

Prethodno priopćenje

UDK: 338.5:621.311

620.9

Datum primitka članka u uredništvo: 26. 10. 2022.

Datum slanja članka na recenziju: 10. 11. 2022.

Datum prihvaćanja članka za objavu: 3. 7. 2023.

Jura Jurčević, mag. math.*

PROCJENA MEĐUUTJECAJA ŠOKOVA CIJENA ELEKTRIČNE ENERGIJE I INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE TE CIJENA ELEKTRIČNE ENERGIJE I INFLACIJE PANEL VAR METODOM

ASSESSMENT OF THE INTERRELATION BETWEEN SHOCKS IN ELECTRICITY PRICES AND INDUSTRIAL PRODUCTION AND SHOCKS IN ELECTRICITY PRICES AND INFLATION BY PANEL VAR METHOD

SAŽETAK: S obzirom na to da je Europska unija (EU) u uvjetima energetske krize značajno pogođena efektima povećanja cijena električne energije i s obzirom na to da se ne očekuje skoro poboljšanje tih uvjeta, istraživanje ispituje međutjecaj šokova cijena električne energije i industrijske proizvodnje te cijena električne energije i inflacije u vidu harmoniziranog indeksa potrošačkih cijena (HICP). Analiza je provedena korištenjem panel VAR modela na podacima za 24 zemlje članice EU-a za razdoblje od siječnja 2015. do lipnja 2022. Budući da je promatrano razdoblje obilježila i pandemija koronavirusa u modelu je korištena i „dummy“ varijabla COVID. Rezultati potvrđuju nalaze ranijih istraživanja prema kojima su cijene električne energije negativno povezane s industrijskom proizvodnjom, dok su pozitivno povezane s HICP-om, tj. inflacijom.

KLJUČNE RIJEČI: cijene električne energije, panel VAR, koronakriza, industrijska proizvodnja, HICP

JEL KLASIFIKACIJA: C33, Q41, Q43

ABSTRACT: Considering that the European Union (EU) has been significantly adversely affected by the ongoing energy crisis due to increasing electricity prices, and considering that these conditions are not expected to improve soon, the paper examines the interrelation between the shocks in electricity prices and industrial production and shocks in electricity prices and inflation in the form of the harmonized index of consumer prices (HICP). The analysis has been carried out by employing the panel VAR model on data for

* Jura Jurčević, mag. math., Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Trg J. F. Kennedyja 6, 10 000 Zagreb, e-adresa: jjurcevi1@efzg.hr

24 EU member states for the period from January 2015 until June 2022. Due to the fact that the analysed period is characterised by coronavirus pandemic the “dummy” variable covid was used in the model. The results corroborate findings of earlier research suggesting that electricity prices are negatively related to industrial production and positively related to HICP, i.e. inflation.

KEY WORDS: electricity prices, panel VAR, corona crisis, industry production, HICP

JEL CLASSIFICATION: C33, Q41, Q43

1. UVOD

Povezanost kretanja cijena energije i energenata te makroekonomskih varijabli poput ekonomskog rasta i inflacije godinama je predmet proučavanja ekonomista, kao i energetičara. S obzirom na činjenicu da ekonomski rast ovisi o kretanjima na tržištima energije, za očekivati je da će oscilacije u cijeni energije i energenata imati na njega značajan utjecaj. Tako je jedna od čestih tema istraživanja u literaturi utjecaj cijena i potrošnje energije i energenata na ekonomski rast i ostale makroekonomske pokazatelje. Osim toga, istražuje se i utjecaj politike cijena energije i energenata na inflaciju kako bi se u skladu s mogućnostima kontrolirala inflacija. Nerijetko se proučavaju utjecaji navedenih varijabli u obratnom smjeru ili u oba smjera istovremeno, odnosno, međutjecaji. U novije doba posebno su važna navedena pitanja u kontekstu održivog razvoja. Naime, ako oscilacije u cijenama, proizvodnji i potrošnji energije imaju značajne negativne utjecaje na makroekonomske pokazatelje poput ekonomskog rasta i inflacije, nameće se pitanje mogu li se povećanim udjelom obnovljivih izvora energije kontrolirati navedene oscilacije i kakve će to efekte imati na rast i inflaciju. Tako, primjerice, Berk i Yetkiner (2014) ispituju povezanost cijena energije s potrošnjom energije i ekonomskim rastom u 16 zemalja, većinom iz EU-a, dok Leblanc i Chinn (2004) proučavaju utjecaj cijene nafte na inflaciju u SAD-u, Japanu i Europi. Li i Leung (2021) i Li i Lee (2022) promatraju kako cijena ugljena i prirodnog plina utječu na proizvodnju obnovljivih izvora energije u kontekstu povezanosti ekonomskog rasta i proizvodnje obnovljivih izvora energije u sedam europskih zemalja.

Istraživanje navedenih tema posebno je važno, prije svega za europske zemlje, uzmu li se u obzir aktualnosti iz svijeta, točnije energetska kriza uzrokovana ratom u Ukrajini, čiji se vrhunac očekuje tek dolaskom zime. U ovom je istraživanju, iako su češća tema istraživanja cijene energije općenito, analiza fokusirana na cijene električne energije. Naime, zbog europske zelene tranzicije opisane u Europskom zelenom planu (2019) gdje je kao krajnji cilj definirana klimatska neutralnost cijelog EU-a do 2050. godine, a putem REPowerEU plana (2022) i energetska neovisnost o ruskoj nafti i plinu do 2030., moguće je očekivati da će udio obnovljivih izvora i električne energije u energetske sektoru EU-a dodatno značajno porasti. Uz to, ovim će se istraživanjem istražiti i utjecaj pandemije koronavirusa. Zbog tog razloga, a i kako bi se istraživanje temeljilo na recentnijim kretanjima promatranih varijabli, za istraživanje su prikupljeni podaci na mjesečnoj razini kako bi se osigurao dovoljno velik uzorak podataka za analizirane zemlje članice EU-a.

Također, kao što je već navedeno, istraživanja često istražuju povezanost cijena električne energije s ekonomskim rastom. U ovom radu namjerava se proučiti navedeni efekt,

ali je zbog korištenja mjesečnih podataka umjesto stope rasta BDP-a odabrana varijabla industrijske proizvodnje. Iako se ne može govoriti direktno o utjecaju na ekonomski rast, svakako će značajan utjecaj na industrijsku proizvodnju imati i utjecaj na ekonomski rast te obrnuto. Prema Fulop i Gyomai (2012), OECD je do 2012. koristio industrijsku proizvodnju kao aproksimaciju za ekonomski rast, ali je zbog rasta udjela usluga u strukturi BDP-a pristup napušten, iako je povijesno indeks industrijske proizvodnje demonstrirao snažnu povezanost s kretanjima BDP-a te se u posljednjih 20-ak godina stabilizirao na udjelu od cca. 27 % u strukturi BDP-a¹.

S tim u vezi, u ovom radu ispituje se međutjecaj šokova u cijenama električne energije i industrijske proizvodnje te šokova u cijenama električne energije i inflacije u vidu harmoniziranog indeksa potrošačkih cijena (HICP). Proučavaju se podaci iz 24 zemlje članice Europske unije koristeći panel vektorske autoregresije (VAR) model za oba dijela rada. Cilj istraživanja jest ispitati postojanje i smjer odnosa kako šokova cijena električne energije i ekonomskog rasta tako i šokova cijena električne energije i inflacije te utvrditi odgovaraju li rezultati nalazima ranijih istraživanja, pri čemu istraživački uzorak sadrži više od 30 % opažanja koja se odnose na razdoblje obilježeno pandemijom koronavirusa. Iz navedenog proizlazi doprinos istraživanja, koji se ogleda u uzimanju u obzir efekata pandemije prilikom analiziranih međuovisnosti. Dodatno, doprinos rada proizlazi i iz činjenice da, prema autorovim saznanjima, nijedan rad do sada ne primjenjuje panel VAR model kako bi se istražio međutjecaj šokova u cijenama električne energije i industrijske proizvodnje, iako postoje radovi koji se baziraju na navedenim varijablama.

Rezultati analize posebno su važni s obzirom na neizvjesnu (ekonomsku i energetska) budućnost Europske unije u energetska krizi, ali i u uvjetima stabilizacije nakon iste.

Rad je organiziran na sljedeći način. 2. poglavlje predstavlja pregled literature, dok su u 3. poglavlju objašnjeni podaci i metodologija. U 4. poglavlju prikazani su rezultati i raspravljeno je o njihovom značenju. Posljednje, 5. poglavlje, iznosi zaključke, ograničenja istraživanja i prijedloge za buduća istraživanja.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. ISTRAŽIVANJA VEZANA UZ MEĐUTJECAJ ELEKTRIČNE ENERGIJE I EKONOMSKOG RASTA

Dominantan način ispitivanja povezanosti električne energije i ekonomskog rasta u literaturi je putem varijable o potrošnji električne energije. Tako Narayan, Narayan i Prasad (2008) strukturnim VAR-om ispituju međutjecaj potrošnje električne energije i realnog BDP-a u G7 zemljama. Autori zaključuju kako, osim u SAD-u, postoji signifikantna pozitivna veza između potrošnje električne energije i realnog BDP-a te kako će u tom slučaju politike o ograničavanju potrošnje električne energije naštetiti BDP-u zemalja koje istu proizvode. Alsaedi i Tularam (2020) provode analizu VAR modelom u kojoj također promatraju međutjecaj potrošnje električne energije, vršne potrošnje i BDP-a u Saudijskoj Arabiji i zaključuju kako postoji Grangerovo uzrokovanje između sve tri varijable.

¹ Podaci su dostupni na: <https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.TOTL.ZS>.

Dodatno je moguće promatrati i, primjerice, povezanost cijena električne energije, potražnje za električnom energijom i ekonomskog rasta kao u Garen, Jepsen i Saunoris (2011), pri čemu autori prikazuju negativnu vezu između cijena električne energije i ekonomskog rasta koristeći ARDL (*Autoregressive Distributed Lag*) model. Slično istraživanje proveli su i Khobai i le Roux (2017) upotrebom ARDL modela na podacima za Južnoafričku Republiku, koji uz cijene električne energije u modelu koriste i ponudu električne energije, otvorenost u trgovanju, kapital i zaposlenost, pri čemu pokazuju negativnu vezu cijena električne energije i ekonomskog rasta. Također, moguće je spomenuti i istraživanje He *et al.* (2010) koji analiziraju prilagodbe cijena električne energije s obzirom na cijene ugljena i zaključuju kako povećanje cijena električne energije ima nepovoljan utjecaj na proizvodnju, ekonomski rast i indeks potrošačkih cijena (CPI).

Osim navedenih radova postoji i pravac istraživanja usmjeren na analizu utjecaja cijena (električne) energije na industrijsku proizvodnju. Tako primjerice, Kwon *et al.* (2016), promatraju povezanost politike cijena električne energije s potražnjom za električnom energijom i industrijskom proizvodnjom u Južnoj Koreji oslanjajući se na regresijski model. U radu upozoravaju kako plan vlade Južne Koreje da povisi cijene električne energije mora biti implementiran s oprezom, jer se s porastom cijena električne energije očekuje smanjena potražnja za istom i negativan utjecaj na industrijsku proizvodnju. Nadalje, Nie i Yang (2016) pokazuju kako povećanje cijena energije smanjuje industrijsku proizvodnju u industrijama sa značajnim energetske inputom, a time i društveno blagostanje. Slično, Elder (2021) pokazuje negativan utjecaj cijena energije na proizvodnju četiri vrste industrije: rudarstvo, proizvodnju, trgovinu na veliko te prijevoz. Naposljetku, istraživanje Rembeza i Przekota (2022) proučava utjecaj industrijske proizvodnje na cijene električne energije te pokazuje da postoji pozitivan utjecaj, izraženiji za periode u dnevnim i tjednim ciklusima s većom potražnjom energije, manje izražen na tržištima s većim udjelom obnovljivih izvora energije. Korišten je regresijski model slučajnih koeficijenata procijenjen metodom iterativnih generaliziranih najmanjih kvadrata.

Po uzoru na navedena posljednja četiri rada, a pogotovo na rad Rembeza i Przekota (2022), umjesto ekonomskog rasta u ovom se istraživanju koristi industrijska proizvodnja kao varijabla u modelu, ali tako da se analizira međutjecaj šokova cijena električne energije i industrijske proizvodnje u EU-u. Razlog tome leži u činjenici da u okviru navedenih istraživanja kao istraživačka metoda nije korišten panel VAR, što predstavlja doprinos ovog rada. Također, zanimljivo je uočiti da ne postoji rad koji istražuje međutjecaj (cijena) električne energije i industrijske proizvodnje uzimajući u obzir efekte koronakrize, što je u panel VAR modelu u ovom istraživanju modelirano korištenjem „dummy“ varijable.

2.2. ISTRAŽIVANJA VEZANA UZ MEĐUTJECAJ ELEKTRIČNE ENERGIJE I INFLACIJE

Postoji obilna literatura o povezanosti cijena energije i inflacije, posebice cijena nafte kao predstavnika cijena energije. Leblanc i Chinn (2004) pokazali su da cijene nafte utječu na inflaciju u SAD-u, Japanu i Europi, ali s umjerenom jačinom. Choi *et al.* (2018) nebalansiranim panelom od 72 zemlje pokazuje pozitivnu asimetričnu vezu između cijena nafte i inflacije. Punzi (2019) uz utjecaj cijena energije na inflaciju, proučava utjecaj nesigurnosti cijena energije na inflaciju te pokazuje signifikantnu pozitivnu vezu u oba slučaja. Pritom

primjenjuje panel VAR model korišten i u ovom istraživanju. Kuik *et al.* (2022), Kpagih (2022), Bednář *et al.* (2022) pokazuju pozitivan utjecaj cijena energije na inflaciju u Europi i Nigeriji, pri čemu vrijedi istaknuti kako Bednář *et al.* (2022) zaključuju da veći udio obnovljivih izvora energije smanjuje navedeni utjecaj.

Budući da se u drugom dijelu ovog rada istraživanje odnosi na ispitivanje međutjecaja šokova cijena električne energije i harmoniziranog indeksa potrošačkih cijena kao pokazatelja inflacije, u nastavku je prikazana manje obilna, ali značajna literatura na tu temu. Coppens (2010) prikazuje veliku korelaciju između belgijskog harmoniziranog indeksa potrošačkih cijena za struju i načina određivanja cijena električne energije. Apergis (2011) promatra razne CPI komponente i njihov utjecaj prelijevanja, pri čemu zaključuje kako cijene električne energije, plina i goriva te energije općenito Granger uzrokuju sve ostale CPI komponente. Gedikkaya *et al.* (2020) promatra utjecaj cijena električne energije na komponente HICP-a koristeći Factor Augmented Vector Autoregressive (FAVAR) model i kao rezultat dobiva pozitivnu vezu, jaču za sektore koji su kapitalno intenzivniji i imaju veću potrošnju električne energije po jedinici proizvodnje. Pacce, Sánchez i Suárez-Varela (2021) fokusirani su na utjecaj CO2 politika i rastućih cijena plina na cijene električne energije i zaključuju da je rast u cijenama električne energije odgovoran za jednu trećinu rasta HICP-a u Španjolskoj u prvoj polovici 2021.

Kao i u prvom dijelu ovog istraživanja, prema autorovim saznanjima ne postoji rad koji proučava međutjecaj šokova cijena električne energije i HICP-a, što se u radu analiziralo putem panel VAR modela. Dodatno, istraživanje uzima u obzir i efekte koronakrize putem „dummy“ varijable COVID, što je još jedan doprinos ovog rada u odnosu na postojeću literaturu.

3. METODE I PODACI

Mjesečni podaci o cijenama električne energije na tržištu dan unaprijed dohvaćeni su s internetske stranice Ember climate (<https://ember-climate.org/data/data-explorer/>) te su indeksirani s indeksom 1.2015. = 100. Desezonirani, kalendarski prilagođeni i indeksirani (2015. = 100) mjesečni podaci o industrijskoj proizvodnji dohvaćeni su s Eurostatovih baza podataka (https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=sts_inpr_m&lang=en). Indeksirani (2015. = 100) podaci o HICP-u također su dohvaćeni s Eurostatovih baza podataka (https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=prc_hicp_midx&lang=en). Obje vrste podataka promatraju se za razdoblje od siječnja 2015. do lipnja 2022. te za 24 zemlje članice Europske unije: Austriju, Belgiju, Češku, Dansku, Estoniju, Grčku, Finsku, Francusku, Italiju, Latviju, Litvu, Luksemburg, Mađarsku, Nizozemsku, Norvešku, Njemačku, Poljsku, Portugal, Rumunjsku, Slovačku, Sloveniju, Španjolsku, Švedsku i Švicarsku.

Kako bi se osiguralo da analiza funkcije impulsnog odaziva uzme u obzir međutjecaj varijabli u dugom roku te dinamične efekte šoka jedne varijable na drugu (učinak šoka u dugom roku, a ne samo neposredan učinak), promatrane varijable nisu diferencirane nego indeksirane (kao što je već spomenuto). Navedeni pristup temeljen je na radu Simsa, Stocka i Watsona (1990).

Na prikupljenim podacima primjenjuje se panel VAR model (24 zemlje), čime je omogućena analiza jednim modelom umjesto koristeći 24 zasebna VAR modela. Prema

Grossmann, Love i Orlov (2014), panel VAR analiza ima nekoliko prednosti. Prvo, VAR-ovi su korisni kad nema puno informacija iz teorije o vezama varijabli unutar modela. Dalje, funkcijama impulsnog odaziva mogu se dobiti utjecaji varijabli i na varijable, što u nekim modelima, npr. model panel regresije, nije moguće. Treće, panel VAR omogućuje uvođenje fiksnih efekata za svaku od promatranih zemalja, koji opisuju vremenski invarijantne komponente. Posljednje, panel VAR može se primijeniti na relativno kratkim vremenskim serijama zbog učinkovitosti dobivene dimenzijom vremenskog presjeka („cross-sectional“ dimenzijom).

Panel VAR model s k zavisnih varijabli i reda p može se prikazati jednadžbom Abrigo i Love (2015):

$$Y_{it} = Y_{it-1} A_1 + Y_{it-2} A_2 + \dots + Y_{it-p+1} A_{p-1} + Y_{it-p} A_p + X_{it} B + u_{it} + e_{it} \quad (1)$$

$$i \in \{1, 2, \dots, N\}, t \in \{1, 2, \dots, T\}$$

Gdje je Y_{it} ($1 \times k$) vektor zavisnih varijabli, u prvom modelu cijena električne energije, proizvodnje u industriji te „dummy“ varijable COVID, a u drugom cijena električne energije, harmoniziranog indeksa potrošačkih cijena i „dummy“ varijable COVID, X_{it} ($1 \times l$) vektor egzogenih kovarijata, u_{it} i e_{it} ($1 \times k$) vektori koji opisuju fiksne efekte i greške specifične za zavisne varijable, redom. U našem slučaju broj zavisnih varijabli je $k = 3$ (pri čemu je jedna od njih „dummy“ varijabla za razdoblja COVIDA), a red panel VAR-a je $p = 5$ u prvom i u drugom modelu.

Matrice reda ($k \times k$) A_1, \dots, A_p i B su parametarske matrice koje se procjenjuju. Njihova procjena odvila se uporabom xtvar paketa u Stati koji koristi „dummy“ procjenitelj najmanjih kvadrata. To je procjenitelj fiksnih efekata koji prilagođava multivarijatnu panel regresiju svake nezavisne varijable na nju samu i njezine „lagove“ kao i na ostale nezavisne varijable s pripadajućim „lagovima“.

Analiza panel VAR modelom ne stavlja naglasak na procijenjene koeficijente sadržane u matricama A_1, \dots, A_p , nego na funkciju impulsnog odaziva i analizu dekompozicije varijance.

Funkcija impulsnog odaziva računa se u vremenskim koracima i prikazuje smjer, jačinu i trajanje reakcije pojedine varijable (za svaki pojedini vremenski korak) na jedinični šok jedne od ostalih varijabli u modelu. U radu je, kao i što je najčešća praksa, prikazan s intervalima pouzdanosti kako bi se mogao utvrditi statistički signifikantan predznak reakcije pa je predznak signifikantan samo ako su oba ruba intervala pouzdanosti u istom dijelu sustava (pozitivnom ili negativnom) s obzirom na ordinatu. Drugi dio analize odnosi se na dekompoziciju varijance koja prikazuje koliki udio u varijaciji promatrane varijable imaju ostale pojedine varijable modela s obzirom na vremenski korak. Njome se dobiva odgovor na pitanje koji se dio varijance promatrane varijable može objasniti šokom u samoj varijabli, a koji je dio izazvan ostalim varijablama u modelu, za svaku pojedinačno.

Uobičajena konvencija jest usvojiti određeni redosljed varijabli i dodijeliti bilo kakvu korelaciju između dvije varijable onoj koja dolazi prva u usvojenom redosljedu, Grossmann, Love i Orlov (2014). Ovaj postupak poznat je kao faktorizacija Choleskog, a temelji se na pretpostavki da varijable koje dolaze ranije u redosljed utječu na sve sljedeće varijable istodobno, dok varijable koje dolaze kasnije u redosljedu utječu samo s „lagom“ na one prije njih.

U našem modelu na prvo mjesto stavljene su proizvodnja u industriji u prvom i HICP u drugom modelu, a na drugo mjesto u oba slučaja cijene električne energije, jer se zbog faktorizacije Choleskog na prvo mjesto stavlja ona varijabla čiji brži utjecaj testiramo modelom. Na posljednjem mjestu u oba modela nalazi se „dummy“ varijabla COVID. Za odabir „lagova“ u modelu korišten je Akaikeov informacijski kriterij (AIC) koji je za optimalni broj „lagova“ u modelu koji proučava cijene električne energije i industrijsku proizvodnju dao 5, a u modelu koji proučava cijene električne energije i HICP 6.

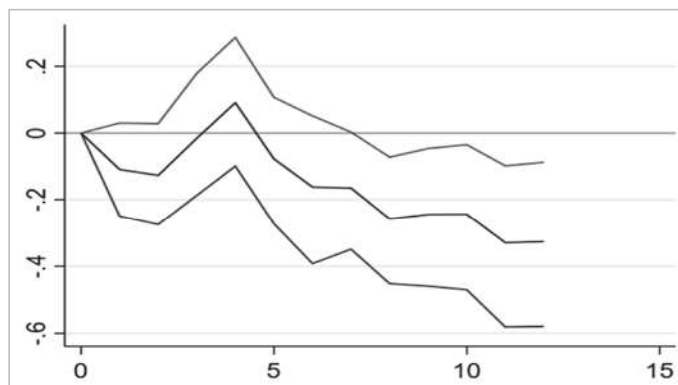
4. NALAZI ISTRAŽIVANJA

Kao što je već spomenuto u poglavlju Podaci i metodologija, panel VAR procjenjujemo naredbom „xtvar“ u Stata, a broj „lagova“ je 5 i 6, za prvi i drugi model redom. Intervale pouzdanosti određujemo Monte Carlo simulacijama te promatramo 12 koraka unaprijed (što odgovara punoj godini) za oboje, impulsne funkcije odaziva i dekompoziciju varijance.

Rezultati panel VAR analize cijena električne energije i industrijske proizvodnje za 24 zemlje članice EU- prikazani su na Grafikonima 1., 2., 3. i 4.

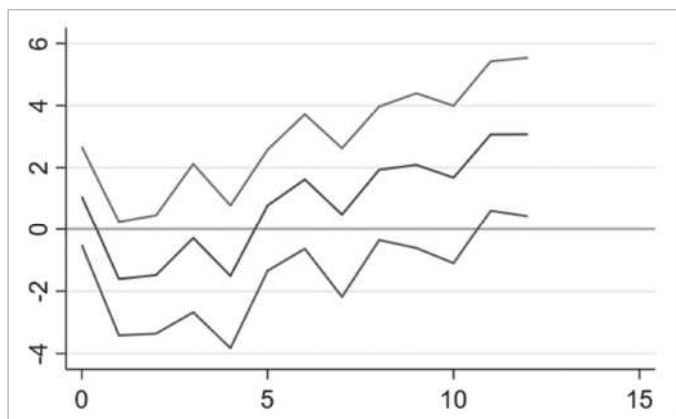
Iz Grafikona 1. vidi se kako industrijska proizvodnja negativno reagira na šok u cijenama električne energije. Ona postupno opada (uz iznimku 3. i 4. koraka) prema -0.4 standardne devijacije te je njezina reakcija signifikantna uz razinu značajnosti 5 % za posljednjih pet koraka, ali blizu granice značajnosti i za ostale korake (opet uz iznimku 3. i 4. te 5. koraka). Grafikon 2. prikazuje reakciju cijena električne energije na šok u industrijskoj proizvodnji. Reakcija sadrži rastući trend signifikantan tek u posljednja dva koraka, s nesigurnim padom u prvom koraku.

Grafikon 1. Funkcije impulsnog odaziva s 95 %-tnim intervalom pouzdanosti – PVAR model – reakcije varijable industrijska proizvodnja na šok u varijabli cijene električne energije



Izvor: izrada autora

Grafikon 2. Funkcije impulsnog odaziva s 95 %-nim intervalom pouzdanosti – PVAR model – reakcije varijable cijene električne energije na šok u varijabli industrijska proizvodnja

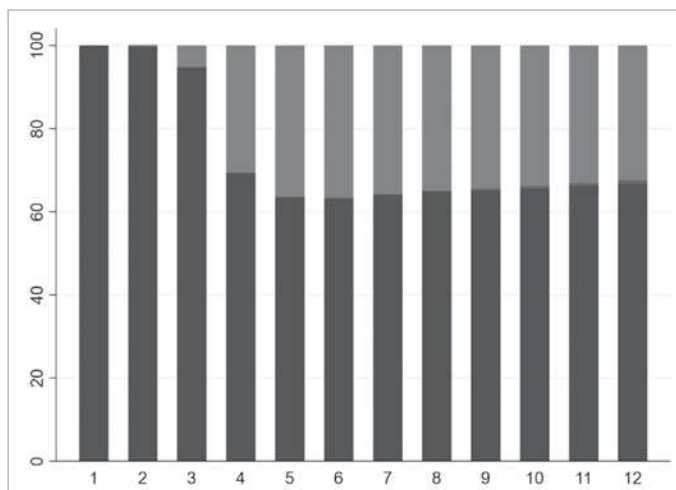


Izvor: izrada autora

Grafikon 3. pokazuje da je manje od 1 % varijance u industrijskoj proizvodnji objašnjeno cijenama električne energije, dok je preko 30 % varijance objašnjeno „dummy“ varijablom COVID. To se može objasniti činjenicom da cijene veću volatilitnost imaju tek krajem 2021. godine pa nisu u prilici objasniti varijaciju u varijabli industrijska proizvodnja dok je „dummy“ varijabla COVID imala tu priliku.

Grafikon 4. pokazuje da je jako malo (< 0.5%), gotovo ništa varijance cijena električne energije objašnjeno industrijskom proizvodnjom, a nekoliko postotaka (1.4 % – 3.3 %) varijance objašnjeno je „dummy“ varijablom COVID, s rastućim trendom po koracima.

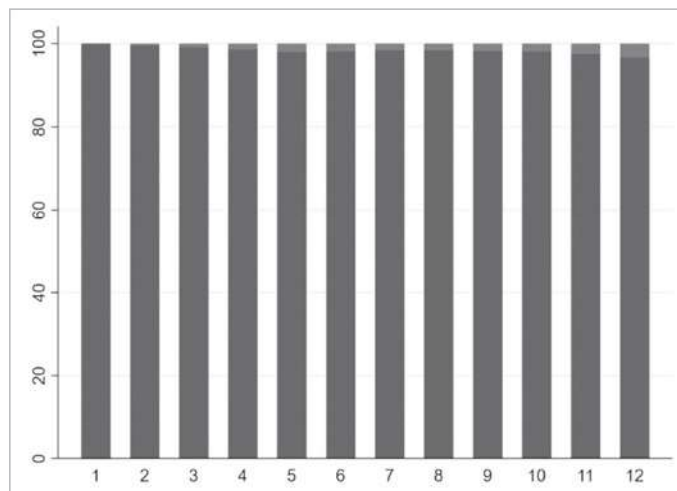
Grafikon 3. Dekompozicija varijance varijable industrijska proizvodnja



Izvor: izrada autora

Legenda: plava boja – industrijska proizvodnja, zelena boja – COVID, crvena boja – cijene električne energije

Grafikon 4. Dekompozicija varijance varijable cijene električne energije



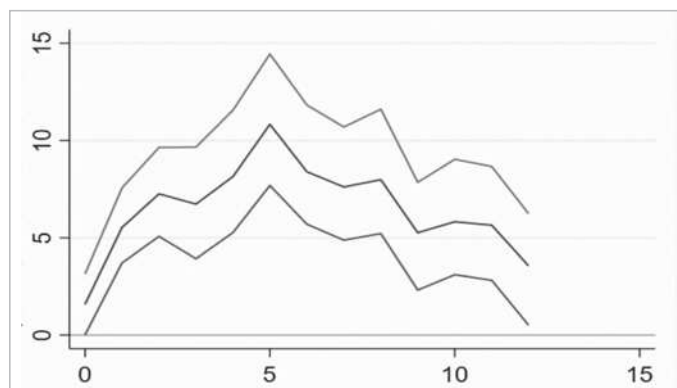
Izvor: izrada autora

Legenda: plava boja – industrijska proizvodnja, zelena boja – COVID, crvena boja – cijene električne energije

Rezultati panel VAR analize cijena električne energije i harmoniziranog indeksa potrošačkih cijena za 24 zemlje članice EU-a prikazani su na Grafikonima 5., 6., 7. i 8.

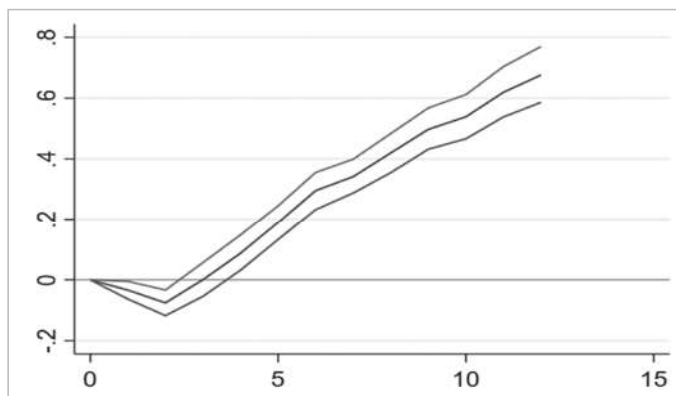
Grafikoni 5. i 6. pokazuju impulsne funkcije odaziva. Jasno je vidljiva pozitivna i značajna veza između cijena električne energije i HICP-a. Naime, šok u HICP-u uzrokuje pozitivnu reakciju cijena električne energije, značajnu za sve korake s vrhuncem reakcije od preko 10 standardnih devijacija. Također, šok u cijenama električne energije uzrokuje mali značajni pad HICP-a u prva dva koraka, ali za sve kasnije korake prisutan je značajan rastući trend HICP-a sa šest puta jačom (pozitivnom) reakcijom u zadnjem koraku nego što je bila negativna reakcija u prvim koracima.

Grafikon 5. Funkcije impulsnog odaziva s 95 %-nim intervalom pouzdanosti – PVAR model – reakcije varijable cijene električne energije na šok u varijabli harmonizirani indeks potrošačkih cijena



Izvor: izrada autora

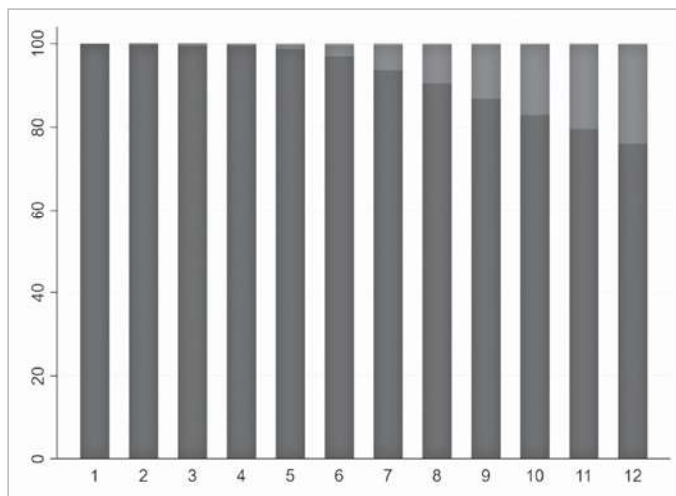
Grafikon 6. Funkcije impulsnog odaziva s 95 %-tnim intervalom pouzdanosti – PVAR model – reakcije varijable harmonizirani indeks potrošačkih cijena na šok u varijabli cijene električne energije



Izvor: izrada autora

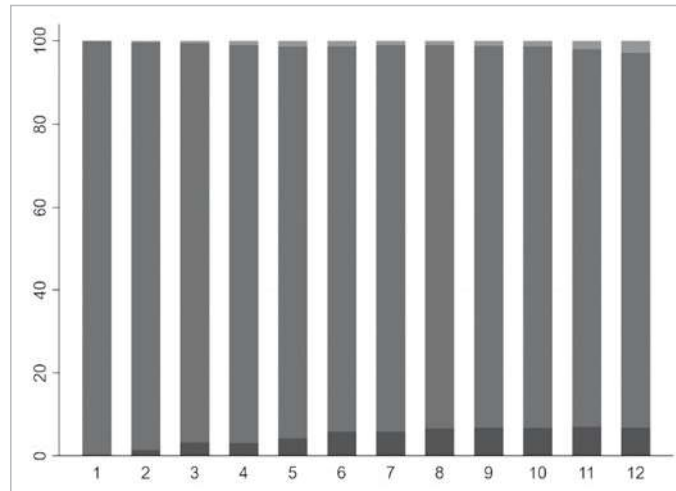
Grafikoni 7. i 8. opisuju dekompoziciju varijance promatranih varijabli. Iz grafikona 7. vidljivo je da je dobar dio varijance HICP-a objašnjen varijablom cijene električne energije. Počevši od šestog koraka gdje je udio objašnjene varijance 2.6 % pa sve do dvanaestog koraka gdje isti udio iznosi čak 23.6 %. Grafikon 8. pokazuje da je udio varijance cijena električne energije koja se može objasniti HICP-om od 3.1 % u trećem koraku do 6.7 % u posljednjem. Kao i na Grafikonu 3., nekoliko postotaka (1.4 % – 3.3 %) varijance objašnjeno je „dummy“ varijablom COVID s rastućim trendom po koracima.

Grafikon 7. Dekompozicija varijance varijable harmonizirani indeks potrošačkih cijena



Izvor: izrada autora

Legenda: plava boja – HICP, zelena boja – COVID, crvena boja – cijene električne energije

Grafikon 8. Dekompozicija varijance varijable cijene električne energije

Izvor: izrada autora

Legenda: plava boja – HICP, zelena boja – COVID, crvena boja – cijene električne energije

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu ispitan je međutjecaj šokova cijena električne energije i industrijske proizvodnje (prvi model) te cijena električne energije i inflacije u vidu harmoniziranog indeksa potrošačkih cijena (HICP) (drugi model) i to panel VAR modelom za 24 zemlje članice Europske unije. Pritom je u obzir uzet i efekt pandemije uvođenjem u model COVID varijable kao „dummy“ varijable.

Za prvi panel VAR model rezultati podržavaju tezu o postojanju međutjecaja cijena električne energije i industrijske proizvodnje. Dakle, industrijska proizvodnja negativno reagira na šok u cijenama električne energije kao što je pokazano u He *et al.* (2010), dok u obratnom slučaju cijene pozitivno reagiraju, što je rezultat u skladu s onim iz Rembeza i Przekota (2022). Dobiveni su rezultati u skladu s usporedivim istraživanjima na temu povezanosti cijena električne energije i industrijske proizvodnje, ali i općenito ekonomskog rasta, bez obzira na drugačiji metodološki pristup. Naime, doprinos provedenog istraživanja postojećoj literaturi ogleda se u činjenici da nijedan rad iz literature ne istražuje međutjecaj cijena električne energije i industrijske proizvodnje. Dodatno, doprinos ovog dijela rada predstavlja potvrda očekivanih rezultata i u uvjetima koronakrize jer se više od 30 % (28 od 90 za svako analizirano gospodarstvo) podataka odnosi na razdoblje koronakrize, a čiji je utjecaj mjeren „dummy“ varijablom COVID.

U drugom panel VAR modelu utvrđen je pozitivan međutjecaj cijena električne energije i HICP-a u skladu s očekivanjima na temelju ranije provedenih istraživanja. Time je i u ovom slučaju također potvrđena teza o postojanju povezanosti istog smjera i u oba smjera između cijena električne energije i inflacije bez obzira na drugačiji metodološki pristup te uzimajući u obzir i efekte pandemije koronavirusa.

Oslanjanje na dva zasebna panel VAR modela za analizu triju promatranih varijabli moguće je istaknuti kao ograničenje odabranog istraživačkog pristupa. Tako bi buduća istraživanja mogla promatrati panel VAR model s tri varijable te time ispitati međutjecaj cijena električne energije, industrijske proizvodnje i inflacije. Dodatno, umjesto „dummy“ varijable COVID mogao bi se uvesti strukturni prekid čime bi se za analizu koristio panel strukturni VAR model.

LITERATURA

1. Abrigo, M. R. M. i Love, I. (2015). *Estimation of Panel Vector Autoregression in Stata: a Package of Programs*.
2. Alsaedi, Y. H. i Tularam, G. A. (2020). The relationship between electricity consumption, peak load and GDP in Saudi Arabia: A VAR analysis. *Mathematics and Computers in Simulation*, 175, 164–178. <https://doi.org/10.1016/j.matcom.2019.06.012>
3. Apergis, N. (2011). *Characteristics of inflation in Greece: Mean Spillover Effects among CPI Components*.
4. Bednář, O., Čečrdlová, A., Kadeřábková, B. i Řežábek, P. (2022). Energy Prices Impact on Inflationary Spiral. *Energies*, 15(9). <https://doi.org/10.3390/en15093443>
5. Berk, I. i Yetkiner, H. (2014). Energy prices and economic growth in the long run: Theory and evidence. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 36, 228–235. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.04.051>
6. Choi, S., Furceri, D., Loungani, P., Mishra, S. i Poplawski-Ribeiro, M. (2018). Oil prices and inflation dynamics: Evidence from advanced and developing economies. *Journal of International Money and Finance*, 82, 71–96. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2017.12.004>
7. Coppens, F. (2010). *The increased volatility of electricity prices for Belgian households*. Dostupno na <http://www.energiekamer.nl/nederlands/gas/levering/tarieftoezicht.asp>
8. Elder, J. (2021). Canadian industry level production and energy prices. *Energy Economics*, 99. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105280>
9. European Commission. (2022). REPowerEU Plan.
10. European Commission. (2019). The European Green Deal. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN>
11. Fulop, G. i Gyomai, G. (2012). *Transition of the OECD Cli System to a GDP-Based Business Cycle Target*.
12. Garen, J., Jepsen, C. i Saunoris, J. (2011). *The Relationship between Electricity Prices and Electricity Demand, Economic Growth, and Employment Demand, Economic Growth, and Employment*. Dostupno na https://uknowledge.uky.edu/cber_researchreports
13. Gedikkaya, A., Varlik, S. i M. Hakan, B. (2020). The effects of electricity price changes on prices of other goods and services—evidence from Turkey. *Applied Economics Letters*, 27(12), 955–960. <https://doi.org/10.1080/13504851.2019.1648746>

14. Grossmann, A., Love, I. i Orlov, A. G. (2014). The dynamics of exchange rate volatility: A panel VAR approach. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 33(1), 1–27. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2014.07.008>
15. He, Y. X., Zhang, S. L., Yang, L. Y., Wang, Y. J. i Wang, J. (2010). Economic analysis of coal price-electricity price adjustment in China based on the CGE model. *Energy Policy*, 38(11), 6629–6637. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.06.033>
16. Khobai, H. i le Roux, P. (2017). The Impact of Electricity Price on Economic Growth in South Africa. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(1), 108–116. Dostupno na <http://www.econjournals.com>
17. Kpagih, L. L. (2022). Energy Price Fluctuation and Inflation in Nigeria: A Granger Causality Analysis. *Journal of Economics, Finance and Management Studies*, 05(03). <https://doi.org/10.47191/jefms/v5-i3-02>
18. Kuik, F., Feveile Adolfsen, J., Lis, E. M. i Meyler, A. (2022). Energy price developments in and out of the COVID-19 pandemic – from commodity prices to consumer prices. *ECB Economic Bulletin*, 4.
19. Kwon, S., Cho, S. H., Roberts, R. K., Kim, H. J., Park, K. i Edward Yu, T. (2016). Effects of electricity-price policy on electricity demand and manufacturing output. *Energy*, 102, 324–334. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.02.027>
20. Leblanc, M. i Chinn, M. D. (2004). *Do High Oil Prices Presage Inflation? The Evidence from G-5 Countries Do High Oil Prices Presage Inflation?*.
21. Li, R. i Lee, H. (2022). The role of energy prices and economic growth in renewable energy capacity expansion – Evidence from OECD Europe. *Renewable Energy*, 189, 435–443. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2022.03.011>
22. Li, R. i Leung, G. C. K. (2021). The relationship between energy prices, economic growth and renewable energy consumption: Evidence from Europe. *Energy Reports*, 7, 1712–1719. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.03.030>
23. Narayan, P. K., Narayan, S. i Prasad, A. (2008). A structural VAR analysis of electricity consumption and real GDP: Evidence from the G7 countries. *Energy Policy*, 36(7), 2765–2769. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.02.027>
24. Nie, Pu-yan i Yang, Yong-cong. (2016). Effects of energy price fluctuations on industries with energy inputs: An application to China. *Applied Energy*, 165, 329–334. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.12.076>
25. Pacce, M., Sánchez, I. i Suárez-Varela, M. (2021). Recent Developments in Spanish Retail Electricity Prices: The Role Played by the Cost of Co₂ Emission Allowances and Higher Gas Prices.
26. Punzi, M. T. (2019). The impact of energy price uncertainty on macroeconomic variables. *Energy Policy*, 129, 1306–1319. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.03.015>
27. Rembeza, J. i Przekota, G. (2022b). Influence of the Industry's Output on Electricity Prices: Comparison of the Nord Pool and HUPX Markets. *Energies*, 15(16). <https://doi.org/10.3390/en15166044>
28. Sims, C. A., Stock, J. H. i Watson, M. W. (1990). Inference in Linear Time Series Models With Some Unit Roots. *In Econometrica*, Vol. 58, Issue 1.