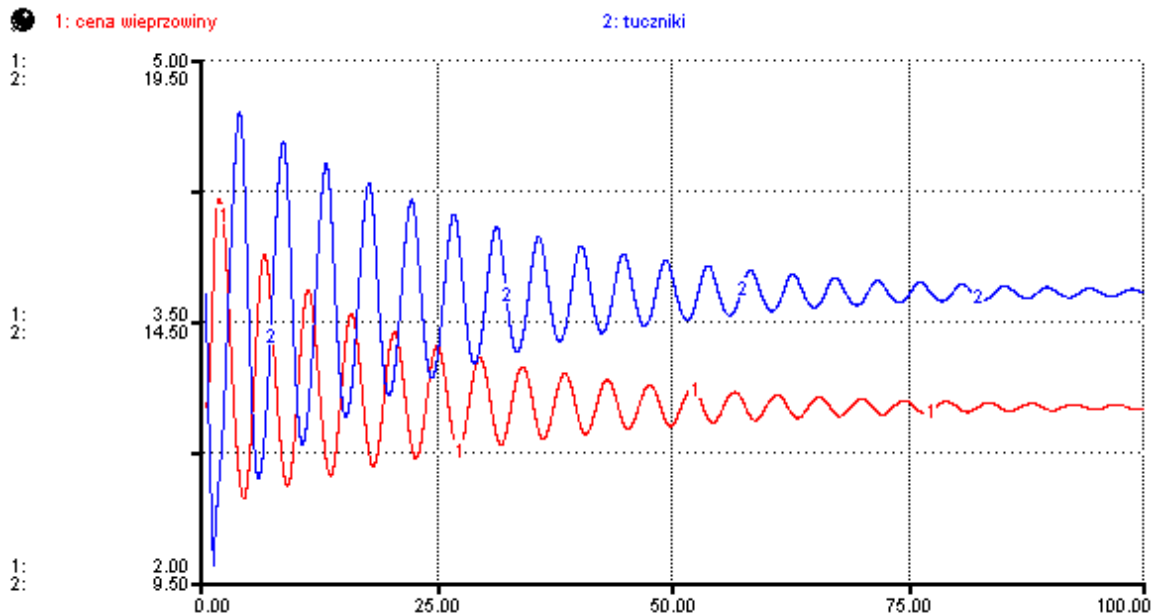
Tabela 2. Wpływ opóźnienia na powstawanie cykli rozwoju

opóźnienie τ	dł. cyklu [lata]	średnia cena [zł]	odchylenie standardowe ceny [zł]	średni dochód [zł/rok]	średni zysk [zł/rok]	zysk jednostkowy [zł/wieprzka]	średnia produkcja wieprzowiny [mln kg/rok]	odchylenie standardowe produkcji wieprzowiny [mln kg]	efektywność gospodarowania
0 do 0,5	∞	3,00	0,00	5561	4580	321	1854	11	4,67
0,6	4,1	3,00	0,06	5529	4549	321	1841	11	4,67
0,67	4,3	3,30	0,66	5333	4392	343	1663	282	4,67
0,7	4,5	3,55	1,01	5284	4372	361	1576	389	4,79
0,8	5,3	3,94	1,41	5388	4502	390	1501	463	5,08
0,9	5,7	4,16	1,67	5393	4537	404	1460	505	5,29
1,0	6,3	4,40	1,89	5504	4657	422	1436	523	5,50
1,2	7,1	4,77	2,30	5608	4786	445	1397	561	5,83
1,5	8,3	5,31	2,88	5763	4966	475	1360	602	6,23
2,0	9,9	6,24	4,00	5929	5185	525	1285	636	6,97

* drgania gasnące

Tabela 3. Rodzaj rynku a powstawanie cykli rozwoju

elastyczność cenowa popytu e	dł. cyklu [lata]	średnia cena [zł]	odchylenie standardowe ceny [zł]	średni dochód [zł/rok]	średni zysk [zł/rok]	zysk jednostkowy [zł/wieprzka]	średnia produkcja wieprzowiny [mln kg/rok]	odchylenie standardowe produkcji wieprzowiny [mln kg]	efektywność gospodarowania
-0,3	9,1	13,88	14,99	17835	16471	1089	1966	1198	12,08
-0,5	6,4	5,49	3,35	7578	6527	500	1696	732	6,20
-0,7	5,3	3,94	1,41	5388	4502	390	1501	463	5,08
-0,74	4,8	3,40	0,79	5106	4216	351	1561	317	4,74
-0,8	∞	3,00	0,03	4966	4087	321	1654	21	4,65
-0,9	∞	3,00	0,00	4464	3676	321	1488	9	4,67
-1,0	∞	3,00	0,00	4000	3294	321	1333	8	4,67
-1,5	∞	3,00	0,00	2309	1902	321	767	4	4,67
-2,0	∞	3,00	0,00	1333	1098	321	444	3	4,67



Rysunek 6. Zanikające fluktuacje dla elastyczności cenowej popytu równej $-0,80$

Istnienie zdolności inwestycyjnych wydaje się być równie istotnym czynnikiem wpływającym na pojawianie się fluktuacji. W analizowanym procesie hodowli świń zdolności inwestycyjne utożsamiać można z możliwościami względnie szybkiego odbudowania stada, czyli utrzymywanie odpowiedniej liczby loch. Z jednej strony utrzymywanie dużej liczby loch wydaje się być nieproduktywnym kosztem. Jednakże zbyt mała liczba loch może uniemożliwić wygosparowanie dużego zysku w momencie, kiedy stosunkowo szybko należy odbudować stado by odpowiedzieć na zwiększony popyt na wieprzowinę. Wyniki tej serii eksperymentów zawarto w Tabeli 4. Dla małego stada loch (w naszych eksperymentach bazowych 'frakcja loch' jest poniżej 9,1% ogólnej liczby tuczników ($fl < 0,091$)) liczebność świń stale maleje a cena rośnie do nieskończoności. Powyżej tej granicy proces dąży do stanu równowagi lub osiąga *steady state*. Wartość równowagowa ceny na poziomie ceny minimalnej opłacalności p_0 ustala się, jeśli wartość 'frakcji loch' zawiera się pomiędzy 0,091 i 0,146. Powyżej wartości 0,146 występują oscylacje. Częstotliwość tych oscylacji jest prawie stała (długość cyklu równa się ok. 5,3 roku) w dosyć szerokim zakresie wartości parametru fl (do ok. 0,4). Powyżej tej wartości częstotliwość maleje i długość cyklu zwiększa się, np. dla $fl=0,5$ długość cyklu równa się 6,3 roku a dla $fl=0,8$ długość ta wynosi 10 lat. Wraz ze wzrostem stada loch maleje efektywność gospodarowania i dla stosunkowo dużych wartości fl (w naszych eksperymentach powyżej 0,36) rolnicy ponoszą straty (zysk spada poniżej zera).

Interesującym jest, że to, w jaki sposób rolnicy regulują liczbę prosiąt wpływa w równie istotny sposób na charakter rozwoju procesu jak wcześniej analizowane parametry modelu. Parametr ss określa w naszym modelu styl prowadzenia hodowli prosiąt. Dla stosunkowo małych wartości parametru ss (tzn., kiedy rolnicy dosyć spokojnie reagują na dysproporcje pomiędzy aktualną wartością ceny a ceną minimalnej opłacalności p_0) proces zbiega się do stanu ustalonego (patrz Tabela 5), przy czym im mniejsza wartość tego parametru tym większa jest cena równowagowa, większy średni dochód i zysk, oraz mniejsza wielkość produkcji wieprzowiny. Dla większych wartości tego parametru pojawiają się fluktuacje (graniczną wartością jest $fl=2,8$) i tutaj tendencja zmienia się, im większa wartość tego parametru tym cena jest większa, zwiększa się też dochód i zysk oraz rośnie wielkość produkcji wieprzowiny. Można oczekiwać pewnej optymalnej wartości tego współczynnika, np. maksymalizującego zysk jednostkowy (w naszych symulacjach jest to ok. 5.0).

Tabela 4. 'Zapobiegliwość' a powstawanie cykli rozwoju

frakcja	dł. cyklu [lata]	średnia cena [zł]	odchylenie standardowe ceny [zł]	średni dochód [zł/rok]	średni zysk [zł/rok]	zysk jednostkowy [zł/wieprzka]	średnia produkcja wieprzowiny [mln kg/rok]	odchylenie standardowe produkcji wieprzowiny [mln kg]	efektywność gospodarowania
0,05	<i>cena rośnie do nieskończoności, produkcja zmierza do zera</i>								
0,10	∞	3,00	0,00	5561	4443	347	1854	11	8,00
0,15	5,3	3,94	1,41	5388	4502	390	1501	463	5,08
0,20	5,3	3,90	2,03	4980	3617	302	1557	683	2,65
0,30	5,3	3,18	2,02	4456	1478	101	1908	1002	0,50
0,40	5,3	2,67	1,83	4124	-1271	-74	2224	1253	-0,24
0,5	6,3	2,19	1,60	3904	-5582	-273	2655	1484	-0,59
0,80	10,0	1,59	1,02	3957	-40698	-1568	3374	1589	-0,91

Tabela 5. Tryb chowu a powstawanie cykli rozwoju

ss	dł. cyklu [lata]	średnia cena [zł]	odchylenie standardowe ceny [zł]	średni dochód [zł/rok]	średni zysk [zł/rok]	zysk jednostkowy [zł/wieprzka]	średnia produkcja wieprzowiny [mln kg/rok]	odchylenie standardowe produkcji wieprzowiny [mln kg]	efektywność gospodarowania
0,00	∞	5,70	0,01	6743	6117	672	1183	7	9,77
0,05	∞	3,21	0,07	5674	4735	348	1770	36	5,05
0,10	∞	3,03	0,01	5576	4601	325	1842	14	4,72
1,00	∞	3,0	0,00	5561	4580	321	1854	11	4,67
2,00	∞	3,00	0,00	5561	4680	321	1854	11	4,67
2,8	4,8	3,41	0,83	5324	4396	351	1627	338	4,74
3,0	5,3	3,94	1,41	5388	4502	390	1501	463	5,08
4,0	5,6	4,29	1,78	5420	4564	413	1435	516	5,32
5,0	5,7	4,45	1,89	5426	4588	427	1396	525	5,48
10	5,7	4,42	2,07	5328	4472	410	1419	579	5,23

Zakończenie

Celem tego artykułu było zaproponowanie modelu powstawania cyklu koniunkturalnego i wstępne określenie czynników odpowiedzialnych za pojawianie się fluktuacji. Tradycyjnie uznaje się, że takim podstawowym czynnikiem jest występowanie opóźnień pomiędzy

momentem podjęciem decyzji (np. inwestycyjnej) a efektami (np. wzrostem produkcji). Jak pokazują nasze symulacje jest to istotny czynnik ale nie jest to jedyny czynnik i nie jest on też najważniejszym. Do występowania cykli konieczne jest zestrojenie wartości wielu czynników. Innymi, równie istotnymi, czynnikami są charakter rynku (określany w naszym modelu przez elastyczność cenową popytu), zapobiegliwość producentów i utrzymywanie swego rodzaju zapasów pozwalających na odtworzenie zdolności produkcyjnych (w naszym modelu jest to 'frakcja loch'), odpowiedni tryb reagowania na zmiany w otoczeniu przy ustalaniu ceny (parametr sc) oraz prowadzenia 'inwestycji' (w naszym modelu parametr ss regulujący liczbę nowych prosiąt zwiększających za jakiś czas (z pewnym opóźnieniem) stado tuczników). Możemy zatem oczekiwać istnienia regionów (zdefiniowanych przez wartości powyżej wspomnianych parametrów) w których powstawanie oscylacji będzie czymś naturalnym oraz regionów gdzie takie oscylacje nie będą występowały lub będą jedynie krótkimi epizodami.

Często usłyszeć można opinie, że występowanie cykli jest niekorzystne dla producentów (w naszym wypadku rolników). Jak pokazują wstępne wyniki naszych symulacji nie zawsze tak być musi. Są pewne sytuacje, kiedy pojawianie się oscylacji powoduje wzrost dochodu i zysku producentów.