

1. UVODNA RAZMATRANJA

1.1. Predmet ekonometrije

U studiji bilo koje naučne discipline celishodno je, na početku, definisati njen okvir i predmet istraživanja. Mada je sasvim izvesno da je svaka definicija nedovoljno obuhvatna, sigurno je da je najvernija ona koja obuhvata najvažnije karakteristike. U tom smislu, ekonometrija se može definisati kao društvena nauka koja, povezujući saznanja dobijena ekonomskom statistikom, ima za cilj kvantitativnu analizu ekonomskih pojava (JOHNSTON, 1984). Statistički sadržaj ekonometrijskih metoda je ono što razlikuje ekonometriju od matematičke ekonomije koja, koristeći determinističke metode, ima isto za cilj kvantitativnu analizu ekonomskih pojava. Drugim rečima, **ekonometrija**, koristeći statističke metode, ima za *cilj* proveru i ocenu hipoteza izraženih putem ekonomskih modela, koji su izgrađeni na premisama ekonomske teorije, a na bazi statističkih podataka dobijenih ekonomskom statistikom.

Osim provere validnosti ekonomskog modela u odnosu na realno utvrđene činjenice o ekonomskoj pojavi koja se opisuje datim modelom, ekonometrija, kao *drugi važni cilj*, ima utvrđivanje kvantitativnih ocena parametara, koji se pojavljuju u formulaciji ekonomskog modela. Na taj način se kvantitativno ocenjuje, veličina veze između pojedinih promenljivih, koje ulaze u formulaciju ekonomskog modela. Ovaj drugi cilj je od izuzetne važnosti za praktičnu primenu ekonometrije. Na primer, mogao bi se pretpostaviti sledeći ekonomski model:

$$Y = a - b \cdot X$$

koji povezuje:

Y - prihod od prodaje nekog proizvoda, I

X - cenu proizvoda.

Parametri *a* i *b* su pozitivne numeričke vrednosti. Za preduzeće koje proizvodi i prodaje dati proizvod, osim činjenice da postoji linearna zavisnost između prihoda od prodaje i veličine cene proizvoda, od bitne je važnosti i ocena vrednosti parametara *a* i *b*.

Razvoj i korišćenje ekonometrijskih metoda u istraživanju ekonomskih pojava počinje nešto pre Prvog svetskog rata. U periodu između dva svetska rata on je naročito intezivan i 1932. god. se osniva *Međunarodno ekonometrijsko udruženje*, koje počinje sa izdavanjem svog časopisa "*Econometrica*". Termin "ekonometrija" je uveo 1926. god. norveški ekonomista i statističar Ragnar Frish. Termin je modeliran prema izrazu "biometrija", koji označava područje bioloških istraživanja, koje koristi statističke metode. Slično ovome, iskovan su i termini "sociometrija", "tehnometrija", "psihometrija", itd., koji označavaju ekstenzivno korišćenje statističkih metoda u odgovarajućim naukama.

Istorijski, predmet ekonometrijskih istraživanja je bio:

- analiza privrednih ciklusa,
- istraživanje tržišta, i
- problemi donošenja ekonomskih odluka na makro i mikro planu.

Savremena ekonometrijska istraživanja su pre svega usmerena na probleme donošenje ekonomskih odluka uopšte kao i na problem istraživanja tržišta.

1.2. Modeli

Ekonometrija i njen postupak su, svakako, čvrsto utemeljeni na naučnom postupku. Naime, funkcija nauke je da ustanovi opšte zakone koji opisuju ponašanje empirijskih pojava - objekata ili događaja - koji su u sferi razmatranja date nauke, čime objedinjuje i povezuje naše znanje o pojedinačnim objektima ili događajima i da omogućiti pouzdano predviđanje budućih objekata i događaja (BRAITHWAITE, 1968). Naučni metod se sastoji, prvo, u formulisanju teorije ili "*aksiomatizovanog deduktivnog sistema*", (POPPER, 1968). Zatim, po formulisanju teorije i njenih logičkih implikacija, proverava se moć teorije da objasni empirijski posmatrane pojave i da predvidi buduće događaje. Naučna metoda je, znači, struktura koja se zasniva na aksiomima i logičkom rezonovanju, na način, sličan deduktivnoj metodi čiste matematike i logike.

Široko korišćeni naučni metod analize pojedinih pojava je korišćenje modela. R.L. Ackoff daje sledeću klasifikaciju modela (ACKOFF, 1962):

1. ***Ikonički*** model je predstava "u malom" (ili "u velikom") realnog objekta i to tako da "liči" na ono što predstavlja. Primer ove klase modela je model konstrukcije aviona, brane hidrocentrale, itd.
2. ***Analogni*** model koristi jednu veličinu da bi predstavio neku drugu veličinu. Za te dve veličine kažemo da su analogne. Tako na primer, logaritmar je analogni model, gde se dužina koristi za predstavljanje brojnih vrednosti.
3. ***Simbolički*** ili matematički model predstavlja osobine nekog objekta putem abstraktne relacije koja se definiše putem simbola. Na primer, snaga, izražena simbolom P , koja se generiše na otporniku, koji se predstavlja simbolom R , je povezana sa strujom, koja se predstavlja simbolom I , putem relacije:

$$P = R \cdot I^2$$

gde su korišćeni i simboli "=", "•" i "²" za odgovarajuće operacije.

Drugim rečima, korišćenje simboličkih ili matematičkih modela je uvođenje matematičkog rezonovanja u analizu pojedinih pojava, pa i ekonomskih. Matematički model je idealizovana predstava ekonomskih pojava, gde su međusobne veze ekonomskih promenljivih date uz pomoć matematičkog simbolizma i proces dedukcije se zamenjuje matematičkim operacijama.

Pojam ekonomskog modela, koji spada u klasu matematičkih modela, je moguće shvatiti poređenjem sa ikoničkim modelom aviona. Isto kao i ikonički model aviona i ekonomski model je slika "u malom" ekonomske pojave koju predstavlja. Termin slika "u malom" označava, da se iz mnoštva promenljivih i parametara koje su karakteristične za datu pojavu, u model ugrađuju samo one koje su bitne za opis date pojave.

Ovo važi i za ikonički model aviona i ekonomski model. Naime, ikonički model, na primer, od mnoštva elemenata koji čine konstrukciju pravog aviona ima ugrađene samo one bitne: krila, trup itd. Međutim, nasuprot ikoničkog modela aviona koji je sastavljen od elemenata koji imaju svoju materijalnu realizaciju, ekonomski model za svoje strukturne elemente ima abstraktne veličine izražene simbolima koji opisuju ekonomske promenljive kao što su cene, tražnja, dobit i slično. Umesto fizičkih veza koje spajaju elemente ikoničkog modela, promenljive ekonomskog modela su povezane uz pomoć matematičkih relacija.

Proces formulacije matematičkog modela prolazi kroz sledeće faze:

- a) definisanje nivoa abstrakcije, ili drugim rečima, nivoa detalja sa kojim se opisuje data pojava, specifikacijom skupa pretpostavki;
- b) u skladu sa rezultatima faze a) definisanje promenljivih i parametara matematičkog modela, koje su bitne za željeni opis;
- c) definisanje relacije između promenljivih uz pomoć matematičkog simbolizma;
- d) rešavanje matematičkih relacija definisanih u fazi c) putem odgovarajućih matematičkih postupaka; i
- d) interpretacija dobijenih rezultata u fazi d) proverom njihove verodostojnosti.

Jasno je, da se u u gornjem postupku pojedine faze mogu ponoviti u skladu sa kvalitetom dobijenih rezultat.

Na osnovu navedenog procesa formulacija matematičkog modela može se zaključiti, da bilo kakav model po definiciji, mora da ostavi po strani čitav niz detalja koji čine sastavni deo pojave koja se analizira. Znači, bilo kako složen ekonomski model nije u stanju, da do detalja objasni svu složenost ekonomske pojave, ali pretpostavljajući da su u model ugrađene bitne promenljive za dati nivo abstrakcije i da su na bazi ekonomske teorije formulisane adekvatne relacije koje povezuju promenljive, tada ovakav model može da objasni bitne karakteristike analizirane ekonomske pojave.

Saznajna vrednost ekonomskih modela je bazirana na činjenici da je retko potrebno znati sve o nekoj pojavi, već jedino veličine koje su bitne za dati nivo abstrakcije u analizi date pojave. Međutim, stalno je prisutna opasnost, da model propusti da obuhvati jednu ili više promenljivih, koje su bitne za opis date pojave. Zadatak ekonometrijskih istraživanja je da, sučeljavajući statističke podatke o datoj pojavi sa ekonomskim modelom kojim se želi opisati data pojava, pruže ocenu njegove vrednosti.

1.3. Ekonometrijski postupak

Klasa ekonomskih modela koji će se razmatrati u ovom tekstu se izražava putem relacije

$$Y = f(X, \beta) \quad (1.1)$$

gde:

Y - označava takozvanu zavisnu (mernu, posmatranu, koja se objašnjava) promenljivu;

X - označava takozvanu nezavisnu (kontrolisanu, određujuću, koja objašnjava) promenljivu; i

β - parametri modela.

Za ilustraciju ekonomskih modela ove klase daju se nekoliko različitih modela funkcije ukupne tržišne tražnje kojima se utvrđuje zavisnost tražnje Y nekog dobra od - sopstvene cene - X, /2/:

1. Linearna zavisnost $Y = \beta_0 - \beta_1 \cdot X, \quad \beta_0, \beta_1 > 0$

2. Eksponencijalna zavisnost $Y = \beta_0 e^{-\beta_1 X} \quad \beta_0, \beta_1 > 0$

3. Parabolična zavisnost: $Y = \beta_0 X^2 - \beta_1 X + \beta_2 \quad \beta_0, \beta_1 > 0$

Druga klasa ekonomskih modela koje razmatra ekonometrija, čine takozvani strukturni modeli koji su oblika:

$$f_i(Y, X, \beta_i) = 0 \quad (1.2)$$

gde:

Y - označava takozvane endogene promenljive, promenljive koje se određuju na bazi modela (1.2);

X - označava takozvane egzogene promenljive ili promenljive koje se smatraju datim u modelu (1.2); i

β_i - su parametri modela.

Kao ilustracija ove klase modela navodi se jednosektorski model nacionalnog dohotka:

$$\begin{aligned} Y_1 &= \beta_0 + \beta_1 Y_2, \\ Y_2 &= Y_1 + X \end{aligned}$$

gde su:

Y_1 - potrošnja i Y_2 - dohodak endogene promenljive, a

X - investiciona potrošnja je egzogena promenljiva.

Ekonometrijski postupak će se ilustrovati na primeru modela klase (1.1). Slično važi i za modele klase (1.2). Naime, ekonometrijski postupak uključujući i fazu formiranja ekonomskih modela se odvija u sledeće četiri faze:

F1. Na bazi eksperimentalnih podataka i ekonomske teorije pretpostavlja se da se vektor promenljivih od interesa Y može matematički modelovati kao

$$Y = f(X, \beta)$$

gde je $f(X, \beta)$ linearni ili nelinearni model u odnosu na vektor parametara $\beta = \{\beta_1, \beta_2 \dots \beta_k\}$, a X označava matricu vrednosti nezavisnih promenljivih.

F2. Zamenom eksperimentalno ustanovljenih vrednosti za zavisnu promenljivu Y_j , $j = 1, 2, \dots, N$, i nezavisne promenljive X_{ij} , $i = 1, 2, \dots, k$; $j = 1, 2, \dots, N$, u matematički model razvijen u fazi F1, dobija se sistem jednačina:

$$Y_j = f(X_{ij}, \beta) + \varepsilon_j$$

Veličina ε_j je slučajna promenljiva koja opisuje odstupanja između vrednosti zavisne promenljive i vrednosti dobijenih matematičkim modelom razvijenim u fazi F1, i koja se sastoji od:

- a) neadekvatnosti matematičkog modela u opisu date pojave,
- b) slučajnih elemenata svojstvenih svim društvenim pojavama, koji nastaju pre svega zbog prisustva subjektivnog faktora, i
- c) grešaka u određivanju eksperimentalnih vrednosti promenljivih.

F3. Da bi se iz sistema jednačina dobijenih u fazi F2 odredio vektor parametara β potrebno je da je $k < N$ tj. da je broj parametara manji od broja različitih eksperimentalnih vrednosti za zavisnu promenljivu. Takođe je potrebno uvesti i određene pretpostavke o karakteru slučajne promenljive ε_j i to na osnovu eksperimentalnih podataka. Ove pretpostavke definišu metod rešavanja sistema jednačina iz faze F2. Najčešće se pretpostavlja da je matematičko očekivanje ε_j jednako nuli, da je varijansa konstantna, a kovarijansa jednaka nuli. Isto tako, ponekad se uvode pretpostavke o tipu raspodele verovatnoća slučajne promenljive ε_j .

F4. Na osnovu rezultata faze F3 odgovarajućom metodom se određuju statističke ocene $\hat{\beta}$ parametra β . Metod najmanjih kvadrata, metod maksimalne verodostojnosti, metod minimuma maksimalnih devijacija, itd. neke od metoda koje se najčešće primenjuju.

Nakon određivanja statističkih ocena parametara usvojenom metodom, izvodi se statistički test značajnosti dobijenih rešenja, određivanje intervala poverenja za usvojeni nivo značajnosti, kao i testiranje hipoteze da li pojedini parametar ima nultu vrednost u modelu (1.1). Tek nakon uspešnog završetka svih statističkih testova može se smatrati da matematički model (1.1), sa usvojenim nivoom značajnosti, uspešno objašnjava datu ekonomsku pojavu.