

2. VAR MODEL I ANALIZA UZROČNOSTI (industrijska proizvodnja i zalihe gotovih proizvoda u industriji Hrvatske)

Uvod

Razlike između proizvodnje i potrošnje apsorbiraju se kroz promjene zaliha. Promjene zaliha djeluju i na proizvodne programe, a privrede na to mogu reagirati različito. Na taj se način formiranje zaliha može javiti kao stabilizatorska i destabilizatorska reakcija. U privredama slobodnog tržišta cikličko kretanje zaliha pokazuje potpunu sinhroniziranost sa cikličkim kretanjem nacionalnog dohotka. Stoga u fazama prosperiteta zalihe brzo rastu, a u fazama retardacije one usporavaju rast (ili apsolutno opadaju). Zato su fluktuacije proizvodnje znatno intenzivnije nego fluktuacije finalne potrošnje.

Proizvodnja se u Hrvatskoj mjeri društvenim proizvodom na godišnjoj i od nedavno na tromjesečnoj razini, a kako ovo istraživanje zahtijeva upotrebu podataka na mjesečnoj razini, koristit će se mjesečni podaci industrijske proizvodnje (1994=100). Industrija još uvijek ima dominantan položaj u privredi, a industrijske zalihe predstavljaju najveći dio nepoljoprivrednih zaliha, te je njihovo kretanje dovoljno reprezentativno za ponašanje ukupnih zaliha.

Na temelju kolebanja kvartalnih podataka obujma industrijske proizvodnje i komponenti industrijskih zaliha u industriji za razdoblje 1967-1987. (Cota, 1992) ustanovljena je inverzija u kretanju industrijske proizvodnje i jedne komponente industrijskih zaliha: zaliha gotovih proizvoda. Naime, te zalihe su najbrže rasle u fazama retardacije, dok su u fazama prosperiteta rasle relativno sporo (ponekad je dolazilo i do njihovog apsolutnog smanjenja). Zbog toga su zalihe s jedne strane djelovale kao svojevrsan ugrađeni stabilizator proizvodnje, a s druge su strane pojačavale fluktuacije ukupne finalne potrošnje. Potpuno suprotno nego u privredama slobodnog tržišta.

U ovom radu pokušat će se na temelju empirijskog istraživanja za razdoblje 1988/1-1994/12 u Republici Hrvatskoj ustanoviti da li je veza između industrijske proizvodnje i zaliha gotovih proizvoda u industriji bila samo jednosmjerna, odnosno da li promjena proizvodnje djeluje samo na promjenu zaliha ili, što je realno ekonomski pretpostaviti, da veličina zaliha djeluje na obujam proizvodnje.

Za testiranje uzročnosti između industrijske proizvodnje i zaliha gotovih proizvoda u industriji koristit će se VAR model. Općenito, VAR model sadrži veliki broj parametara za koje se ne pretpostavljaju nikakva ograničenja. Broj parametara može se reducirati tako da se eliminiraju oni za koje se, na određenoj razini značajnosti, prihvati hipoteza da su jednaki nuli. Testiranje takvih hipoteza u VAR modelu (tj. da su određeni parametri jednaki nuli) često je vezano uz analizu uzročnosti.

1. Modeliranje i testiranje uzročnosti

Najčešće upotrebljavana operativna definicija uzročnosti u ekonometriji je Winer-Grangerova ili Grangerova definicija (Granger, 1969). Definirana je na slijedeći način:

x uzrokuje y u Grangerovom smislu ($x \rightarrow y$), ako se sadašnja vrijednost varijable y može predvidjeti sa većom točnošću upotrebom prošlih vrijednosti varijable x, uz nepromijenjene ostale uvjete (ceteris paribus).

Definicija se može proširiti i na trenutnu uzročnost (Charemza, Deadman, 1992) ($x \Rightarrow y$) koja postoji, ako se sadašnja vrijednost varijable y može predvidjeti upotrebom prošlih i sadašnjih vrijednosti varijable x, ceteris paribus. Grangerova uzročnost između dviju varijabli (x,y) može se definirati upotrebljavajući slijedeću notaciju:

U_t - skup svih prošlih i sadašnjih informacija u trenutku t,
 X_t - skup svih prošlih i sadašnjih informacija o varijabli X u trenutku t, $X_t = \{x_1, x_2, \dots, x_t\}$. Očito je $X_t \subset U_t$

Neka je y_t tekuća vrijednost varijable y ($y_t \in U_t$) i neka je \hat{y}_t nepristrano predviđanje y_t .

Grangerova uzročnost:

Ako je $MSE(\hat{y}_t | U_{t-1}) < MSE(\hat{y}_t | U_{t-1} \setminus X_{t-1})$ tada $x \rightarrow y$.

Grangerova trenutna uzročnost:

Ako je $MSE(\hat{y}_t | U_t \setminus y_t) < MSE(\hat{y}_t | U_t \setminus X_t, y_t)$ tada $x \Rightarrow y$,

pri čemu je MSE srednjekvadratna greška predviđanja, a operatori "|" i "\"; ("A|B"), ("A \ B") znače "A uvjetno o B" i "svi elementi A koji nisu B" (ako $B \subset A$).

U definiranju Grangerove uzročnosti koristi se prilično širok pojam "sve informacije". Na istraživaču je da odluči koje su informacije relevantne, a koje nisu. Valjano je pretpostaviti da su relevantne one informacije koje su uključene u ekonometrijski model.

Testiranje uzročnosti ograničit će se na dva najčešće upotrebljavana testa: Grangerov test (Granger, 1969, Sargent, 1976) i Sims-GMD test (Sims, 1972, Geweke, Messe, Dent 1983). Kako bi se pokazalo u čemu je suština Grangerovog testa, uzima se neograničeni bivarijantni VAR model i na temelju njega promatra slijedeća jednadžba:

$$y_t = A_0 D_t + \sum_{j=1}^k \alpha_j y_{t-j} + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{t-j} + \epsilon_j \quad (1)$$

pri čemu je $A_0 D_t$ deterministički dio jednadžbe (konstantni član, trend i sezonski članovi). Kada je $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$, x ne uzrokuje y u Grangerovom smislu. Testiranje tih ograničenja moguće je F-testom ili Lagrange multiplikator testom (LM test). LM test se svodi na slijedeće korake:

1. Regresirati y_t na sve determinističke članove u (1) i na y_{t-1}, \dots, y_{t-k} .

2. Izračunati rezidualne u_t^* prethodne regresije.
3. Regresirati u_t^* na čitavi skup eksplanatornih varijabli u (1).
4. Izračunati koeficijent determinacije prethodne regresije, R_O^2 .
5. Testirati hipotezu LM-test veličinom $LM = T * R_O^2$, koja uz pretpostavku istinitosti nul-hipoteze ima χ^2 (k) distribuciju, ili

$$LMF = \frac{T - h}{k} \frac{R_O^2}{1 - R_O^2},$$

koja uz pretpostavku istinitosti nul-hipoteze ima $F(k, (T-h))$ distribuciju, pri čemu je T veličina uzorka, a h broj varijabli u (1). U ovom istraživanju upotrebljavat će se LMF-test veličina (iz razloga navedenih u Charemza i Deadman, 1992).

Drugi test je Sims-Geweke, Messe, Dent test (Sims-GMD). U tu svrhu promatra se slijedeća jednačba:

$$x_t = A_0 D_t + \sum_{j=1}^k \gamma_j x_{tj} + \sum_{j=-m}^k \delta_j y_{tj} + v_t, \quad j \neq 0 \quad (2)$$

Kad je $\delta_{-1} = \delta_{-2} = \dots = \delta_{-m} = 0$ tada imamo tipičnu VAR jednačbu za x . Kako budućnost ne može uzrokovati sadašnjost, onda ni buduće vrijednosti varijable y ne mogu uzrokovati sadašnju vrijednost varijable x . Prema tome, nužan uvjet da x nije uzrokovan sa y je da prethodeće vrijednosti varijable y_t u jednačbi (2) imaju parametre jednake nuli. Očito, ako su parametri uz prethodeće vrijednosti varijable y_t različiti od nule, x uzrokuje y u Grangerovom smislu. Izračunavanje LM-test veličine u ovom slučaju analogno je prethodno opisanom postupku za Grangerov test, s tim da su sada "ispuštene varijable" $y_{t+1}, y_{t+2}, \dots, y_{t+m}$. Ne može se sa sigurnosti tvrditi koji je test bolji no oba testa su prikladna ako se provode na stacionarnim serijama. Ponekad ti testovi mogu biti prikladni i za serije koje nisu stacionarne, ali je tada potrebno uključiti deterministički trend i/ili logaritamske transformacije.

Za testiranje uzročnosti između industrijske proizvodnje i zaliha gotovih proizvoda u industriji upotrijebit će se dva VAR modela.

Oba su VAR(4), što znači da uključuju četiri vremenska pomaka za svaku varijablu. Prvi model definiran je pomoću sezonskih diferencija sa determinističkim dijelom, koji je sveden samo na konstantni član:

$$\Delta_{12} Z_t = A_0 D_t + \sum_{i=1}^4 A_i \Delta_{12} Z_{t-i} + \epsilon_t \quad (3)$$

Drugi model uključuje potpuni deterministički dio (konstantni član, trend i sezonske članove)

$$Z_t = A_0 D_t + \sum_{i=1}^4 A_i Z_{t-i} + \epsilon_t \quad (4)$$

Za razliku od modela (3) koji pretpostavlja da su sezonske komponente stohastičke, model (4) pretpostavlja da su trend i sezonske komponente determinističke. Kako za analizu uzročnosti nije značajna kovarijanca reziduala, to će biti dovoljna ocjena običnom metodom najmanjih kvadrata. Stoga se za model (3) mogu uzeti slijedeće jednadžbe:

$$\Delta_{12} Lind_t = \alpha_{a0} + \sum_{i=1}^4 \alpha_{ai} \Delta_{12} Lind_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \beta_{ai} \Delta_{12} Lzal_{t-i} + \epsilon_{at} \quad (5)$$

$$\Delta_{12} Lzal_t = \alpha_{b0} + \sum_{i=1}^4 \alpha_{bi} \Delta_{12} Lind_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \beta_{bi} \Delta_{12} Lzal_{t-i} + \epsilon_{bt} \quad (6)$$

a za model (4):

$$Lind_t = \alpha_{a0} + \sum_{i=1}^4 \alpha_{ai} Lind_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \beta_{ai} Lzal_{t-i} + \sum_{i=1}^{11} \delta_{ai} Q_t^i + \delta_{a0} TREND + \epsilon_{at} \quad (7)$$

$$Lzal_t = \alpha_{b0} + \sum_{i=1}^4 \alpha_{bi} Lind_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \beta_{bi} Lzal_{t-i} + \sum_{i=1}^{11} \delta_{bi} Q_t^i + \delta_{b0} TREND + \epsilon_{bt} \quad (8)$$

pri čemu je Δ_{12} =operator diferenciranja: $\Delta_{12} x = x_t - x_{t-12}$, Lind=logaritam industrijske proizvodnje, Lzal=logaritam zaliha gotovih proizvoda u industriji.

Kad su varijable stacionarne, onda se Grangerov test uzročnosti $ind \rightarrow zal$ i $\Delta_{12} ind \rightarrow \Delta_{12} zal$ svodi na testiranje hipoteze $\alpha_{b1} = \alpha_{b2} = \alpha_{b3} = \alpha_{b4} = 0$, a test uzročnosti $zal \rightarrow ind$ i $\Delta_{12} zal \rightarrow \Delta_{12} ind$ se svodi na testiranje hipoteze: $\beta_{a1} = \beta_{a2} = \beta_{a3} = \beta_{a4} = 0$. Očito, ovdje je Grangerov test zapravo LM test. Taj se test može provesti na tri različita načina (metode):

1) Procjenjivanjem parametara u jednadžbi u kojoj se ne postavljaju nikakva ograničenja na vrijednosti parametara; vremenski pomaci varijabli formiraju se individualno za svaku jednadžbu, a zatim se testira značajnost svake varijable (zajedno sa njenim vremenskim pomacima).

2) Procjenjivanjem parametara u jednadžbi u kojoj se pretpostavlja da su vrijednosti pojedinih parametara jednake nuli i testiranjem ispuštenih varijabli kao nedostajućih.

3) Primjenom modela redukcije. Naime, jednadžba (5) je reducirani oblik opće jednadžbe:

$$Lind_t = \alpha_{a0} + \theta_1 Lind_{t-12} + \sum_{i=1}^4 \theta_{2i} Lind_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \theta_{3i} Lind_{t-12-i} + \sum_{i=1}^4 \theta_{4i} Lzal_{t-i} + \sum_{i=1}^4 \theta_{5i} Lzal_{t-12-i} + e_{at}$$

uz ograničenja:

$$\theta_1 = 1, \quad \sum_{i=1}^4 \theta_{2i} = -\sum_{i=1}^4 \theta_{3i}, \quad \sum_{i=1}^4 \theta_{4i} = -\sum_{i=1}^4 \theta_{5i}$$

Analogno su jednadžbe (6), (7) i (8) reducirani oblik općih jednadžbi koje ovdje nećemo navoditi (detaljnije vidi Charemza i Deadman, 1992).

Empirijski rezultati¹

Rezultati dobijeni ocjenom jednadžbe (5) za testiranje $\Delta_{12} \text{ zal} \rightarrow \Delta_{12} \text{ ind}$ i to za tri prethodno navedena načina dani su u tabeli 1.

Tabela 1.

| | R^2 | DW | LMF-test veličina |
|----------------|--------|------|-------------------|
| metoda 1) | 0.8233 | 2.00 | $F(4,78)=1.860$ |
| metoda 2) i 3) | 0.8011 | 1.96 | $F(4,59)=1.860$ |

LMF-test veličina je ista za sve tri metode i iznosi 1.860, što je manje od tablične vrijednosti pridružene F-distribucije, te se ne može govoriti o uzročnoj vezi $\Delta_{12} \text{ zal} \rightarrow \Delta_{12} \text{ ind}$.

Rezultati testa uzročnosti $\Delta_{12} \text{ ind} \rightarrow \Delta_{12} \text{ zal}$ dobijeni ocijenjivanjem jednadžbe (6) prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2.

| | R^2 | DW | LMF-test veličina |
|----------------|--------|------|-------------------|
| metoda 1) | 0.9217 | 1.91 | $F(4,78)=7.014$ |
| metoda 2) i 3) | 0.8844 | 1.94 | $F(4,59)=7.014$ |

LMF-test veličina veća je od tablične vrijednosti pridružene F-distribucije i stoga postoji jednosmjerna uzročnost $\Delta_{12} \text{ ind} \rightarrow \Delta_{12} \text{ zal}$.

Rezultati testiranja uzročnosti Grangerovim testom u modelu (4), a ocjenom jednadžbi (7) i (8) dani su u tabeli 3 i 4.

¹ Empirijski rezultati dobijeni su na računalu korištenjem programa PC-GIVE.

Tabela 3.

| | R^2 | DW | LMF-test veličina |
|----------------|--------|------|-------------------|
| metoda 1) | 0.9693 | 1.95 | $F(4,66)=1.538$ |
| metoda 2) i 3) | 0.9661 | 1.96 | $F(4,59)=1.538$ |

Tabela 4.

| | R^2 | DW | LMF-test veličina |
|----------------|--------|------|-------------------|
| metoda 1) | 0.9822 | 2.03 | $F(4,63)=6.214$ |
| metoda 2) i 3) | 0.9747 | 2.00 | $F(4,59)=6.214$ |

LMF-test veličine u usporedbi sa tabličnim pridruženim F-distribucijama pokazuju da nema uzročnosti zal_t-ind_t , ali zato postoji uzročnost ind_t-zal_t .

Preostaje još vidjeti što pokazuju rezultati prikazani u tabeli 5, 6, 7. i 8. dobijeni ocjenom jednadžbe (5), (6), (7) i (8), ali ovaj put za testiranje Sims-GMD uzročnosti.²

Tabela 5.

| | R^2 | DW | LMF-test veličina |
|----------------|--------|------|-------------------|
| metoda 2) i 3) | 0.9261 | 1.88 | $F(4,51)=3.610$ |

LMF-test veličina je veća od tablične vrijednosti pridružene F-distribucije te postoji Sims-GMD uzročnost $\Delta_{12} zal \rightarrow \Delta_{12} ind$.

Tabela 6.

| | R^2 | DW | LMF-test veličina |
|----------------|--------|------|-------------------|
| metoda 2) i 3) | 0.8165 | 2.00 | $F(4,51)=4.790$ |

² Budući da PC-GIVE ne omogućuje definiranje prethodnih vrijednosti varijable za testiranje Sims-GMD uzročnosti koristit će se samo metode 2) i 3).

Kako je LMF-test veličina veća od tablične vrijednosti pridružene F-distribucije postoji Sims-GMD uzročnost $\Delta_{12} ind \rightarrow \Delta_{12} zal$.

Tabela 7.

| | R^2 | DW | LMF-test veličina |
|----------------|--------|------|-------------------|
| metoda 2) i 3) | 0.9805 | 1.99 | $F(4,51)=2.512$ |

U usporedbi sa tabličnom vrijednosti pridružene F-distribucije LMF-test veličina je manja te ne postoji Sims-GMD uzročnost $zal_t \rightarrow ind_t$.

Tabela 8.

| | R^2 | DW | LMF-test veličina |
|----------------|--------|------|-------------------|
| metoda 2) i 3) | 0.9691 | 1.95 | $F(4,51)=4.570$ |

LMF-test veličina je veća od tablične vrijednosti pridružene F-distribucije i očito postoji Sims-GMD uzročnost $ind_t \rightarrow zal_t$.

Zaključak

Testiranjem uzročnosti između industrijske proizvodnje i zaliha gotovih proizvoda u industriji u Hrvatskoj za razdoblje 1988/1-1994/12, pokazali smo da postoji uzročnost $ind \rightarrow zal$ i $\Delta_{12} ind \rightarrow \Delta_{12} zal$, mjerena Grangerovim i Sims-GMD testom. Testiranje uzročnosti u suprotnom smjeru $zal \rightarrow ind$ i $\Delta_{12} zal \rightarrow \Delta_{12} ind$, pokazalo je da ne postoji uzročnost u Grangerovom smislu. Sims-GMD test je pokazao da postoji uzročnost samo u slučaju $\Delta_{12} zal \rightarrow \Delta_{12} ind$. Međutim, u općem slučaju vjerovatno ne možemo govoriti o dvosmjernoj uzročnosti, već samo o jednosmjernoj i to takvoj da $ind \rightarrow zal$ i $\Delta_{12} ind \rightarrow \Delta_{12} zal$.

Ovakvi empirijski nalazi pokazuju da, u promatranom razdoblju u Hrvatskoj, ekonomski opravdana pretpostavka da veličina zaliha djeluje na veličinu industrijske proizvodnje nije zadovoljena. Stoga promjene u zalihama (a to znači i promjene u agregatnoj potražnji, *ceteris paribus*) ne daju prilog objašnjenju kretanja industrijske proizvodnje. Industrijska proizvodnja se kreće autonomno u odnosu na ovu kategoriju, što nosioci ekonomske politike moraju uzeti u obzir prilikom objašnjenja njezina kretanja.

LITERATURA

Charemza, W.W., D.F. Deadman (1992), **New Direction in Econometric Practice: General to Specific Modelling, Cointegration and Vector Autoregression**, Edward-Elgar, Aldershot.

Cota, B. (1992), **Analiza privrednih ciklusa**, Magistarski rad, Zagreb.

Geweke, J.R., R. Messe, W. Dent (1983), "Comparing alternative tests of causality in temporal systems", **Journal of Econometrics**, 21, pp. 161-194.

Granger, C.W.J. (1969), "Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods", **Econometrica**, 37, pp. 24-36.

Harvey, A.C. (1985), **The Econometric Analysis of Time Series**, Philip Allan, Oxford.

Hendry, D.F. (1989), **PC-GIVE: An Interactive Econometric Modelling System**, Institute of Economics and Statistics, University of Oxford, Oxford.

Sargent, T.J. (1976), "A classical macroeconomic model for the United States", **Journal of Political Economy**, 84, pp. 207-238.

Sims, C.A. (1980), "Macroeconomics and reality", **Econometrica**, 48, pp. 1-48.