

Wprowadzenie

1.1 Czym zajmuje się ekonometria?

Pierwsze pytanie, jakie zadaje sobie student zaczynający kurs ekonometrii, brzmi zapewne następująco: czego dotyczy ten przedmiot? Nazwa *ekonometria* może być nieco myląca - sugeruje, że ekonometrycy zajmują się mierzeniem wielkości ekonomicznych takich jak PKB czy inflacja. Mierzeniem takich zmiennych zajmują się jednak statystycy ekonomiczni. Ekonometrycy wykorzystują zebrane przez nich dane do badania zależności ilościowych między zmiennymi ekonomicznymi.

Ekonomia, wychodząc z założenia o racjonalności jednostek, tworzy teorie, z których wynikają pewne wnioski na temat zachowań podmiotów ekonomicznych. Teorie te mają charakter jakościowy. Na przykład, prawo popytu i podaży mówi, że wraz ze wzrostem ceny maleje popyt a rośnie podaż. Na podstawie teorii nie da się ustalić, o ile dokładnie spadnie popyt w reakcji na podniesienie ceny. Istnieje także pewna kategoria dóbr (dobra Giffena), na które popyt może rosnać wraz ze wzrostem ceny. Na pytanie o wrażliwość popytu na zmianę ceny oraz o istnienie dóbr Giffena możemy odpowiedzieć jedynie obserwując rzeczywiste zachowania konsumentów.

Ekonometria zajmuje się nie tylko szacowaniem ilościowych zależności między zmiennymi ekonomicznymi, ale także empiryczną weryfikacją teorii ekonomicznych. Analizując funkcję popytu ekonometryk może oszacować elastyczność cenową popytu oraz zweryfikować hipotezę o jej ujemnym znaku.

Stosowane przez ekonometrię metody oparte są na statystyce matematycznej. Od innych zastosowań statystyki matematycznej ekonometrię odróżnia przedmiot badań i charakter analizowanych danych. Ekonometrycy jedynie w wyjątkowych przypadkach analizują dane eksperymentalne. W większości przypadków wykorzystywane w badaniach dane powstają poza ich kontrolą w instytucjach takich, jak urzędy statystyczne bądź organizacje międzynarodowe.

1.1.1 Typy zbiorów danych

W badaniach ekonometrycznych korzysta się z danych zebranych w bardzo różny sposób. Najczęściej analizuje się *próby przekrojowe* i *szeregi czasowe*. Próba przekrojowa po-

wstaje jako wynik ankiety przeprowadzonej w danym momencie czasu dla pewnej grupy respondentów. Jest to więc próba, która dotyczy wielu obiektów ale pochodzi z jednego momentu czasu. W tym opracowaniu przyjęto zasadę, że liczba obserwacji w próbie przekrojowej oznaczana jest przez N a indeks obserwacji oznaczany jest przez i . Innym typem danych jest szereg czasowy. Szereg czasowy zawiera obserwacje dotyczące jednego obiektu w kolejnych okresach czasu. W przypadku szeregów czasowych przyjęło się oznaczać liczebność próby (długość szeregu czasowego) przez T i indeksować poszczególne obserwacje używając indeksu t .

Okazuje się, że metody ekonometryczne mające zastosowanie w przypadku analizy prób przekrojowych różnią się dosyć znacznie od tych, które stosuje się przy analizie szeregów czasowych. Ponieważ analiza ekonometryczna w przypadku szeregów czasowych jest znacznie bardziej skomplikowana niż w przypadku prób przekrojowych, na początku skupimy się na metodach mających zastosowanie w przypadku prób przekrojowych.

1.1.2 Dane ekonomiczne

Podstawowym problem przy analizie danych ekonomicznych jest wyodrębnienie wpływu poszczególnych czynników na analizowane zjawisko. Nie jest to proste, ponieważ poszczególne obserwacje różnią się jednocześnie pod względem wielu charakterystyk.

Przykład 1.1 Szacowanie skali dyskryminacji płacowej kobiet¹

Zacznijmy od porównania średnich płac kobiet i mężczyzn. Średnie płace dla kobiet i mężczyzn pracujących w sektorze przedsiębiorstw znajdują się w tabeli 1.1.

Na tej podstawie można by uznać, że w wyniku dyskryminacji płaca kobiet jest średnio niższa od płacy mężczyzn o około 503 zł. Wniosek ten nie jest jednak prawidłowy. Dyskryminacja ze względu na płeć ma miejsce, gdy kobiety otrzymują niższe wynagrodzenie, niż mężczyźni o *tych samych kwalifikacjach*. Niższe wynagrodzenie kobiet może więc wynikać z ich gorszych - z punktu widzenia rynku pracy - charakterystyk. Z tabeli 1.2 wynika, że staż pracy kobiet jest średnio krótszy od stażu mężczyzn. Można na tej podstawie postawić tezę, że niższe zarobki kobiet są wynikiem ich krótszego stażu pracy.

Tabela 1.1: Średnia płaca (w zł)	
Średnia płaca	
mężczyźni	2561.2638
kobiety	2058.7708

Tabela 1.2: Średni staż (w latach)	
Średni staż	
mężczyźni	18.94416
kobiety	18.13153

Zasygnalizowany w przykładzie problem wynika z nieeksperymentalnego charakteru analizowanych danych. W przypadku danych eksperymentalnych badamy wpływ czynnika na badane zjawisko kontrolując wielkość innych czynników potencjalnie zakłócających wynik naszego eksperymentu. Przykładowo: badając wpływ temperatury na opór elektryczny w danym materiale staramy się w trakcie eksperymentu utrzymywać stałe napięcie prądu.

Niestety, w przypadku danych ekonomicznych z reguły nie jest możliwe kontrolowanie czynników zakłócających wynik. Bardzo trudne jest na przykład dobranie próby składającej się z osób, które mają identyczne wszystkie charakterystyki poza płcią. W przypadku danych makroekonomicznych jest to zupełnie niemożliwe - wymagałoby to wskazania dwóch lat, w których stan gospodarki byłby taki sam pod względem wszystkich charakterystyk poza

¹Dane GUS z ankiety Z12, grudzień 2002

jedną. W trakcie wykładu poznamy Metodę Najmniejszych Kwadratów (MNK), która umożliwia odróżnienie wpływu interesującej nas zmiennej od wpływu zmiennych zakłócających wynik.

Przykład 1.2 (c.d. 1.1) Szacowanie skali dyskryminacji płacowej kobiet - MNK

Za pomocą MNK uzyskano oszacowania wpływu płci i stażu znajdujące się w tabeli 1.3.

Tabela 1.3: Wpływ stażu na wynagrodzenie	
wpływ	Współczynnik
dotatkowego roku stażu	22.420
bycia kobietą	-484.273

Z tabeli 1.2 wynika, że kobiety mają średnio krótszy staż pracy niż mężczyźni. Z kolei z tabeli 1.3 możemy odczytać, że staż pracy ma dodatni wpływ na płacę. Wyjaśnia to, dlaczego uzyskano niższe oszacowanie wpływu dyskryminacji na płacę przy uwzględnieniu krótszego stażu kobiet (patrz: tabela 1.3). Problem, który analizujemy, można jednak nieco bardziej skomplikować. W Polsce kobiety są lepiej wykształcone niż mężczyźni, a zarabiają mniej. Czy oszacowanie wpływu dyskryminacji uzyskane bez uwzględnienia wpływu wykształcenia kobiet zaniża rzeczywistą skalę dyskryminacji? Po uwzględnieniu wpływu wykształcenia na zarobki uzyskujemy wyniki z tabeli 1.4. Z tabeli (1.4) wynika, że w 2002 roku kobieta zarobiła średnio o 747 zł mniej niż mężczyzna o identycznym stażu pracy i wykształceniu!

Tabela 1.4: Wpływ stażu i wykształcenia na wynagrodzenie	
wpływ	Współczynnik
dotatkowego roku stażu	32.712
bycia kobietą	-747.170
wykształcenia	(na razie pomijamy te współczynniki)

Powyższy przykład pokazuje, że uwzględnienie dodatkowych czynników wpływających na analizowane zjawisko (w tym przypadku płacę) może istotnie wpłynąć na uzyskane wnioski. W jaki jednak sposób dobierać te dodatkowe czynniki? Odpowiedzi na to pytanie powinniśmy szukać w teorii ekonomii. Teoria ekonomii sugeruje np., że zarówno staż pracy jak i wykształcenie mogą mieć dodatni wpływ na poziom zarobków. Inne czynniki (jak na przykład znak zodiaku) można na podstawie teorii uznać za nie mające istotnego wpływu na poziom zarobków. Sam dobór czynników wpływających na płacę nie wystarcza do przeanalizowania danych na temat wysokości płacy. Potrzebujemy do tego dodatkowego narzędzia umożliwiającego bardziej szczegółowe przeanalizowanie zależności między płacą a płcią pracownika oraz innymi czynnikami, które mogą wpływać na płacę.

1.1.3 Model ekonometryczny

Narzędziem, którego ekonometrycy używa do analizy danych jest *model ekonometryczny*. Dane zazwyczaj nie mówią "same za siebie". Oszacowania omówione w poprzednim podrozdziale uzyskano na podstawie 6513 obserwacji. Przeanalizowanie każdej z tych obserwacji z osobna byłoby w praktyce niemożliwe. Dzięki policzeniu średnich jednostkowe dane dotyczące płac dla kobiet i mężczyzn sprowadzone zostały do dwóch liczb. Analizując te liczby możemy sformułować pewne ogólne wnioski na temat relacji między płacami kobiet i mężczyzn. Przy okazji uśredniania obserwacji gubimy jednak część informacji zawartej w danych. Jeśli jednak stracona informacja nie ma związku z postawionym pytaniem badawczym, to nie stanowi to większego problemu.

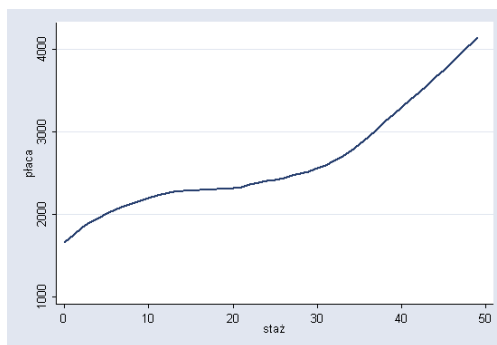
Model można traktować jako pewien sposób opisu danych, który za pomocą niewielkiej liczby oszacowanych parametrów umożliwia syntetyczne uchwycenie najważniejszych zależności zachodzących między obserwowanymi zmiennymi.



Sztuka modelowania polega na tym, by tworząc model wychwycić najistotniejsze czynniki a pominać te, które są nieistotne w ramach stawianego pytania badawczego.

Przykład 1.3 (c.d. 1.1) Szacowanie skali dyskryminacji płacowej kobiet - założenia upraszczające

Analizując wpływ płci na płace posłużyliśmy się w rzeczywistości kilkoma modelami. Najpierw założyliśmy, że na zarobki kobiet i mężczyzn wpływa tylko płeć i oszacowaliśmy ten wpływ za pomocą średnich. Później oszacowaliśmy model, w którym na zarobki poza płcią wpływał dodatkowo staż. Na końcu oszacowaliśmy model, w którym uwzględniliśmy jeszcze poziom wykształcenia respondentów. Rzeczywistość jest jeszcze bardziej skomplikowana - na zarobki wpływa więcej czynników niż tylko płeć, staż i wykształcenie. Dodatkowo, zależność między płacą a stażem nie musi być liniowa. Jeśli policzymy średnie zarobki dla osób o określonej długości stażu i przedstawimy je na wykresie, to zobaczymy, że zależność między płacami a długością stażu nie jest idealnie liniowa (rys. 1.1). Bardziej skomplikowany model, który uwzględniałby ten efekt dałby prawdopodobnie inne oszacowanie wielkości dyskryminacji.



Rysunek 1.1: Zależność między stażem a wysokością wynagrodzenia

Model powinien być dostosowany do celu badania. Choć teoretycznie powinien on uwzględniać wszystkie czynniki wpływające na analizowane zjawisko, to w rzeczywistości model taki byłby tak skomplikowany, że w praktyce nieużyteczny.

1.1.4 Etapy badania ekonometrycznego

Przystępując do badania empirycznego powinno się sformułować hipotezy badawcze oraz cel badania. Często jest to etap decydujący o powodzeniu badań. Źle sformułowany cel badania bądź niemożliwa do zweryfikowania na podstawie danych hipoteza badawcza mogą już na wstępie zadecydować o niepowodzeniu całego przedsięwzięcia badawczego.

W przypadku badania ekonometrycznego cel badawczy powinien być związany z teorią ekonomii. Z kolei teoria powinna podpowiedzieć nam, jakie zmienne istotnie wpływają

na analizowane zjawisko, jaki jest kierunek przyczynowości oraz jakie formy funkcyjne powinno się wykorzystać w badaniu.

Przykład 1.4 Modelowanie zagregowanej funkcji produkcji

Celem badania jest oszacowanie funkcji produkcji dla gospodarki narodowej. Z rozważań mikroekonomicznych wnioskujemy, że na wielkość produkcji powinna wpływać wielkość zaangażowanego kapitału i pracy. W literaturze teoretycznej zakłada się często, że funkcja produkcji dla całej gospodarki ma postać Cobba-Douglasa:

$$Q(K, L) = AL^\alpha K^\beta.$$

Dobre zakorzenienie modelu w teorii ekonomii jest też ważne dlatego, że umożliwia nadanie interpretacji oszacowanym parametrom modelu oraz sformułowanie hipotez badawczych na temat ich znaku.

Przykład 1.5 (c.d. 1.4) Modelowanie zagregowanej funkcji produkcji - znaki parametrów

W przypadku funkcji produkcji Cobba-Douglasa parametry α i β są elastycznościami produkcji ze względu na wielkość zaangażowanego kapitału i pracy:

$$\frac{\partial Q}{\partial L} \frac{L}{Q} = \frac{\alpha AL^{\alpha-1} K^\beta}{AL^{\alpha-1} K^\beta} = \alpha > 0,$$

$$\frac{\partial Q}{\partial K} \frac{K}{Q} = \frac{\beta AL^\alpha K^{\beta-1}}{AL^\alpha K^{\beta-1}} = \beta > 0.$$

Ponieważ oczekujemy, że wraz ze wzrostem ilości zaangażowanych czynników powinna rosnąć produkcja, oczekujemy zatem, że elastyczności te będą większe niż zero. Wynika z tego, że $\alpha > 0$ i $\beta > 0$.

W praktyce możliwość nadania interpretacji oszacowanym parametrom oraz przewidzenia ich znaku jest o tyle ważna, że umożliwi porównanie uzyskanych przez nas wyników z wynikami uzyskanymi z innych badań oraz sprawdzenie, czy uzyskane wyniki nie są w oczywisty sposób sprzeczne z teorią. W niektórych przypadkach możliwe jest także postawienie hipotez dotyczących relacji między parametrami.

Przykład 1.6 (c.d. 1.4) Modelowanie zagregowanej funkcji produkcji - wynikające z teorii zależności między parametrami

Jeśli rynek jest doskonale konkurencyjny, to wynagrodzenia czynników produkcji (płaca realna i realna stopa procentowa) są równe ich krańcowym produktywnościom:

$$W = \frac{\partial Q}{\partial L} = \alpha AL^{\alpha-1} K^\beta,$$

$$R = \frac{\partial Q}{\partial K} = \beta AL^\alpha K^{\beta-1}.$$

Zgodnie z teorią ekonomii krańcowe produktywności czynników produkcji powinny maleć, co zachodzi tylko dla $\alpha < 1$ i $\beta < 1$.

Suma wynagrodzeń wypłacanych czynnikom produkcji jest równa:

$$WL + RK = (\alpha + \beta) AL^\alpha K^\beta = (\alpha + \beta) Q.$$

Cała produkcja w gospodarce narodowej jest równa Q . Suma wynagrodzeń czynników jest więc równa całkowitej produkcji (konsumpcja = produkcja) tylko wtedy gdy:

$$\alpha + \beta = 1.$$

Warunek ten jest równocześnie warunkiem na stałe przychody skali, ponieważ dla funkcji produkcji Cobba-Douglasa:

$$\lambda Q(K, L) = Q(\lambda K, \lambda L) = A(\lambda L)^\alpha (\lambda K)^\beta = \lambda^{\alpha+\beta} AL^\alpha K^\beta = \lambda^{\alpha+\beta} Q(K, L)$$

co zachodzi jedynie dla $\alpha + \beta = 1$. Dla gospodarki doskonale konkurencyjnej można więc postawić hipotezę, że $\beta = 1 - \alpha$.

W praktyce często po oszacowaniu parametrów zastanawiamy się, czy uzyskane wielkości są "sensowne". Sensowne wielkości oszacowań to wielkości, które nie stoją w jaskrawej sprzeczności ze znanymi z innych badań wielkościami charakteryzującymi gospodarkę.

Przykład 1.7 (c.d. 1.4) Modelowanie zagregowanej funkcji produkcji - sensowne wielkości parametrów

Całkowite wynagrodzenie pracy jest równe wL a całkowite wynagrodzenie kapitału rK . Ich stosunek jest równy:

$$\frac{WL}{RK} = \frac{\alpha AL^\alpha K^\beta}{\beta AL^\alpha K^\beta} = \frac{\alpha}{\beta}.$$

Stosunek między udziałami kapitału i pracy w dochodzie narodowym można policzyć na podstawie rachunków narodowych. Dla USA został on oszacowany na około 2 ($\frac{2}{3}$ dochodu dla pracy i $\frac{1}{3}$ dla kapitału). Gdybyśmy uzyskali oszacowanie wielkości parametrów α i β , takie, że ich stosunek wynosiłby 10, to uzyskany wynik byłby bezsensowny w tym znaczeniu, że kłóciłby się ze znanymi faktami dotyczącymi gospodarki.

Jak na razie prowadzone przez nas rozważania nie wychodziły znacząco poza standardową analizę mikroekonomiczną. Po to, by oszacować parametry musimy odwołać się do danych. Wybór używanych danych jest zazwyczaj determinowany ich dostępnością. Model powinien być tak sformułowany, by można było go oszacować na podstawie dostępnych danych.

Przykład 1.8 (c.d. 1.4) Modelowanie zagregowanej funkcji produkcji - model przekształcony

W analizowanym przez nas problemie szacowania funkcji dla polskiej gospodarki produkcji idealnym rozwiązaniem byłoby zebranie danych, dotyczących zatrudnienia i wielkości zaangażowanego kapitału w losowo dobranej próbie firm. Niestety, przeprowadzenie tego typu ankiety jest bardzo kosztowne. Rozwiązaniem jest zastosowanie publikowanych przez GUS danych zagregowanych dotyczących wielkości produkcji i zatrudnienia w kolejnych latach.

Nasz model powinien być prawdziwy dla każdej obserwacji:

$$Q_t = A_t L_t^\alpha K_t^\beta, \quad t = 1, \dots, T.$$

Wprowadzenie indeksu t oznacza, że dla każdego okresu t zaobserwowano inne wielkości kapitału K i pracy L . Indeks t w przypadku parametru A związany jest z postępem technicznym, który wraz z upływem czasu umożliwia uzyskiwanie wyższej produkcji przy tych samych nakładach.

Najłatwiej jest szacować parametry modelu liniowego. Logarytmując obie strony równania uzyskujemy model:

$$q_t = a_t + \alpha l_t + \beta k_t,$$

który jest liniowy względem przekształconych zmiennych $a_t = \ln(A_t)$, $l_t = \ln(L_t)$, $k_t = \ln(K_t)$. Dane dotyczące wielkości zatrudnienia i produkcji publikowane są cyklu miesięcznym. Niestety GUS nie publikuje danych miesięcznych w odniesieniu do kapitału². Proponowanym w literaturze rozwiązaniem jest zastąpienie kapitału stopą procentową. Z wcześniejszych rozważań wiemy, że przy założeniu doskonałej konkurencji realna stopa procentowa $R = \beta AL^\alpha K^{\beta-1}$. Ponieważ $Q = AL^\alpha K^{\beta-1}$, więc $R = \alpha \frac{Q}{K}$, a rozwiązując ten wzór dla K uzyskujemy relację $K = \beta \frac{Q}{r}$. Podstawiając ten wzór do naszego modelu i rozwiązując uzyskane równanie względem K otrzymujemy następującą zależność:

$$Q_t = (\beta A_t)^{\frac{1}{1-\beta}} L_t^{\frac{\alpha}{1-\beta}} R_t^{-\frac{\beta}{1-\beta}}, \quad t = 1, \dots, T.$$

Logarytmując stronami uzyskujemy model liniowy względem zlogarytmowanych zmiennych:

$$q_t = \ln(\beta) + \frac{1}{1-\beta} a_t + \frac{\alpha}{1-\beta} l_t - \frac{\beta}{1-\beta} r_t,$$

²Oszacowanie wielkości kapitału w gospodarce jest w ogóle bardzo trudne. Można próbować tego dokonać na podstawie danych dotyczących inwestycji i szybkości deprecjacji.

gdzie małe litery, zgodnie z przyjętą w ekonomii konwencją oznaczają logarytmy poziomów zmiennych np. $r_t = \ln(R_t)$. Zauważmy, że modelu o tej postaci nie da się zastosować do okresów, dla których realna stopa procentowa była ujemna, ponieważ w takim przypadku nie da się policzyć logarytmu r (taka sytuacja wystąpiła np. w Polsce w pierwszych 3 kwartałach 1995 roku). Dodatkową trudność stanowi zmienna a_t , której zmiany są związane z postępowaniem technicznym. W praktyce trudno jest znaleźć dane dotyczące postępu technicznego i z tego powodu często zakłada się, że jego stopa pozostaje stała w czasie. W takim przypadku $a_t = a + bt$ i model przyjmuje postać:

$$q_t = a + \frac{b}{1-\beta}t + \frac{\alpha}{1-\beta}l_t - \frac{\beta}{1-\beta}r_t,$$

gdzie $a = \ln(\beta) + \frac{a}{1-\beta}$. Przyjmując oznaczenia: $\beta_0 = a$, $\beta_1 = \frac{\alpha}{1-\beta}$, $\beta_2 = -\frac{\beta}{1-\beta}$ oraz $\beta_3 = \frac{b}{1-\beta}$ możemy nasz model zapisać jako:

$$q_t = \beta_0 + \beta_1 l_t + \beta_2 r_t + \beta_3 t$$

Z poprzednich rozważań wnioskujemy, że $1 > \beta > 0$, a więc $\beta_2 = -\frac{\beta}{1-\beta} < 0$. Z drugiej strony $\alpha > 1$, z czego wynika, że $\beta_1 = \frac{\alpha}{1-\beta} > 0$. Dla dodatniej stopy postępu technologicznego $b > 0$ wnioskujemy, że $\beta_3 = \frac{b}{1-\beta} > 0$. Jeśli przychody skali są stałe, to $\alpha = 1 - \beta$, a więc $\beta_1 = \frac{\alpha}{1-\beta} = 1$. Ustalenie znaku dla stałej jest niemożliwe na podstawie rozważań teoretycznych.

Model ekonomiczny nigdy nie opisuje dokładnie rzeczywistości. Jak wcześniej wyjaśniono, stanowi on raczej przybliżony opis tego, jak zwykle zachowuje się zmienna objaśniana przez model. Do zależności między zmiennymi musimy wprowadzić element losowy ε_t , który opisuje odchylenia między teoretyczną zależnością a tym, co obserwujemy w danych empirycznych. Na temat własności tego błędu losowego czynimy dodatkowe założenia, których teraz nie będziemy omawiać.

Przykład 1.9 (c.d. 1.4) Modelowanie zagregowanej funkcji produkcji - model szacowany

W przypadku analizowanego przez nas modelu funkcji produkcji pełen model ekonometryczny ma postać:

$$q_t = \beta_0 + \beta_1 l_t + \beta_2 r_t + \beta_3 t + \varepsilon_t.$$

Większość omawianego w tej książce materiału dotyczyć będzie kolejnego etapu badania empirycznego, to jest metod szacowania nieznanymi parametrów modelu. Skoncentrujemy się przy tym na kilku podstawowych problemach. Po pierwsze, przy jakich założeniach można stosować najpopularniejsze techniki szacowania parametrów. Po drugie, jak można weryfikować poprawność przyjętych założeń. Po trzecie, zajmiemy się metodami weryfikacji, na podstawie oszacowanego modelu, postawionych hipotez badawczych.

Przykład 1.10 (c.d. 1.4) Modelowanie zagregowanej funkcji produkcji - oszacowania³

Celem badania empirycznego dotyczącego funkcji produkcji jest oszacowanie parametrów a , b , α , β i zbadanie, czy uzyskane oszacowania zgodne są z teorią ekonomii. Przed przystąpieniem do estymacji musimy zdecydować, jakich miar produkcji, wielkości zatrudnienia i stopy procentowej używamy w badaniu. W poniższej estymacji za miarę produkcji ogółem przyjęto produkt krajowy brutto (PKB) urealniony za pomocą deflatora CPI, za miarę zatrudnienia przyjęto wielkość zatrudnienia według Badania Ekonomicznej Aktywności Ludności (BAEL), a za stopę procentową - wysokość realnej stopy procentowej policzonej jako różnica między stopą referencyjną NBP i stopą inflacji. Uzyskane znajdują się w tabeli 1.5.

Czy uzyskane wielkości oszacowanych parametrów są zgodne z naszymi oczekiwaniami? Częściowo tak. Oszacowanie parametru β_1 związanego z postępowaniem technicznym jest rzeczywiście dodatnie, tak samo jak współczynnik przy wielkości zatrudnienia. Niestety współczynnik dla stopy procentowej jest dodatni, a współczynnik przy zatrudnieniu różny od 1 (z modelu

³Dane kwartalne GUS, 1995.1 - 2005.2

Tabela 1.5: Oszacowania współczynników funkcji produkcji

q	Współczynnik	Błąd Std
l	1.237	0.380
r	0.008	0.017
t	0.011	0.001
stała	-5.310	3.679

wynika, że $\beta_1 = 1$). Czy wyniki te sugerują, że założenie, iż funkcja produkcji ma postać funkcji Cobba-Douglasa, było błędne? Okazuje się, że nie. Przy głębszej analizie okazuje się, że stopa procentowa jest nieistotna w modelu, natomiast parametr przy zatrudnieniu nie różni się istotnie od jedności. Uzyskane oszacowania parametrów są tak niedokładne, że nie jesteśmy w stanie powiedzieć, czy "dziwne" wielkości są dziełem przypadku, czy też świadczą o nieprawidłowej specyfikacji modelu.

Pytania:

1. Czym różni się szereg czasowy od próby przekrojowej?