



**INSTYTUT EKONOMIKI ROLNICTWA  
I GOSPODARKI ŻYWNOŚCIOWEJ  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

# **Metody ilościowe w systemie prognozowania cen produktów rolnych**

**Mariusz Hamulczuk  
Cezary Klimkowski  
Stanisław Stańko**

**nr 89**

**Warszawa 2013**



**KONKURENCYJNOŚĆ POLSKIEJ GOSPODARKI  
ŻYWNOŚCIOWEJ W WARUNKACH GLOBALIZACJI  
I INTEGRACJI EUROPEJSKIEJ**

**Metody ilościowe  
w systemie  
prognozowania cen  
produktów rolnych**





INSTYTUT EKONOMIKI ROLNICTWA  
I GOSPODARKI ŻYWNOŚCIOWEJ  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

# Metody ilościowe w systemie prognozowania cen produktów rolnych

*Praca pod redakcją naukową  
dr. inż. Mariusza Hamulczuka*

*Autorzy:  
dr inż. Mariusz Hamulczuk  
mgr Cezary Klimkowski  
dr hab. Stanisław Stańko, prof. nadzw. SGGW*



KONKURENCYJNOŚĆ POLSKIEJ GOSPODARKI  
ŻYWNOŚCIOWEJ W WARUNKACH GLOBALIZACJI  
I INTEGRACJI EUROPEJSKIEJ

**Warszawa 2013**

Autorzy publikacji są pracownikami Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowego Instytutu Badawczego

Pracę zrealizowano w ramach tematu

**Zastosowanie modelowania ekonomicznego w analizie przesłanek konkurencyjnego rozwoju sektora rolno-żywnościowego**

w zadaniu *System prognostyczny służący podnoszeniu konkurencyjności sektora rolno-żywnościowego*

Celem opracowania było wskazanie roli i uwarunkowań stosowania metod ilościowych w prognozowaniu cen produktów rolnych.

Korekta

*Krzyszyna Mirkowska*

Redakcja techniczna

*Leszek Ślipki*

Projekt okładki

*AKME Projekty Sp. z o.o.*

ISBN 978-83-7658-420-1

*Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej*

*– Państwowy Instytut Badawczy*

*ul. Świętokrzyska 20, 00-002 Warszawa,*

*tel.: (22) 50 54 444*

*faks: (22) 50 54 636*

*e-mail: [dw@ierigz.waw.pl](mailto:dw@ierigz.waw.pl)*

*<http://www.ierigz.waw.pl>*

## Spis treści

Wstęp.....	7
1. System prognostyczny.....	9
<i>Stanisław Stańko</i>	
1.1. Pojęcie, struktura i cechy systemu prognostycznego.....	9
1.2. Odbiorcy prognoz.....	14
1.3. Dane i informacje .....	17
1.4. Metody przetwarzania danych i wyznaczania prognoz .....	19
2. Ilościowe metody prognozowania cen .....	25
<i>Mariusz Hamulczuk</i>	
2.1. Proste ekonometryczne modele szeregów czasowych.....	25
2.2. Modele ARIMA i regARIMA.....	28
2.3. Modele wygładzania wykładniczego .....	31
2.4. Modele dekompozycji szeregu czasowego .....	34
2.5. Modele ze zmiennymi objaśniającymi.....	36
2.6. Modele równowagi cząstkowej.....	41
3. Źródła informacji rynkowych istotne dla prognozowania cen.....	43
<i>Mariusz Hamulczuk, Cezary Klimkowski</i>	
3.1. Dane pierwotne o cenach krajowych i światowych .....	43
3.2. Dane wtórne o cenach krajowych i światowych.....	47
3.3. Uwarunkowania makroekonomiczne.....	50
3.4. Inne dane statystyczne dla sektora rolnego.....	52
3.4. Analizy i prognozy sektorowe w Polsce .....	54
3.5. Analizy i prognozy światowe.....	55
3.6. Regulacje rynkowe.....	58
4. Ocena możliwości zastosowania modeli ilościowych do prognozowania cen na wybranych rynkach rolnych.....	60
<i>Mariusz Hamulczuk, Cezary Klimkowski</i>	
4.1. Prognozowanie na rynku zbóż i roślin oleistych .....	60
4.2. Prognozowanie na rynku mleka .....	62
4.3. Prognozowanie na rynku mięsa .....	65
4.4. Prognozowanie cen na rynku owoców i warzyw.....	67
Podsumowanie.....	70
Literatura .....	72



## Wstęp

Efektywność podejmowanych decyzji gospodarczych zależy od wielu czynników, w tym od jakości informacji o otaczającej nas rzeczywistości. Na znaczenie informacji w procesach gospodarczych wskazuje zaliczenie niepełnej informacji rynkowej do jednej z niesprawności rynku. Z niesprawnością rynku wiąże się sytuacja, w której mechanizm rynkowy nie prowadzi do efektywnej (w sensie Pareto) alokacji zasobów.

Informacja rynkowa to wszelka treść przekazywana z rynku bądź na rynek związana z potrzebą lub decyzją uczestników rynku. Rynek określany jest jako całość transakcji kupna i sprzedaży, gdzie dokonuje się ustalenia ceny, ilości oraz warunków wymiany. W tym kontekście problemem poszczególnych uczestników rynku jest odkrycie cen rynkowych (*price discovery*). Z odkrywaniem cen wiąże się podobne trudności, jak z ich prognozowaniem. Różnica tkwi jedynie w czasie, jakiego dotyczą oba te procesy. Prognozowanie można rozumieć jako odkrywanie ceny, z tym że przyszej. W obydwu przypadkach informacja rynkowa jest czynnikiem warunkującym te procesy.

Prognozowanie zjawisk gospodarczych stanowi jeden ze sposobów służących zmniejszeniu niepewności towarzyszącej działalności gospodarczej. Stąd też często podkreśla się mikroekonomiczny charakter prognoz. Podstawę do przewidywań stanowi wiedza o prawidłowościach i mechanizmach rynkowych. Szacunek przyszłych cen surowców rolnych dokonywany jest poprzez wszechstronną ich analizę, jednak relatywnie rzadko dokonuje się tego z wykorzystaniem aparatu statystyczno-ekonometrycznego. Zastosowanie metod ilościowych mogłoby się przyczynić do uzyskiwania dokładniejszego obrazu związków i zależności, a tym samym zmniejszyć niepewność towarzyszącą podejmowaniu decyzji gospodarczych.

Celem niniejszego opracowania było wskazanie miejsca prognoz gospodarczych w systemie informacji rynkowej. Skoncentrowano się na kwestiach metodycznych, czego efektem powinno być poszerzenie wiedzy uczestników rynku rolnego, w tym analityków i doradców. Badania prowadzone były w IERIGŻ-PIB w ramach Programu Wieloletniego na lata 2011-2014 pt. „Konkurencyjność polskiej gospodarki żywnościowej w warunkach globalizacji i integracji europejskiej”, w zadaniu „System prognostyczny służący podnoszeniu konkurencyjności sektora rolno-żywnościowego”.

Opracowanie składa się z czterech powiązanych ze sobą rozdziałów. W pierwszym zdefiniowano pojęcie systemu informacyjnego i scharakteryzowano podstawowe jego elementy. Skoncentrowano się na roli prognozowania



w podejmowaniu decyzji gospodarczych i wokół tego dokonano definicji systemu prognostycznego, który obejmuje uczestników rynku, informacje rynkowe, kanały przepływu informacji oraz techniki przetwarzania danych i informacji (metody prognostyczne).

W rozdziale drugim omówiono ilościowe metody prognozowania mogące znaleźć zastosowanie w prognozowaniu cen surowców rolnych. Omówiono podstawowe modele szeregów czasowych: modele ekonometryczne, modele wygładzania wykładniczego oraz istotę prognozowania na podstawie dekompozycji szeregu czasowego. Odniesiono się również do modeli bazujących na zależnościach między zmiennymi przedstawiając: statyczne i dynamiczne jednorównaniowe modele przyczynowo-skutkowe, modele VAR i VECM oraz sektorowe modele równowagi cząstkowej.

Rozdział trzeci zawiera przegląd źródeł informacji rynkowych przydatnych do wykonywania prognoz w sferze agrobiznesu. Omówiono w nim krajowe i zagraniczne źródła oraz zakres danych makroekonomicznych i sektorowych, szczególnie koncentrując się na ogólnodostępnych internetowych źródłach danych o informacjach cenowych. Wskazano jednocześnie na najważniejsze źródła opracowań, analiz i prognoz sektora rolnego.

W rozdziale ostatnim odniesiono się do oceny możliwości wykorzystania poszczególnych technik prognostycznych do przewidywania cen wybranych surowców rolnych w Polsce. Wśród czynników determinujących wybór metody i uzyskiwane rezultaty wskazano dostępność i kompletność danych, prawidłowości w zakresie struktury szeregów czasowych, stopień uzależnienia od cen światowych, wpływ regulacji czy wrażliwość na czynniki losowe.

# 1. System prognostyczny

W ostatnich latach wzrasta znaczenie informacji we wszystkich sferach działalności człowieka. Szczególne znaczenie w tym zakresie mają informacje prospektywne. Zadaniem systemu prognostycznego jest wyznaczanie i upowszechnienie takich informacji o różnym zakresie i horyzoncie czasowym potrzebnych do przygotowania decyzji. W rozdziale przedstawiono pojęcie systemu prognostycznego i scharakteryzowano podstawowe jego elementy.

## 1.1. Pojęcie, struktura i cechy systemu prognostycznego

### Procesy gospodarcze

Gospodarowanie nie jest działalnością jednorazową. Ma ono charakter procesu, w którym podmioty gospodarcze podejmują różne decyzje. Ostatnie kilkadziesiąt lat cechuje się szybkimi i dynamicznymi zmianami. Prowadzenie jakiegokolwiek działalności w takich warunkach powoduje konieczność nieustannego przygotowania i podejmowania decyzji, zarówno mikro- jak i makroekonomicznych. Decyzje mikroekonomiczne odnoszą się głównie do przedsiębiorstw i gospodarstw domowych, a makroekonomiczne dotyczą gospodarki, jako całości. Niezależnie od tego, czego dotyczą decyzje, jakiego horyzontu czasowego (krótko- czy długookresowe), czy rodzaju działalności (np. produkcyjne, handlowe, konsumpcyjne), cechą charakterystyczną jest to, że ich następstwa ujawniają się później niż moment ich podjęcia. Zależą one nie tylko od działań podmiotu, ale i decyzji innych uczestników procesu gospodarczego oraz różnych czynników otoczenia, w którym funkcjonuje dana jednostka. Wynika to z różnorodnych powiązań podmiotów w procesie gospodarowania. W tych warunkach człowiek w przedsiębiorstwie nie jest bowiem obiektem izolowanym, lecz podlega oddziaływaniu swego otoczenia. Otoczenie to ustanawia swoje warunki i wymagania, do których trzeba się dostosować, by trwać i rozwijać się. Jest to szczególnie ważne w okresie nasyconego rynku i wysokiej konkurencji. Współczesne otoczenie charakteryzuje się brakiem stabilności i dużym poziomem ryzyka, dlatego realizacja zamierzonych celów oraz dróg ich osiągnięcia, w każdych warunkach gospodarowania obarczona jest wpływem niepewności. Prawdopodobieństwo nieuzyskania przewidywanych, lub oczekiwanych, wyników związanych z prowadzoną działalnością jest naturalną cechą procesu gospodarowania, zwłaszcza w gospodarce rynkowej. Procesy te jeszcze bardziej uwidaczniają się w rolnictwie i jego otoczeniu, z racji specyfiki działalności

w tym sektorze gospodarki. Specyficzne cechy produkcji rolnej (biologiczno-techniczny i przestrzenny charakter) powodują, że wyniki produkcyjne w dużym stopniu warunkowane są czynnikami niezależnymi od producenta. Dodatkowo ich nasilenie wynika ze zmienności warunków przyrodniczo-klimatycznych. Obecnie funkcjonujemy w czasach, w których to nie tylko rynek lokalny czy krajowy, ale rynek również światowy kształtuje sytuację cenową. Również rolnictwo i jego sektory poddawane są coraz większemu oddziaływaniu praw popytu i podaży oraz zasadom konkurencji. W efekcie powoduje to zwiększanie zapotrzebowania na informacje o przyszłych warunkach rynkowych (podaży, popycie i cenach) na surowce rolnicze.

### **Prognozowanie w systemie informacyjnym**

Zróznicowanie i różnorodność czynników oddziałujących na zjawiska i procesy gospodarcze w rolnictwie i jego otoczeniu powodują konieczność podejścia systemowego. Zanim przedstawimy próbę ogólnej charakterystyki systemu prognostycznego wyjaśnimy podstawowe pojęcia. System, jest to wyraz pochodzenia greckiego – *systema*, i oznacza „zespół wzajemnie sprzężonych elementów, spełniający określoną funkcję i traktowany jako wyodrębniony z otoczenia w określonym celu (opisowym, badawczym, do innego zastosowania” [Nowa Encyklopedia... s. 44]. Systemem nazywa się też zespół sposobów (metod) działania i wykonywania złożonych czynności, czy też całościowy i uporządkowany zespół zadań powiązanych ze sobą określonymi stosunkami.

Ostatnie lata charakteryzują się wzrostem znaczenia systemów informacyjnych w rozwoju gospodarczym i społecznym. Pomimo powszechności stosowania terminu „system informacyjny” nie ma powszechnie przyjętej jego definicji. Najczęściej w ekonomii przez system informacyjny rozumie się zbiór procedur do gromadzenia, przechowywania i rozpowszechniania informacji w celu wspomagania procesu decyzyjnego [Borkowski 2003, s. 11].

Jednym z elementów składowych takiego systemu są informacje o przyszłości. Uzyskujemy je w wyniku przewidywania przyszłości. Jedną z form przewidywania przyszłości jest prognozowanie (gr. *prognosticos* – przewidujący.) Jest to przewidywanie przyszłych faktów, zjawisk czy zdarzeń na podstawie uzasadnionych przesłanek ustalonych w toku badań naukowych. Według Zelia-sia, Pawałek i Wanat [2003, s. 12] „prognozowanie to przewidywanie przyszłości w sposób racjonalny z wykorzystaniem metod naukowych”. W podobny sposób do definicji podchodzą inni autorzy [Cieślak 2005 (red.) s. 20] pisząc tam, że „prognozowanie to racjonalne, naukowe przewidywanie przyszłych zdarzeń”. Naukowe oznacza, że jest to pewien proces, który obejmuje poznanie przeszłości, tj. gromadzenie danych, diagnozowanie, sposób przenoszenia da-

nych z przeszłości w przyszłość. Inaczej mówiąc, prognozowanie to domyślanie się tego, co zajdzie z określonym prawdopodobieństwem.

Doświadczenie i teoria wskazują, że można znacznie poprawić skuteczność i racjonalność działania, jeżeli w procesie decyzji wykorzystuje się przewidywanie. Znajomość prognoz pozwala bowiem wykorzystać je w przygotowaniu wyboru celów, kierunków działania, budowie planów i ich realizacji, czy też strategii działania.

Przed dokonaniem inwestycji lub przed przystąpieniem do realizacji swojego planu warto rozeznaczyć, jakie warunki będą panowały w przyszłości. Jest to możliwe dzięki przewidywaniu przyszłych cen, popytu, podaży itp. Użyteczność prognoz wynika z faktu, że w działalności gospodarczej między podjęciem decyzji a jej skutkami potrzeba jest określonego czasu. A ten jest zróżnicowany w zależności od sfery działalności.

### **Rola prognoz**

Budowa prognozy nie jest celem samym w sobie. Każda prawidłowo sporządzona prognoza jest najbardziej prawdopodobnym obrazem przyszłości. Z niej to można dowiedzieć się o tendencjach rozwojowych badanych zjawisk i procesów, wpływie na nie różnych czynników, sile i rodzaju współzależności między procesami, możliwościach i ograniczeniach rozwojowych, prawdopodobnym poziomie kształtowania się zjawisk gospodarczych itp. Znajomość przyszłych zjawisk jest wiedzą o nadchodzących zmianach. Wiedzę tę można wykorzystać do różnych celów.

Główną przyczyną prognozowania w działalności gospodarczej jest potrzeba informacyjna związana z podejmowaniem różnych decyzji. Zadaniem prognozy jest więc stworzenie dodatkowych przesłanek w procesie podejmowania decyzji i zmniejszenie niepewności. W wyniku tego prognozowanie wspomaga przygotowywanie decyzji na różnych szczeblach gospodarki odnoszących się do bieżących, jak i długookresowych celów.

Działając, zwykle wyznaczamy, czyli stawiamy sobie cele działania, a następnie obmyślamy i wybieramy sposoby ich osiągnięcia, uwzględniając przy tym warunki, w których będziemy działać. Uzyskane z prognoz informacje umożliwiają, ułatwiają lub usprawniają wyznaczenie celów i określanie warunków działania. Trafne odgadnięcie tego, co napotykamy w przyszłości, pozwala na dobre zaplanowanie przyszłej działalności i przyjęcie właściwej decyzji. Na przykład prognozy kształtowania się pogłowia i skupu żywca wołowego, prognozy zbiorów i skupu zbóż czy też cen produktów są bardzo ważne do podejmowania decyzji gospodarczych w skali makro- i mikroekonomicznej. W skali

makro- na podstawie tych informacji można przygotowywać i podejmować decyzje odnośnie interwencji państwowej, wspierania eksportu czy importu, zakupów interwencyjnych itp. W przedsiębiorstwach rolnych prognozy są potrzebne do podejmowania decyzji w ciągu cyklu produkcyjnego i między cyklami. W zależności bowiem od przewidywanych cen na dane produkty można rozszerzać produkcję lub ją ograniczać. Istnieją również pewne możliwości zmiany wcześniej podjętej decyzji w zależności od przewidywanych cen produktów w trakcie cyklu produkcyjnego. Prognozy mogą stanowić podstawę do wyboru strategii działania dla długiego i krótkiego okresu.

Prognozy mogą dostarczać także na czas informacji o ewentualnej niekorzystnej zmianie kierunku czy natężeniu badanego zjawiska, jakie może wystąpić w przyszłości. Dają tym samym możliwość podjęcia działań zapobiegawczo-prewencyjnych w odpowiednim czasie, np. zmiany strategii działania.

Prognozy mogą pobudzać do podejmowania działań sprzyjających ich realizacji, gdy wynikają z nich zdarzenia korzystne dla jej odbiorcy, lub też do podejmowania działań przeciwstawiających się jej realizacji, gdy przewidywane zdarzenia są oceniane jako niekorzystne.

Prognozy dają także wcześniejsze rozeznanie o stopniu realizacji celów. Na przykład prognozy plonów zbóż wykonane metodami biometrycznymi informują o prawdopodobnych plonach, gdy rośliny są jeszcze na polu. Dzięki takim prognozom mamy rozeznanie, co do stopnia realizacji pierwotnie założonych zadań.

Wyznaczone prognozy możemy rozmaicie klasyfikować, zależnie od horyzontu, charakteru lub struktury, stopnia szczegółowości, zakresu ujęcia, metod opracowania, celu lub funkcji, zasięgu itp. [Zeliaś i in. 2003, Cieślak (red.) 2005, Stańko (red.) 2013]. Niezależnie od klasyfikacji, prognozy są informacją o prawdopodobnej przyszłości.

Uwzględniając istotę prognoz i ich rolę w działalności człowieka można stwierdzić, że prognozy są elementem składowym systemu informacyjnego. Według Beynon-Daviesa [1999] systemy informacyjne są środkiem, za pomocą którego organizacje i ludzie zbierają, przetwarzają i udostępniają informacje. System wymaga wielodyscyplinarnego podejścia do badania zjawisk i procesów społeczno-ekonomicznych, które określają ich rozwój, wykorzystanie oraz wyniki przydatne dla organizacji i społeczeństwa [Beynon-Davies 1999].

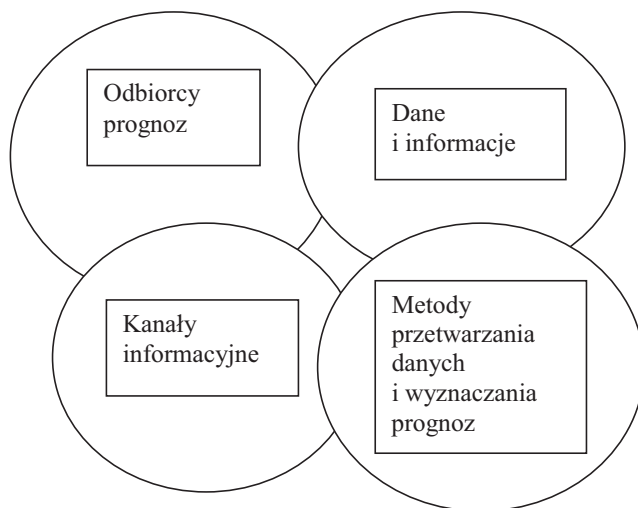
Ogólnie przyjmuje się, że system informacyjny składa się z następujących elementów [Nowicki 1998]:

- nadawców i odbiorców informacji,
- zbiorów informacji,

- kanałów informacyjnych,
- metod i technik przetwarzania informacji.

Takie ujęcie systemu charakteryzuje się jego funkcjonalnością. „Podstawowym celem budowy systemów informacyjnych jest dostarczanie informacji niezbędnych w działalności człowieka” [Borkowski 2003, s. 15]. Mają one dostarczać informacji o prawdopodobnej przyszłości w różnych horyzontach czasowych, zakresie ujęcia, zasięgu i szczegółowości. Tak też wyobrażamy sobie system prognostyczny. Ogólną jego ideę przedstawiono graficznie na rys. 1.1.

**Rysunek 1.1. Ogólny schemat systemu prognostycznego**



*Źródło: opracowanie własne.*

Zakres prognozowania w rolnictwie i jego otoczeniu jest uwarunkowany potrzebami informacyjnymi ściśle powiązаныmi z funkcjami, jakie pełnią prognozy w skali mikro- jak i makroekonomicznej.

### **Kanały informacyjne**

Kanały informacyjne obejmują drogi (trasy) przepływu danych i informacji między nadawcami i odbiorcami. Mogą one mieć charakter sformalizowany i niesformalizowany. Kanały te obejmują systemy pozyskiwania danych pierwotnych, system zarządzania i przetwarzania zebranych danych empirycznych, i system wspomagający podejmowanie decyzji.

Systemy organizujące ich gromadzenie, przepływ i przetwarzanie informacji mają na celu dostarczenie pewnych faktów i informacji do wykorzystania

wszystkim zainteresowanym podmiotom. Pozwala to zwiększyć poziom wiedzy o sytuacji rynkowej. Wykorzystanie, związane z pogłębieniem wiedzy, oznacza najczęściej procesy analizy, prognozowania i podejmowania decyzji. Są to działania z natury mające indywidualny charakter. Wynika to bowiem nie tylko z indywidualnych potrzeb informacyjnych, ale też z indywidualnych umiejętności uczestników rynku w zakresie syntezy informacji i wnioskowania [Hamulczuk, Stańko 2011].

Stąd system informacyjny, w tym kanały informacyjne, charakteryzują się dużym rozproszeniem. W zakresie przepływu informacji o przewidywanej sytuacji na rynkach rolnych ma on charakter publiczny, bez ograniczonego i personalnie zdefiniowanego odbiorcy. Najważniejszym kanałem przepływu takich informacji są środki masowego przekazu: telewizja, Radio, Internet, prasa codzienna i fachowa.

Pewną rolę w systemie informacyjnym ogrywa państwo, które koryguje niesprawności rynku związane z udostępnianiem i przepływem informacji wśród uczestników rynku. Polega to na udostępnianiu informacji, danych oraz integrowaniu różnych źródeł. Jednak nie należy oczekiwać, że państwo będzie „podpowiadało”, co produkować albo aktywnie będzie uczestniczyło w prognozowaniu cen. Nie ma na to miejsca w gospodarce rynkowej, gdzie informacja i wiedza stanowi źródło tworzenia przewag konkurencyjnych.

## **1.2. Odbiorcy prognoz**

Informacjami o prawdopodobnych przyszłych warunkach gospodarowania mogą być zainteresowani różni ich użytkownicy (lub nabywcy). Można podzielić je na określone grupy, które mają określone specyficzne potrzeby, jak też potrzebują informacji o szerokim zakresie. Dla wielu użytkowników prognozy o różnym horyzoncie, zasięgu, zakresie ujęcia czy stopniu szczegółowości mogą być wspólne. Z punktu widzenia użytkowników prognoz ich odbiorcami mogą być następujące grupy (rys. 1.2):

- a) podmioty i instytucje związane ze sferą agrobiznesu w dziedzinie produkcji, analizy i handlu,
- b) podmioty przemysłu przetwórczego oraz handlu i instytucje rynkowe,
- c) podmioty i instytucje związane z kreowaniem polityki rolnej,
- d) podmioty i instytucje finansowe,
- e) podmioty zajmujące się edukacją.

Dla podmiotów i instytucji związanych ze sferą agrobiznesu w dziedzinie produkcji, analizy i handlu przydatne mogą być prognozy o różnym stopniu szczegółowości, zakresie ujęcia, zasięgu, jak i horyzoncie. Wśród odbiorców prognoz tej grupy docelowej można wymienić:

- instytuty naukowo-badawcze,
- instytucje zajmujące się sprawami żywienia i zdrowia,
- instytucje odpowiadające za standardy sanitarne i fitosanitarne,
- instytucje zajmujące się promocją eksportu oraz marketingiem handlu międzynarodowego,
- fundacje.

Podmioty przemysłu przetwórczego i handlowego oraz instytucje rynkowe mogą być zainteresowane prognozami o różnym stopniu szczegółowości. Zależy to od przedmiotu i zakresu działalności oraz rynków zbytu (krajowe i zagraniczne). Na ogół dotyczyć to będzie bliższego i dalszego otoczenia rynkowego, sytuacji na danym rynku branżowym, jak też czynników makroekonomicznych. Informacje z tych zakresów bezpośrednio lub pośrednio wpływają na prowadzenie działalności gospodarczej i uzyskiwane wyniki. Dla tej grupy odbiorców, prognozy spełniają niezbędny element w przygotowywaniu decyzji operacyjnych, jak i strategicznych.

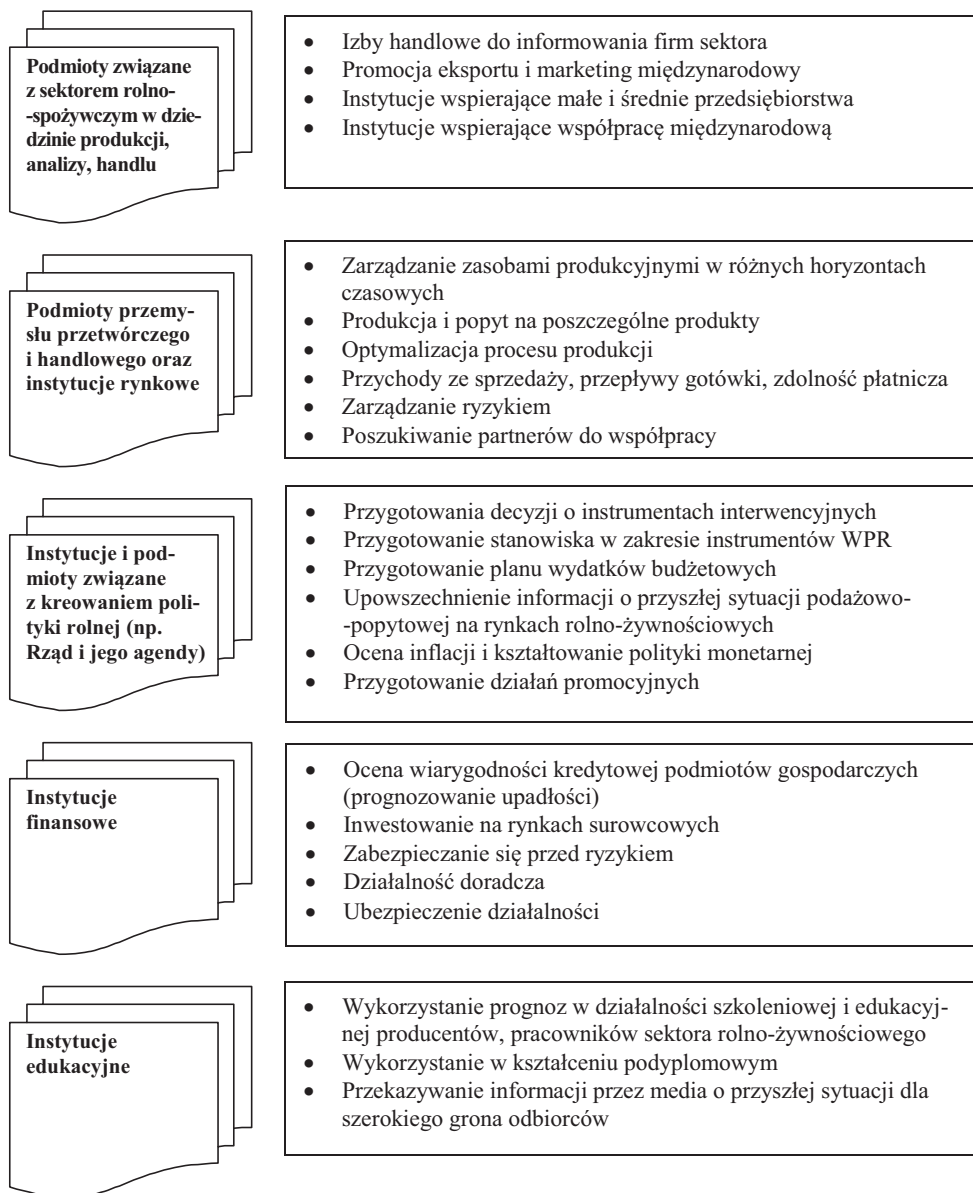
Do grupy odbiorców prognoz należeć będą nie tylko podmioty prowadzące działalność gospodarczą, ale także różne zrzeszenia i spółdzielnie producentów, izby handlowe, czy organizacje konsumenckie. Stanowią one ważny kanał informacyjny umożliwiający rozprzestrzenianie się informacji wśród uczestników rynku.

Prognozy mają ważne znaczenie dla instytucji związanych z kreowaniem polityki rolnej, która polega na formułowaniu celów oraz doborze środków ich osiągnięcia w danych uwarunkowaniach. Z istoty polityki ekonomicznej wynika, że przy formułowaniu celów, jak i środków ich realizacji ważne znaczenie ma rozeznanie przyszłej sytuacji w danym sektorze i jego otoczeniu. Obejmuje ona swym zakresem nie tylko politykę produkcyjną, ale także ściśle związana jest z polityką żywnościową i dochodową w rolnictwie. Prognozy cen skupu artykułów rolno-spożywczych są również ważne z punktu widzenia polityki monetarnej państwa.

Informacja o przyszłej sytuacji w rolnictwie odgrywa ważną rolę w kształceniu na różnych poziomach (zawodowym, uniwersyteckim i podyplomowym). Także różne środki masowego przekazu szukają aktualnych informacji o przewidywanej sytuacji w rolnictwie krajowym, europejskim i światowym.



**Rysunek 1.2. Użytkownicy prognoz w sferze agrobiznesu oraz ich potrzeby informacyjne związane z prognozami**

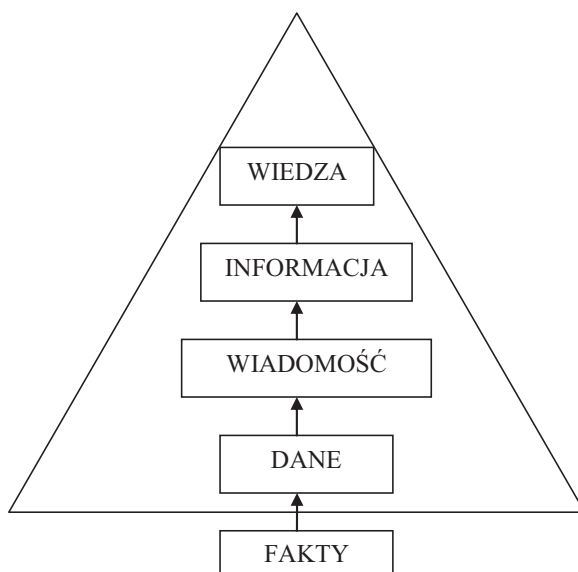


Źródło: opracowanie na podstawie: Hamulczuk, Stańko [2009], s. 160; System informacji... [2000].

### 1.3. Dane i informacje

Integralną częścią systemu prognostycznego są dane i informacje, a także wiedza. Terminy te są trudne do precyzyjnego zdefiniowania. Przypisywane jest im różne znaczenie i relacje. Zagadnieniom tym poświęcona jest bogata literatura [Knight, Silk 1990; Hicks 1993; Beynon-Davies 1999; Grabowski, Zając 2009; Borkowski 2003 i inni]. Przegląd z zagranicznej i krajowej literatury poświęconej tym terminom przedstawili Grabowski i Zając [2009]. Uwzględniając funkcjonalność ujęcia poszczególnych terminów oraz możliwości ich praktycznego zastosowania w różnych sferach działalności człowieka, zależności między nimi przedstawia rys. 1.3.

Rysunek 1.3. Kształtowanie się wiedzy



Źródło: Grabowski, Zając 2009, s. 17.

Poprawne wnioskowanie o przyszłości w dużym stopniu zależy od dysponowania przez analityka zasobem danych o prognozowanym zjawisku i umiejętność ich wykorzystanie. Dane reprezentują fakty. Mogą być rejestrowane, przetwarzane i przesyłane do odbiorcy. Ważny jest więc odpowiedni system pozyskiwania, gromadzenia, przetwarzania i wykorzystania danych. Uzyskane z różnych źródeł dane na ogół gromadzone są w bazie danych. Zbieranie, przetwarzanie i przechowywanie danych związane jest z określonymi kosztami. Dlatego powinno się pozyskiwać dane ważne i niezbędne do sporządzenia diagnozy badanych zjawisk i przewidywania ich rozwoju.

Dane będące podstawą prognozowania mogą być ilościowe i jakościowe. Dane ilościowe (statystyczne) przedstawia się zazwyczaj w jednostkach miary, wyrażają ilość, liczbę lub wartość. Dane jakościowe nie mają już takiego formalnego charakteru i obejmuje dane nieliczbowe. Mogą one być odzwierciedleniem opinii (doświadczeń) pracowników czy ekspertów przedstawianych w formie raportów, mogą pochodzić od ustawodawcy (ustawy, uchwały), rządu (dokumenty, oświadczenia, programy, umowy międzynarodowe), prasy, a także mogą opisywać cechy lub właściwości.

Dane i informacje można rozmaicie klasyfikować stosując różne kryteria. Biorąc pod uwagę fakt, że rozważania dotyczą prognozowania cen surowców rolnych, w tym dobór odpowiednich metod prognozowania, najważniejsze kryteria to:

- źródło (miejsce pozyskania),
- częstotliwość i szybkość dostępu,
- forma i stopień przetworzenia (dane, czy informacje),
- kompletność i wiarygodność,
- zakres terytorialny, którego informacja dotyczy (kraj, świat)
- sektor i rynek,
- cena czy inne parametry rynkowe.

Gromadzone dane powinny odpowiadać określonym kryteriom tak, aby formułowane na ich podstawie sądy o przyszłości były uzasadnione w możliwie wysokim stopniu. Należą do nich: prawdziwość (rzetelność), jednoznaczność, identyfikowalność zjawiska przez zmienną (zmienne), kompletność, porównywalność, aktualność w przyszłości, koszt zbierania i opracowywania danych.

Koszty zbierania i opracowywania danych są jednymi z czynników warunkujących ilość i wieloaspektowość zebranych danych, a co za tym idzie wybór metody prognozowania. Należy dążyć do optymalizacji pomiędzy korzyściami uzyskanymi dzięki zwiększaniu trafności prognoz uzyskanych z wykorzystaniem większego zakresu danych, a wydatkami na ich pozyskanie i opracowanie.

Prognoza również powinien starać się określić, które czynniki, mające swoje odbicie w danych statystycznych, będą traciły na znaczeniu w przyszłości, a które będą aktualne oraz brać pod uwagę możliwość pojawienia się nowych przesłanek, które dotąd nie miały większego znaczenia. Można stwierdzić, że należy zbierać dane, które bezpośrednio i pośrednio charakteryzują przebieg prognozowanego zjawiska i ich wiarygodność nie budzi wątpliwości. Prognoza zbudowana na podstawie błędnych i niekompletnych danych, obiegających od rzeczywistości zjawisk może charakteryzować się wysokimi błędami.

Z punktu widzenia podmiotu informacje niezbędne do budowy prognoz mogą pochodzić z różnych źródeł. Można je podzielić na wewnętrzne i zewnętrzne. Wewnętrzne źródła danych stanowią zapisy, rejestry lub raporty (sprawozdania) sporządzane przez jednostkę gospodarczą. Dane zewnętrzne pozyskiwane są na podstawie procedur służących do gromadzenia danych o zmianach w bliższym i dalszym otoczeniu obiektu. Mogą one pochodzić z różnych instytucji statystycznych (Eurostat, FAOSTAT, GUS), dostawców, banków, pośredników, konkurentów, instytucji naukowych itp. Do ważnych źródeł danych zewnętrznych dotyczących rynków rolnych należą różne opracowania statystyczne i raporty ekonomiczno-rynkowe oferowane przez różne instytucje krajowe i zagraniczne. Szerzej na temat charakteru źródeł informacji rynkowych w agrobiznesie napisano w rozdziale 3.

Ogólnie, informacja to zinterpretowane dane przez odbiorcę. Mają one znaczenie dla odbiorcy i zmniejszają jego niewiedzę. Jeżeli zinterpretowane dane są powtórzeniem czegoś co wie odbiorca, to są one wiadomością. Jeżeli zaś stanowią element nowości to wiadomość ta staje się informacją. Wiedza powstaje z informacji przez jej zintegrowanie z wiedzą istniejącą.

## **1.4. Metody przetwarzania danych i wyznaczania prognoz**

### **Statystyczna obróbka danych**

Zebrane dane mogą w różnym stopniu być przydatne do prognozowania. Przed ich wykorzystaniem w procesie budowy prognozy powinny być poddane analizie merytorycznej i statystycznej. Zakres potrzebnych danych i informacji w dużym stopniu zależy od tego jaką chcemy zastosować technikę prognozowania. Nieraz jednak zachodzi konieczność rezygnacji z lepszej metody na rzecz gorszej z powodu braku niezbędnych danych.

Wyznaczenie prognozy jest warunkowane posiadaniem odpowiednich danych. Zgromadzenie kompletnych danych nieraz jest zadaniem trudnym. Występowanie braków w materiale statystycznym jest spowodowane różnymi przyczynami związanymi z rodzajami zmiennych [Nowak 1990]. Braki dotyczyć mogą cech ilościowych (mierzalnych) i jakościowych (niemierzalnych). W przypadku niekompletności danych lub usunięcia części obserwacji zidentyfikowanych jako nietypowe, można zastosować następujące rozwiązanie [Zeliaś i inni 2003]:

- ograniczyć przekroje analizy do obiektów, z których są kompletne dane,

- zastosować takie metody prognozowania, które umożliwiają wyznaczyć prognozy na podstawie danych niekompletnych, na przykład wykorzystać metody heurystyczne,
- oszacować brakujące informacje.

Przy ocenie danych nieraz stwierdzamy, że wartość zmiennej kształtuje się na poziomie znacznie odbiegającym od istniejącej prawidłowości. Są to obserwacje nietypowe. Wykorzystanie takich danych do budowy modelu i wyznaczenia prognozy może zwiększać błędy szacunku i błędy prognoz. W produkcji rolniczej takie dane mogą występować częściej niż w innych sferach działalności ludzkiej, co wynika z biologiczno-technicznego charakteru produkcji rolniczej i wpływu na wyniki produkcyjne czynników przyrodniczo-klimatycznych.

Identyfikacja obserwacji nietypowych polega najczęściej na:

- analizie graficznej szeregów czasowych danych statystycznych,
- analizie graficznej reszt modelu (lub błędów prognoz wygasłych),
- obliczeniu dodatkowych statystyk określających odchylenia obserwacji odstających od pozostałych obserwacji,
- obliczeniu wpływu obserwacji nietypowej na postać szacowanego modelu i jego charakterystyki [Stańko (red.) 2013].

Obserwacji nietypowej nie należy automatycznie odrzucać na rzecz lepszego dopasowania modelu prognostycznego. Nietypowe (czy odstające) obserwacje mogą być wynikiem wpływu czynników losowych, a także być spowodowane czynnikami subiektywnymi np., błędami w rejestracji danych, czy też zmianami jakościowymi w rozważanym okresie (tzw. zmiany strukturalne).

Nie zawsze zebrane dane mogą być przydatne do wyznaczenia prognozy. W wielu sytuacjach niezbędne mogą być różne przekształcenia danych (transformacja), agregacja czy też korekta. Sposoby transformacji mogą być różne, na przykład logarytmowanie czy potęgowanie. Chodzi o to, by tak przekształcić dane, żeby można było zastosować odpowiedni model prognostyczny.

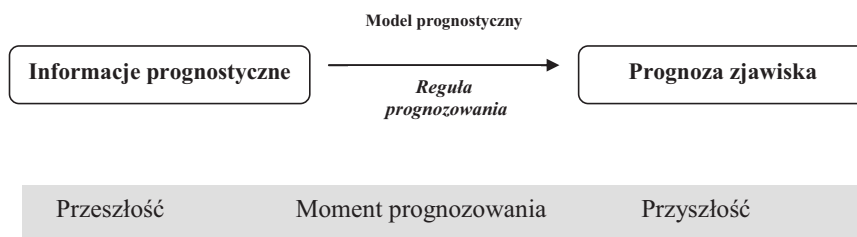
Z punktu widzenia powszechności stosowania w działalności gospodarczej najczęściej dokonuje się korekty kalendarzowej. Dotyczą one przypadków braku porównywalności danych spowodowanych różną liczbą dni, a szczególnie roboczych czy handlowych, w poszczególnych miesiącach roku. Konieczność stosowania korekty wynika stąd, że te analogiczne miesiące nie charakteryzują się taką samą liczbą dni roboczych w kolejnych latach. Stąd brak korekty powoduje, że zmienność z tego wynikająca zaliczona zostanie do zmienności niewyjaśnionej. Do takich metod można zaliczyć rekomendowane przez Eurostat metody korekty sezonowej X-12-ARIMA czy Tramo-Seats (szerzej rozdział 2).

## Schemat prognozowania

Prognozowanie przyszłości jest oparte na metodach badawczych, które nadają mu wiarygodności. Metoda prognozowania jest sposobem postępowania określonym specjalnie do rozwiązywania zadań o charakterze prognostycznym, czyli do naukowego przewidywania przyszłości. Metoda prognozowania składa się z dwóch etapów (faz) postępowania. Obejmuje ona „sposób przetworzenia informacji o przeszłości zjawiska oraz sposób przejścia od informacji przetworzonej do prognozy” [Czerwiński, Guzik 1980, s. 24]. Oznacza to, że istnieją dwie fazy przewidywania przyszłości: faza diagnozowania przeszłości i faza określania przyszłości (rys. 1.4)

Podstawą wykonania prognozy jest budowa modelu, który będzie opisywał badaną rzeczywistość. Modelem jest „schematyczne uproszczenie, pomijające nieistotne aspekty w celu wyjaśnienia wewnętrznego działania, formy lub konstrukcji bardziej skomplikowanego mechanizmu” [Klein 1982, s. 15]. Z definicji tej wynika, że model stanowi opis rzeczywistości.

Rysunek 1.4. Postępowanie prognostyczne



Źródło: Stańko (red.) 2013.

Po zbudowaniu i zweryfikowaniu modelu należy przenieść prawidłowości w nim ujęte do przyszłości z pomocą odpowiedniej zasady (lub reguły) prognozowania. Praktycznie do budowy prognoz o charakterze ilościowym na podstawie modeli ekonometrycznych największe znaczenie ma reguła podstawowa i reguła podstawowa z poprawką. Z nimi wiąże się ekstrapolacja prawidłowości uzyskanych z modelu w przyszłość w sposób bezpośredni lub też z uwzględnieniem korekty z uwagi na przewidywane zmiany strukturalne lub też z uwagi na zmiany, jakie zaszły w okresie poprzedzającym moment prognozowania.

## Modele i metody

Ogólnie wyróżniamy dwie grupy modeli formalne (matematyczne) i myślowe. Modele formalne ujmują powiązania o charakterze ilościowym, a związkijęte za ich pomocą stanowią sformalizowany opis rzeczywistości. Szczegół-

nym rodzajem modeli z tej grupy, są modele ekonometryczne, w których wykorzystuje się obserwowane z różnych punktów widzenia prawidłowości statystyczne w sferze rozkładów związków i dynamiki zjawisk w czasie i przestrzeni.

Oprócz modeli formalnych prognozy mogą być oparte na modelach myślowych [Cieślak (red.) 2005]. Postępowanie takie wykorzystuje się przy budowie prognoz na podstawie metod heurystycznych (jakościowych). Każdy ekspert buduje swój własny model myślowy, w którym stara się powiązać ze sobą zarówno znane sobie fakty z przeszłości i teraźniejszości, jak i własne przeczućia dotyczące kształtowania się zjawiska w przyszłości.

W literaturze przedmiotu przedstawianych jest wiele różnych klasyfikacji metod prognozowania. Wynika to z faktu istnienia wielu złożonych metod prognostycznych, co utrudnia jednoznaczne zakwalifikowanie ich do określonej grupy. Jedną z częściej występujących klasyfikacji jest podział metod na ilościowe i jakościowe.

Metody ilościowe oparte na formalnych modelach prognostycznych są skonstruowane na podstawie danych historycznych (dane z przeszłości o zmiennej prognozowanej i zmiennych objaśniających). Metody ilościowe opierają się na ekstrapolacji kierunków z przeszłości (metody szeregów czasowych) bądź na analizie związków z innymi zmiennymi (modele przyczynowo-skutkowe czy symptomatyczne (oparte na korelacjach i analogiach)). Podobnie uważają Farnum i Stanton [1989] pisząc, że podstawą tych metod jest występowanie prawidłowości w samym szeregu czasowym lub związków z innymi szeregami, na tyle stabilnych, aby możliwa była ich ekstrapolacja w przyszłość. Makridakis, Wheelwright, Hyndman [1998] wskazują, że prognozowanie w oparciu o zależności ilościowe można wykorzystać, jeżeli są spełnione trzy warunki:

- posiadamy informację o przeszłości zjawiska.
- informacja ta musi być skwantyfikowana do postaci liczbowej,
- należy założyć, że w okresie prognozowanym zależności i prawidłowości obserwowane w przeszłości nie ulegną zmianom.

Metody jakościowe oparte są na sądach, opiniach czy oczekiwaniach ekspertów. Inne określenie to metody heurystyczne, jako że polegają one na wykorzystaniu opinii ekspertów i opierają się na intuicji i doświadczeniu prognosty. Ekspert budując model myślowy prognozowanego zjawiska stara się uwzględnić w nim, zarówno fakty już znane, jak i mierzalne i niemierzalne.

Z kolei Zeliaś [1997] dzieli metody na: statystyczno-matematyczne i niematematyczne. W praktyce jest to zbieżne z podziałem na ilościowe i jakościowe. Inny podział metod przedstawił Gajda [2001]. Kryterium tej klasyfikacji jest rodzaj informacji wykorzystywanej w procesie prognostycznym. W prognozo-

waniu strukturalnym podstawą prognozowania jest model skonstruowany w taki sposób, aby odzwierciedlać pewną teorię ekonomiczną. Właściwe wykorzystanie teorii wnosi dodatkową informację *a priori* w stosunku do informacji zawartej w próbie statystycznej. W podejściu niestructuralnym przyjmuje się, że w przeszłości prognozowanego zjawiska zawarta jest informacja o mechanizmie, który generuje przeszłe wartości zmiennej.

Nie ma jednej uniwersalnej metody prognozowania mogącej znaleźć zastosowanie w każdym przypadku. Przy wyborze metody należy uwzględnić wiele aspektów [np. Whelewright, Makridakis 1989; Dittmann 2008]. Do najważniejszych można zaliczyć:

- rodzaj konstruowanych prognoz i cel ich wykorzystania,
- stopień szczegółowości prognoz,
- horyzont czasowy, jaki ma obejmować prognoza,
- specyfika rozpatrywanej sytuacji prognostycznej zgodnie z przyjętymi przesłankami prognostycznymi,
- prawidłowości występujące w badanym zjawisku,
- dostępność, koszt gromadzenia danych i opracowywania prognoz,
- możliwości techniczne i osobowe,
- właściwości poszczególnych metod.

### **Integracja metod ilościowych i jakościowych**

W procesie prognozowania wskazana jest integracja (łączenie) metod, od zbierania danych do analizy i interpretacji wyniku prognozowania [Mahmoud 1984; Makridakis, Hibon 1979]. Zapewnia to połączenie „faktów” kwantyfikujących kluczowe zmiany w danych ilościowych oraz „rozumienie i poznanie”, które może zapewnić tylko podejście jakościowe. Takie rozwiązanie znajduje swoje uzasadnienie tym, że prognosta dysponuje często wiedzą o aktualnych zdarzeniach, które wpływają na prognozowane zjawisko, ale których efekty nie są obserwowane w danych historycznych zmiennej prognozowanej. Prognosta może na przykład wiedzieć o zmianach w polityce państwa wobec przedsiębiorstw, które najprawdopodobniej wpłyną na prognozowane zjawisko w horyzoncie czasowym objętym prognozą. Z kolei metody ilościowe, oprócz konstruowania prognoz, umożliwiają statystyczną analizę przeszłości, pozwalają na wykrywanie prawidłowości w kształtowaniu zmiennej prognozowanej czy powiązań różnych czynników z tą zmienną.

Są różne sposoby integracji metod ilościowych i jakościowych. Najczęściej wyróżnia się [Dittmann 2008]:

- korygowanie prognoz uzyskanych z modeli ilościowych przez ekspertów,



- korygowanie prognoz budowanych metodami jakościowymi,
- kombinację prognoz.

Ogólnie w przypadku kombinacji prognoz budowanych metodami ilościowymi i jakościowymi, gdy rośnie ilość i jakość danych prognostycznych, większe znaczenie powinno się przypisywać prognozom wyznaczanym metodami ilościowymi. Z kolei, kiedy rośnie znaczenie wiedzy o prognozowanym zjawisku, która nie jest odzwierciedlona w modelu prognostycznym, większe znaczenie powinno się przypisywać prognozom budowanym metodami jakościowymi.

## 2. Ilościowe metody prognozowania cen

Prognozowanie cen surowców rolnych może odbywać się przy wykorzystaniu wielu metod. Są to zarówno metody oparte na modelach ilościowych, jak i jakościowe metody bazujące na ekspertyzach indywidualnych i zespołowych. W praktyce dominuje jednak łączenie tych dwóch podejść. Polega to najczęściej na wykorzystywaniu różnych analiz ilościowych jako podstawy formułowania wniosków końcowych przez ekspertów lub też na korygowaniu przez ekspertów prognoz otrzymywanych przy wykorzystaniu modeli ilościowych. W niniejszym rozdziale przybliżymy charakterystykę modeli ilościowych, które mogą być przydatne przy prognozowaniu cen produktów rolnych.

### 2.1. Proste ekonometryczne modele szeregów czasowych

#### Modele funkcji trendu

Modele ekstrapolacji funkcji trendu stanowią najprostszy sposób prognozowania zjawisk charakteryzujących się trendem. Zakłada się, że trend obserwowany w przeszłości będzie ekstrapolowany w przyszłość. Oznacza to, że odchylenia od trendu deterministycznego mają wyłącznie charakter losowy. Można to zapisać następująco:

$$Y_t = f(t) + \varepsilon_t, \quad (2.1)$$

gdzie:  $Y_t$  to obserwowane zjawisko w czasie  $t$ ,  $f(t)$  to oszacowana funkcja trendu, zaś  $\varepsilon_t$  to składnik losowy w czasie  $t$ . Po oszacowaniu parametrów funkcji trendu wartość prognozy  $\hat{Y}_{t+h}$  oblicza się poprzez ekstrapolację funkcji na okres prognozowany  $h$  jako  $\hat{Y}_{t+h} = f(t+h)$ .

Do najczęściej stosowanych funkcji trendu należą:

$$\text{linowa: } f(t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot t, \quad (2.2)$$

$$\text{wielomian stopnia drugiego: } f(t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot t + \beta_2 \cdot t^2, \quad (2.3)$$

$$\text{wykładnicza: } f(t) = e^{(\beta_0 + \beta_1 \cdot t)}, \quad (2.4)$$

$$\text{hiperboliczna: } f(t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot 1/t, \quad (2.5)$$

$$\text{logarymiczna: } f(t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(t). \quad (2.6)$$

Wybór funkcji odbywa na podstawie analizy graficznej zjawiska (dopasowanie do danych) oraz uwarunkowany jest oczekiwaniami co do przyszłego kształtowania się tego zjawiska. Innymi słowy jest oparty na przesłankach teoretycznych dotyczących określonego mechanizmu rozwojowego zmiennej pro-

gnozowanej. Parametry modelu szacuje się zwykle przy wykorzystaniu klasycznej metody najmniejszych kwadratów (KMNK).

#### Uwagi praktyczne:

Metody te raczej mogą mieć zastosowanie tylko w przypadku danych rocznych. Ceny miesięczne czy kwartalne charakteryzują się wahaniami sezonowymi i cyklicznymi stąd funkcje trendu nie są wystarczające dla pełnego odzwierciedlenia prawidłowości. Dodatkowo w przypadku funkcji logarytmicznej i hiperbolicznej, lepiej jest przyjmować czas ( $t$ ) jako zmienną objaśniającą nie od wartości 1, ale co najmniej od 5-10.

### **Modele funkcji trendu ze zmiennymi zerjedynkowymi dla wahań sezonowych**

W przypadku danych kwartalnych czy miesięcznych ceny zazwyczaj charakteryzują się wahaniami sezonowymi. Stąd funkcje trendu można rozszerzyć o zmienne pozwalające uchwycić ten typ zmienności. Zmienne te noszą nazwę zmiennych sztucznych zerjedynkowych i są przyporządkowywane do każdego sezonu (kwartału, miesiąca). Przykładowo, dla danych kwartalnych, zmienna zerjedynkowa dla pierwszego sezonu będzie przyjmowała wartość 1 w pierwszych kwartałach i zero w pozostałych, zmienna dla sezonu 2. będzie przyjmowała wartość 1 w drugich kwartałach i zero w pozostałych, itd.

Równanie to można zapisać następująco:

$$Y_t = f(t) + \sum_{i=1}^{r-1} \alpha_i S_{it} + \varepsilon_t, \quad (2.7)$$

gdzie:  $r$  to liczba sezonów w roku,  $\alpha_i$  to współczynniki modelu obrazujące oddziaływanie sezonowości w sezonie  $i$ ,  $S_{it}$  to zmienna zerjedynkowa sztuczna sezonowa przyjmująca wartość 1 w  $i$ -tym sezonie i zero w pozostałych.

Model szacowany jest przy pomocy KMNK. Prognoza  $\hat{Y}_{t+h}$  obliczana jest poprzez ekstrapolację funkcji trendu oraz przy założeniu, że wzorzec sezonowy nie ulegnie zmianom w przyszłości.

#### Uwagi praktyczne:

Aby uniknąć współliniowości w zbiorze zmiennych zerjedynkowych stosuje się dwa podejścia. W pierwszym, ze zbioru zmiennych sezonach usuwa się jedną zmienną (jak w równaniu wyżej). W drugim, uwzględniamy wszystkie zmienne sezonowe, ale pomijamy wyraz wolny  $\beta_0$  w funkcji trendu. W przypadku modeli multiplikatywnych dane należy zlogarytmować i dopiero dopasować model. Prognoza zjawiska będzie obliczana po dokonaniu odwrotnego przekształcenia (funkcja  $\exp()$  w Excelu).

## Modele funkcji trendu ze zmiennymi zerjedynkowymi dla wahań sezonowych oraz parametrami autoregresyjnymi

Trend i wahania sezonowe nie są jedynymi prawidłowościami w szeregach czasowych cen produktów rolnych. Występują również pewne krótko- i średniookresowe odchylenia w postaci wahań quasi-cyklicznych. Wówczas reszty modeli danych wzorami 2.1 i 2.7 charakteryzują się prawidłowościami, a nie losowością. Dla uchwycenia tych prawidłowości model można rozszerzyć o komponent autoregresyjny. Model formalny można zapisać wówczas jako [Falk, Roy 2005; Kufel 2007]:

$$\begin{cases} Y_t = f(t) + \sum_{i=1}^{r-1} \alpha_i S_{it} + u_t, & (2.8) \\ u_t = \phi_1 u_{t-1} + \phi_2 u_{t-2} + \dots + \phi_p u_{t-p} + \varepsilon_t, & (2.9) \end{cases}$$

gdzie:  $u_t$  – reszty modelu podlegające procesowi autoregresyjnemu rzędu  $p$ , zaś  $\phi_j$  to  $j$ -ty parametr autoregresyjny.

Estymację parametrów modelu można przeprowadzić na wiele sposobów. Najczęściej stosuje się poniżej przedstawione trzy podejścia [Falk, Roy 2005; Kufel 2007]:

- Pierwszy, i najprostszy, sposób polega na zastosowaniu dwustopniowej KMNK. W tym przypadku szacujemy równanie 2.8, obliczamy prognozy oraz zapisujemy reszty  $u_t$ . Następnie dobieramy liczbę opóźnień  $p$  i szacujemy model autoregresji (najczęściej rzędu pierwszego lub drugiego) dla  $u_t$  oraz obliczamy na jego podstawie prognozy odchyień od trendu i sezonowości. Ostateczna prognoza jest równa sumie wielkości otrzymanych z obydwu równań.
- Drugi sposób wiąże się z zastosowaniem Stosowalnej Uogólnionej Metody Najmniejszych Kwadratów (Feasible Generalized Least Squares – FGLS). Przykładem takiej procedury jest metoda Cochrane-Orcutta (np. oprogramowana w GRETL).
- Trzeci sposób to połączenie równań 2.8 i 2.9 w jedno równanie i oszacowanie go KMNK. W tym przypadku efekty autoregresyjne ujęte są w postaci opóźnionych wartości zmiennej prognozowanej. Równie takie ma postać:

$$Y_t = f(t) + \sum_{i=1}^{r-1} \alpha_i S_{it} + \sum_{j=1}^p \phi_j Y_{t-j} + \varepsilon_t. \quad (2.10)$$

### Uwagi praktyczne:

Praktyczne zastosowanie tego podejścia wymaga, aby reszty  $u_t$  charakteryzowały się stacjonarnością. Brak stacjonarności objawia się m.in. bliskim jedności współczynnikiem  $\phi_1$  w modelu autoregresji rzędu pierwszego. Oznacza to, że odchylenia od długookresowego trendu nie mają tendencji do zanikania

w czasie. Wówczas lepiej zastosować modele klasy ARIMA. O ile w przypadku danych rocznych czy kwartalnych nie jest to z reguły konieczne, to dla danych miesięcznych czy tygodniowych modele ARIMA stosuje się często.

W praktyce, w dynamicznych modelach z sezonowością należy zdecydować o liczbie opóźnień  $p$  oraz ewentualnym zredukowaniu liczby zmiennych zerojedynkowych dla wahań sezonowych. Można dokonać tego z wykorzystaniem metody regresji krokowej wstecz. Polega ona na tym, że najpierw szacuje się model ze zmiennymi czasowymi, wszystkimi zmiennymi sezonowymi i 2-4 opóźnieniami zmiennej objaśnianej. Następnie pojedynczo usuwamy zmienne statystycznie nieistotne (na podstawie statystyki  $t$ -Studenta czy statystyki F).

Warto dodać, że wszystkie przedstawione w tym podrozdziale modele można rozszerzyć o zmienne sztuczne dla uchwycenia zmian strukturalnych. Najczęściej jest to zmiana poziomu zjawiska (*level shift* – LS).

## 2.2. Modele ARIMA i regARIMA

Pod pojęciem modele ARIMA będziemy rozpatrywali szeroką klasę stacjonarnych i niestacjonarnych procesów autoregresji i średniej ruchomej. Modele te mogą być wykorzystywane zarówno, gdy dane charakteryzują się sezonowością, jak i w przypadku braku wahań sezonowych. Zakłada się, że szereg czasowy jest realizacją procesu stochastycznego  $\{Y_t\}$ , który z kolei jest sekwencją zmiennych losowych ( $Y_t$ ) indeksowanych przez czas ( $t$ ) [Osińska (red.) 2007].

### Model ARMA(p,q)

Podstawowe modele opisujące procesy stacjonarne (ogólnie: zjawiska bez trendu i bez sezonowości) to modele autoregresji i średniej ruchomej, w skrócie ARMA(p,q), będące kombinacją modelu autoregresji rzędu  $p$  i modelu średniej ruchomej rzędu  $q$ . W modelach tych poziom zjawiska (i prognozy) są funkcją  $p$  ostatnich obserwacji i  $q$  ostatnich błędów prognoz. Formalnie można to zapisać następująco [Box, Jenkins 1983; Tsay 2010]:

$$Y_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i Y_{t-i} + \varepsilon_t - \sum_{i=1}^q \theta_i \varepsilon_{t-i}, \quad (2.11)$$

gdzie:  $Y_{t-i}$ , to analizowana zmienna w okresie  $t-i$ ,  $p$  – rząd autoregresji,  $q$  – rząd średniej ruchomej,  $\phi_0$ ,  $\phi_i$ ,  $\theta_i$  – parametry modelu, zaś  $\varepsilon_t$  to składnik losowy.

Inny sposób zapisu tego modelu wiąże się z wykorzystaniem operatorów przesunięcia wstecz  $B$ , gdzie  $B^i Y_t = Y_{t-i}$  lub  $B^i \varepsilon_t = \varepsilon_{t-i}$ :

$$\phi(B)Y_t = \phi_0 + \theta(B)\varepsilon_t. \quad (2.12)$$

## Model ARIMA(p,d,q)

Modele ARMA (p,q) można stosować jedynie w przypadku szeregów stacjonarnych, a takie praktycznie w przypadku cen rolnych bardzo rzadko występują. Zatem należy doprowadzić szeregi czasowe do stacjonarności przez  $d$ -krotne różnicowanie danych  $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$ . Alternatywą jest eliminacja trendu za pomocą funkcji trendu zgodnie z równaniem 2.1 (ale tylko dla szeregów trendostacjonarnych), z czym wiąże się powrót do podejścia opisanego przy pomocy równań 2.8-2.9. Modele takie nazywane są zintegrowanymi modelami autoregresji i średniej ruchomej ARIMA(p,d,q). W praktyce sprowadza się to do  $d$ -krotnego różnicowania szeregu czasowego, a następnie zastosowania modelu ARMA(p,q) dla danych zróżnicowanych. Ostateczna prognoza jest obliczana po przeprowadzeniu przekształceń odwrotnych do różnicowania.

Chcąc zapisać model formalnie i krótko możemy posłużyć się operatorami różnicowania i przesunięcia wstecz:  $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} = Y_t - B Y_t = (1 - B) Y_t$ . Z tego wynika, że  $\Delta = (1 - B)$  oraz  $\Delta^d = (1 - B)^d$ . Zróżnicowany  $d$ -krotnie szereg czasowy oznaczymy jako  $\Delta^d Y_t = (1 - B)^d Y_t$ . Stąd model ARIMA(p,d,q) można zapisać [Tsay 2010]:

$$\phi(B)(1 - B)^d Y_t = \phi_0 + \theta(B)\varepsilon_t. \quad (2.13)$$

## Model SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)<sub>s</sub>

Jeżeli zjawisko charakteryzuje się wahaniami sezonowymi, model 2.13 można rozszerzyć o opóźnienia sezonowe i różnicowania z krokiem sezonowym. Takie modele określa się jako SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)<sub>s</sub>. Symbole  $P$ ,  $D$ ,  $Q$  oznaczają odpowiednio: rząd sezonowego opóźnienia części autoregresyjnej, krotność sezonowego różnicowania i rząd sezonowego opóźnienia średniej ruchomej.  $S$  oznacza liczbę sezonów. Sezonowe różnicowanie zapiszemy jako  $\Delta_S Y_t = Y_t - Y_{t-S}$ , co oznacza obliczanie różnic między analogicznymi obserwacjami w kolejnych latach. Operator różnicowania sezonowego można zapisać jako  $\Delta_S Y_t = Y_t - Y_{t-S} = Y_t - B^S Y_t = (1 - B^S) Y_t$ . Zatem szereg czasowy zróżnicowany z krokiem niesezonowym i sezonowym można zapisać:  $(1 - B)^d (1 - B^S)^D Y_t$ . Stąd ogólny zapis modeli SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)<sub>s</sub> będzie następujący [Box, Jenkins 1983; Tsay 2010]:

$$\phi(B)\Phi(B^S)(1 - B)^d (1 - B^S)^D Y_t = \phi_0 + \theta(B)\Theta(B^S)\varepsilon_t \quad (2.14)$$

gdzie:  $\Phi(B^S)$ ,  $\Theta(B^S)$  to sezonowe operatory przesunięcia autoregresji i średniej ruchomej (w rzeczywistości w modelach opartych na szeregach różnicowanych dwukrotnie brak jest wyrazu wolnego).

## Model regARIMA

Modele 2.11-2.14 mogą być rozszerzone o dodatkowe zmienne deterministyczne. Jeżeli przyjmiemy oryginalny szereg czasowy jako punkt wyjścia wówczas jego poziom zapiszemy jako [Findley i in. 1998, X-12-ARIMA... 2011]:

$$Y_t = \sum_i \beta_i X_{i,t} + Z_t, \quad (2.15)$$

gdzie:  $\beta_i$  – parametr stojący przy  $i$ -tej zmiennej objaśniającej  $X_{i,t}$ ,  $Z_t$  to reszty modelu szacowane za pomocą modelu SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)<sub>s</sub> danego równaniem 2.14. Po podstawieniu model 2.15 do 2.14 model regARIMA można zapisać następująco [X-12-ARIMA... 2011]:

$$\phi(B)\Phi(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^p(Y_t - \sum_i \beta_i X_{i,t}) = \phi_0 + \theta(B)\Theta(B^s)\varepsilon_t. \quad (2.16)$$

W roli zmiennych objaśniających może wystąpić praktycznie każda ze zmiennych, która wpływa na poziom prognozowanego zjawiska (szczególnie zmienne wyprzedzające). Natomiast w praktyce szeregów czasowych jest to ograniczane do zmiennych, za pomocą których ujmujemy zmiany strukturalne i wartości odstające. Przeprowadza się to przede wszystkim po to, aby dokonać linearyzacji szeregów czasowych.

### Uwagi praktyczne:

Praktyczne zastosowanie modeli ARIMA obejmuje 3 fazy: identyfikację modelu, jego estymację i walidację oraz aplikację (prognozowanie). Sam dobór modelu (identyfikacja) zmierza do określenia ile zróżnicowań oraz ile opóźnień autoregresyjnych i średniej ruchomej należy uwzględnić w modelu, aby uzyskać odpowiednie właściwości składnika losowego. Obecnie dokonuje się tego najczęściej w sposób automatyczny w programach komputerowych w oparciu o kryteria informacyjne modelu (AIC, BIC) [Lütkepohl & Krätzig 2007; Bisgaard & Kulahci 2011]. Panuje przekonanie, że modele oszczędne (niewielką liczbą opóźnień) generują dokładniejsze prognozy niż modele rozbudowane.

Generalnie modele te rekomenduje się do zastosowań wówczas, gdy posiadamy co najmniej 30-40 obserwacji dla danych niesezonowych (dla danych sezonowych znacznie więcej). Z tego powodu, w prognozowaniu cen surowców rolnych w Polsce raczej zastosowanie tych modeli wiąże się z prognozowaniem cen kwartalnych, miesięcznych lub tygodniowych.

W szeregach czasowych produktów rolnych często dochodzi do zmian strukturalnych stąd też modele te należy rozszerzać do postaci regARIMA. Automatyczna procedura regARIMA wbudowana jest w metodę X-12-ARIMA oraz TRAMO-SEATS, które są dostępne w darmowych programach: DEMETRA + oraz GRETL.

## 2.3. Modele wygładzania wykładniczego

Alternatywą dla ekonometrycznych modeli szeregów czasowych są modele adaptacyjne, wśród których najważniejszą rolę pełnią modele wygładzania wykładniczego. Brak jest w nich założeń co do postaci analitycznej mechanizmu opisującego zjawisko, zaś parametry modeli dostosowują się do zmian w czasie. Modele wygładzania wykładniczego można podzielić z uwagi na właściwości trendu oraz charakter wahań sezonowych (brak, addytywny lub multiplikatywny). Zawarto to w postaci dwuwymiarowej klasyfikacji Pegela. W ostatnich latach rozbudowano te modele o czynnik tłumiący trend (*damping factor*) [Ord, Fildes 2013]. W rozdziale tym omówiono trzy podstawowe modele: dla danych stacjonarnych, dla danych z trendem oraz dla danych z trendem i sezonowością.

### Prosty model wygładzania wykładniczego

Podstawowym modelem jest prosty model wygładzania wykładniczego. Stosowany jest dla zjawisk bez trendu i bez wahań sezonowych. Równanie na prognozę można zapisać jako [Stańko (red.) 2013]:

$$\hat{Y}_{t+h} = \alpha Y_t + (1-\alpha)\hat{Y}_t, \quad (2.17)$$

gdzie:  $\alpha$  to stała wygładzania zawarta w przedziale od zera do jedności.

Prognoza w tym przypadku jest średnią ważoną (za pomocą stałej wygładzania) przeszłych obserwacji i przeszłych prognoz (lub alternatywnie przeszłych prognoz i przeszłych błędów prognoz). Warto podkreślić, że prognoza wyznaczona na okres pierwszy jest jednocześnie prognozą na okresy dalsze.

Wartość stałej  $\alpha$  determinuje siłę i zasięg oddziaływania wcześniejszych obserwacji na budowane prognozy. Jeśli parametr ten jest równy 1, to każda wygładzona wartość (prognoza) będzie równa poprzedniej obserwacji. Im  $\alpha$  jest niższa tym wolniej zanika efekt obserwacji poprzedzającej i coraz większe wagi będą przypisywane informacjom starszym. Wartość parametru  $\alpha$  można założyć lub wyznaczyć minimalizując błędy prognoz wygasłych. Praktyczne oszacowanie modelu wymaga również założeń co do tzw. wartości początkowej (prognozy na okres pierwszy w okresie historycznym  $t=1$ ) – za które przyjmuje się wartość pierwszej obserwacji lub średnią z kilku pierwszych danych.

#### Uwagi praktyczne:

Model ten bardzo rzadko znajduje praktycznie zastosowanie w przypadku prognozowania cen surowców rolnych. Jedynie w niektórych przypadkach cen rocznych może się zdarzyć, że ceny nie charakteryzują się trendem ani sezonowością. W praktyce sugeruje się też ograniczenie wielkość stałej  $\alpha$  do poziomu poniżej 0,3-0,5.



## Addytywny model Holta z trendem gasnącym

Model Holta stanowi rozszerzenie prostego modelu wygładzania wykładniczego po to, aby móc prognozować zjawiska z trendem. Dalsze modyfikacje obejmowały dodanie czynnika tłumiącego trend (damping factor). Model taki można zapisać w postaci trzech równań [Taylor 2003]:

$$\begin{cases} L_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(L_{t-1} + \phi T_{t-1}) & (2.18) \\ T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)\phi T_{t-1} & (2.19) \\ \hat{Y}_{t+h} = L_t + \sum_{i=1}^h \phi^i T_t = L_t + (\phi + \phi^2 + \phi^3 + \dots + \phi^h)T_t & (2.20) \end{cases}$$

gdzie:  $L_t$  – poziom zjawiska w czasie  $t$ ,  $\alpha$  – stała służąca do wygładzania poziomu zjawiska,  $T_t$  – trend w czasie  $t$ ,  $\beta$  – stała służąca do wygładzania zmian trendu,  $\phi$  – stała tłumiąca trend.

Odwołując się do liniowego modelu trendu (równanie 2.2) poziom zjawiska  $L_t$  odpowiada wyrazowi wolnemu, zaś zmiana kierunku trendu  $T_t$  odpowiada współczynnikowi kierunkowemu trendu. Różnica polega jednak na tym, że wielkości te w modelu Holta ulegają zmianom w czasie w zależności od występujących prawidłowości (poziomu i kierunku trendu), natomiast przy funkcji trendu liniowego współczynniki te są stałe (uśrednione dla całego okresu). W modelu Holta prognoza *ex ante* jest obliczana na podstawie ostatnio oszacowanych wartości poziomu trendu i zmian kierunku trendu.

Dodatkowo w analizowanym modelu jest jeszcze trzecia stała  $\phi$  służąca do tłumienia trendu. Jej włączenie wynika z faktu, że nie zawsze poprawne jest założenie, że ostatni szacunek trendu będzie odpowiedni przy prognozowaniu na dalsze okresy. Prognozy na dalsze okresy obliczane na podstawie klasycznego modelu Holta były często przeszacowywane lub nieoszacowywane, stąd Gardner and MacKenzie [1985] włączyli do modelu stałą  $\phi$ . Jeżeli  $\phi$  wynosi 1 wówczas model dany wzorami 2.18-2.20 jest taki sam jak klasyczny model Holta. Jeżeli jednak przyjmuje wartości niższe od jedności wówczas wraz z horyzontem prognozowania następuje sukcesywne obniżanie tempa wzrost/spadku. Im niższa wartość  $\phi$  tym trend jest wygaszany szybciej.

Praktyczne obliczenie prognoz na podstawie modelu Holta wymaga przyjęcia wartości startowych poziomu trendu i jego zmian. Można to zrobić przykładowo według następujących formuł [Ord, Fildes 2013]:

$$\begin{cases} T_1 = (Y_3 - Y_1)/2 & (2.21) \\ L_1 = (Y_1 + Y_2 + Y_3)/3 - T_1 & (2.22) \end{cases}$$

Wartości stałych wygładzania w modelu Holta dobieramy w analogiczny sposób jak w prostym modelu wygładzania wykładniczego. Należy jednak unikać wartości  $\beta$  bliskich jedności w modelach bez czynnika tłumiącego.

#### Uwagi praktyczne:

Model Holta można stosować z powodzeniem w przy prognozowaniu cen rolnych w Polsce. W przypadku danych rocznych jest to bezpośrednia aplikacja modelu, zaś w przypadku danych miesięcznych czy kwartalnych zastosowanie tych modeli wymaga wcześniejszego wyeliminowania wahań sezonowych. Model ten może być też składnikiem modelu dekompozycji szeregu czasowego (zamiast funkcji trendu, gdy nie uwzględniamy wahań cyklicznych). Zawsze lepiej jest stosować model z czynnikiem tłumiącym trend, szczególnie gdy istnieje podejrzenie występowania wahań cyklicznych (w razie gdy jest on zbędny ( $\phi=1$ ) wrócimy do klasycznego modelu Holta).

#### **Addytywny model Holta-Wintersa z trendem gasnącym**

Rozszerzenie modelu Holta (2.18-2.20) o wahania sezonowe prowadzi do następującego modelu [Ord, Fildes 2013]:

$$L_t = \alpha(Y_t - S_{t-r}) + (1-\alpha)(L_{t-1} + \phi T_{t-1}) \quad (2.23)$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)\phi T_{t-1} \quad (2.24)$$

$$S_t = \gamma(Y_t - L_t - \phi T_{t-1}) + (1-\gamma)S_{t-r} \quad (2.25)$$

$$\hat{Y}_{t+h} = L_t + \sum_{i=1}^h \phi^i T_{t_i} + S_{t-r+h} \quad (2.26)$$

gdzie:  $S_t$  – sezonowy komponent w czasie  $t$ ,  $\gamma$  – stała wygładzania wahań sezonowych,  $r$  – okres wahań sezonowych. Wartości startowe modelu można wyznaczyć na podstawie następujących równań [Ord, Fildes 2013]:

$$L_r = (Y_1 + Y_2 + \dots + Y_r) / r + T_r(r-1) / 2 \quad (2.27)$$

$$T_r = \left[ \frac{1}{r}(Y_{r+1} + Y_{r+2} + \dots + Y_{2r}) - \frac{1}{r}(Y_1 + Y_2 + \dots + Y_r) \right] / r \quad (2.28)$$

$$S_{(i)} = (Y_i + Y_{i+r}) / 2 - (Y_1 + Y_2 + \dots + Y_{2r}) / 2r \quad (2.29)$$

gdzie:  $i = 1, 2, \dots, r$ .

Podobnie jak w modelu Holta stałe wygładzania  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  oraz  $\phi$  są zawarte w przedziale  $(0;1)$ . Ich optymalizacja odbywa się na podstawie doświadczeń prognosty lub też na podstawie minimalizacji błędów prognoz wygasłych z jednookresowym wyprzedzeniem. Wpływ czynnika tłumiącego jest analogiczny jak w omawianym wcześniej modelu Holta.

#### Uwagi praktyczne:

Model Holta-Wintersa stosować można z powodzeniem w przypadku danych miesięcznych czy kwartalnych zawierających wahania sezonowe. Prak-

tycznie nie stosuje się tych modeli dla danych tygodniowych. Należy też unikać nadawania stałym  $\beta$  i  $\gamma$  wartości powyżej 0,5. Ogólnie wszystkie modele wygładzania wykładniczego łatwo można obliczyć z wykorzystaniem arkusza kalkulacyjnego rozpisując poszczególne wzory na formuły. Dodatek SOLVER można wykorzystać w celu minimalizacji błędów prognoz.

## 2.4. Modele dekompozycji szeregu czasowego

### Idea dekompozycji

Dekompozycja szeregu czasowego oznacza rozłożenie szeregu czasowego ( $Y_t$ ) na trend ( $T_t$ ), wahania cykliczne ( $C_t$ ), wahania sezonowe ( $S_t$ ) i wahania przypadkowe ( $I_t$ ). Podstawowe modele to:

$$Y_t = T_t + C_t + S_t + I_t \text{ (addytywny)}, \quad (2.30)$$

$$Y_t = T_t \cdot C_t \cdot S_t \cdot I_t \text{ (multiplikatywny)}, \quad (2.31)$$

$$\ln Y_t = \ln T_t + \ln C_t + \ln S_t + \ln I_t \text{ (log-addytywny)}. \quad (2.32)$$

W modelu addytywnym amplituda wahań wokół trendu nie ulega zmianom, natomiast w modelu multiplikatywnym amplitudy wahań (wariancje) są proporcjonalne do poziomu trendu. W przypadku szeregów czasowych cen stosuje się częściej modele multiplikatywne lub log-addytywne.

W praktyce stosuje się szereg różnych procedur dekompozycji szeregów czasowych. To co je odróżnia od siebie to skompilowanie estymacji poszczególnych składowych oraz założenia co do obecności poszczególnych składowych. Często bowiem trend i wahania cykliczne traktuje się jako nierozzerwalny element, tzw. długookresowy trend. Najbardziej znane procedury to klasyczny model dekompozycji oraz model dekompozycji X-12-ARIMA.

Dekompozycja sama w sobie obejmuje tylko rozłożenie szeregu czasowego na poszczególne komponenty, prognozowanie zaś stanowi nieformalną ekstrapolację poszczególnych komponentów. Pozwala to łączyć twarde fakty zauważalne w toku analizy danych statystycznych z wiedzą pozastatystyczną i doświadczeniem analityka/prognosty. Prognoza jest wówczas sumą lub iloczynem (w zależności od modelu) systematycznych składowych (wahań losowych nie ekstrapolujemy) w okresie progностycznym.

Wykorzystać można zarówno formalne, jak i nieformalne sposoby ekstrapolacji poszczególnych składowych. Trend jest ekstrapolowany zgodnie z formalnym modelem (np. ekstrapolacja trendu). Wahania sezonowe zakłada się na poziomie średnim jaki był obserwowany w okresie próby (historycznym) lub też na poziomie z ostatniego roku. Podstawą prognozy składnika cyklicznego jest

znajomość mechanizmu rozwojowego cykli towarowych (specjalnych). Założenia co do kształtowania się wahań cyklicznych, opierają się najczęściej na analogiach do przeszłych cykli, informacjach o zmiennych wyprzedzających czy pozastatystycznej wiedzy prognosty. Przykłady można znaleźć publikacjach: [Hamulczuk 2013], czy też [Stańko red. 2013].

### **Klasyczny model dekompozycji**

Poszczególne kroki dekompozycji szeregu czasowego wraz z etapem prognozowania obejmują:

1. wybór modelu: addytywny, czy multiplikatywny;
2. obliczenie średniej ruchomej scentrowanej, która reprezentuje zmiany długookresowe, tzw. trend-cykl TC;
3. obliczeniem składnika sezonowego na podstawie odchyłeń obserwowanych wokół TC i jego eliminacją z szeregu czasowego;
4. rozdzieleniu trendu-cyklu na trend i wahania cykliczne, co polega na dopasowaniu trendu do danych skorygowanych sezonowo a następnie odjęciu (lub podzieleniu) od TC jego oszacowań (etap obliczania wahań cyklicznych może być pominięty jeżeli brak jest cykliczności w danych);
5. obliczeniem składnika przypadkowego jako wartości rezydualnej;
6. ekstrapolacja poszczególnych składowych w przyszłość, w celu obliczenia prognozy.

#### Uwagi praktyczne:

Model ten może być modyfikowany na wiele sposobów. Przykładowo, jeżeli znaczenie wahań cyklicznych jest niewielkie, to po eliminacji sezonowości można do danych dopasować model Holta i obliczyć prognozy danych skorygowanych. Ostateczna prognoza będzie równa sumie prognoz obliczonych z modelu Holta i wahań sezonowych. Inną modyfikacją może być eliminacja sezonowości i trendu z danych, a następnie zastosowanie modeli autoregresji w celu prognozowania składnika cyklicznego (efekt podobny jak wówczas, gdy zastosujemy wzory 2.8-2.9).

### **Metoda X-12-ARIMA**

Metoda X-12-ARIMA pozwala na wydzielenie z szeregu czasowego następujących składowych: trendu-cyklu (TC), wahań sezonowych (S) i wahań nieregularnych (I). Metoda X-12-ARIMA składa się z trzech etapów [Findley i inni 1998, X-12-ARIMA... 2011]. W pierwszym stosuje się model RegARIMA (wzory 3.15-3.16) celem m.in. oczyszczenia szeregu czasowego z wpływu zaburzeń o charakterze szokowym i jego linearyzacji. W drugim kroku przeprowa-

dzana jest właściwa dekompozycji szeregu czasowego za pomocą odpowiednio dobranych średnich ruchomych, które służą do oszacowania trendu-cyklu i komponentu sezonowego. W trzecim, przeprowadzana jest kompleksowa diagnostyka modelu. Procedura X-12-ARIMA jest zawarta w programie statystycznym GRETL lub DEMETRA+.

#### Uwagi praktyczne:

Wykorzystanie metody X-12-ARIMA do prognozowania może odbywać się bezpośrednio (zastosowanie omawianego wcześniej modelu regARIMA) lub też poprzez wykorzystanie oszacowanych komponentów: TC oraz S. W tym drugim przypadku należy dodatkowo dopasować funkcje trendu i rozdzielić TC na trend i wahania cykliczne. Ostateczna prognoza będzie sumą/iloczynem poszczególnych składowych ekstrapolowanych w przyszłość (modele formalne i wiedza ekspercka). Ewentualnie możemy wykorzystać szereg skorygowany sezonowo do dalszych obliczeń.

## **2.5. Modele ze zmiennymi objaśniającymi**

Inną naturalną koncepcją prognozowania zjawisk gospodarczych jest przyjęcie, że zmienna (lub zmienne) prognozowana jest funkcją innych zmiennych (tzw. zmiennych objaśniających). Za Witkowską [2005], możemy napisać, że najczęściej bierze się pod uwagę walory poznawcze, postać analityczną modelu, rolę czasu, liczbę zmiennych objaśniających, liczbę równań, czy powiązania między zmiennymi. Poniżej jedynie przedstawione zostaną wybrane modele, które mogą znaleźć praktyczne zastosowanie w prognozowaniu cen surowców rolnych.

### **Jednorównaniowe modele statyczne**

W jednorównaniowym modelu ekonometrycznym można przyjąć, że zmienna prognozowana  $Y$  w czasie  $t$  jest funkcją zmiennych objaśniających  $X$  czasie  $t$  [Stańko (red.) 2013]:

$$Y_t = f(X_1, X_2, \dots, X_k, \varepsilon_t). \quad (2.33)$$

Budowa i wykorzystanie modelu ekonometrycznego do prognozowania wymaga rozwiązania kilku problemów. Problemy te dotyczą następujących kwestii:

- wyboru postaci analitycznej modelu (liniowa czy nieliniowa),
- doboru najlepszego zbioru zmiennych objaśniających (wskazanie tych zmiennych, które wnoszą określony zasób informacyjny w wyjaśnianie zmiennej prognozowanej i jednocześnie będą aktualne w przyszłości),

- wyboru najlepszej metody estymacji parametrów modelu (np. KMNK),
- sprawdzenia stabilności parametrów w czasie i spełnienia innych wymagań formalnych,
- wyznaczenia wartości zmiennych objaśniających w okresie, na który buduje się prognozę (jest to kluczowy etap),
- wyboru zasady, zgodnie z którą buduje się prognozę (najczęściej reguła predykcji nieobciążonej).

Kluczowe kroki to wybór najlepszego zestawu zmiennych objaśniających i ustalenie ich wartości w okresie prognozowanym. Najważniejszym kryterium jest merytoryczny związek pomiędzy zmiennymi objaśniającymi a zmienną objaśnianą. Staramy się w pierwszej kolejności wskazać takie zmienne, które w świetle teorii stanowiąby potencjalne źródło zależności przyczynowo-skutkowych. Chodzi jednak o to, aby to X-y były przyczyną Y-ków a nie odwrotnie. Dzięki znajomości przyczyn możemy przewidywać skutki. W przypadku braku wystarczającej liczby zmiennych objaśniających listę potencjalnych zmiennych można rozszerzyć o te, które wykazują zależności o charakterze symptomatycznym. Drugim ważnym kryterium doboru zmiennych jest wieloaspektowość zmiennych objaśniających. Chodzi o to, aby zmienne objaśniające były reprezentantami różnych aspektów badanego odcinka rzeczywistości.

Prognozowanie na podstawie modeli ze zmiennymi objaśniającymi może wydać się bardzo interesujące, natomiast w praktyce jest rzadziej stosowane niż przewidywanie na podstawie modeli szeregów czasowych. Jedną z głównych przyczyn jest konieczność posiadania wartości zmiennych objaśniających w okresie prognozowanym. Przyjęcie niepoprawnych wielkości dla okresu prognostycznego powoduje, że mimo dobrego modelu ostateczny efekt w postaci prognoz może być niezadowolający. Wartości zmiennych objaśniające na okres prognozowany można wyznaczyć jednym z następujących sposobów:

- na poziomie planowanym,
- wykorzystać dostępne prognozy wykonywane przez różne instytucje,
- na podstawie opinii ekspertów (w tym prognosty),
- prognozując za pomocą modeli szeregów czasowych,
- stosując kilka metod jednocześnie i tworząc różne warianty (kombinacje) zmiennych objaśniających.

#### Uwagi praktyczne:

Praktyka pokazuje, że dosyć trudno jest wykorzystać w prognozowaniu w rolnictwie modele statyczne. Wynika to z opóźnień czasowych w rolnictwie, u podstaw których leżą ograniczenia biologiczno-technologiczne. Jedynie w przypadku prognozowania na podstawie danych rocznych istnieją pewne

szanse ich zastosowania praktycznego. W przypadku prognozowania cen miesięcznych czy kwartalnych praktycznie brak takich możliwości.

### Jednorównaniowe modele dynamiczne

Modele statyczne rzadko dają zadowalające rezultaty przy objaśnianiu i prognozowaniu zjawisk zachodzących w czasie. Dlatego też często rozbudowuje się je do postaci dynamicznej poprzez włączenie zmiennej czasowej do grona zmiennych objaśniających oraz uwzględnienie opóźnień zmiennej objaśnianej i zmiennych objaśniających. Dzięki temu łatwiej uchwycić dynamikę zjawisk oraz utrzymującą się w czasie persystencję zjawisk.

Jednym z ciekawszych podejść stosowanych w prognozowaniu jest koncepcja modelowania zgodnego. Według Zielińskiego [1991] dynamiczny model zgodny, to taki model przyczynowo-skutkowy, który uwzględniałby informacje o wewnętrznej strukturze badanych procesów objaśnianych i objaśniających (trend, sezonowość, autoregresja) tak, aby proces resztowy miał własności białego szumu.

Model zgodny dla dwóch procesów (można go rozszerzyć na większą liczbę procesów egzogenicznych)  $Y_t$  i  $X_t$  zawierający wszystkie wewnętrzne składniki poszczególnych procesów można zapisać w postaci zależności [Osińska (red.) 2007]:

$$Y_t = m_t + \sum_{s=1}^q \beta_s Y_{t-s} + \sum_{s=0}^q \alpha_s X_{t-s} + \varepsilon_t, \quad (2.34)$$

gdzie:  $m_t$  to wartość średnia zawierająca: wyraz wolny (const), trend ( $T_t$ ), składnik sezonowy ( $S_t$ ) lub jednocześnie wszystkie te czynniki;  $\alpha$ ,  $\beta$  to parametry modelu;  $Y_t$ ,  $Y_{t-s}$  to proces endogeniczny w czasie bieżącym  $t$  i opóźnionym  $t-s$ ;  $X_t$ ,  $X_{t-s}$  to proces egzogeniczny w czasie bieżącym  $t$  i opóźnionym  $t-s$ ;  $\varepsilon_t$  to proces resztowy.

Widzimy więc, że model ten (wzór 2.34) jest rozszerzeniem modelu danego wzorem 2.10. Zawiera on bowiem obok wyrazu wolnego, zerojedynkowych zmiennych sezonowych (dla opisu  $S_t$ ), wielomianowych funkcji zmiennej czasowej  $t$  (dla opisu  $T_t$ ) oraz opóźnionych wartości zmiennej objaśnianej, również bieżące i przeszłe wartości zmiennych objaśniających.

Sam proces doboru poszczególnych komponentów i opóźnień, tzw. specyfikacja dynamicznego modelu zgodnego, obejmuje następujące kroki [Osińska (red.) 2007]:

1. badanie wewnętrznej struktury procesu endogenicznego i procesów egzogenicznych: wyodrębnienie trendu, wyodrębnienie składnika sezonowego, ustalenie rzędów opóźnień poszczególnych procesów,

2. sformułowanie ogólnego modelu zawierającego maksymalny stopień wielomianu trendu, sezonowość oraz maksymalny rząd autoregresji dla każdego procesu,
3. oszacowanie postaci pierwotnej modelu zgodnego uwzględniającej wszystkie wyspecyfikowane składniki,
4. weryfikacja modelu na podstawie badania istotności zmiennych (metoda regresji krokowej do tyłu) oraz własności reszt,
5. interpretacja ocen parametrów strukturalnych oraz ocena dopasowania modelu do danych.

Wyznaczenie prognozy w tym przypadku, podobnie jak w zdecydowanej większości metod ze zmiennymi objaśniającymi, wymaga znajomości procesów (zmiennych) objaśniających w okresie prognozowanym. Pewnym rozwiązaniem może być włączenie zmiennych o charakterze wyprzedzającym. Wówczas prognoza może być wykonana bez dodatkowych obliczeń lub założeń na okres równy wielkości wyprzedzenia.

#### Uwagi praktyczne:

Model ten może znaleźć praktyczne zastosowanie w przypadku prognozowania szeregow czasowych cen o różnej częstotliwości. W szczególności jest użyteczne jego zastosowanie do prognozowania cen miesięcznych czy kwartalnych na podstawie zależności z innymi cenami (dóbr substytucyjnych czy komplementarnych).

### **Modele VAR i VECM**

Modele przedstawione do tej pory nie uwzględniały faktu, że zmienne wpływają na siebie wzajemnie (dwukierunkowych zależności). Aby ująć współzależności między zmiennymi można zastosować metodologię VAR (Vector AutoRegressive) opracowaną przez Simsa [1980], stanowiącą alternatywę dla klasycznego modelu wielorównaniowego o równaniach współzależnych. Wektorowy model autoregresyjny (VAR) zawiera zestaw regresji każdej ze zmiennych prognozowanych (nieopóźnionych) względem wszystkich ich opóźnień. Można to zapisać w postaci wzoru [Kusideł 2000]:

$$Y_t = A_0 D_t + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{t-p} + u_t \quad (2.35)$$

gdzie:  $Y_t$  jest wektorem obserwacji na bieżących wartościach wszystkich  $n$  zmiennych,  $D$  jest wektorem deterministycznych składników (wyraz wolny, zmienna czasowa, zmienne sezonowe zerojedynkowe),  $A_0, A_1, \dots, A_p$  to wektory parametrów modelu,  $u_t$  to wektor stacjonarnych zakłóceń losowych, zaś  $p$  to optymalne opóźnienie w modelu VAR.



W modelu tym prognoza dowolnej zmiennej zależy od poprzednich  $p$  wartości tej zmiennej i pozostałych zmiennych. Zaletą tego podejścia jest brak konieczności prognozowania zmiennych objaśniających. Rząd opóźnienia  $p$ , powinien być tak dobrany, aby odzwierciedlał naturalne zależności oraz aby wyeliminowana została autokorelacja reszt modelu.

Model VAR znajduje zastosowanie w przypadku zmiennych stacjonarnych (i trendostacjonarnych). Jeżeli zmienne nie są stacjonarne należy je doprowadzić do stacjonarności poprzez operację różnicowania. Jeżeli jednak między zmiennymi występuje zależność kointegracyjna wyznaczająca równowagę długookresową, wówczas stosujemy modele VECM (Vector Error Corection Models). Model wektorowej korekty błędem (VECM) stanowi transformację modelu VAR do postaci danej wzorem [Kusideł 2000, Tsay 2010]:

$$\Delta Y_t = A_0 D_t + \Pi Y_{t-1} + \Gamma_1 \Delta Y_{t-1} + \dots + \Gamma_{p-1} Y_{t-p+1} + u_t \quad (2.36)$$

gdzie:  $\Pi = - (I_K - A_1 - \dots - A_p)$ , jest macierzą, którą można zdekomponować na: macierz parametrów zawierających efekty długookresowe (wektory kointegracyjne) i macierz szybkości dostosowań zmiennych do relacji długookresowej;  $\Gamma_i = - (A_{i+1} + \dots + A_p)$  jest macierzą parametrów krótkookresowych;  $i = 1, \dots, p-1$ .

Prognoza uzyskiwana na podstawie modelu VECM jest efektem zależności długo- i krótkookresowych między zmiennymi (np. cenami). O ile w krótkich okresach występują odchylenia od równowagi długookresowej, to wraz ze wzrostem horyzontu prognozowania układ cen się stabilizuje.

#### Uwagi praktyczne:

Modele VAR i VECM mogą znaleźć praktyczne zastosowanie w przypadku krótko- i średniookresowego prognozowania cen surowców rolnych w Polsce. Modele te mają charakter dosyć uniwersalny i pozwalają na uchwycenie zarówno prawidłowości występujących w szeregach czasowych oraz interakcji między cenami krajowymi, światowymi czy czynnikami zewnętrznymi. Strukturalizacja tych modeli pozwala również na poznanie prawidłowości występujących na rynku, które mogą być wykorzystywane przy nieformalnym (opinie ekspertów) prognozowaniu cen. Generalnie, specyfikacja równań modeli VAR i VECM jest dosyć trudna. Główne problemy wiążą się z ustaleniem zestawu zmiennych endogenicznych, składu zmiennych egzogenicznych (i ich przekształceń) czy opóźnień wśród zmiennych endo- i egzogenicznych.

## 2.6. Modele równowagi cząstkowej

Z uwagi na szczegółowe określenie powiązań pomiędzy rynkami (sektorami) a instrumentami polityki ekonomicznej modele równowagi cząstkowej są często wykorzystywane do oceny zmian na rynkach rolnych, gdzie polityka państwa ma dosyć duże znaczenie. Modele te pozwalają dokładniej analizować powiązania wewnątrz sektora i między sektorem a jego otoczeniem niż modele równowagi ogólnej [Blanco-Fonseca 2010, Conforti 2001, Tongeren i inni 2001]. Modele równowagi cząstkowej wykorzystuje się w dwóch zasadniczych celach: do wykonywania projekcji i symulacji. Prognoza nazywana jest projekcją lub też scenariuszem bazowym, który przedstawiany jest jako najbardziej prawdopodobny obraz rzeczywistości w świetle obecnej wiedzy i przyjętych założeń, co do zmiennych egzogenicznych, takich jak: pogoda, założenia makroekonomiczne czy założenia dotyczące kształtowania się polityki rolnej i handlowej. Zakłada się też typowe zachowania jeżeli chodzi o pogodę czy wzrost gospodarczy oraz *status quo* polityki ekonomicznej i handlowej.

Do najbardziej znanych modeli równowagi cząstkowej sektora rolnego należą model AGLINK-COSIMO (FAO-OECD) oraz model FAPRI (Instytut FAPRI). Wykorzystując je corocznie przygotowywane są długookresowe projekcje (około 10-letnie) dla najważniejszych rynków rolnych w świecie i przedstawiane w formie raportów. Modelowaniem objęto większość najważniejszych surowcowych rynków rolnych: zboża, ryż, rośliny oleiste, cukier, mleko i jego produkty, mięso, jaja oraz ryby i owoce morza. Przy opracowaniu projekcji wykorzystuje się podejście iteracyjne, które obejmuje elementy modelowania wraz z dużą dozą wiedzy eksperckiej. Więcej na temat tych modeli wraz z projekcjami można znaleźć na stronach: <http://www.fapri.iastate.edu/>, <http://www.oecd.org/site/oecd-faoagriculturaloutlook/oecd-faoagriculturaloutlook-tools.htm>.

Wśród zmiennych, dla których wykonywane są projekcje, są również ceny surowców rolnych. Cena równowagi ustalana jest na poziomie, przy którym następuje „wyczyszczenie” rynku, tzn. popyt globalny równy jest globalnej podaży. Rolę cen światowych pełnią ceny referencyjne notowane w krajach, regionach czy portach uznawanych za wyznacznik dla cen w świecie. Dla większości krajów (regionów) przyjmuje się założenie małej otwartej gospodarki, zakładając, że ceny krajowe są funkcją cen światowych. Różnice między ceną krajową a światową wynikają z uwzględnienia kosztów transportu, jakości produktów czy wpływu polityki handlowej (taryfy, podatki, subsydia, itp.).

Unia Europejska występuje w modelach FAPRI oraz AGLINK-COSIMO w postaci agregatu UE-27 lub też w podziale na stare i nowe kraje członkowskie. Z tego powodu brak jest szczegółowych prognoz dla rynku polskiego. Projekcje dla poszczególnych krajów UE można za to uzyskać wykorzystując model AGMEMOD czy też model CAPRI. AGMEMOD jest ekonometrycznym, dynamicznym i wieloproduktowym modelem sektora rolnego Unii Europejskiej, który w swojej konstrukcji jest zbliżony do modelu FAPRI. Szerzej na temat modelu można znaleźć na stronie projektu: <http://www.agmemod.eu/>.

Model AGMEMOD jest połączony z innymi modelami (projekcjami) poprzez ceny światowe. Prognozy cen światowych przyjmuje się za opracowaniami wykonanymi przez FAPRI, OECD-FAO czy USDA. Wychodząc z założenia tzw. „małej otwartej gospodarki” przyjmuje się, że ceny światowe poszczególnych surowców wpływają na ich odpowiedniki w UE, tzw. ceny kluczowe (będące reprezentantkami cen w UE). Ceny krajowe zależą z kolei od cen kluczowych. W równaniach cen krajowych występują również opóźnione zmienne obrazujące samowystarczalność kraju, dla którego wyliczana jest cena, oraz kraju, dla którego mamy cenę kluczową lub samowystarczalność całej UE [Chantreuil i in. 2012]. Uwzględnienie samowystarczalności umożliwia odchylenia ścieżki kształtowania się cen krajowych od ścieżki cen kluczowych czy światowych (w zależności od tego czy dany kraj jest eksporterem netto czy też nie, ceny krajowe mogą być niższe lub wyższe od cen kluczowych).

#### Uwagi praktyczne:

Modele równowagi służą do wykonywania projekcji długookresowych, które przez autorów nie są uznawane za typowe prognozy. Stanowią natomiast jedno z niewielu źródeł informacji o przewidywanej sytuacji rynkowej w długim okresie. Dokładność projekcji cenowych niestety jest nieduża i nie odbiega od dokładności prognoz wykonywanych za pomocą dopasowanych funkcji trendu.

Potencjalne przełożenie projekcji cen światowych (model FAPRI i AGLINK-COSIMO) na projekcje cen krajowych wymaga poznania relacji między tymi cenami, lub też zbudowanie modelu transmisji cenowej, co przy założeniu odpowiedniego kursu walutowego umożliwi obliczenia prognozy ceny w Polsce. Niestety projekcje z modelu AGMEMOD nie są publikowane jak dotychczas w sposób periodyczny, dlatego też tego typu projekcje nie mają większego znaczenia dla szerszej grupy odbiorców.

### **3. Źródła informacji rynkowych istotne dla prognozowania cen**

W niniejszym rozdziale zaprezentowano ważniejsze źródła informacji rynkowych niezbędnych do oceny sytuacji rynkowej i prognozowania cen surowców rolnych. Przedstawiono źródła informacji cenowych, zarówno pierwotnych jak i wtórnych, makroekonomicznych, dostępne analizy sektorowe i prognozy oraz źródła rozwiązań legislacyjnych. Odniesiono się zarówno do rynku krajowego, jak i rynków światowych. Nie dokonywano podziału na sektory (rynki) z uwagi, że w przypadku większości źródeł dostępne są informacje dotyczące wielu rynków.

#### **3.1. Dane pierwotne o cenach krajowych i światowych**

W rzeczywistości gospodarczej – inaczej niż w przypadku ujęcia mechanizmów rynkowych w teorii ekonomii – nie można pisać o jednej cenie rynkowej w danym okresie. Nie ma bowiem fizycznych możliwości stworzenia instytucji, która agregowałaby zapotrzebowanie na dany towar ze strony wszystkich potencjalnych nabywców. Dotyczy to również i strony podaźowej. Z tego powodu surowce rolne są w danym czasie sprzedawane przez różnych producentów po różnych cenach. Wynika to między innymi z charakteru powiązań między sprzedawcą a kupującym. Inne ceny obowiązują w handlu detalicznym na targowiskach, inne otrzymuje producent rolny, który zakontraktował sprzedaż dużej firmie przetwórczej z wyprzedzeniem. Dodatkowo istnieje przestrzenne zróżnicowanie cen, które z uwagi na koszty transportu nie może być w pełni niwelowane przez działania arbitrażowe. Istnieje więc wiele źródeł informacji pierwotnej o cenach kształtujących się w danym czasie na rynku rolnym. Do nich zaliczyć należy giełdy towarowe, rynki hurtowe czy targowiska.

##### **Polska**

W praktyce – szczególnie dotyczy to krajów wysoko rozwiniętych – prymat wśród instytucji organizujących obrót handlowy, jeżeli idzie o funkcję informacyjną, wiodą giełdy towarowe. Giełdy towarowe są rynkami formalnymi, na których dochodzi do zawierania transakcji wymiany towarami masowymi, wysoko standaryzowanymi. Informacja o poziomie cen jest udostępniana natychmiast po zawarciu transakcji.

Na giełdach zawierane są dwa rodzaje transakcji: gotówkowe i terminowe. Przedmiotem obrotu w transakcjach gotówkowych (kontrakty forward), jest fizyczny towar. W zakresie tego typu transakcji obrót na giełdzie towarowej nie różni się znacząco od obrotu towarem na rynkach hurtowych. Należy nadmienić, że zdecydowana większość pozostałych podmiotów działających w Polsce, które zajmują się obrotem towarów rolnych i mają w nazwie trzon „giełda towarowa”, skupia się wyłącznie na rynku kasowym.

Drugim rodzajem transakcji są transakcje terminowe, w których przedmiotem nie jest sam towar, lecz możliwość jego zakupu lub sprzedaży w określonym terminie w przyszłości i po określonej z góry cenie (kontrakty futures, opcje). Transakcje terminowe wyróżniają instytucję giełdy towarowej. Notowania cen na rynku terminowym dotyczą bowiem bieżących oczekiwań zmian cen towarów bazowych w przyszłości. Transakcje te zawierane są w celu zabezpieczenia się przed niekorzystnymi zmianami cen w przyszłości bądź w celu spekulacyjnym [Rembisz 2009]. Giełdowe notowania cen są istotnym elementem uwzględnianym przy ocenie bieżącej sytuacji na rynkach tych towarów.

Przyjmuje się, na co wskazuje również empiria, że występuje powiązanie poszczególnych instrumentów z rynkiem realnym. Oznacza to, że sytuacja fundamentalna, a szczególnie oczekiwania, wpływają na wartość instrumentów pochodnych. Mimo że obroty zabezpieczające nie stanowią dużego udziału w obrotach na danym rynku, to ceny giełdowe są bazą dla cen w transakcjach zawieranych poza giełdą. Rola informacji giełdowych w prognozowaniu cen wiąże się z tym, że instrumenty te przedstawiają przeciętne oczekiwania uczestników rynku, co do kierunku zmian cen w przyszłości. Niektórzy wręcz przyjmują wartość instrumentu jako prognozę lub też jedną z podstaw do sformułowania własnego sądu o przyszłości. Należy mieć na uwadze, że nie prowadzi się obrotu instrumentami pochodnymi na wszystkie towary rolne. O dopuszczeniu do obrotu giełdowego danych kontraktów terminowych decyduje przede wszystkim szacowana wielkość popytu spekulacyjnego na dane instrumenty, a także możliwość standaryzacji oraz koszty przechowywania towaru bazowego.

W Polsce brak jest rozwiniętej giełdy prowadzącej obrót kontraktami terminowymi na towary rolne, co wynika z wielu uwarunkowań. Szerzej na ten temat pisze Rembisz [2009]. Obecnie tylko na Warszawskiej Giełdzie Towarowej (WGT) prowadzony jest obrót kontraktami futures na pszenicę konsumpcyjną i paszową. Przedmiotem kontraktu jest dostawa 50 ton pszenicy. Jednocześnie w obrocie jest 10 typów kontraktów różniących się terminem wykonania. Na stronach internetowych WGT dostępne są notowania tych kontraktów: [www.wgt.com.pl](http://www.wgt.com.pl). Warto przy okazji wspomnieć o należącej do WGT platformie e-WGT, na której prowadzona jest wymiana kontraktami forward na

wybrane towary masowe, w tym rolne. Najwięcej zawieranych transakcji dotyczy zbóż i mięsa wieprzowego. W trakcie trwania sesji system IGT generuje na bieżąco cedułę giełdową informującą o wystawionych towarach, sprzedanych ilościach oraz cenach. Dane te są dostępne pod adresem internetowym <https://www.ewgt.com.pl/>. Obok platformy przetargowej funkcjonuje tam także transakcyjna tabela ofert i ogłoszeń.

Pośredniczeniem w obrocie mięsem i jego przetworami oraz zbożem, rzepakiem i śrutą zajmuje się również Giełda Rolno-paliwowa Rol-petrol (<http://www.rolpetrol.com.pl/>). Obrót dokonywany jest za pośrednictwem maklerów poprzez poszukiwanie przeciwstawnych ofert. Na stronie internetowej giełdy można znaleźć informacje o złożonych ofertach oraz aktualne notowania, jednak bez udostępniania informacji historycznych.

Bardzo ciekawą ofertę informacyjną posiada Internetowa Giełda NetBrokers, która jest platformą skierowaną do firm działających na rynku rolno-spożywczym. Dostarcza ona informacji branżowych oraz oferuje dostęp do platformy umożliwiającej składanie ofert handlowych: <http://www.netb.pl/>. Na tej stronie można znaleźć wiele odnośników i notowań do giełd rynków hurtowych w całym kraju.

Bardzo interesującym serwisem internetowym jest Fresh-market.pl: <http://www.fresh-market.pl/>. Jest to portal informacyjny dostarczający informacji z branży owocowo warzywnej oraz notowania aktualnych cen owoców i warzyw. Oprócz informacji i cen zbieranych w Polsce (ceny zbierane przez korespondentów, ceny on-line owoców i warzyw ze wszystkich najważniejszych rynków hurtowych w Polsce czy ceny dużego hurtu) są również odnośniki do cen w świecie. Można też w łatwy sposób uzyskać dostęp do cen historycznych (z wykresami).

Informacje odnośnie cen notowanych na rynkach hurtowych można znaleźć na stronach Zintegrowanego Systemu Rolniczej Informacji Rynkowej (ZSRIR). Bieżące i archiwalne ceny wybranych owoców i warzyw (daneienne dla dni roboczych giełd) dostępne są też bezpośrednio na stronach internetowych wybranych rynków hurtowych, m.in. na stronach: Podlaskiego Centrum Rolno-Towarowego (<http://www.gielda.bialystok.pl/>), Hurtowego Rynku Rolno-Spożywczego TARGPIAST we Wrocławiu (<http://www.targpiast.com.pl/>), Sandomierskiego Ogrodniczego Rynku Hurtowego (<http://www.gieldasan.pl/>). Przegląd cen towarów rolnych na rynkach hurtowych w Polsce można znaleźć również m.in. w następujących portalach internetowych: <http://www.farmer.pl/>, [http://www.dlahandlu.pl/gielda/gielda\\_3.html](http://www.dlahandlu.pl/gielda/gielda_3.html), <http://www.portalspozywczy.pl/gielda/>.

## Świat

Wiele światowych i europejskich giełd oferuje obecnie instrumenty pochodne wystawiane na towary rolne. W ostatnich latach obserwuje się szybkie i silne procesy konsolidacyjne, stąd też obecnie wiele giełd towarowych funkcjonuje w ramach pewnych grup kapitałowych. W tabeli 3.1 przedstawiono ważniejsze giełdy towarowe w świecie i ich zrzeszenia, na których handluje się pochodnymi na surowce i towary rolne.

**Tabela 3.1. Ważniejsze giełdy towarowe w świecie**

<b>USA</b>	
CME Group	<a href="http://www.cmegroup.com">www.cmegroup.com</a>
Intercontinental Exchange (ICE)	<a href="http://www.theice.com/homepage.jhtml">www.theice.com/homepage.jhtml</a>
Kansas City Board of Trade (KCBT)	<a href="http://www.kcbt.com">www.kcbt.com</a>
Minneapolis Grain Exchange (MGEX)	<a href="http://www.mgex.com">www.mgex.com</a>
<b>Europa</b>	
Eurex Group	<a href="http://www.eurexgroup.com">http://www.eurexgroup.com</a>
NYSE Euronext (w tym NYSE LIFFE)	<a href="https://europeanequities.nyx.com">https://europeanequities.nyx.com</a>
Budapest Stock Exchange	<a href="http://bse.hu/">http://bse.hu/</a>
<b>Azja</b>	
Dalian Commodity Exchange (DCE)	<a href="http://www.dce.com.cn">www.dce.com.cn</a>
Zhengzhou Commodity Exchange (ZCE)	<a href="http://www.czce.com.cn">www.czce.com.cn</a>
The Multi Commodity Exchange of India (MCX)	<a href="http://www.mcxindia.com">www.mcxindia.com</a>
The National Multi Commodity Exchange of India (NMCE)	<a href="http://www.nmce.com">www.nmce.com</a>
Osaka Dojima Commodity Exchange	<a href="http://ode.or.jp">http://ode.or.jp</a>
Tokyo Commodity Exchange (TOCOM)	<a href="http://www.tocom.or.jp">www.tocom.or.jp</a>
Korea Exchange (KRX)	<a href="http://eng.krx.co.kr">http://eng.krx.co.kr</a>
The National Commodities and Derivatives Exchange (NCDEX)	<a href="http://www.ncdex.com">www.ncdex.com</a>
<b>Argentyna i Brazylia</b>	
BM&FBOVESPA	<a href="http://www.bmfbovespa.com.br">http://www.bmfbovespa.com.br</a>
<b>Australia</b>	
Australian Stock Exchange	<a href="http://www.asx.com.au">www.asx.com.au</a>

Źródło: opracowanie własne.

Do największych giełd towarowych mających w swojej ofercie pochodne na towary rolne należy chicagowskie zrzeszenie CME GROUP powstałe na bazie CME, CBOT, NYMEX, COMEX. Oferowane są tam kontrakty futures i opcje na zboża i rośliny oleiste (kukurydzę, pszenicę, owies, soję, śrutę sojową, olej palmowy i sojowy i ryż), produkty mięsne (półtusze wieprzowe, żywiec wieprzowy i wołowy), produkty mleczne (mleko, mleko w proszku, masło, ser), indeksy towarowe, kakao, kawę, bawełnę i cukier. Intercontinental Exchange (ICE) oferuje instrumenty pochodne na: kakao, kawę, bawełnę, sok pomarańczowy, zboża, rośliny oleiste i oleje z USA i Kanady (jęczmień, pszenica, kuku-

rydza, soja, olej sojowy, rzepak Canola) oraz cukier. W Europie największą giełdą jest LIFFE wchodząca w skład grupy NYSE EURONEX. Notowane są tam kontrakty i opcje na: pszenicę konsumpcyjną i paszową, jęczmień browarny, kukurydzę, rzepak, cukier, kawę, kakao i mleko w proszku. Z uwagi na brak rozwiniętego rynku terminowego w Polsce oraz rosnącą konwergencję cen artykułów rolnych na Jednolitym Rynku Europejskim, krajowe podmioty gospodarcze wykorzystują kontrakty terminowe notowane na giełdzie LIFFE w celu zabezpieczenia się przed zmianami cen oraz do celów prognostycznych.

Dostęp do wielu instrumentów rolnych notowanych na światowych giełdach istnieje poprzez GPW w Warszawie. Inwestowanie odbywa się za pomocą tzw. certyfikatów inwestycyjnych (indeksowych lub partycypacyjnych) należących do tzw. produktów strukturyzowanych. Certyfikaty te oddają kurs instrumentu bazowego, jednak instrumenty bazowe denominowane są w innej walucie niż certyfikat. Na GPW w Warszawie są dostępne certyfikaty emitowane przez Raiffeisen CENTROBANK (np. typu TRACKER). Instrumentami bazowymi certyfikatów są kontrakty na cukier, kakao i kawę notowane w NYBOT, a instrumenty bazowe dla notowań certyfikatów na kukurydzę, pszenicę, soję i olej sojowych są notowane na CBOT.

## **3.2. Dane wtórne o cenach krajowych i światowych**

### **Ceny krajowe**

Jednym z najważniejszych krajowych wtórnych źródeł informacji (danych) z zakresu podstawowych rynków rolno-spożywczych jest Zintegrowany System Rolniczej Informacji Rynkowej (ZSRIR). Do zadań realizowanych za pośrednictwem tego systemu należy zbieranie, przetwarzanie informacji o poziomie cen i wielkości obrotu artykułami rolno-żywnościowymi. Wyniki o sytuacji na podstawowych rynkach rolnych prezentowane są w formie Biuletynów informacyjnych ZSRIR wraz z dołączanymi plikami w arkuszach kalkulacyjnych. Informacje te dostępne są na stronie [www.minrol.gov.pl](http://www.minrol.gov.pl). Prezentują one szeroki zakres cen towarów rolno-spożywczych w różnych ogniwach łańcucha żywnościowego. Informacje obejmują następujące rynki branżowe: drobiu, jaj spożywczych, mleka, roślin oleistych, owoców i warzyw świeżych, wieprzowiny, wołowiny i cielęciny, zbóż, baraniny, kwiatów, cukru, pasz, chmielu i rynek jaj ekologicznych.

Prezentują one informacje o poziomie cen tygodniowych i miesięcznych, gdyż są one najbardziej powszechnym i syntetycznym wskaźnikiem sytuacji na rynku danego produktu. Zakres zbieranych cen jest bardzo szeroki, obejmuje on



różne kanały i etapy dystrybucji oraz rodzaje i kategorie danego towaru. Z uwagi na duże znaczenie dla kondycji całego sektora rolno-żywnościowego, najbardziej szczegółowe i w najszerszym zakresie zbierane są dane na rynku zbóż, mięsa wieprzowego, wołowego, drobiowego i mleka. Co szczególnie istotne, gromadzone w ramach systemu ZSRIR dane są porównywalne do zbieranych w innych krajach członkowskich UE.

Tygodniowe ceny targowiskowe wybranych surowców rolnych na poszczególnych targowiskach oraz ich średnie wielkości w kraju są również podawane w biuletynach ZSRIR. Tygodniowe ceny targowiskowe dostępne są między innymi dla zbóż, żywca wołowego, prosiąt, ziemniaków jadalnych, czy cebuli. Z uwagi na niewielką liczbę zawieranych transakcji dotyczących raczej niewielkich partii towaru i lokalny charakter funkcjonowania targowisk, ceny targowiskowe trudno uznać za ceny reprezentacyjne. Niemniej jednak zainteresowani różnicowaniem przestrzennym cen, bądź skoncentrowani na lokalnych cenach mogą wykorzystać tego typu dane zgromadzone w ZSRIR.

Ważnym źródłem danych wtórnych jest Główny Urząd Statystyczny (GUS). W odniesieniu do rynku rolno-żywnościowego zakres danych udostępnianych przez GUS obejmuje ceny skupu podstawowych surowców rolnych, ceny targowiskowe, ceny zbytu i ceny detaliczne produktów żywnościowych. Dane te są przedstawiane w formie miesięcznych lub rocznych notowań ([http://www.stat.gov.pl/gus/ceny\\_handel\\_PLK\\_HTML.htm](http://www.stat.gov.pl/gus/ceny_handel_PLK_HTML.htm)).

GUS oferuje również Bank Danych Lokalnych, czyli bazę danych zawierających szeroką gamę szeregów czasowych ze wszystkich dziedzin życia społeczno-gospodarczego w podziale terytorialnym; dostęp pod adresem: [http://www.stat.gov.pl/bdl/app/strona.html?p\\_name=indeks](http://www.stat.gov.pl/bdl/app/strona.html?p_name=indeks). W zakładce „ceny” istnieje możliwość wyboru opcji „ceny w rolnictwie”, gdzie zgromadzone są dane odnośnie przeciętnych cen skupu i cen targowiskowych najważniejszych produktów rolnych w podziale na regiony i województwa.

## **Ceny światowe**

Obecnie, rzadko które państwo prowadzi na tyle autonomiczną gospodarkę, by ceny krajowe nie wynikały z sytuacji popytowo-podażowej na rynku globalnym. Zdecydowana większość państw, w tym praktycznie wszystkie rozwinięte, nie nakładają na wymianę międzynarodową tak dużych barier, by uniezależniały one rynek krajowy od koniunktury światowej. W szczególności dotyczy to państw takich jak Polska, działających w ramach ugrupowania, jakim jest Unia Europejska. Kształtowanie się cen surowców rolnych w Polsce pozostaje więc ściśle uzależnione od relacji popytowo-podażowych w całej Unii, a w szerszej perspektywie także od cen na tzw. rynkach światowych. Konse-

kwencją tego jest konieczność wnikliwej obserwacji uwarunkowań kształtujących światowe i europejskie ceny surowców rolnych. Z wymianą handlową wiąże się też zagadnienie zmian kursowych. Ceny światowe i kursy walutowe to dwie najistotniejsze zmienne decydujące o wyrażonej w złotych cenach artykułów rolnych na krajowym rynku. Źródła danych odnośnie kursów walutowych wyszczególnione zostaną w kolejnym podrozdziale, natomiast poniżej przedstawiono najważniejsze źródła danych odnośnie cen rolnych na świecie, dostępnych w Internecie.

Dane dotyczące cen w Unii Europejskiej dostępne są na stronie Komisji Europejskiej – podstronie Komisarza ds. Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich. Do końca roku 2013 dział odpowiadający za gromadzenie i przedstawianie danych odnośnie cen działał tylko w wersji anglojęzycznej: [http://ec.europa.eu/agriculture/markets-and-prices/price-monitoring/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/agriculture/markets-and-prices/price-monitoring/index_en.htm). Oprócz comiesięcznych raportów w formie plików pdf dotyczących aktualnej sytuacji cenowej na najważniejszych rynkach rolnych w poszczególnych krajach członkowskich, dostępny jest również zbiorczy plik (pdf lub xls) zawierający historyczne dane dla lat 1997-2006 oraz kolejny z cenami od początku roku 2007. Dane na poszczególnych rynkach wyrażone są w euro.

Dane dotyczące najważniejszych cen światowych wybranych towarów rolnych, surowców energetycznych czy nawozów dostępne są na stronach Banku Światowego: <http://go.worldbank.org/2O4NGVQC00>. Ceny notowane są w wybranych, istotnych z punktu widzenia handlu międzynarodowego krajach, bądź portach. Dodatkowo, istnieje możliwość skorzystania z bazy danych zawierających szeregi czasowe indeksów cen wybranych surowców rolnych i energetycznych.

Szeregi czasowe miesięcznych indeksów światowych cen wybranych artykułów rolnych (m.in. pszenicy, cukru, olejów roślinnych, różnych mięs, czy indeks zbiorczy) oraz surowców energetycznych bądź metali dostępne są również na stronie Międzynarodowego Funduszu Walutowego (International Monetary Fund – IMF). Niektóre ze zgromadzonych w bazie danych szeregów są notowane od początku lat 80. Dostępne są w formie pliku xls na stronie: <http://www.imf.org/external/np/res/commod/index.aspx>.

W przypadku wykorzystywania danych z rynku amerykańskiego, który w przypadku wielu rynków towarowych uznawany jest za ten, na którym ustalana jest cena światowa, bardzo przydatna będzie strona federalnego ministerstwa rolnictwa USA (United States Department of Agriculture – USDA). W jednej z zakładki na stronie internetowej USDA zamieszczone są linki do szerokiej bazy danych historycznych (od roku 1964) cen miesięcznych i rocznych wielu

artykułów rolnych tak na poziomie kraju, jak i poszczególnych stanów: <http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1002>.

Szeregi czasowe cen rocznych dla poszczególnych państw, jak i średnie dla wybranych regionów dla szerokiego wachlarza różnorodnych towarów rolnych i żywnościowych dostępne są w bazie internetowej Organizacji Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa (FAO), która dostępna jest po adresem: <http://faostat.fao.org/site/682/default.aspx#ancor>. Szeregi cen rocznych wybranych towarów rolnych można również uzyskać z bazy danych Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD).

### **3.3. Uwarunkowania makroekonomiczne**

Rola czynników ogólnogospodarczych w kształtowaniu się sytuacji popytowo-podażowej na rynkach rolnych jest nie do przecenienia. Zmiany parametrów makroekonomicznych, takich jak wzrost gospodarczy, stopy procentowe, kursy wymiany walut, bądź stopy opodatkowania silnie oddziałują na ceny surowców rolnych, koszty produkcji czy popyt. Przykładowo, wzrost gospodarczy powiązany jest ze wzrostem dochodów konsumentów, który przekłada się na zmiany popytu na poszczególne grupy żywności, zaś stopy procentowe decydują o kosztach produkcji. Z uwagi na procesy globalizacyjne należy uwzględnić również dane o sytuacji gospodarczej w świecie. Należy też pamiętać o rozróżnieniu, polegającym na tym, że o ile wpływ niektórych zmiennych objawia się w okresach średnich i długich (dochody ludności, stopy procentowe), to inne mają również znaczenie krótkookresowe (np. kursy walut, ceny paliw).

#### **Polska**

Poniżej przedstawiono najważniejsze źródła informacji makroekonomicznych z ich krótką charakterystyką. Sytuacja polskiej gospodarki jest opisywana za pomocą wielu mierników dostępnych w publikacjach Głównego Urzędu Statystycznego (GUS). Informacje te publikowane są na stronach internetowych GUS (lub w wersji papierowej) w formie publikacji o charakterze ogólnym (roczniki statystyczne, rachunki, biuletyny, bazy danych itp.).

Jednym z czynników determinujących ceny surowców rolnych jest popyt na żywność. GUS, który na mocy prawa jest instytucją o największych możliwościach pozyskiwania danych, dysponuje danymi pozwalającymi jedynie w przybliżeniu wnioskować o aktualnym poziomie popytu. Są to dane uzyskane z badania budżetów domowych. Dla okresów rocznych konsumpcja jest szacowana w oparciu o dane bilansowe danego produktu. Przydatne do szacowania

tendencji zmian w poziomie konsumpcji są dane o wynagrodzeniach, emeryturach i rentach oraz zatrudnieniu i stopie bezrobocia.

Obok GUS, drugą znaczącą instytucją w Polsce oferującą informacje makroekonomiczne jest Narodowy Bank Polski (NBP). Głównym celem działalności NBP jest utrzymanie stabilnego poziomu cen w gospodarce, a także wspieranie polityki gospodarczej. Wypełnianie tych celów wymaga gromadzenia dużej ilości danych, z których spora część jest udostępniana publicznie, także poprzez witrynę internetową. Na portalu NBP znaleźć można informacje o kursach walutowych, inflacji i oczekiwaniach inflacyjnych, bilansie płatniczym itp. NBP jest wydawcą publikacji dotyczących własnej działalności, takich jak raporty, sprawozdania, plany i biuletyny.

Ocena sytuacji gospodarczej jest przeprowadzana także na potrzeby własne przez większość banków komercyjnych. Departamenty analityczne poszczególnych instytucji bankowych również przygotowują okresowe komunikaty na temat sytuacji ogólnogospodarczej, często z elementami prognozy.

Najważniejsze zmienne ogólnogospodarcze dla Polski przydatne w prognozowaniu cen surowców rolnych:

- PKB w Polsce – dane kwartalne i roczne statystyczne (GUS),
- produkcja przemysłowa i budowlano-montażowa – dane miesięczne (GUS),
- stopa bezrobocia – miesięczne (GUS),
- dochody ludności – dane o częstotliwości rocznej (GUS),
- koniunktura gospodarcza – miesięczne i kwartalne wskaźniki (GUS, SGH, Ipsos-Demoskop, Pentor),
- stopy procentowe – miesięczne informacje (NBP),
- inflacja i oczekiwania inflacyjne – miesięczne dane (NBP),
- kursy walutowe – częstotliwość dzienna, miesięczna, roczna (NBP),
- ceny paliw – dzienne, miesięczne (GPW, e-petrol).

Odnosiniki do wybranych instytucji gromadzących dane i informacje:

<http://www.bankier.pl/inwestowanie/notowania/macro.html>

<http://www.e-petrol.pl>

<http://www.stat.gov.pl/gus>

<http://www.nbp.pl/>

<http://www.gpw.pl/>.

## Świat

Istnieje wiele instytucji, które gromadzą i analizują dane dotyczące koniunktury na rynkach światowych. W opracowaniu wymienione zostaną tylko niektóre z tych, które udostępniają na stronach internetowych bazy danych za-

wierające szeregi czasowe wybranych wskaźników ekonomicznych dla świata i poszczególnych jego regionów oraz państw. Do instytucji przedstawiających sytuację ogólnogospodarczą i koniunkturę w skali globalnej (jak i dla poszczególnych krajów i regionów) należą między innymi OECD, Bank Światowy (World Bank – WB), Międzynarodowy Fundusz Walutowy (IMF) czy Europejski Bank Centralny (EBC). Pierwsza z wymienionych instytucji dysponuje ogólnodostępnymi bazami danych na temat sytuacji społeczno-gospodarczej wielu krajów w świecie. Do najważniejszych informacji należy ocena koniunktury w wielu krajach oraz regionach – *Composite Leading Indicators*. OECD przygotowuje również opracowanie „*Economic Outlook*” na temat sytuacji gospodarczej w przyszłości.

Odnosić do wybranych instytucji gromadzących dane i informacje o sytuacji w światowej gospodarce:

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>

<http://www.ecb.europa.eu/ecb/html/index.pl.html>

<http://www.oecd.org/>

<http://www.worldbank.org/>

<http://www.imf.org/external/index.htm>

### **3.4. Inne dane statystyczne dla sektora rolnego**

Do przewidywania przyszłej sytuacji cenowej na poszczególnych rynkach surowcowych można wykorzystywać, obok informacji cenowych i zmiennych makroekonomicznych, również inne dane opisujące uwarunkowania produkcji i handlu w sektorze. Najpełniejszy obraz rynku można uzyskać analizując dane w formie bilansowej, stanowiącej zestawienie zbiorcze całkowitych przychodów surowca w danym sezonie oraz głównych kierunków jego rozdysponowania według końcowego przeznaczenia, z uwzględnieniem zmiany stanu zapasów. Przychodową stroną bilansu zbiorczego stanowi wytworzona produkcja krajowa, powiększona o import i pozostające z roku poprzedniego zapasy. Po stronie rozchodowej wyodrębnia się zużycie krajowe, w różnej formie, straty, eksport oraz zapasy na koniec sezonu. Dane w takiej formie są opracowywane w GUS czy IERIGŻ-PIB.

GUS przeprowadza również szacunki zasiewów i produkcji poszczególnych surowców rolnych. Dla prognozowania sytuacji na rynkach roślinnych artykułów rolnych dla sezonów gospodarczych duże znaczenie mają informacje publikowane przez GUS w zakresie stanu przezimowania upraw ozimych (kwiecień), szacunek głównych ziemiopłodów rolnych i ogrodniczych: wstępny

(lipiec), przedwzrostowy (wrzesień) i wzrostowy (grudzień). Informacje te stanowią podstawę do szacunku podaży krajowej w sezonie. W przypadku produkcji zwierzęcej, podaż żywca w najbliższych miesiącach można szacować na podstawie informacji o pogłowie trzody chlewnej (marzec, lipiec, listopad), bydła i owiec (czerwiec, grudzień). Do tego dochodzi również szacunek importu/eksportu żywych zwierząt.

Podobnie jak w przypadku Zintegrowanego Systemu Rolniczej Informacji Rynkowej, tak i w przypadku GUS, statystyka krajowa wpisuje się w system informacji unijnej. Wspólnotowym odpowiednikiem polskiego GUS jest Europejski Urząd Statystyczny EUROSTAT, który koordynuje i ujednocza statystyki krajowe w jeden porównywalny system, dostarczając w ten sposób niezbędnych danych organom Wspólnoty Europejskiej oraz administracjom państwowym i opinii publicznej. Porównywalność danych ze wszystkich krajów członkowskich ułatwia ocenę sytuacji na unijnym rynku rolnym jako całości. Umożliwia również kontrolę i ocenę wdrożonych programów rozwoju poszczególnych krajów i całej Unii, a także opracowywanie strategii na kolejne lata. Jednocześnie uczestnicy rynku mogą porównywać warunki ekonomiczne prowadzenia produkcji i handlu w różnych rejonach Wspólnoty i podejmować działania w celu zdobycia nowych rynków zbytu lub intensyfikacji wymiany towarowej.

Z danych zgromadzonych przez EUROSTAT można korzystać, dzięki ogólnodostępnej, internetowej bazie danych, której adres podano poniżej: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/agriculture/data/database>. Odnośnie produkcji roślinnej dostępne są szeregi czasowe danych odnoszących się do wielkości zbiorów, powierzchni zasiewów, plonów w kolejnych latach z podziałem na poszczególne państwa członkowskie. W przypadku zbóż, cukru i wina zawarto również bilanse dla lat obrotowych. Bardziej szczegółowe dane uzyskać można dla produkcji zwierzęcej. Dodatkowo dla produkcji drobiu, mleka i wołowiny dostępne są dane miesięcznych zmian w produkcji.

Roczne dane odnośnie produkcji szerokiej gamy artykułów rolnych w praktycznie wszystkich krajach świata, a także zagregowane dane dla wybranych regionów dostępne są we wspomnianej już przy okazji cen bazie danych FAO. W ramach tej bazy uzyskać możemy też dane odnośnie wymiany międzynarodowej, czy bilanse wykorzystania produkcji. Łatwość obsługi oraz duża liczba zebranych szeregów czasowych czyni tę bazę szczególnie przydatną dla zainteresowanych sytuacją na światowych rynkach rolnych.

### 3.4. Analizy i prognozy sektorowe w Polsce

Kluczową rolę w prowadzeniu badań naukowych oraz analiz w zakresie agrobiznesu odgrywa Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy (IERiGŻ-PIB). Badania z tego zakresu realizowane są w ramach działalności statutowej, Programu Wieloletniego oraz rachunkowości rolnej FADN. Z analityczno-prognostycznego punktu widzenia najbardziej interesujące są prace badawcze i eksperckie wykonywane przez Zakład Badań Rynkowych. Efektem prowadzonych w nim prac są comiesięczne opracowania serii „Analizy Rynkowe” oraz „Rynek rolny, analizy, tendencje, oceny”, które dostępne jest bezpłatnie na portalu internetowym IERiGŻ-PIB (<http://www.ierigz.waw.pl/publikacje>). W każdym z nich można znaleźć informacje komentarze dotyczące kilkunastu rynków surowców rolniczych, środków produkcji, koniunktury w rolnictwie oraz rynku żywności.

Opracowania „Analizy rynkowe” zawierają ocenę stanu poszczególnych rynków (produkcję, podaż, popyt, ceny w kraju i na najważniejszych rynkach zagranicznych, przetwórstwo) oraz ich determinanty i uwarunkowania rozwoju. Ważną częścią analiz rynkowych są eksperckie krótko- i średnioterminowe prognozy rozwoju wybranych kategorii rynkowych. Opracowania te publikowane są w większości przypadków dwa razy w roku dla następujących rynków: zbóż, rzepaku, owoców i warzyw, pasz, ziemniaków, cukru, mięsa (wieprzowiny, wołowiny, baraniny), drobiu, mleka, ryb, środków produkcji, ziemi rolniczej, handel zagraniczny artykułami rolno-spożywczymi, popyt na żywność oraz wyrobów tytoniowych i alkoholowych.

Dane rachunkowości rolnej FADN nie służą do analiz i prognoz bieżących natomiast można je wykorzystać do analiz symulacyjnych i projekcji długookresowych. W ramach FADN gromadzone są co roku dane związane z dochodami i wynikami produkcyjnymi gospodarstw rolnych. Podobnie jak wyniki Rachunków Ekonomicznych dla Rolnictwa (RER) stanowiących część Rachunków Narodowych.

Agencja Rynku Rolnego (ARR) również oferuje szereg analiz w zakresie rynków rolnych. Znaczącą rolę w transferze informacji odgrywają raporty tygodniowe (Sytuacja na rynku podstawowych produktów rolniczych) i miesięczne (Informacja o sytuacji na rynku rolnym i żywnościowym z elementami tendencji rozwojowej) o sytuacji na rynku zbóż, mięsa, produktów mleczarskich w Polsce i na świecie. Przedstawiają one tendencje cenowe, sytuację popytowo-podażową, sytuację na rynkach zagranicznych oraz prowadzone działania interwencyjne na tych rynkach. Ich uzupełnieniem są cyklicznie (kwartalnie) sporządzane prognozy cen na rynku zbóż, żywca wieprzowego i wołowego oraz

mleka i jego przetworów wykonywane przy udziale Zespołu Ekspertów ds. Prognozowania Cen Podstawowych Produktów Rolniczych. Stanowią one jedno z najważniejszych źródeł informacji o przyszłej sytuacji cenowej na tych rynkach. Wymienione powyżej opracowania dostępne są na stronie internetowej ARR w zakładce „Analizy i prognozy rynkowe”: <http://www.arr.gov.pl/>.

Interesujące opracowania udostępnia na swoim portalu internetowym Bank Gospodarki Żywnościowej (BGŻ). Adres podstrony poświęconej raportom rynku rolnego to: <http://analizy.bgz.pl/information/analysis/cat/sektor-rolny>. Do dyspozycji czytelnika pozostaje pięć rodzajów raportów, z czego dwa poniżej wymienione są bezpłatne. Cotygodniowy Agrotydzień dostarcza najnowszych informacji o sytuacji popytowo-podażowej na pięciu rynkach: zbóż, roślin oleistych, mięsa, mleka oraz owoców i warzyw. Wydawany trzy razy w roku Agromonitor oferuje poszerzoną analizę obejmującą zmiany podaży, popytu, czy nastrojów na rynkach terminowych a także prognozy zmian cen na najbliższe miesiące w podziale na wymienione powyżej pięć rynków rolnych.

### **3.5. Analizy i prognozy światowe**

Zdecydowana większość źródeł informacji o obecnej i przyszłej sytuacji na światowych rynkach rolnych dostępna jest na zagranicznych portalach internetowych, które w dużej części są anglojęzyczne. Niemniej, znaczny zasób danych i informacji o sytuacji popytowo-podażowej na świecie można uzyskać również z polskojęzycznych opracowań i stron internetowych. Informacji dotyczących rynków zagranicznych udostępnia między innymi Zespół Monitoringu Zagranicznych Rynków Rolnych (Foreign Agriculture Markets Monitoring Unit – FAMMU) działający w ramach Fundacji Pomocy Programów dla Rolnictwa FAPA (<http://www.fapa.com.pl>), której jednym z celów jest działalność analityczno-informacyjna realizowana na rzecz MRiRW. FAMMU przygotowuje szereg raportów, z których za najbardziej przydatne z punktu widzenia prognozy uznać należy cotygodniowe wiadomości i notowania rynkowe dla najważniejszych światowych rynków rolnych, opracowania okresowe dotyczące polskiego handlu artykułami rolno-spożywczymi oraz coroczne raporty poświęcone sytuacji popytowo-podażowej i cenowej na świecie na najważniejszych rynkach rolnych, w tym rynku: zbóż, roślin oleistych, mleka, mięsa wieprzowego, wołowego, czy cukru. W wiadomościach prezentowane są informacje z zakresu instrumentów polityki rolnej i handlowej, oceny sytuacji rynkowej w UE i poza nią, prognozy i inne wydarzenia determinujące funkcjonowanie danych rynków. W notowaniach prezentowane są informacje cenowe z giełd towaro-



wych, rynków hurtowych czy z portów morskich. Wydawane okresowo raporty zawierają syntetyczną analizę funkcjonowania danych rynków.

Najbardziej rozbudowane projekcje dla sektora rolnego, w tym cen rolnych, oferują instytucje, w ramach których przeprowadza się prace nad modelami równowagi cząstkowej. Największą popularność spośród tego typu modeli zyskał rekursywny, dynamiczny model równowagi cząstkowej rolnictwa AGLINK-COSIMO, który powstał w 2004 roku jako połączenie modelu AGLINK, rozwijanego przez OECD, i COSIMO pozostającego w gestii FAO. Model ten w ujęciu terytorialnym obejmuje praktycznie cały świat w podziale na państwa i regiony. Unia Europejska traktowana jest jako jeden agregatowy region. Modelowaniem objęto większość najważniejszych surowcowych rynków rolnych, m.in. rynki zbóż (pszenica, zboża paszowe, ryż), roślin oleistych (różne rośliny; rozdysponowanie na nasiona, pasze i olej), cukru, mleka i jego produktów, mięsa (wołowina, cielęcina, drób, wieprzowina, baranina) czy jaj.

Na podstawie obliczeń modelowych AGLINK-COSIMO konstruowane są i upubliczniane, również na stronach internetowych, scenariusze bazowe i alternatywne w horyzoncie 10 lat (dane roczne). Scenariusz bazowy stanowi projekcję, scenariusze alternatywne służą m.in. ocenie efektów zmian polityki rolnej. Najnowsze i archiwalne projekcje zmian na rynkach surowców rolnych dostępne są w internetowej bazie danych OECD (<http://stats.oecd.org/>) w zakładce „Agriculture and Fisheries”.

Kolejnym modelem równowagi cząstkowej, na podstawie którego publikowane są dziesięcioletnie projekcje cen rolnych w wybranych regionach świata, jest model FAPRI, opracowany przez Instytut FAPRI (Food and Agricultural Policy Research Institute). Różnice w budowie obydwu modeli zostały przedstawione w raporcie nr 52 Programu Wieloletniego [Hamulczuk i inni 2012]. Główny nacisk w przypadku tego modelu położony jest na rynki amerykańskie, gdyż głównym odbiorcą jest senacka komisja ds. rolnictwa, żywienia i leśnictwa oraz komisja ds. rolnictwa Izby Reprezentantów USA, niemniej komponent światowy modelu uwzględnia 26 rynków światowych (Unia Europejska stanowi jeden z regionów). W ramach modelu modelowane są rynki zbóż, roślin oleistych, cukru, biopaliw, mięs i nawozów sztucznych. Poszczególne coroczne publikacje (od 1995 roku) zawierające długoterminowe prognozy dostępne są w formie plików pdf i xls na stronie: <http://www.fapri.iastate.edu/outlook/>.

Projekcje tworzone na podstawie obu powyższych modeli, jak i zawarta w publikacjach analiza zmian na rynkach rolnych, stanowi nieocenione źródło informacji dla każdego uczestnika rynku, w tym analityków. Bazując na projekcjach modelu AGLINK-COSIMO oraz FAPRI warto jednak pamiętać, że ich

trafność zazwyczaj nie jest najwyższa. Analiza prognoz wygasłych tworzonych na podstawie tych modeli wskazuje na daleką od zadowalającej trafność prognoz publikowanych przez OECD-FAO oraz FAPRI. Jest to wynikiem wielu czynników, z których za najważniejsze uznać należy duże uzależnienie sektora rolnego od nagłych szoków podażowych, nieprzewidywalność polityki czy niedoskonałość założeń makroekonomicznych [Hamulczuk i inni 2012].

Godne uwagi są również projekcje przygotowywane przez USDA, w ramach którego prace prowadzi World Agricultural Outlook Board (WAOB) – komitet zajmujący się prognozami sytuacji na światowym rynku rolnym. Na podstronie internetowej USDA, poświęconej wynikom prac prowadzonym przez WAOB (<http://www.usda.gov/oce/commodity/index.htm>) udostępniony jest między innymi cotygodniowy biuletyn „Weekly Weather and Crop Bulletin”, w którym zawarte są aktualne dane o prognozowanych zbiorach w poszczególnych regionach świata. Ważne informacje dotyczące prognoz zmian w sytuacji popytowo-podażowej w USA i na świecie na rynkach m.in. zbóż, roślin oleistych, czy cukru można uzyskać dzięki publikacji „World Agricultural Supply and Demand Estimates” (WASDE).

Informacji dotyczących przewidywanych zmian sytuacji popytowo-podażowej na wybranych rynkach rolnych na świecie warto poszukiwać na stronach internetowych organizacji branżowych. Przykładowo, prognozy dotyczące sytuacji na światowych rynkach zbóż udostępnia w swych raportach także Międzynarodowa Rada Zbożowa (International Grain Council – IGC). Są one dostępne na stronie: <http://www.igc.int/en/Default.aspx>. Na rynku cukru takie prognozy opracowuje międzynarodowa organizacja analizująca rynek cukru International Sugar Organization – ISO.

Istnieje też wiele prywatnych firm zajmujących się analizą sytuacji na wybranych rynkach rolnych. Przygotowują one raporty odnośnie prognozowanych zmian na analizowanych przez siebie rynkach. Do tego typu firm zaliczyć można przykładowo Strategie Grains, Czarnikow, Kingsman S.A. W większości przypadków raporty tego typu firm są odpłatne. Niemniej w ramach możliwości zaprezentowania jakości publikacji własnych, często na stronach internetowych tych firm dopuszcza się możliwość skorzystania z darmowego dostępu do przykładowych, wybranych raportów.

Jednym z liderów informacji o sytuacji na rynkach rolno-żywnościowych jest Informa Agra: <http://www.agra-net.com/portal2/>. Jednym z jej oddziałów jest firma F.O. Licht. Informa Agra oferuje między innymi raporty na temat: rynków zbóż, biopaliw, mleka, polityki rolnej czy rynków środków produkcji. Dużą firmą przygotowującą płatne analizy i raporty, nie tylko z rolnictwa, jest

IHS Global Insight; strona <http://www.ihs.com/products/global-insight/industry-analysis/agriculture/index.aspx>. Analizy i prognozy przygotowywane są w podziale na regiony i produkty. Wśród nich również jest monitoring rynku owoców i warzyw.

### 3.6. Regulacje rynkowe

Niedoskonałość rynków powoduje, że są one objęte dosyć dużym zakresem regulacji państwowych. Interwencja państwa może być prowadzona na wiele różnych sposobów i form wpływając na rynek i jego kategorie (podaż, popyt i ceny). Najczęściej środki te stosowane są z zamiarem podtrzymywania lub podniesienia dochodów. Na kształtowanie się cen oraz wyniki prowadzonej działalności gospodarczej coraz większy wpływ mają normy, polityka w zakresie ochrony środowiska oraz dobrostanu zwierząt. W ostatnich latach na rynkach globalnych obserwuje się wzrost cen i ich zmienności będący w znacznej mierze efektem wzrostu produkcji biopaliw. Wzrost ten jest w dużym stopniu wynikiem zaangażowania państwa w promowanie odnawialnych źródeł energii (OZE), wyrażające się nałożeniem minimalnych limitów w zakresie wykorzystania biopaliw w zużyciu paliw płynnych.

Z tego powodu ważnym źródłem informacji rynkowej są również informacje na temat regulacji i programów rządowych. Dotyczy to zarówno regulacji obecnych, jak i planowanych. Ich znajomość jest niezbędna przy ocenie rynku i przewidywaniu sytuacji rynkowej. Zmiany uregulowań prawnych w zakresie wsparcia rynków mogą istotnie zmienić ekonomiczne warunki funkcjonowania poszczególnych rynków, wpływając na ceny. Z tego powodu istotna jest ewaluacja wpływu zmian poszczególnych mechanizmów polityki sektorowej na ceny, dochody czy produkcję.

Źródłem ewaluacji z reguły są instytucje naukowo-badawcze, agendy rządowe czy inne organizacje i firmy analityczne zajmujące się analizą sektora rolno-żywnościowego. Do takich instytucji należą wspomniane wcześniej FAPRI, USDA, OECD, czy Komisja Europejska. Analizy takie dla Komisji Europejskiej (KE) przeprowadza Institute for Prospective Technological Studies – Joint Research Centre (IPTS-JRC). Wynik tych analiz publikowane są na stronie instytutu Komisji oraz IPTS: [http://ec.europa.eu/dgs/agriculture/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/dgs/agriculture/index_en.htm), <http://ipts.jrc.ec.europa.eu/>.

Pierwotnym źródłem informacji o obowiązujących przepisach są akty prawne zarówno krajowe, jak i unijne. Przepisy z tego zakresu są publikowane

w Dziennikach Ustaw i Dziennikach Urzędowych, a także udostępniane za pośrednictwem serwisów internetowych.

Ważnym krajowym źródłem informacji w tym zakresie jest ARR, która posiada status unijnej agencji płatniczej i uczestniczy w administrowaniu wieloma mechanizmami WPR. Stąd też oferuje również wyczerpującą informację o zakresie i zasadach udzielania wsparcia rynkowego oraz prowadzonych działaniach interwencyjnych. Zakres informacji obejmuje zarówno samo przedstawienie działania mechanizmów, jak i opis bieżących działań ARR, czy działań prowadzonych na szczeblu unijnym. Wyczerpującą informację o zakresie i zasadach udzielania wsparcia rynkowego można znaleźć na stronie internetowej ARR w zakładce „Rynki rolne”, w Biuletynie Informacyjnym ARR, jak również w raportach i prognozach rynkowych (<http://www.arr.gov.pl>).

## **4. Ocena możliwości zastosowania modeli ilościowych do prognozowania cen na wybranych rynkach rolnych**

Dobór modeli ilościowych do prognozowania cen surowców rolnych wynika z wielu czynników. Wydaje się, że najważniejsze to dostępność danych, ich częstotliwość, charakter zmienności, stopień powiązania z innymi czynnikami czy też wpływ rozwiązań instytucjonalnych na proces kształtowania cen. W poniższym rozdziale przedstawimy uwarunkowania leżące u podstaw wykorzystania modeli statystyczno-matematycznych do prognozowania cen na wybranych rynkach rolnych.

### **4.1. Prognozowanie na rynku zbóż i roślin oleistych**

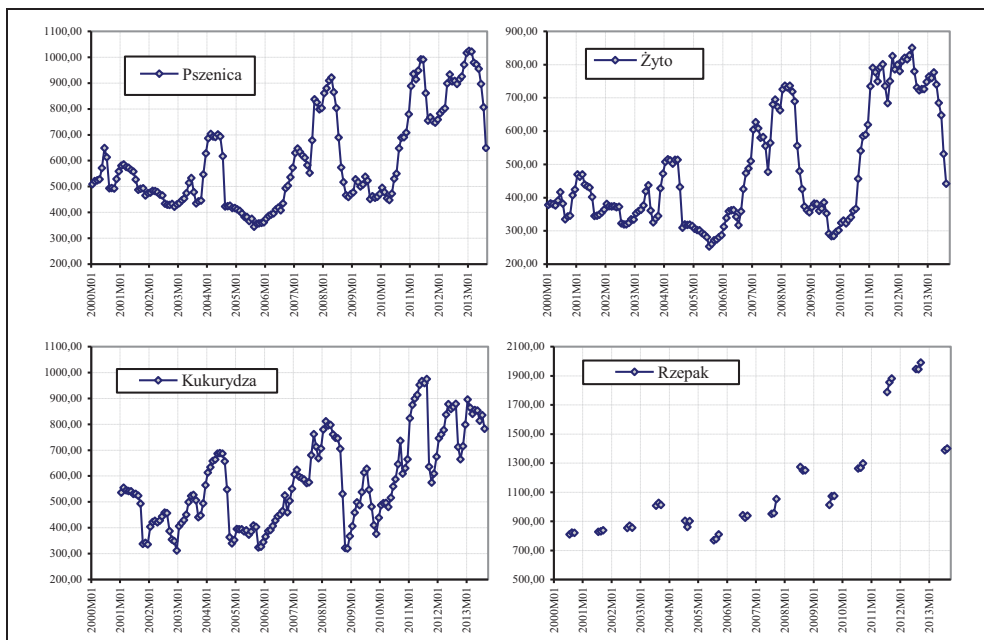
Ceny zbóż i roślin oleistych charakteryzują się dużą zmiennością. Jej uwarunkowania tkwią w szokach egzogenicznych (pogoda) oraz wahaniami produkcji spowodowanej reakcjami rolników na ceny z poprzednich okresów. W ostatnich kilku latach wzrost cen oraz ich zmienności wynika z oddziaływania polityki energetycznej (wzrost popytu i spadek zapasów). Potwierdzają to ceny skupu wg GUS wybranych zbóż oraz ceny rzepaku i rzepiku przedstawione na rysunku 4.1.

Ceny poszczególnych zbóż w Polsce są dosyć silnie skorelowane ze sobą, co widać poprzez fakt, że w podobnych okresach następują wzrosty, jak i spadki. Jednak dynamiki zmian w krótkich okresach różnią się między poszczególnymi zbożami. Wynika to z niepełnej substytucji ich zużycia oraz tym, że w przypadku niektórych zbóż, takich jak żyto czy owies, duże znaczenie odgrywa sytuacja na rynku krajowym. W pozostałych przypadkach (pszenica, kukurydza czy jęczmień) ceny krajowe odzwierciedlają zachowania cen na rynku UE i na rynkach światowych.

Zboża oraz rzepak są roślinami zbieranymi sezonowo stąd też główny obrót ma miejsce w miesiącach tuż po zbiorach. W przypadku rzepaku i rzepiku całkowity skup odbywa się praktycznie w ciągu trzech miesięcy lipiec-wrzesień, co ma swoje przełożenia w braku notowań w pozostałych miesiącach. Z tego powodu praktycznie nie jest widoczna sezonowość w cenach skupu rzepaku. Z kolei ceny zbóż charakteryzują się wahaniami sezonowymi, jednak ich znaczenie jest relatywnie niewielkie w porównaniu do wahań cyklicznych. Najniższe sezonowo ceny występują tuż po zbiorach, a później następuje ich powolny

wzrost do czerwca kolejnego roku. Amplituda takich wahań sięga 15-20 pp. w zależności od rynku.

**Rysunek 4.1. Miesięczne ceny wybranych zbóż i rzepaku w Polsce (w zł/tonę)**



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Dodatkowo na rynku zbóż dochodzi do różnego rodzaju szoków, co ma swoje odzwierciedlenie w nagłych dużych zmianach poziomów cen z okresu na okres, szczególnie po zbiorach. Powoduje to komplikację podczas prognozowania, objawiającą się brakiem spełnienia założeń normalności rozkładu składnika losowego. Rozwiązaniem tego problemu jest albo linearyzacja danych albo użycie zmiennych zerojedynkowych dla uwzględnienia zmian strukturalnych.

Mając na uwadze powyższe uzasadnienia do prognozowania cen zbóż można rekomendować następujące metody:

- Klasyczną dekompozycję szeregu czasowego – metoda ta zasadniczo jest odporna na zmiany strukturalne, można przy okazji wykorzystać wiedzę ekspercką w celu przewidywania składnika cyklicznego.
- Metodę regARIMA ze zmiennymi dla uchwycenia zmian strukturalnych, jest ona oprogramowana w ramach procedury X-12-ARIMA.
- Model Holta z czynnikiem wygładzającym, w tym przypadku jednak należy najpierw z danych wyeliminować sezonowość (klasyczna dekompozycja

lub X-12-ARIMA), zastosować model Holta a następnie dodać do prognozy czynnik sezonowy.

- Długookresowe prognozy cen pszenicy, jęczmienia czy kukurydzy można uzyskać dokonując przełożenia projekcji cen światowych (modele AGLINK-COSIMO, FAPRI) przyjmując pewien kurs walutowy. Alternatywnym rozwiązaniem jest bezpośrednio wykonanie prognozy za pomocą funkcji trendu (przy funkcji trendu można dodać zmiany strukturalne z uwagi na biopaliwa).

Ceny rzepaku są trudniejsze w prognozowaniu ponieważ mamy tylko trzy obserwacje w roku. Zatem w tym przypadku wystarczy zastosować proste modele, takie jak: model Holta, model Holta z czynnikiem tłumiącym. Prognoza na dłuższy okres (dane roczne) może być wykonana w analogiczny sposób jak w przypadku cen zbóż.

## 4.2. Prognozowanie na rynku mleka

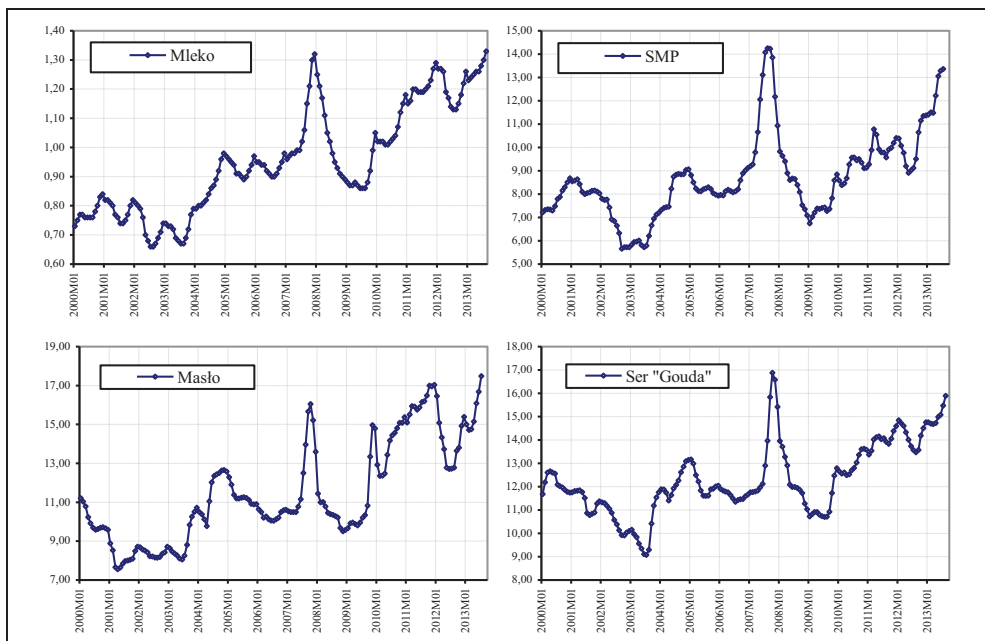
Ceny mleka i artykułów mlecznych podlegają podobnym trendom i wahaniom cyklicznym o podobnej charakterystyce. Widać też wyraźnie nagły wzrost cen każdej z czterech cen w drugiej połowie 2007 roku i równie nagły ich spadek kilka miesięcy później. Rosnący trend cen na rynku mleka jest wynikiem wielu czynników, z których za najważniejszy uznać można wzrost popytu światowego i niska elastyczność cenowa podaży [Hamulczuk i inni, 2012].

Podobieństwo zmienności cen jest efektem wynikającego z technologii produkcji uzależnienia wielkości podaży produkcji poszczególnych wyrobów mleczarskich od podaży mleka. Z drugiej strony należy pamiętać, że najważniejszym czynnikiem wpływającym na ceny krajowe jest zagraniczna cena tych artykułów. Istnieje bowiem bardzo wysoka korelacja cen krajowych z cenami obowiązującymi w Unii Europejskiej czy na rynkach światowych. Dotyczy to zarówno mleka jak i artykułów mlecznych, przy czym ceny mleka w kraju kształtują się na niższym poziomie niż w UE.

Ceny mleka charakteryzują się rosnącym trendem, na który nakładają się wahania cykliczne i sezonowe. W analizowanym okresie ceny nominalne skupu mleka wzrosły w Polsce o ponad 100%, choć dalej są niższe od tych notowanych w „starych” krajach UE. Przy czym obserwuje się dwa dominujące cykle (o długości 3-3,5 roku i o długości około 5,5 roku), będące w części pochodną cykli produkcyjnych na rynku wołowiny. Najwyższe sezonowo ceny mleka płacone producentom rolnym są w grudniu, zaś najniższe w lipcu i sierpniu (amplituda około 8 pp.).

Ceny odtłuszczonego mleka w proszku (SMP), masła i sera podlegają podobnym wahaniom do tych, jakie obserwuje się na rynku mleka surowego. Najważniejszą różnicą jest praktycznie brak sezonowości cen SMP. Ceny sera podlegają wahaniom sezonowym o amplitudzie około 6 pp. z maksimum cenowym w październiku i grudniu oraz minimum w miesiącach letnich. Sezonowe wahania o maksimach w tych samych okresach roku jeszcze silniej oddziałują na ceny masła (amplituda ok. 10 pp.). Należy zauważyć pewne różnice w cyklicznych waniach cen masła i mleka, wynikające z utrzymywania się szczególnie wysokich cen masła w latach 2010-2012.

**Rysunek 4.2. Miesięczne ceny skupu mleka i artykułów mleczarskich w Polsce (w zł/kg)**



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Znaczącą trudnością związaną z prognozowaniem cen na rynku mleka i artykułów mlecznych jest duży wpływ różnego rodzaju szoków na zmienność cenową. Wydaje się, że znaczny stopień regulacji podaży w UE nie oddziałuje w szczególnie silny sposób na ceny, gdyż te ściśle zależą od sytuacji popytowo-podażowej na rynku światowym. Unia Europejska, obok Australii i Nowej Zelandii, jest głównym eksporterem odtłuszczonego mleka w proszku, masła i sera na świecie. Produkcja mleczna tak w Polsce, jak i w UE w porównaniu do innych gałęzi rolnictwa, nie podlega znaczącym wahaniom, stąd można uznać, że większość szoków ma źródło popytowe.



Prognozowanie cen mleka i produktów mlecznych ma swoją specyfikę wyrażającą się tym, że modele są z reguły dobrze dopasowane do danych (dane są wygładzone), ale prognozy w horyzoncie jednego roku nie są już tak dokładne. Średnie błędy prognoz wygasłych na 12 miesięcy naprzód wykonane w latach 2008-2011 wyniosły 14-16%, co i tak jest wartością dwukrotnie niższą niż w przypadku prognoz cen pszenicy [Hamulczuk, Klimkowski 2011]. Możliwe jest również pojawianie się nagłych szoków wyrażających się gwałtownymi zmianami cen (np. lata 2007-2008).

Biorąc pod uwagę wszystkie powyższe uwarunkowania prognozowanie cen mleka i jego produktów może być wykonane na podstawie następujących modeli i podejść:

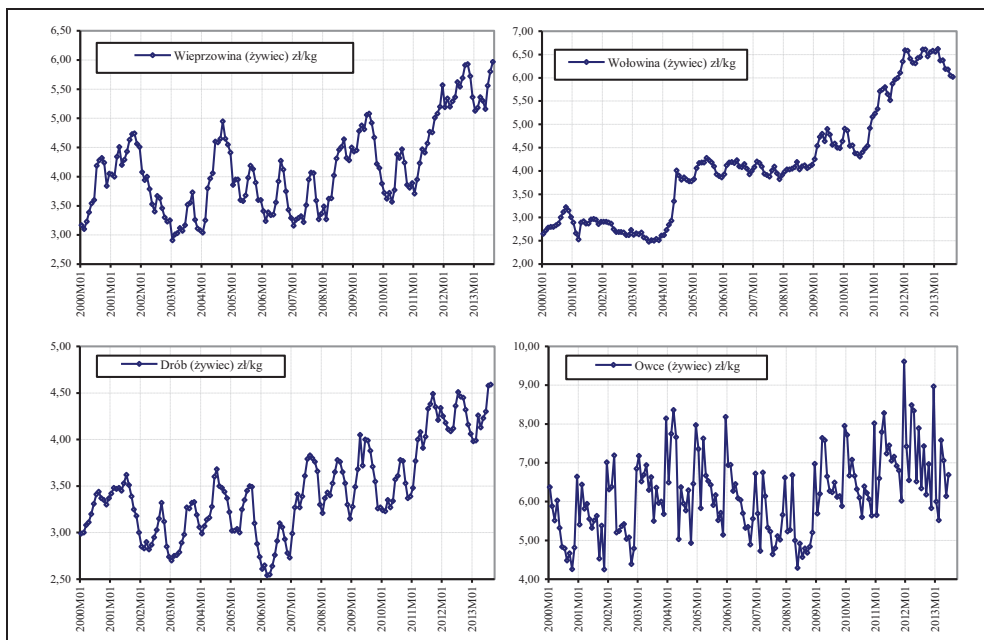
- Klasyczna dekompozycja szeregu czasowego. Jej zastosowanie wiąże się z możliwością eksperckiego przewidywania wahań cyklicznych, które wynikają z wielu czynników: popytowych, ograniczeń produkcyjnych oraz czynników natury psychologicznej (uwaga: w przypadku cen SMP brak jest sezonowości).
- Metodę dekompozycji można zmodyfikować następująco: po eliminacji sezonowości oraz trendu można pozostałą część zmienności prognozować za pomocą modelu Holta z trendem gasnącym lub też na podstawie modelu autoregresji (rzędu 1-3).
- Model Holta-Wintersa z trendem gasnącym jest również możliwy do zastosowania (oprócz cen SMP, gdzie nie ma sezonowości) jednak należy nie dopuszczać do tego aby stała wygładzania dla wahań sezonowych nie była wyższa niż 0,2-0,3.
- Do prognozowania cen można wykorzystać również modele SARIMA oraz regARIMA. Mogą to być modele zarówno z sezonowym, jak i niesezonowym różnicowaniem danych.
- Ceny mleka i produktów mlecznych są skorelowane ze sobą, a cena mleka w skupie jest funkcją cen produktów mlecznych. Stąd też jednym z rozwiązań jest zastosowanie do prognozowania cen modeli bazujących na zależnościach przyczynowo-skutkowych: modeli zgodnych oraz modeli VECM. W tym drugim przypadku uzyskamy prognozę bez konieczności prognozowania zmiennych objaśniających.
- Prognozy długookresowe cen mleka i produktów mlecznych można przyjąć na podstawie projekcji cen światowych odpowiednich towarów. Przy czym nie zawsze w projekcjach FAPRI czy też FAO-OECD są to takie same kategorie jak w Polsce, stąd należy dokonać odpowiednich przeliczeń.

### 4.3. Prognozowanie na rynku mięsa

Szeregi czasowe cen mięsa (ceny żywca płacone producentom rolnym) wskazują, że uwarunkowania kształtowania się cen poszczególnych rodzajów mięs są nieco zróżnicowane (rys. 4.3). Niemniej z uwagi na istnienie Jednolitego Rynku Europejskiego, wszystkie ceny krajowe są ściśle uzależnione od sytuacji popytowo-podażowej w całej Unii.

Ceny wieprzowiny cechuje nieznaczny trend rosnący, którego wielkość wynikać może zresztą w dużym stopniu z faktu, że początek analizowanego okresu zbiega się z dolnym punktem zwrotnym jednego z cykli. Wahania cykliczne decydują bowiem w największym stopniu o zmienności cen żywca wieprzowego. Długość cyklu wynosi mniej więcej 3,5-4 lata. Cykle świńskie są wynikiem, związanego z technologią produkcji, przesunięcia w czasie decyzji produkcyjnych, podejmowanych na podstawie relacji cen żywca i pasz, a dostarczeniem żywca na rynek. Amplituda wahań sezonowych (szczyt w okresie lipiec-wrzesień) wynosi około 16 pp.

Rysunek 4.3. Miesięczne ceny żywca (w zł/kg)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Ceny drobiu podlegały podobnym zmianom jak ceny żywca wieprzowego. Zauważyć można podobny wzorec sezonowości o amplitudzie 13 pp. Po-

dobna (3,5-4 lata) jest również długość wahań cyklicznych. Pewne różnice zauważyć można w przypadku przebiegu trendu, który zmienił kształt na rosnący po roku 2006.

W przypadku cen żywca wołowego, już wstępna analiza graficzna pozwala dostrzec wystąpienie wyraźnego szoku cenowego w roku 2004. Na ceny wołowiny znaczący wpływ miało bowiem przystąpienie Polski do UE. W jego wyniku ceny wzrosły w ciągu kilku miesięcy o ponad 50%. Dzięki temu ceny w Polsce zbliżyły się do cen w UE. Wstąpienie do UE (2004 rok) oraz efekty BSE (2001 rok) są identyfikowane jako typowe zmiany strukturalne. Sezonowość w minimalnym stopniu wpływa na zmiany cen wołowiny.

W przypadku cen skupu owiec za najsilniejsze uznać należy wahania sezonowe, których amplituda sięga 35 pp. Ceny osiągają najwyższe wartości w grudniu, a także maksimum lokalne w marcu i kwietniu, co powiązać należy z sezonowym wzrostem popytu w okresie świątecznym. Zauważyć można również wahania cykliczne o długości ok. 4 lat oraz nieznaczący trend rosnący.

Specyfika prognozowania cen płaconych za żywiec producentom rolnym wynika stąd, że poszczególne gatunki mięsa są dobrami substytucyjnymi. Zatem muszą istnieć między ich cenami silne zależności. Jednak dane wskazują, że to jedynie ceny drobiu i ceny wieprzowiny mają zbliżony przebieg (trend, cykl, sezonowość). Ceny wołowiny charakteryzują się dużą podatnością na szoki (przykład BSE, integracja z UE, uregulowania handlu międzynarodowego). Z kolei ceny drobiu charakteryzują się dużą sezonową zmiennością. To powoduje, że prognozowanie tych cen może odbywać się na podstawie różnych modeli lub też z różnymi specyfikacjami.

W powyższym świetle do prognozowania cen mięsa można rekomendować następujące metody ilościowe:

- W szeregach cen wieprzowiny, drobiu czy baraniny brak jest większych zmian strukturalnych stąd też można je prognozować na podstawie większości modeli przewidzianych do prognozowania zjawisk z wahaniami sezonowymi i trendem (i cyklicznością).
- Ceny wołowiny charakteryzują się nagłymi skokami stąd przed ich prognozowaniem wymagana jest linearyzacja danych z uwagi na szoki w roku 2004 (wejście do UE) i 2001 (BSE). Z omawianych w rozdziale trzecim modeli bezpośrednio można jedynie zastosować model regARIMA.
- Klasyczną dekompozycję szeregu czasowego można proponować szczególnie w przypadku cen wieprzowiny i drobiu, gdzie wahania cykliczne mają znaczący udział w zmienności danych.

- Jednym z rozwiązań przy prognozowaniu cen mięsa jest eliminacja wahań sezonowych (klasyczna dekompozycja lub X-12-ARIMA), a następnie zastosowanie modelu ARIMA lub modelu Holta z trendem gasnącym.
- Metodę regARIMA również można używać do prognozowania cen drobiu, wieprzowiny i baraniny. Obok ujęcia dynamiki trendu i sezonowości umożliwia ona uchwycenie efektu ruchomych Świąt Wielkanocnych (wzrost popytu w tym okresie).
- Do prognozowania cen można też wykorzystać modele ekonometryczne z trendem, zmiennymi zerojedynkowymi oraz opóźnieniami autoregresyjnymi.
- Długookresowe projekcje cen światowych wszystkich wymienionych gatunków mięsa są dostępne w raportach FAO-OECD, FAPRI czy USDA. Nie jest problemem przełożenie tego na ceny krajowe, należy jedynie przyjmując pewien kurs walutowych (autorsko lub też na podstawie innych źródeł).

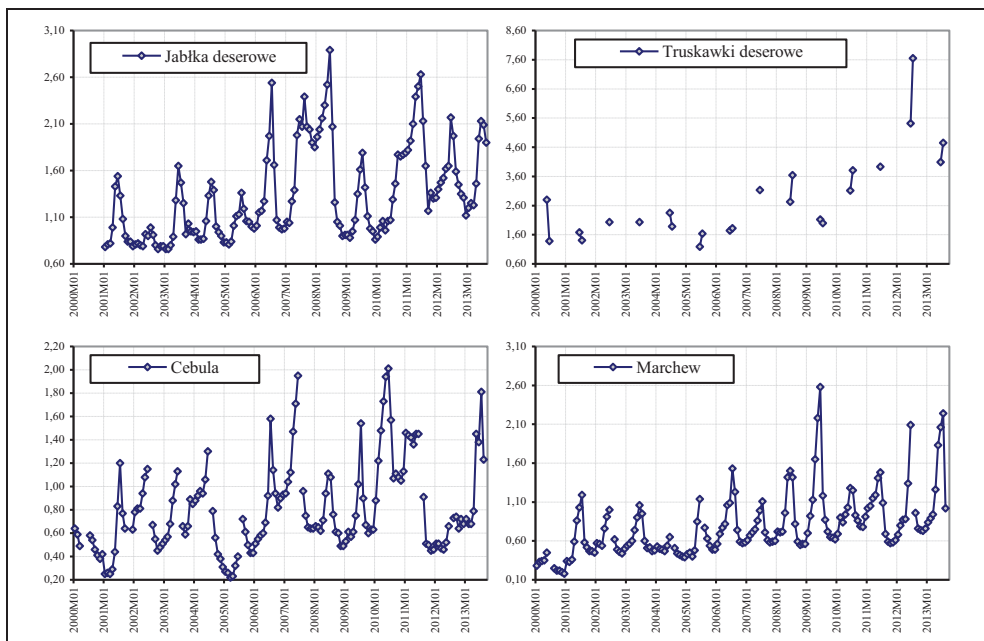
#### 4.4. Prognozowanie cen na rynku owoców i warzyw

Na tle cen na powyżej analizowanych rynkach, ceny na rynku owoców i warzyw wyróżniają się wyraźną specyfiką. Przede wszystkim, dominująca jest rola wahań sezonowych. W przypadku większości owoców i sporej części warzyw w oficjalnych statystykach ceny notowane są tylko w trakcie trwania sezonu, czyli dostępne są najczęściej 2-3 obserwacje w trakcie roku. Mamy też do czynienia ze znacznym zróżnicowaniem cen w obrębie jednego produktu. Przykładem mogą tu być ceny różnych odmian jabłek. Dlatego też często stosuje się agregatowe miary cen, będące średnią cen dla różnych odmian danego produktu. Ważny jest też podział na uprawy, których produkcję można zwiększyć z roku na rok (np. truskawka), i tych, w przypadku których znaczące zwiększenie produkcji jest możliwe dopiero po dłuższym czasie (np. jabłka). Należy też pamiętać, że zbiory większości produkowanych w naszym kraju owoców i warzyw są bardzo mocno uzależnione od czynników pogodowych, co decyduje o znacznej zmienności wolumenu produkcji, a co za tym idzie wahałości cen.

Na rysunku 4.4 przedstawiono ceny tylko wybranych owoców i warzyw w Polsce po to, aby pokazać specyfikę danych, ich zmienność i problemy aplikacji. W efekcie sezonowości produkcji i znacznych kosztów przechowywania, ceny jabłek deserowych podlegają silnym wahaniom sezonowym. Ich amplituda wynosi ok. 50 pp. Najwyższe ceny jabłka osiągają w czerwcu i lipcu, zaś najniższe od października do stycznia. Obserwuje się również trend rosnący oraz wahania cykliczne o nieregularnej długości, będące wynikiem okresowych wzrostów ceny w wyniku szoków podażowych, czego przykładem jest spadek produkcji w roku 2007.

Ceny truskawek deserowych notowane są raz, bądź dwa razy do roku, w okresie zbiorów. Z tego też powodu nie analizuje się wahań sezonowych. Widoczny jest wyraźny trend rosnący oraz będący wynikiem słabszych wyników produkcyjnych wzrost cen w roku 2012.

Rysunek 4.4. Miesięczne ceny wybranych owoców i warzyw (w zł/kg)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

W przypadku rynku cebuli i marchwi widać pewne podobieństwa kształtowania się cen. W obu przypadkach szeregi czasowe są nieciągłe. Najczęściej brak jest informacji o cenach w lipcu, gdy rozpoczyna się zbiór tych warzyw. Ceny tych warzyw podlegają też podobnym, bardzo silnym wahaniom sezonowym. Ceny notowane w czerwcu są blisko (cebula) lub ponad (marchew) dwukrotnie wyższe niż ceny pod koniec roku. Wahania sezonowe zdecydowanie dominują nad zmianami będącymi konsekwencją podążania za trendem, czy wahaniami sezonowymi bądź przypadkowymi.

Prognozowanie cen owoców i warzyw uwarunkowane jest nieco odmiennymi czynnikami niż prognozowanie cen mięsa czy zbóż. Po pierwsze, wynika to z sezonowej podaży i braku obrotu większością towarów poza sezonem. Przez to skróceniu ulegają szeregi czasowe cen co uniemożliwia zastosowanie wielu modeli statystycznych. Zasadniczo chodzi o przewidzenie cen w kolejnym sezonie. Po drugie, ceny krajowe są w większości przypadków w większym stopniu determinowane uwarunkowaniami krajowymi niż sytuacją na rynkach

zagranicznych. Głównie chodzi o podaż wynikającą z uwarunkowań atmosferycznych. To z kolei objawia bardzo dużą zmiennością tych cen.

Mając na uwadze powyższe uwarunkowania prognozowanie cen owoców i warzyw może odbywać się w następujący sposób:

- W przypadku cen produktów dla których posiadamy wszystkie dane (np. jabłka, marchew, rys. 4.4.) można stosować modele które zostały omówione w rozdziale 3. Chodzi jednak o wybranie modelu odpowiedniego do prawidłowości występujących w danych. Chodzi głównie o komponent sezonowy, stąd potencjalne modele to: model dekompozycji szeregu czasowego, model SARIMA i regARIMA czy model ekonometryczny z trendem i zerojedynkowymi zmiennymi sezonowymi oraz komponentem autoregresyjnym.
- Jeżeli mamy do czynienia z produktami, w których tylko brakuje kilku obserwacji (takimi jak cebula, rys. 4.4) w roku, wówczas brakujące dane można uzupełnić z wykorzystaniem jednej z technik interpolacyjnych (np. liniowej interpolacji). Po takim zabiegu zasadniczo też można stosować odpowiednie metody ilościowe.
- W przypadku produktów, dla których ceny są notowane tylko w kilku miesiącach w roku, prognozowanie zmierza właściwie do określenia ceny w sezonie. Można zatem potraktować takie dane jako posiadające np. 2-3 obserwacje w roku i próbować dokonać analizy tendencji z wykorzystaniem prostych modeli: funkcji trendu, prostego modelu wygładzania wykładniczego czy też modelu Holta. Jeżeli prognozujemy kilka miesięcy wcześniej przed zbiorami (ryzyko pogodowe jest duże) wówczas prognozy można założyć na poziomie obserwowanego trendu wynikającego z modelu. Czasami może w takich szeregach czasowych pojawić się sezonowość (ceny na początku i na końcu sezonu mogą być wyższe niż w pełni sezonu) wówczas należy dodatkowo oszacować sezonowość i ująć ją w modelu (np. model dekompozycji sezonowej). W przypadku, gdy zbliżamy się do okresu zbiorów takie prognozy można korygować w sposób ekspercki ze względu na wpływ czynników losowych.
- Dużą rolę w prognozowaniu cen owoców i warzyw odgrywają jednak informacje nieformalne (pogoda, sytuacja na rynkach światowych, wprowadzenie restrykcji handlowych lub ich zniesienie). Stąd też modelowanie ilościowe stanowi tylko wstęp do prognozowania eksperckiego.

## Podsumowanie

Prognozowanie stanowi ważny element systemu informacyjnego w obszarze agrobiznesu. Uczestnicy rynku, dane i informacje rynkowe, kanały przepływu informacji oraz techniki przetwarzania danych i wyznaczania prognoz tworzą tzw. system prognostyczny. Jest on z natury rzeczy w gospodarce rynkowej systemem rozproszonym. Rola państwa powinna sprowadzać się jedynie do zagwarantowania równego dostępu do informacji. Przewidywanie zmian zachodzących na rynku należy już do poszczególnych jego uczestników. Prognozowanie bowiem, podobnie jak odkrywanie cen, jest z natury kwestią mikroekonomiczną.

Zakres informacji rynkowej obejmuje zarówno dane, jak i inne informacje niemające charakteru liczbowego. Pełnią one funkcje analityczno-deskryptywne, prognostyczne i kontrolne. Funkcja prognostyczna wiąże się z oceną przyszłych relacji na poszczególnych rynkach rolnych. Pomaga ona zmniejszyć ryzyko rynkowe, właściwie planować produkcję oraz dostosować się zawczasu do zmian w mechanizmach polityki ekonomicznej.

Informacje odnoszące się do rynków surowców rolnych pochodzić mogą zarówno ze źródeł krajowych, jak i zagranicznych. Do najważniejszych źródeł krajowych należy zaliczyć GUS, MRiRW, IERIGŻ-PIB, ARR, FAPA czy giełdy towarowe i rynki hurtowe. Równie istotne są źródła zagraniczne. Ich duża rola wynika z faktu silnego powiązania rynków surowcowych w Polsce z rynkami światowymi. Polskę należy traktować jako małą, otwartą gospodarkę, w której ceny krajowe są ustalane na podstawie globalnej sytuacji popytowo-podażowej, zaś uwarunkowania krajowe powodują jedynie niewielkie ich odchylenia od tendencji światowych. Stąd należy śledzić na bieżąco sytuację na rynkach światowych, analizować raporty i prognozy przygotowywane przez instytucje publiczne oraz firmy prywatne. Uczestnicy rynku powinni jednak podchodzić do prezentowanych prognoz (np. z modeli równowagi cząstkowej) w sposób ostrożny, gdyż ich trafność bywa daleka od zadowalającej. Niemniej jednak, uzasadnienia i dane towarzyszące publikowanym raportom i prognozom stanowią dobre wyjście do sformułowania własnych sądów na temat przyszłości.

Prognozowanie cen surowców rolnych może odbywać się przy wykorzystaniu wielu metod. Są to zarówno metody oparte na modelach ilościowych, jak i jakościowe metody bazujące na ekspertyzach indywidualnych i zespołowych. W praktyce dominuje jednak łączenie tych dwóch podejść. Polega to najczęściej na wykorzystywaniu różnych analiz ilościowych jako podstawy formułowania

wniosków końcowych przez ekspertów lub też na korygowaniu przez ekspertów prognoz otrzymywanych przy wykorzystaniu modeli ilościowych.

Rodzaj modeli zalecanych do prognozowania cen na poszczególnych rynkach towarowych wynika jednak z dostępności i kompletności danych, prawidłowości w zakresie struktury szeregów czasowych, występowania wiarygodnych i aktualnych danych, jak też wiedzy uczestników rynku i analityków. Czynniki te mogą w znaczący sposób ograniczać możliwości zastosowania skomplikowanych procedur obliczeniowych. Optymalną strategią w przypadku braku wiedzy w zakresie skomplikowanych procedur prognostycznych wydaje się być wykorzystanie prostych modeli umożliwiających poznanie prawidłowości zmian cen w czasie, takich jak model dekompozycji szeregu czasowego cen, analiza regresji oraz badanie korelacji wzajemnych, co stanowić może punkt wyjścia do prognozowania cen. Można tym samym łączyć twarde fakty liczbowe będące pochodną zastosowanych modeli z pozastatystyczną wiedzą prognosty. Modele proste łatwiej zastosować jest również w przypadku brakujących danych.

Wśród modeli bardziej zawansowanych do prognozowania cen surowców rolnych można polecać jednorównaniowe dynamiczne modele szeregów czasowych, model wektorowej autoregresji oraz modele korekty błędem. Niektóre z nich są oprogramowane w darmowych pakietach statystycznych (GRET, R, czy DEMETRA+). Korzystanie z tych programów zmniejsza koszty zastosowania takich modeli przez szerszą grupę uczestników rynku. Jednak, jak pokazują niektóre badania, samo użycie bardziej złożonych procedur nie zawsze jest jednoznaczne z poprawą dokładności prognoz. Wadą złożonych modeli jest również traktowanie modelu przez prognostę jako czarnej skrzynki i brak zrozumienia mechanizmów, na jakich model taki się opiera. Stąd też może występować opór przed uznaniem takich prognoz za wiarygodne.



## Literatura

1. Beynon-Davies P., *Inżynieria systemów informatycznych*, WNT, Warszawa 1999.
2. Bisgaard S., Kulahci M., *Time Series Analysis and Forecasting by Example*, John Wiley&Sons, New Jersey 2011.
3. Blanco-Fonseca M., *Literature Review of Methodologies to Generate Baselines for Agriculture and Land Use*, WP4 Baseline, Deliverable: D4.1. Common Agricultural Policy Regional Impact – The Rural Development Dimension. JRC, IPTS, 2010.
4. Borkowski B., Dudek H., Szczesny W., *Ekonometria. Wybrane zagadnienia*, PWN, Warszawa 2004.
5. Borkowski B., *Systemy informacyjne w rolnictwie na potrzeby Wspólnej Polityki Rolnej*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2003.
6. Box G.E.P., Jenkins G.M., *Analiza szeregów czasowych. Prognozowanie i sterowanie*, PWN, Warszawa 1983.
7. Chantreuil F., Hanrahan K.F., van Leeuwen M. (red.), *The Future of EU Agricultural Markets by AGMEMOD*, Springer 2012.
8. Cieślak M. (red.), *Prognozowanie gospodarcze: metody i zastosowania*, PWN, Warszawa 2005.
9. Cieślak M., *Nieklasyczne metody prognozowania*, PWN, Warszawa 1983.
10. Conforti P., *The Common Agricultural Policy in main Partial Equilibrium models*, Osservatorio sulle Politiche Agricole dell'UE, INEA, Working Paper No. 8, 2001.
11. Czerwiński Z., Guzik B., *Prognozowanie ekonometryczne*, PWE, Warszawa 1980.
12. Dittmann P., *Prognozowanie w przedsiębiorstwie. Metody i ich zastosowanie*, Wydanie IV, Oficyna Wolters Kluwer Business, Kraków 2008.
13. Falk B., Roy A., *Forecasting using the trend model with autoregressive errors*, International Journal of Forecasting 21, 2005.
14. Farnum N.R., Stanton L.R., *Quantitative Forecasting Methods*, PWS-Kent Publishing Company, Boston 1989.
15. Findley D., Monsell B., Bell W., Otto M., Chen M., *New Capabilities and Methods of the X-12-ARIMA Seasonal Adjustment Program*, Journal of Business and Economic Statistics, 1998.
16. Gajda B.J., *Prognozowanie i symulacje a decyzje gospodarcze*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2001.

17. Gardner E.S., Jr., McKenzie E., *Forecasting trends in time series*, Management Science, 31, 1985.
18. Grabowski M., Zajac A., *Dane, informacja, wiedza – próba definicji*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, nr 798, 2009.
19. Hamulczuk M., Stańko S., *Problemy prognozowania w agrobiznesie*, [w:] *Zarządzanie ryzykiem cenowym a możliwości stabilizowania dochodów producentów rolnych – aspekty poznawcze i aplikacyjne*, red. M. Hamulczuk, S. Stańko, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2009.
20. Hamulczuk M., Klimkowski C., *Weryfikacja empiryczna metod prognostycznych*, [w:] *Prognozowanie cen surowców rolnych z wykorzystaniem modeli szeregów czasowych*, red. M. Hamulczuk, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2011.
21. Hamulczuk M., Stańko S., *Prognozowanie cen surowców rolnych – uwarunkowania i metody*, Komunikaty, Raporty Ekspertyzy, nr 547, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2011.
22. Hamulczuk M., Gędek S., Klimkowski C., Stańko S., *Prognozowanie cen surowców rolnych na podstawie zależności przyczynowych*, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2012.
23. Hamulczuk M., *Analiza i prognozowanie cen surowców rolnych. Przykładowe ujęcia z wykorzystaniem programu GRETL*, Komunikaty, Raporty, Ekspertyzy, nr 561, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2013.
24. Hicks J.O., *Management Information System: a user perspective*, 3rd Ed. West Publishing Minneapolis MN, 1993.
25. Klein L.R., *Wykłady z ekonometrii*, PWE, Warszawa 1982.
26. Knight A.V., Silk D.J., *Managing Information*, McGraw-Hill, London 1990.
27. Kufel T., *Ekonometria. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem programu GRETL*, PWN, Warszawa 2007.
28. Kusideł E., *Modelowanie wektorowo-autoregresyjne VAR*, [w:] *Metodologia i zastosowanie w badaniach ekonomicznych*, Absolwent, Łódź 2000.
29. Lütkepohl H., Kräätzig M., *Applied Time Series Econometrics*, Cambridge University Press, 2007.
30. Mahmoud E., *Accuracy in Forecasting. A Survey*, Journal of Forecasting, nr 3, 1984.
31. Makridakis S., Hibon M., *Accuracy of Forecasting. An Empirical Investigation*, Journal of the Royal Statistical Society, 1979.
32. Makridakis S., Wheelwright S.C., Hyndman R.J., *Forecasting. Methods and Applications*, John Wiley & Sons, New York 1998.
33. Milo W., *Szeregi czasowe*, PWE, Warszawa 1990.
34. *Nowa Encyklopedia Powszechna PWN*, t. 8, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004.

35. Nowak E., *Problem informacji w modelowaniu ekonometrycznym*, PWN, Warszawa 1990.
36. Nowicki A. (red.), *Informatyka ekonomiczna*, Wydawnictwo Wydawnictwa Akademii Ekonomicznej im. O. Langego we Wrocławiu, 1998.
37. Ord K., Fildes R., *Principles of Business Forecasting*, South-Western Cengage Learning 2013.
38. Osińska M. (red.), *Ekonometria współczesna*, Dom Organizatora, Toruń 2007.
39. Pawłowski Z., *Zasady predykcji ekonometrycznej*, PWN, Warszawa 1982.
40. Rembisz W., *Ubezpieczenie dochodów rolniczych, [w:] Zarządzanie ryzykiem cenowym a możliwości stabilizowania dochodów producentów rolnych – aspekty poznawcze i aplikacyjne*, red. M. Hamulczuk, S. Stańko, IERIGŻ-PIB, Warszawa 2009.
41. Sims C.A., *Macroeconomics and Reality*, *Econometrica* 49, 1980.
42. Stańko S. (red.), *Prognozowanie w agrobiznesie. Przykłady zastosowania*, SGGW, Warszawa 2013.
43. *System informacji rolniczej w krajach Unii Europejskiej*, FAPA, SGGW Centrum Naukowo-Wdrożeniowe, Warszawa 2000.
44. Taylor J.W., *Exponential Smoothing with a Damped Multiplicative Trend*, *International Journal of Forecasting*, 2003, Vol. 19.
45. Tongeren, F., van Meijl H., van Surry Y., *Global models applied to agricultural and trade policies: A review and assessment*, *Agricultural Economics*, nr 26, 2001.
46. Tsay R.S., *Analysis of Financial time series*, Willey 2010.
47. Witkowska D., *Podstawy ekonometrii i teorii prognozowania*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2005.
48. *X-12-ARIMA Reference Manual*, version 0.3, US. Bureau of the Census, 2011, <http://www.census.gov/ts/x12a/v03/x12adocV03.pdf>
49. Zeliaś A., Pawełek B., Wanat S., *Prognozowanie ekonomiczne. Teoria przykłady zadania*, PWN, Warszawa 2003.
50. Zieliński Z., *Liniowe modele ekonometryczne jako narzędzie opisu i analizy przyczynowych zjawisk ekonomicznych*, Wyd. UMK, Toruń 1991.



**EGZEMPLARZ BEZPŁATNY**

*Nakład 500 egz., ark. wyd. 4,07  
Druk i oprawa: EXPOL Włocławek*