Utjecaj potrošnje energije na ekonomski rast u razvijenim i post-tranzicijskim zemljama Europske unije

Fatur Šikić, Tanja

Doctoral thesis / Disertacija

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Economics / Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:192:479264

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

SVEUČILIŠTE U RIJECI
EKONOMSKI FAKULTET

Repository / Repozitorij:

Repository of the University of Rijeka, Faculty of Economics and Business - FECRI Repository

UNIRI DIGITALNA KNJIŽNICA

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE U RIJECI
EKONOMSKI FAKULTET U RIJECI

POSLIJEDIPLOMSKI DOKTORSKI STUDIJ
EKONOMIJE I POSLOVNE EKONOMIJE

TANJA FATUR ŠIKIĆ, univ.spec.oec.

UTJECAJ POTROŠNJE ENERGIJE NA EKONOMSKI RAST U RAZVIJENIM I POST-TRANZICIJSKIM ZEMLJAMA EUROPSKE UNIJE

DOKTORSKI RAD

Rijeka, 2018.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
EKONOMSKI FAKULTET U RIJECI

POSLIJEDIPLOMSKI DOKTORSKI STUDIJ
EKONOMIJE I POSLOVNE EKONOMIJE

TANJA FATUR ŠIKIĆ, univ.spec.oec.

UTJECAJ POTROŠNJE ENERGIJE NA EKONOMSKI RAST U RAZVIJENIM I POST-TRANZICIJSKIM ZEMLJAMA EUROPSKE UNIJE

DOKTORSKI RAD

Mentor: Prof.dr.sc. Đula Borozan
Komentor: Prof.dr.sc. Nela Vlahinić Lenz

Rijeka, 2018.

UNIVERSITY OF RIJEKA
FACULTY OF ECONOMICS RIJEKA

POSTGRADUATE DOCTORAL STUDY IN
ECONOMICS AND BUSINESS ECONOMICS

TANJA FATUR ŠIKIĆ, univ.spec.oec.

IMPACT OF ENERGY CONSUMPTION ON ECONOMIC GROWTH IN DEVELOPED AND POST-TRANSITION COUNTRIES OF EUROPEAN UNION

DOCTORAL THESIS

Rijeka, 2018.

Mentor rada: prof.dr.sc. Đula Borozan, Ekonomski fakultet u Osijeku
Komentor rada: prof.dr.sc. Nela Vlahinić Lenz, Ekonomski fakultet u Rijeci

Doktorski rad obranjen je dana 4. srpnja 2018. godine na Ekonomskom fakultetu u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, pred povjerenstvom u sastavu:

1. izv.prof.dr.sc. Saša Žiković, predsjednik povjerenstva, Ekonomski fakultet u Rijeci
2. doc.dr.sc. Vesna Buterin, član, Ekonomski fakultet u Rijeci
3. prof.dr.sc. Ines Kersan-Škabić, član, Fakultet ekonomije i turizma „Dr. Mijo Mirković“, Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Posveta:

Mojoj pokojnoj sestri Ireni

ZAHVALA

Zahvaljujem se svojoj mentorici prof.dr.sc. Đuli Borozan, na podršci, povjerenju, uloženom trudu i naporu, znanstvenom i stručnom usmjeravanju i nesebičnom prijenosu znanja pri izradi ovog doktorskog rada.

Zahvaljujem se i komentorici prof.dr.sc. Neli Vlahinić Lenz i izv.prof.dr.sc. Saši Žikoviću na njihovim korisnim i stručnim smjernicama i komentarima.

Zahvaljujem se svojem suprugu Darku na strpljenju, razumijevanju i svakodnevnoj podršci i motivaciji, te roditeljima što su uvijek vjerovali u mene. Također se zahvaljujem svim prijateljima i kolegama koji su bili uz mene za vrijeme pisanja doktorskog rada.

SAŽETAK

Europska unija (EU) donijela je jedinstvenu strategiju energetskog razvoja i ublažavanja klimatskih promjena, kojom će Europa postati „nisko ugljično“ gospodarstvo s niskim emisijama stakleničkih plinova, odnosno svjetski lider u borbi protiv klimatskih promjena. U uvjetima izrazite nestabilnosti na tržištima svih energenata, a posebice nafte i plina, u većini zemalja članica EU izražena je svijest o nužnosti upravljanja energetskim razvojem, smanjenju uvozne ovisnosti i racionalnoj potrošnji energije, ali bez negativnog učinka na ekonomski rast. Radi osiguranja novih izvora energije i smanjenja emisija stakleničkih plinova, EU se usredotočila na veće korištenje obnovljivih izvora energije i na poboljšanje energetske učinkovitosti.

Članice EU zadnjih dvadesetak godina intenzivno rade na stvaranju unutarnjeg energetskog tržišta i energetske unije. Paket mjera za energetsku uniju ima za cilj Europi i njezinim građanima osigurati povoljnu, sigurnu i održivu energiju. Mnoge države članice EU-a uvelike ovise o manjem broju dobavljača, posebno u vezi s opskrbom plinom, što ih čini osjetljivima na poremećaje u opskrbi energijom. Osim toga, sve je starija energetska infrastruktura u Europi, slabo su integrirana energetska tržišta, posebno prekogranična. U skladu s ciljevima EU-a dogovorenima u okviru klimatske i energetske politike do 2020. odnosno 2030. godine, EU treba smanjiti svoju ukupnu ovisnost o fosilnim gorivima te smanjiti emisije stakleničkih plinova. EU reformski model bitno je odredio reforme u post-tranzicijskim zemljama, posebice u elektroenergetskom sektoru. S obzirom da je energija u mnogim zemljama ključna za proces ekonomskog rasta, postavljaju se pitanja doprinose li svi izvori energije jednako ekonomskom rastu te koja je razlika u korištenju pojedinih izvora energije u razvijenim u odnosu na post-tranzicijske EU zemlje. Cilj ove doktorske disertacije bio je istražiti utjecaj potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na ekonomski rast u razvijenim i post-tranzicijskim EU zemljama te utvrditi konvergiraju li post-tranzicijske EU zemlje stopi rasta potrošnje energije razvijenih EU zemalja.

Korištenjem statične i dinamične panel analize na skupu 15 razvijenih i 11 post-tranzicijskih EU zemalja dokazano je da potrošnja energije ima pozitivan i statistički značajan utjecaj na ekonomski rast. Dokazano je da promjena potrošnje obnovljivih i

neobnovljivih izvora energije po stanovniku ima utjecaj na ekonomski rast u obje skupine zemalja. Međutim, kod post-tranzicijskih EU zemalja utjecaj promjene potrošnje neobnovljivih izvora energije je negativan zbog promjena u strukturi ukupne potrošnje energije te smanjenju energetske intenzivnosti. U slučaju panela razvijenih EU zemalja veći je relativni utjecaj potrošnje OIE po stanovniku na ekonomski rast u odnosu na post-tranzicijske EU zemlje zbog većeg udjela OIE u ukupnoj potrošnji energije. Također je dokazano da post-tranzicijske EU zemlje konvergiraju stopi rasta potrošnje energije razvijenih EU zemalja.

Navedeni zaključci predstavljaju osnovu za daljnja istraživanja u ovom području, a rezultati prikazani u radu mogu koristiti nositeljima energetske politike za razvoj energetskog sektora u funkciji ekonomskog rasta gospodarstva EU zemalja.

Ključne riječi: ekonomski rast, potrošnja obnovljivih i neobnovljivih izvora energije, konvergencija, razvijene i post-tranzicijske zemlje Europske unije, panel analiza

SUMMARY

The European Union (EU) adopted a strategy for energy development and climate change mitigation. Its main goal is to become a "low carbon" economy with low greenhouse gas emissions, and a world leader in combating climate change. Under the conditions of extreme volatility in the energy market, especially of oil and gas, most EU member states are aware of the necessity of managing energy development, reducing import dependence and the rational consumption of energy, but without a negative effect on economic growth. In order to ensure new sources of energy and to reduce greenhouse gas emissions, the EU is focused on the greater use of renewable energy sources and the improvement of energy efficiency.

In the last twenty years the EU member states have been working on the creation of the internal energy market and Energy union. The package of measures for the Energy union aims to ensure to the EU, and its citizens, a favourable, safe and sustainable energy. Many EU member states are largely dependent on a smaller number of suppliers, particularly regarding the gas supply, which makes them sensitive to energy supply disturbances. In addition, energy infrastructure in Europe is getting old and energy markets, especially cross-border markets, are poorly integrated. In line with EU goals agreed in the framework of climate and energy policy by 2020 and 2030, the EU should reduce its overall dependence on fossil fuels and reduce greenhouse gas emissions. The EU reform model has a large impact on the reforms carried in post-transition EU countries, especially in the power sector. Given that energy in many countries is crucial for the economic growth process, the question is whether all energy sources have an equal impact on economic growth and what is the difference in the use of particular energy source between developed and post-transition EU countries. The aim of this doctoral dissertation was to analyse the impact of renewable and non-renewable energy consumption on economic growth in developed and post-transition EU countries, and to determine whether there is a convergence in growth of energy consumption rate between the post-transition and developed EU countries..

By using static and dynamic panel analysis on a set of 15 developed and 11 post-transition EU countries, it has been proven that energy consumption has a positive

and statistically significant impact on economic growth. There is evidence that changes in the consumption of renewable and non-renewable energy sources per capita have an impact on economic growth in both groups of countries. However, in post-transition EU countries consumption of non-renewable energy sources has a negative impact due to changes in the structure of total energy consumption and decreased energy intensity. In the case of the developed EU countries, the consumption of renewable energy per capita is higher than in the post-transition EU countries due to the higher proportion of renewable energy in total energy consumption. There is also evidence that post-transition EU countries converge to the rate of growth of energy consumption in developed EU countries.

These findings are the basis for further research in this area, and the results presented in dissertation can be used by energy policy holders for the development of the energy sector in the function of the economic growth of the EU.

Key words: economic growth, consumption of renewable and non-renewable energy, convergence, developed and post-transition countries of the European Union, panel analysis

SADRŽAJ

1. UVOD 1

1.1. Problem, predmet i objekt istraživanja 4

1.2. Znanstvena hipoteza i pomoćne hipoteze 6

1.3. Svrha i ciljevi istraživanja 8

1.4. Ocjena dosadašnjih istraživanja 8

1.5. Znanstvene metode 13

1.6. Kompozicija rada 14

2. TEORIJSKI ASPEKT VAŽNOSTI ENERGIJE I PROCESA KONVERGENCIJE U EKONOMSKOM RASTU 17

2.1. Neoklasični model rasta 17

2.2. Endogeni modeli rasta 22

2.2.1. Modeli koji se temelje na učenju putem rada 24

2.2.2. Modeli zasnovani na istraživanju i razvoju 25

2.2.3. Modeli akumulacije kapitala 27

2.3. Ekološka ekonomija 29

2.4. Uloga energije u ekonomskom rastu 31

3. TRANZICIJA PREMA NISKO-UGLJIČNOM GOSPODARSTVU 35

3.1. Međunarodni sporazumi u području klime 37

3.2. Energetska i klimatska politika EU-a 38

3.2.1. Energija 2020. 39

3.2.2. Energija 2030. 41

3.3. Unutarnje energetsko tržište 42

3.3.1. Prvi energetski paket 44

3.3.2. Drugi energetski paket 46

3.3.3. Treći energetski paket 48

3.3.4. Strategija energetske unije 51

3.3.5. Zimski paket – „Čista energija” 57

3.4. Energetski sektor EU 60

3.4.1. Proizvodnja i potrošnja energije u EU 61

3.4.2. Energetska ovisnost EU 69

3.4.3. Obnovljivi izvori energije 74

3.4.3.1. Upotreba obnovljivih izvora energije u zemljama članicama EU-a 80

3.4.3.2. Ograničenja obnovljivih izvora energije 85

3.4.3.3. Zaposlenost u obnovljivim izvorima 87

3.5. Energetski sektor post-tranzicijskih EU zemalja 88
3.6. Emisije stakleničkih plinova 106
4. PREGLED EMPIRIJSKIH ISTRAŽIVANJA ODNOSA IZMEĐU POTROŠNJE ENERGIJE I EKONOMSKOG RASTA 112
4.1. Empirijska istraživanja povezanosti potrošnje energije i ekonomskog rasta 112
4.2. Pregled istraživanja odnosa potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta 124
4.3. Pregled istraživanja konvergencije u stopi rasta potrošnje energije 134
5. EKONOMETRIJSKA ANALIZA UTJECAJA POTROŠNJE OBNOVLJIVIH I NEOBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE NA EKONOMSKI RAST U ZEMLJAMA EU 143
5.1. Opis podataka i ograničenja u korištenim podacima 143
5.2. Opis metodologije primijenjene u ekonometrijskoj analizi 147
5.2.1. Statička panel-regresijska analiza 149
5.2.1.1. Združeni panel model 149
5.2.1.2. Model s fiksnim efektom 150
5.2.1.3. Model sa slučajnim efektom 151
5.2.2. Dinamička panel-regresijska analiza 152
5.2.3. Analiza konvergencije 154
5.2.3.1. Sigma konvergencija 155
5.2.3.2. Beta konvergencija 155
5.3. Rezultati analize utjecaja potrošnje energije na ekonomski rast 157
5.3.1. Rezultati analize za razvijene EU zemlje 161
5.3.1. Rezultati analize za post-tranzicijske EU zemlje 164
5.4. Rezultati analize konvergencije u potrošnji energije između post-tranzicijskih i razvijenih EU zemalja 170
6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA 177
6.1. Zaključak 177
6.2. Implikacije analiziranog modela na energetsku politiku država EU 183
6.3. Preporuke za budući rad 187
7. LITERATURA 189
POPIS TABLICA 212
POPIS GRAFIKONA 214
LONG ABSTRACT 216

1. UVOD

Kao faktor proizvodnje, energija ima ključnu ulogu u ekonomskom rastu (Stern, 2011). Ekonomski i svekoliki rast i razvoj neke ekonomije i društva danas su nezamislivi bez upotrebe raznih oblika energije kao osnovnih faktora u proizvodnom procesu. Posljednjih 40-tak godina, globalna potrošnja primarne energije kontinuirano je rasla, te je u posljednjih 10-tak godina prosječno godišnje rasla 1,8% (BP, 2017). Uz rast potražnje za energijom, sigurnost i stabilnost opskrbe energentima objektivna je nužnost za kontinuirano funkcioniranje gospodarstva na globalnoj, europskoj, nacionalnoj i regionalnoj razini. Europska unija (EU) je trenutno najveći uvoznik energije u svijetu; uveze 53% cjelokupne energije koju potroši uz godišnji trošak od oko 400 milijardi eura (Eurostat, 2017). Mnoge države članice EU-a uvelike ovise o manjem broju dobavljača, posebno u vezi s opskrbom plinom, što ih čini osjetljivima na poremećaje u opskrbi energijom. Odnos između potrošnje energije i ekonomskog rasta važan je za dizajniranje učinkovite energetske i ekološke politike koja će promicati održivi razvoj. Potrošnja energije zauzvrat vodi globalnom zagrijavanju i klimatskim promjenama, čime utječe na ekonomski rast. Energija i klimatske promjene usko su povezane jer proizvodnja energije, uglavnom transformacijom i izgaranjem fosilnih goriva, i uporaba energije, npr. u industriji, kućanstvima i prometu, uzrokuju 79% emisija stakleničkih plinova u EU-u. Slijedom toga, preoblikovanje proizvodnje energije i njezine uporabe od ključne su važnosti za pronalazak rješenja za klimatske promjene. Ispunjavanje energetskih potreba uz istodobno smanjenje emisija stakleničkih plinova ključan je izazov za EU i njegove države članice (IPCC, 2014).

Navedeno ukazuje na teorijsku i praktičnu važnost spoznaje o energiji, kao značajnom temelju ekonomskog rasta ne samo jer može poboljšati produktivnost rada, kapitala, tehnologije i ostalih faktora proizvodnje, već i zbog činjenice što povećana potrošnja energije može utjecati na ekonomski rast, ali i obrnuto. U strateškom razvitku svake države, opskrba energijom iz vlastitih izvora predstavlja jednu od karika stabilnog gospodarskog sustava te je pokazatelj neovisnosti i održivosti države o vanjskim utjecajima na kretanje cijena energetskih sirovina. Nedovoljna raspoloživost energenata, poremećaji u opskrbi energijom te snažne promjene cijena energije mogu postati limitirajući činitelj ekonomskog rasta.

U uvjetima izrazite nestabilnosti na tržištima svih energenata, a posebice nafte i plina, u većini zemalja članica EU izražena je svijest o nužnosti upravljanja energetskim razvojem, smanjenju uvozne ovisnosti i racionalnoj potrošnji energije, ali bez negativnog učinka na ekonomski rast. EU je donijela jedinstvenu politiku energetskog razvoja i ublažavanja klimatskih promjena, kojom će Europa postati „nisko ugljično“ gospodarstvo s niskim emisijama stakleničkih plinova, odnosno svjetski lider u borbi protiv klimatskih promjena. Energetski ciljevi EU postavljeni su u strategijama 2020, 2030 i 2050 (Europska komisija 2010, 2011b, 2014a, 2014c) i one određuju put do energetski učinkovitije budućnosti EU. Radi smanjenja emisija stakleničkih plinova i osiguranja novih izvora energije, EU se usredotočila na povećanje korištenja obnovljivih izvora energije i poboljšanje energetske učinkovitosti.

Članice EU zadnjih dvadesetak godina intenzivno rade na stvaranju unutarnjeg energetskog tržišta i energetske unije. Paket mjera za energetsku uniju ima za cilj Europi i njezinim građanima osigurati povoljnu, sigurnu i održivu energiju. Posebne mjere obuhvaćaju, među ostalim, energetsku sigurnost, energetsku učinkovitost i dekarbonizaciju (Europsko vijeće, 2015). Međutim EU obuhvaća heterogenu skupinu zemalja. S aspekta energetskog sustava, između razvijenih i post-tranzicijskih EU članica prisutne su ogromne razlike u dostupnosti vlastitih izvora energije, infrastrukturi, distribucijskom sustavu, strukturi cijena, kao i u mnogim drugim čimbenicima. Krajem 1980-tih i početkom 1990-tih godina post-tranzicijske EU zemlje započele su s implementacijom sveobuhvatnih gospodarskih, institucionalnih i političkih reformi. Infrastrukturni sektor općenito, a posebno elektroenergetski sektor post-tranzicijskih EU zemalja, nalazio se u teškoj situaciji te su problemi bili brojni: ekonomski gubitci kao posljedica financijske nedisciplineiloše naplate računa te tehnički gubitci kao posljedica zastarjele tehnologije, posebice u prijenosnoj mreži, rezultirali su značajnim financijskim problemima. Cijene električne energije bile su više socijalna, a manje ekonomska kategorija (Vlahinić-Dizdarević, 2011). Proizvodni energetski kapaciteti su bili zastarjeli jer je većina investicija provedena 1950-ih i 1960-ih. Energetski sektor je bio neučinkovit, nepouzdan, a energetska politika iracionalna (Borozan, 2017). Početkom 2000. godine post-tranzicijske EU zemlje su započele sa značajnim reformama elektroenergetskog sektora kako bi ga restrukturirale i približile standardima razvijenih EU zemalja. Istovremeno i razvijene

zemlje poduzimaju reforme u energetskom sektoru, no s različitim motivom u odnosu na post-tranzicijske ekonomije. Naime, razvijene zemlje započele su s reformama kako bi dodatno unaprijedile već uglavnom efikasan sektor, snizile cijene električne energije te poboljšale kvalitetu i sigurnost usluge. Ovi ciljevi i dalje su prioriteti zajedničke energetske politike EU (Vlahinić-Dizdarević, 2011). Sve navedeno ukazuje da se post-tranzicijske EU zemlje, razlikuju po svom povijesnom razvoju i ekonomskim karakteristikama od razvijenih EU zemalja.

Energetska tržišta najčešće imaju regionalnu dimenziju pa je energetska politika EU bitan činitelj koji je utjecao, te će i u budućnosti utjecati, na poduzete reforme u energetskom sektoru u svim europskim zemljama, bez obzira jesu li članice EU ili ne. EU reformski model bitno je odredio reforme u post-tranzicijskim EU zemljama, posebice u elektroenergetskom sektoru koji je zbog svoje važnosti ponajviše reguliran, a unutarnje tržište električne energije uređeno EU direktivama i ostalim zakonskim propisima. Kako bi se smanjila energetska ovisnost te poremećaji u opskrbi energijom u EU zemljama, potrebno je osuvremeniti energetsku infrastrukturu te poboljšati energetsku povezanost između država članica. Dovršenje unutarnjeg energetskog tržišta omogućilo bi jednostavniji pristup prekograničnim energetskim tržištima te ujedno snizilo cijene energije za građane i poduzeća.

S obzirom da je energija u mnogim zemljama ključna za proces ekonomskog rasta, postavljaju se pitanja doprinose li svi izvori energije jednako ekonomskom rastu te koja je razlika u korištenju pojedinih izvora energije u razvijenim u odnosu na post-tranzicijske EU zemlje. S ciljem odgovora na ova pitanja, istraživački interesi u ovoj disertaciji usmjereni su na ispitivanje utjecaja potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na ekonomski rast u razvijenim i post-tranzicijskim EU zemljama. Za sveobuhvatnu analizu budućeg razvoja energetskog sustava, posebice s aspekta stvaranja jedinstvenog energetskog tržišta, također je potrebno utvrditi konvergiraju li post-tranzicijske EU zemlje stopi rasta potrošnje energije razvijenih EU zemalja. Konvergencija se pojavljuje ako zemlje s niskom potrošnjom energije sustižu zemlje s većom potrošnjom energije. Budući da je energija važan, ali ne i besplatan faktor u proizvodnom procesu, važno je znati koristi li se na učinkovit i održiv način.

1.1. Problem, predmet i objekt istraživanja

Problematika utjecaja potrošnje energije na ekonomski rast interesantna je i aktualna iz više razloga, ponajprije u kontekstu stalnih nestabilnosti na tržištima nafte i plina koje su posljedica promjena ponude i potražnje, ali i širih geopolitičkih razloga. U većini država svijeta koje ovise o uvozu energije, izražena je svijest o smanjenju uvozne zavisnosti i povećanju energetske efikasnosti kako bi se smanjila potrošnja energije, ali bez negativnog utjecaja na ekonomski rast. Zbog toga je vrlo važno poznavati odnos potrošnje energije i ekonomskog rasta jer ukoliko potrošnja energije pozitivno utječe na ekonomski rast, eventualno neefikasno smanjenje potrošnje energije može smanjiti ekonomsku aktivnost i rast bruto domaćeg proizvoda (BDP-a). Ova tema dodatno je postala aktualna, često i kontroverzna zbog direktnih posljedica potrošnje neobnovljivih izvora energije na onečišćenje okoliša i globalno zatopljenje. Prema istraživanju IPCC (2014) proizvodnja i potrošnja neobnovljivih izvora energije najvažniji su izvor emisija ugljičnog dioksida (CO_2) te je stoga dilema o posljedicama smanjenja potrošnje energije na ekonomski rast postala važan element oblikovanja energetske i ekonomske politike. Nastojanje svih zemalja da smanje energetsku intenzivnost i povećaju energetsku efikasnost imat će ekonomske implikacije na ekonomski rast u kratkom, ali i dugom roku (Vlahinić-Dizdarević i Žiković, 2011). Postojanje divergentnih trendova u potrošnji energije ne smije se zanemariti jer oni mogu otežati donošenje odgovarajućeg miksa ekonomsko-energetskih mjera, pa čak i dovesti u pitanje jedinstvenu energetsku politiku EU.

Korištenje ograničenih fosilnih goriva te neracionalno gospodarenje energijom smatraju se glavnim uzročnicima klimatskih promjena. Prema istraživanju Međuvladinog panela o klimatskim promjenama (IPCC) potrošnja neobnovljive energije smatra se glavnim uzročnikom pretjerane emisije stakleničkih plinova. EU je predvodnica u borbi protiv klimatskih promjena na globalnoj razini. Upravo s tim ciljem, a prvenstveno kroz usvojene zajedničke politike, članice EU potiču korištenje obnovljivih izvora energije.

U kontekstu navedene problematike istraživanja definiran je **znanstveni problem istraživanja**: iako je utjecaj potrošnje energije na ekonomski rast bio predmet intenzivnih istraživanja u posljednja tri desetljeća, empirijski dokazi su i dalje

kontroverzni i nejasni, posebice kada je riječ o post-tranzicijskim zemljama. Nadalje, u centru istraživanja najčešće je bila potrošnja neobnovljivih izvora energije, dok su obnovljivi izvori bili zanemareni. Jedinstvena energetska politika koja se primjenjuje u EU usredotočila se na veće korištenje obnovljivih izvora energije te je bitno odredila reforme u post-tranzicijskim EU zemljama. Razlike u potrošnji između razvijenih i post-tranzicijskih EU zemalja imaju veliki utjecaj na cjelokupnu energetsku politiku EU. To je razlog da se cjelovito sagleda, konzistentno analizira i istraži problematika učinaka potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na ekonomski rast i to u razvijenim te post-tranzicijskim EU zemljama, kao i postojanje procesa konvergencije u potrošnji energije između EU zemalja uz definiranje najvažnijih problema te primjerenih energetskih smjernica.

Iz definiranog problema istraživanja proizlazi i **predmet znanstvenog istraživanja**: istražiti, analizirati i konzistentno utvrditi relevantne značajke odnosa između potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije te ekonomskog rasta u razvijenim te post-tranzicijskim EU zemljama; sustavno formulirati rezultate istraživanja za svaku grupu zemalja; istražiti prisustvo procesa konvergencije u potrošnji energije između EU zemalja, te njihove implikacije, kao i formulirati preporuke za nositelje energetske politike zemalja EU.

Znanstveni problem i predmet znanstvenog istraživanja odnose se na sljedeće **objekte znanstvenog istraživanja,** a to su: obnovljivi i neobnovljivi izvori energije i ekonomski rast razvijenih i post-tranzicijskih EU zemalja**.**

Za razliku od prethodnih studija u ovom području, ovo istraživanje će razmotriti potrošnju obnovljivih i neobnovljivih izvora energije kako bi se razlikovao njihov utjecaj na ekonomski rast. Nastojat će se pri tome ispraviti nedostaci većine do sada objavljenih studija, a prvenstveno se to odnosi na korištenje multivarijatnog okvira te odgovarajuću kvantitativnu metodu kada je riječ o panel podacima. Drugo, da bi se izbjegao potencijalni problem izostavljenih varijabli, u istraživanju će se primijeniti model Cobb-Douglasove proizvodne funkcije koji uključuje kapital i rad. Treće, znak i veličina pojedinih koeficijenata ocjenjivat će se u odnosu na komparativne modele u kojima je istraživana veza između potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta. Četvrto, testirat će se prisustvo procesa konvergencije potrošnje

obnovljivih i neobnovljivih izvora energije u razvijenim i post-tranzicijskim EU zemljama.

1.2. Znanstvena hipoteza i pomoćne hipoteze

Kako bi se navedena problematika što kvalitetnije obradila, ključno je definirati znanstvene hipoteze vezane uz segmente istraživanja koji će se provesti u ovoj doktorskoj disertaciji.

H1: Potrošnja energije ima pozitivan i statistički značajan utjecaj na ekonomski rast.

Pregledom empirijskih istraživanja međupovezanosti potrošnje energije i ekonomskog rasta može se zaključiti da ne postoji konsenzus o postojanju i smjeru veze između potrošnje energije i ekonomskog rasta. Iako su tijekom godina razvijene nove i sofisticiranije ekonometrijske metode za (bolje) utvrđivanje i razumijevanje odnosa, sve veći broj objavljenih empirijskih studija na temu međupovezanosti energije i BDP-a rezultira oprečnim, nekonzistentnim rezultatima što pak onemogućava izradu vjerodostojnih energetskih programa i mjera (za pregled istog unatrag dvadeset godina, pogledati Menegaki, 2014).

Većina studija koja analizira odnos potrošnje energije i ekonomskog rasta fokusirana je na razvijene zemlje, zemlje u razvoju i tzv. zemlje s tržištima u nastajanju. Studije koje se odnose na post-tranzicijske zemlje Europe brojčano su inferiornije u odnosu na ostatak svijeta. Reforme energetskog sektora u post-tranzicijskim EU zemljama su provedene u sklopu širih tranzicijskih procesa i strukturnih prilagodbi, a makroekonomski okvir tih reformi značajno se razlikuje između razvijenih i post-tranzicijskih EU zemalja. Slijedom navedenog, u ovom radu će se zasebno analizirati utjecaj potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na ekonomski rast te navedeni utjecaj promatrati odvojeno za razvijene i post-tranzicijske EU zemlje. Iz navedenog razloga formulirano je više **pomoćnih hipoteza:**

PH1a – U razvijenim EU zemljama potrošnja obnovljivih izvora energije ima statistički značajan pozitivan utjecaj na ekonomski rast.

PH1b – U razvijenim EU zemljama potrošnja neobnovljivih izvora energije ima statistički značajan pozitivan utjecaj na ekonomski rast.
PH1c – U post-tranzicijskim EU zemljama potrošnja obnovljivih izvora energije ne utječe značajno na ekonomski rast.
PH1d – U post-tranzicijskim EU zemljama potrošnja neobnovljivih izvora energije ima statistički značajan pozitivan utjecaj na ekonomski rast.

Istraživanje će se provesti na način da se primjeni statička i dinamička panel-regresijska analiza i usporede rezultati točnosti dobiveni primjenom različitih pristupa. U svrhu dokazivanja glavne i pomoćnih hipoteza oblikovat će se dva modela za utvrđivanje utjecaja potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na ekonomski rast i to u razvijenim i post-tranzicijskim EU zemljama. Pritom će se koristiti novi istraživački pristup na način da se prilikom utvrđivanja utjecaja potrošnje pojedinih izvora energije na ekonomski rast primijeni dinamička panel analiza koja dopušta variranje eksplanatornih varijabli kroz vrijeme. Kao eksplanatorne varijable uzet će se potrošnja obnovljivih i neobnovljivih izvora energije te kapital i rad. Korišteni empirijski podaci su iskazani po stanovniku zbog jednostavnije usporedbe dobivenih rezultata među zemljama te su manje osjetljive na teritorijalne promjene i razlike u veličini zemlje.

H2: Po pitanju stopa rasta u potrošnji energije, post-tranzicijske EU zemlje konvergiraju stopi rasta potrošnje energije razvijenih EU zemalja.

Većina istraživanja o prisutnosti konvergencije koncentrirana je na pitanje ukupne potrošnje energije po stanovniku, potrošnje električne energije ili energetske intenzivnosti u kontekstu razvijenih zemalja i zemalja članica Organizacije za ekonomsku suradnju i razvoj (OECD-a). Nedostaju istraživanja i znanja o postojanju konvergencije u potrošnji obnovljivih i neobnovljivih izvora energije za zemlje EU, posebice post-tranzicijske i razvijene EU zemlje. Ukoliko se utvrdi postojanje divergentnih trendova u potrošnji energije između post-tranzicijskih i razvijenih EU zemalja, donošenje odgovarajućeg miksa ekonomsko-energetskih mjera može biti otežano, pa čak i dovedena u pitanje jedinstvena energetska politika EU.
U svrhu testiranja H2 hipoteze, odnosno konvergiraju li post-tranzicijske EU zemlje stopi rasta potrošnje energije razvijenih EU zemalja, primijeniti će se regresijski panel

model s fiksnim učincima, a prisustvo procesa konvergencije dodatno će se ispitati analizom koeficijenata varijacije.

1.3. Svrha i ciljevi istraživanja

U izravnoj vezi sa znanstvenim problemom, predmetom i objektom znanstvenog istraživanja te u najužoj vezi s postavljenim znanstvenim hipotezama determinirani su svrha i ciljevi istraživanja.

Svrha istraživanja je doprinijeti povećanju fonda znanstvenih činjenica i empirijski argumentirati saznanja o utjecaju potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na ekonomski rast razvijenih i post-tranzicijskih EU zemalja, utvrditi konvergiraju li post-tranzicijske EU zemlje po stopi rasta potrošnje energije razvijenih EU zemalja te tako pomoći stvaranju podloge za učinkovitije donošenje odluka o energetskoj politici EU.

Ciljevi istraživanja mogu se podijeliti na teorijske i aplikativne.
Teorijski ciljevi su: sintetizirati i kritički preispitati teorijska saznanja o utjecaju potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na ekonomski rast, te istražiti ulogu potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije u ekonomskom rastu.

Aplikativni ciljevi su: analizirati potrošnju obnovljivih i neobnovljivih izvora energije u EU, ustanoviti razlike između razvijenih i post-tranzicijskih zemalja po pitanju potrošnje energije, empirijski istražiti utjecaj potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na ekonomski rast, analizirati energetsku politiku EU i njezinu stratešku orijentaciju, testirati prisustvo procesa energetske konvergencije u potrošnji energije među zemljama članicama EU.

1.4. Ocjena dosadašnjih istraživanja

Odnos između potrošnje energije i ekonomskog rasta bio je predmet intenzivnih istraživanja u posljednja tri desetljeća. Smjer kauzalne veze između potrošnje energije i ekonomskog rasta može se kategorizirati kao jedan od četiri moguća scenarija, tj. hipoteze: potrošnja energije uzrokuje ekonomski rast (hipoteza rasta);

ekonomski rast uzrokuje potrošnju energije (hipoteza očuvanja); veza može biti obostrana, odnosno svaka promjena u potrošnji energije utječe na ekonomski rast i obrnuto (hipoteza povratne veze); nepostojanje kauzalne povezanosti (hipoteza neutralnosti). Empirijska istraživanja se međusobno bitno razlikuju i nisu jedinstvena oko preporuke odabira adekvatne politike koja bi se mogla primijeniti. Debata o nedostatku konsenzusa utječe li potrošnja energije na ekonomski rast ili je utjecaj obrnut, sažeta je u Narayan i Smyth (2007).

Literatura je uglavnom usmjerena na analizu uzročnosti između određenog izvora energije i gospodarskog rasta. Analiza odnosa između neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta je velika, dok je analiza utjecaja istovremene uporabe različitih izvora energije na ekonomski rast još uvijek vrlo rijetka. Stern (2004) je istaknuo kako se prebacivanjem sa goriva niske kvalitete (poput ugljena), na naftu ili plin, smanjuje energetska intenzivnost zemlje, no budući da su fosilna goriva konačna po prirodi, prije ili kasnije bi ih trebali zamijeniti alternativnim izvorima energije. Stoga je važno procijeniti potencijalni doprinos alternativnih izvora energije ukupnom energetskom miksu. Posljednjih nekoliko godina sve se više pozornosti posvećuje također i obnovljivim izvorima energije, a kao rezultat toga nastala su istraživanja o odnosu između potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta. Pa su tako na primjeru EU zemalja Apergis i Payne (2010, 2011, 2012), Apergis i Danuletiu (2014), Salim i sur. (2014), Chang i sur. (2015) potvrdili hipotezu povratne veze, dok su Acaravci, Ozturk (2010a), Menegaki (2011) potvrdili hipotezu neutralnosti. Nadalje, Tiwari (2011), Ucan, Aricioglu i Yucel (2014), Jebli i Youssef (2015), Inglesi-Lotz (2016) te Ito (2017) dokazali su da povećanje potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije utječe na ekonomski rast, dok Sadorsky (2009a i 2009b) potvrđuje da veći ekonomski rast utječe na povećanje potrošnje obnovljivih izvora energije.

Većina studija koja analizira odnos potrošnje energije i ekonomskog rasta fokusirana je na razvijene zemlje, zemlje u razvoju i tzv. zemlje s tržištima u nastajanju (engl. emerging economies). Studije koje se odnose na post-tranzicijske EU zemlje brojčano su inferiornije u odnosu na ostatak svijeta. Razlog se prvenstveno nalazi u činjenici da su te zemlje tek početkom 1990-ih započele ekonomsku transformaciju od centralno-planske ili samoupravno-socijalističke prema tržišno orijentiranoj

privredi čime je pak ograničena dostupnost podataka potrebnih za provedbu kvalitetne analize. Proces i rezultati energetskih reformi snažno ovise o institucionalnoj sposobnosti zemlje da se prilagodi i iskoristi reforme za razvoj. Međutim, u post-tranzicijskim EU zemljama institucionalni resursi još uvijek nisu odgovarajuće kvalitete što predstavlja najveću prepreku za provedbu reformi energetskog sektora.

Ukoliko se razmatraju istraživanja za post-tranzicijske zemlje, rezultati istraživanja su također različiti. Prema istraživanju Alper i Oguz (2016) potrošnja obnovljivih izvora energije ima pozitivan utjecaj na ekonomski rast za Bugarsku, Estoniju, Poljsku i Sloveniju. Za Cipar i Mađarsku nema povezanosti, dok je za Češku evidentno da ekonomski rast uzrokuje potrošnju obnovljivih izvora energije. Kao razlog navedenih rezultata autori ističu da analizirane post-tranzicijske EU zemlje imaju manje obnovljivih izvora energije u odnosu na razvijene EU zemlje. Šimelytė i Dudzevičiūtė (2017) su dokazali prisustvo hipoteze očuvanja, odnosno kako ekonomski rast uzrokuje povećanje potrošnje obnovljivih izvora energije (Češka, Mađarska, Latvija, Litva, Rumunjska i Španjolska), dok su Koçak i Şarkgüneşi (2017) za Rumunjsku dokazali prisutnost obostrane veze između potrošnje obnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta. Bhattacharya i sur. (2016) ukazali su na prisutnost jednosmjerne kauzalnosti od neobnovljivih izvora energije do ekonomskog rasta, dok potrošnja obnovljivih izvora energije ima pozitivan utjecaj na ekonomski rast u 57% slučajeva, odnosno u zemljama koje su odredile pravila i ciljeve na regionalnoj i lokalnoj razini za bržu implementaciju obnovljivih izvora energije.

Navedena istraživanja imaju značajne implikacije za vođenje ekonomske politike, posebice onih mjera koje se tiču državnih potpora, kao i za vođenje energetske politike, naročito instrumenata i mjera koji utječu na uštedu energije. Naime, u zemljama u kojim potrošnja energije utječe na ekonomski rast, nositelji ekonomske politike mogli bi subvencionirati cijene energije kako bi se spriječilo veliko smanjenje potrošnje energije i na taj način usporavanje ekonomskog rasta. Za te je zemlje pogotovo važno osigurati stabilne izvore energije i diversificirane dobavne pravce kako bi se smanjila ranjivost i povećala sigurnost energetskog sustava te na taj način osigurala osnova za dugoročno stabilan ekonomski rast (Vlahinić-Dizdarević i Žiković, 2011).

Pregledom empirijskih istraživanja može se zaključiti da ne postoji konsenzus o postojanju ili smjeru veze između potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta. Payne (2010a, 2010b), Ozturk (2010) i Menegaki (2014) u svojim studijama zaključuju da se nedostatak navedenog konsenzusa glede smjera kauzalne veze može pripisati heterogenosti u klimatskim uvjetima, različitim obrascima proizvodnje i potrošnje energije, strukturi i stupnju ekonomskog rasta i razvoja određene zemlje (različita politička i ekonomska povijest, različito političko i institucionalno uređenje, kulturološke razlike), različitim ekonometrijskim metodama, različitim vremenskim periodima na koje se istraživanje odnosi, u pojedinoj zemlji ili grupi zemalja te različitoj specifikaciji modela, uključujući dodatne varijable.

Pojedini autori analizirali su postoji li konvergencija u potrošnji energije među pojedinim zemljama. Pitanje energetske konvergencije je važno jer ima utjecaj na održivu potrošnju energije i nastojanja da se smanje emisije ugljičnog dioksida. Mnoge zemlje usvojile su politiku smanjenja energetske intenzivnosti i promicanja energetske učinkovitosti, a istovremeno s ciljem smanjenja emisija ugljičnog dioksida. Navedenom sigurno doprinosi jedinstvena energetska politika EU koja promiče smanjenje energetske intenzivnosti, promocija energetske efikasnosti te primjena obnovljivih izvora energije.

Literatura o konvergenciji uglavnom je usredotočena na konvergenciju dohotka. Rana istraživanja o konvergenciji energije usredotočena su primarno na energetsku intenzivnost ili energetsku produktivnost. Energetska intenzivnost se definira kao omjer potrošnje energije i BDP-a, dok je energetska produktivnost omjer proizvodnje u odnosu na potrošnju energije. Prema Mielnik i Goldemberg (2000) zemlje u razvoju i industrijalizirane zemlje konvergiraju zajedničkoj razini potrošnje energije. Slične rezultate su dobili Markandya i sur. (2006) gdje su dokazali da energetska intenzivnost zemalja istočne Europe značajno konvergira prema prosjeku razvijenih EU zemalja. Najbržu stopu konvergencije imale su Češka, Bugarska, Hrvatska i Turska. Hajko (2012) je utvrdio prisutnost konvergencije u energetskoj intenzivnosti kod novih EU članica, dok kod razvijenih EU zemalja nije prisutna konvergencija. Zaključio je da se nove članice EU približavaju razini energetske intenzivnosti razvijenih zemalja ali sporijim tempom. Međutim, rezultati istraživanja Le Pen i Sevi

(2010) odbacuju hipotezu konvergencije energetske intenzivnosti za skupinu od 97 zemalja, ali za europske podskupine smatraju da je neusklađenost manja. Prema Borozan (2017) u post-tranzicijskim EU zemljama šokovi u potrošnji električne energije imaju dugotrajni učinak te povijesni podaci o kretanju potrošnje električne energije nisu korisni za predviđanje buduće potrošnje. Također među navedenim zemljama nije prisutna konvergencija prema jedinstvenom tržištu električne energije te je potrebno formulirati i provesti ciljane pojedinačne energetske programe i mjere kako bi se postigli ciljeve energetske politike EU.

Većina istraživanja koncentrirana je na pitanje ukupne potrošnje energije po stanovniku, potrošnje električne energije ili energetske intenzivnosti u kontekstu razvijenih zemalja i zemalja članica OECD-a. Konvergencija se pojavljuje ako zemlje s niskom potrošnjom energije sustižu zemlje s većom potrošnjom energije. Zadnjih nekoliko godina pojavila su se istraživanja konvergencije u potrošnji energije prema izvoru. Reboredo (2015) je na primjeru 39 zemalja dokazao da samo manji broj zemalja sa značajnim rastom u sektoru obnovljivih izvora energije pokazuje rezultate konvergencije. Zaključeno je da je potrebna bolja međunarodna suradnja između zemalja kako bi se postigao održivi rast i razvoj. Teixeira i sur. (2014) pronašli su da se europske zemlje približavaju zajedničkoj energetskoj politici, iako neke zemlje, posebno zemlje južne Europe, zaostaju za ostalima. Konkretno, nordijske zemlje su na dobrom putu prema postizanju europskih ciljeva u smislu uštede energije i integracije zelenih energija do 2020. godine. Druge zemlje se suočavaju s brojnim problemima. U Italiji, Španjolskoj i Portugalu razvoj zelenih tehnologija usporava birokracija te nedostatak financijskih sredstava izazvanih međunarodnom financijskom krizom koja je započela u drugoj polovici 2010-ih.

Iz svega navedenog može se utvrditi da nedostaju istraživanja i znanja o postojanju konvergencije u potrošnji obnovljivih i neobnovljivih izvora energije za zemlje EU, posebice post-tranzicijske zemlje i razvijene zemlje EU.

Budući da tematika predloženog doktorskog znanstvenog rada do sada nije bila u cijelosti istražena i prezentirana, kao i da će svojim sveobuhvatnim pristupom predstavljati svojevrsnu sintezu dosadašnjih istraživanja te ponuditi neke nove

spoznaje, za provedbom ovakve vrste istraživanja postoji teorijsko i praktično opravdanje.

1.5. Znanstvene metode

U znanstvenom istraživanju, formuliranju i prezentiranju rezultata istraživanja u ovom doktorskom radu koriste se u odgovarajućim kombinacijama brojne znanstvene metode primjerene području istraživanja, od kojih su najvažnije: metoda analize i sinteze, induktivna i deduktivna metoda, metoda komparacije, metoda apstrakcije i konkretizacije, generalizacije i specijalizacije, statistička metoda, matematička metoda, metoda dokazivanja i opovrgavanja, metoda klasifikacije, deskriptivna metoda, metoda kompilacije, grafička, komparativna te povijesna metoda.

U teorijskom dijelu rada koristit će se opsežan bibliografski opus koji tretira navedenu problematiku, a sastoji se od znanstvenih i stručnih članaka objavljenih u renomiranim znanstvenim i stručnim časopisima te manjim dijelom od knjiga. Pritom će se analizirati činjenice relevantne za postavljanje pretpostavki koje bi se primjenom ekonometrijskih modela empirijski dokazale. U drugom poglavlju dat će se pregled raznih teorija rasta i načina na koji se u njima tretira utjecaj energije na ekonomski rast. Prilikom obrade teorijskih spoznaja o svim relevantnim aspektima potrošnje energije kao i problematike njihovog utjecaja na ekonomski rast koristit će se metoda analize i sinteze, metoda apstrakcije i konkretizacije, metoda generalizacije i specifikacije, metoda sistematizacije i klasifikacije, komparativna metoda i metoda deskripcije.

U svrhu analize energetskih politika EU te kretanja različitih izvora potrošnje energije u EU zemljama, u najvećoj mjeri će se koristiti metode komparacije, analize i sinteze, sistematizacije i klasifikacije te deskriptivna metoda. Komparativna metoda će biti najviše korištena u dijelu rada gdje se daje pregled empirijskih istraživanja utjecaja potrošnje energije na ekonomski rast. Polazeći od velikog broja provedenih istraživanja doći će se do novih zaključaka relevantnih za članice EU.

Najveći doprinos disertacije proizlazi iz empirijskog dijela rada koji počinje s usporednom analizom modela rasta razvijenih i post-tranzicijskih EU zemalja te

odnosom potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta u tim zemljama uzimajući u obzir pokazatelje za rad i kapital. Empirijski dio doktorske disertacije bit će baziran na korištenju više ekonometrijskih metoda koje vode računa o stacionarnosti i endogenosti relevantnih varijabli u okviru izabranih modela. Analizirat će se panel koji čine 26 država i to 15 razvijenih EU zemalja (Austrija, Belgija, Danska, Finska, Francuska, Njemačka, Grčka, Irska, Italija, Luksemburg, Nizozemska, Portugal, Španjolska, Švedska te Ujedinjeno Kraljevstvo) te 11 post-tranzicijskih EU zemalja (Bugarska, Hrvatska, Češka, Estonija, Mađarska, Latvija, Litva, Poljska, Rumunjska, Slovačka, Slovenija). Analiza će biti provedena na godišnjim podacima za razdoblje od 1990. do 2014. godine za razvijene EU zemlje, a za post-tranzicijske EU zemlje za razdoblje od 1995. do 2014. godine. U analizi će se primijeniti najrelevantnije i najnovije metode dinamičke panel-regresijske analize. Prednosti panel analize su u tome što se istodobno analizira i vremenska i prostorna komponenta neke pojave. Naime panel podaci sadrže veći broj podataka nego pripadajući prostorni podaci ili pripadajući vremenski nizovi. Za utvrđivanje rezultata istraživanja i dokazivanje postavljenih hipoteza izradit će se model utjecaja potrošnje energije na ekonomski rast u razvijenim i post-tranzicijskim EU zemljama. Također će se primijeniti analiza konvergencije u potrošnji energije između razvijenih i post-tranzicijskih EU zemalja. Navedene ekonometrijske metode će biti detaljno opisane u odjeljku 5.2. i 5.3. Prilikom ocjene odnosa između odabranih ekonomsko-energetskih varijabli, a u funkciji dokazivanja postavljene hipoteze, osim navedenih metoda koristit će se programski paketi kao što su: EViews, Stata, R Project.

Za oblikovanje zaključnih razmatranja koristit će se metode indukcije, sistematizacije, deskripcije, metode dokazivanja i opovrgavanja, sinteze i generalizacije.

1.6. Kompozicija rada

Rezultati istraživanja do kojih će se doći u doktorskom radu bit će prezentirati u sedam međusobno povezanih dijelova.

U prvom dijelu, **UVODU**, definirati će se problem i predmet istraživanja, postaviti znanstvene hipoteze, odrediti svrha i ciljevi istraživanja te dati ocjena dosadašnjih

istraživanja. U ovom dijelu dat će se i pregled znanstvenih metoda istraživanja, kao i struktura doktorskog rada.

U drugom dijelu naslovljenom **TEORIJSKI ASPEKT VAŽNOSTI ENERGIJE I PROCESA KONVERGENCIJE U EKONOMSKOM RASTU** dat će se pregled teorijskih istraživanja, uloge i važnosti energije za ekonomski rast.

U trećem dijelu pod nazivom **TRANZICIJA PREMA NISKO-UGLJIČNOM GOSPODARSTVU** razmotrit će se međunarodni sporazumi u području klime, energetska politika EU te stvaranje i funkcioniranje unutarnjeg energetskog tržišta. U ovom dijelu će se opisati osnovne karakteristike energetskog sektora EU te dati prikaz proizvodnje i potrošnje energije u EU i energetska ovisnost. Također će se razmotriti korištenje obnovljivih izvora energije te kretanje emisija stakleničkih plinova. U ovom poglavlju će se posebno razmoriti karakteristike energetskog sektora post-tranzicijskih EU zemalja u odnosu na razvijene EU zemlje.

PREGLED EMPIRIJSKIH ISTRAŽIVANJA ODNOSA IZMEĐU POTROŠNJE ENERGIJE I EKONOMSKOG RASTA naslov će biti četvrtog dijela rada. U ovom dijelu posebna će se pozornost dati dosadašnjim empirijskim istraživanjima analize odnosa između potrošnje različitih izvora energije i BDP-a. Posebno će se analizirati utjecaji potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na ekonomski rast te postojanje konvergencije u potrošnji energije između zemalja EU.

Naslov petog dijela doktorske disertacije glasi **EKONOMETRIJSKA ANALIZA UTJECAJA POTROŠNJE OBNOVLJIVIH I NEOBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE NA EKONOMSKI RAST U ZEMLJAMA EU.** U ovom dijelu ekonometrijski će se analizirati utjecaj potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na ekonomski rast u razvijenim zemljama (EU15) i post-tranzicijskim zemljama EU. Također će se analizirati prisustvo konvergencije u potrošnji energije između post-tranzicijskih i razvijenih EU zemalja. U ovom poglavlju opisat će se podaci korišteni u analizi, ograničenja u korištenim podacima kao i sama metodologija ekonometrijske analize. Na kraju ovog dijela, interpretirat će se rezultati procijenjenog modela te usporediti s rezultatima istraživanja drugih autora.

U posljednjem šestom dijelu pod nazivom **ZAKLJUČNA RAZMATRANJA** biti će sustavno i koncizno formulirani i prezentirani rezultati znanstvenog istraživanja. U ovom dijelu također će se ukazati na implikacije dobivenih rezultata istraživanja za energetsku politiku država EU, odnosno razvijenih i post-tranzicijskih EU zemalja te će se navesti preporuke za buduća istraživanja.

2. TEORIJSKI ASPEKT VAŽNOSTI ENERGIJE I PROCESA KONVERGENCIJE U EKONOMSKOM RASTU

Kao faktor proizvodnje, energija ima ključnu ulogu u ekonomskom rastu. Ekonomski i svekoliki rast i razvoj neke ekonomije i društva danas je nezamisliv bez upotrebe raznih oblika energije kao osnovnih faktora u proizvodnom procesu. Povijesne transformacije društava iz agrarnih gospodarstava, preko industrijske revolucije do informatičke ere bile bi nemoguće bez velikog doprinosa energije.

Ekonomski rast traži sve više energije, iz čega postaje prilično jasno da je ekonomski rast neraskidivo povezan s energijom. Budući da izvori energije predstavljaju temeljne resurse i sadržaj nacionalnoga bogatstva svake zemlje, ponuda i potražnja za energijom predstavljaju najveći izazov 21. stoljeća (Dekanić i Lay, 2008). Električna energija i fosilna goriva sastavni su dio ekonomskog rasta, razvoja, trgovine te čine osnovu za podupiranje razvoja poljoprivrede, industrije, prometa, kao i samih poduzeća u svim državama. Iako energija sama po sebi nije dovoljna, ona je svakako neophodna pretpostavka za postizanje ekonomskog rasta, ponajprije u zemljama u razvoju. Tijekom povijesti razvile su se mnoge teorije ekonomskog rasta sa ciljem da istraže i definiraju put stabilnog i dugoročnog rasta. U ovom dijelu rada ukratko će se prikazati teorije ekonomskog rasta tijekom povijesti i uloga energije u teorijama rasta.

2.1. Neoklasični model rasta

Kako bi se shvatila važnost energije u ekonomskom rastu, potrebno je započeti s ulogom energije u teoriji proizvodnje. Neoklasična ekonomska misao svrstava kapital, zemljište i rad u primarne faktore proizvodnje, dok su npr. sirovine, materijali i goriva smatrani intermedijarnim faktorima. Prema Sternu (1999) primarni faktori proizvodnje su oni faktori koji postoje na početku promatranog perioda i ne troše se neposredno u proizvodnji (iako može biti smanjena njihova vrijednost i pridodana vrijednosti proizvodnje), dok su intermedijarni proizvodni faktori oni koji su stvoreni tijekom proizvodnje i u potpunosti su iskorišteni u proizvodnji. Istraživački su interesi stoga usmjereni prema primarnim faktorima proizvodnje, dok je intermedijarnim faktorima (u ovom slučaju energiji) pridavana samo indirektna važnost. Količina energije koja je dostupna gospodarstvu u bilo kojem razdoblju smatra se

endogenom, iako je ograničena fizikalnim ograničenjima (poput pritiska u rezervoarima nafte) i ekonomskim ograničenjima (kao što je kapacitet instalirane ekstrakcije i prerade), kao i mogućom brzinom i učinkovitosti s kojima se ti procesi mogu nastaviti (Stern, 1999). Ipak, ovaj analitički pristup umanjuje ulogu energije kao pokretača ekonomskog rasta i proizvodnje.

Solow (1956) je formulirao jedan od najznačajnijih neoklasičnih modela rasta koji je dao nekoliko vrlo značajnih doprinosa ekonomskoj teoriji, te ujedno i unaprijedio izgradnju modela ekonomskog rasta. Solow je ukazao na tri elementa koji su ključni za ostvarenje dugoročnog ekonomskog rasta, a to su rad, kapital i tehnologija. Osnovna pretpostavka Solowljeva modela, iz koje proizlaze i svi glavni zaključci, jesu opadajući prinosi faktora proizvodnje. Solow je u svom modelu istraživao gospodarstvo u tzv. stanju stabilne ravnoteže, tj. uvjete u kojima varijable poput proizvodnje, kapitala, zaposlenosti i potrošnje u dugom roku rastu po jednakim stopama. Solow je stavio naglasak na supstitutivnost faktora proizvodnje (kapitala i rada). Navedena supstitutivnost omogućila je ravnotežni rast u neoklasičnom modelu uz izbjegavanje problema nestabilnosti koji je bio prisutan u Harrod-Domarovom modelu (pretpostavlja fiksni odnos kapitala i rada) (Mervar, 1999). Neoklasičan model pokazuje da u stanju dugoročne stabilne ravnoteže i bez postojanja tehnološkog napretka nema porasta dohotka po stanovniku. Zbog djelovanja zakona opadajućih prinosa u Solowljevom modelu, akumulacija fizičkog kapitala ne može objasniti ni snažan rast dohotka po stanovniku tijekom godina, niti velike promjene dohotka po stanovniku između pojedinih zemalja (Mervar, 2003). Tehnološki napredak je mogao poslužiti kao objašnjenje rasta, ali on je u neoklasičnom modelu smatran egzogenom varijablom. Potrebno je naglasiti da je neoklasičan model nastao kao kompromisno rješenje između težnji što se žele postići modelom i realnih mogućnosti koje su određene vještinama i tehnologijom modeliranja (Romer, 1994).

Solowljev model fokusira se na četiri varijable: output (Y), kapital (K), rad (L) i učinkovitost (produktivnost) rada tj. „znanje“, odnosno razinu tehnologije (A). Funkcija agregatne proizvodnje ima sljedeći oblik (Solow, 1956; Romer, 2006):

$$Y_t = f(K_t , (A_t L_t)) \qquad (2.1)$$

gdje t označava vrijeme. Output se mijenja kroz vrijeme samo ako se mijenjaju inputi u proizvodnji, odnosno, količina outputa koja se kroz vrijeme dobiva iz danih količina kapitala i rada raste ako se povećava učinkovitost rada i u tom slučaju postoji tehnološki napredak. Varijable (A) i (L) ulaze zajedno u funkciju proizvodnje, kao umnožak te predstavljaju efektivni rad, a tehnološki napredak se u tom slučaju smatra Harrod-neutralnim (uvećava rad). Temeljne pretpostavke modela su konstantni prinosi na opseg s obzirom na efektivni rad i kapital i opadajući prinosi na kapital. Početne razine kapitala, rada i znanja su dane, s tim da rad i znanje rastu po konstantnim stopama i to eksponencijalno. Proizvodna funkcija može biti Cobb-Douglas oblika:

$$Y = bL^{\alpha}K^{\beta} \qquad (2.2)$$

gdje je: Y - vrijednost svih dobara proizvedenih u jednoj godini, L - ukupan broj radnih sati svih osoba koje su radile u jednoj godini, K - vrijednost uloženog kapitala, b - parametar koji odražava tehnološki nivo proizvodnje, α - mjera približne postotne promjene produktivnosti Y pri promjeni kapitala za 1%, β - mjera promjene produktivnosti Y pri promjeni rada za 1% i konstantnoj vrijednosti kapitala K.
Cobb-Douglasova funkcija se najčešće koristi za slučaj

$\beta = 1 - \alpha$, tj. $Y(L, K) = bL^{\alpha}K^{1-\alpha}$ (2.3)

Takva funkcija zove se stroga Cobb-Douglasova funkcija jer ima svojstvo da ako se količina kapitala K i količina radnih sati L uvećaju m puta, onda će i količina proizvodnje Y biti uvećana m puta. Trenutno postoje različita mišljenja o točnosti Cobb-Douglasove funkcije u raznim granama industrije i u različitim vremenskim razdobljima (Stewart, 2008). Cobb i Douglas su bili pod utjecajem statističkog dokaza tvrdnje da su udjeli rada i kapitala u razvijenim zemljama u ukupnoj količini proizvodnje konstantni. Danas ipak postoji sumnja da Cobb-Douglasova funkcija nema konstantnu vrijednost tijekom duljeg vremenskog razdoblja te ne postoji teoretski razlog zašto bi koeficijenti α i β bili održivi kroz duže vrijeme ili isti u raznim sektorima ekonomije (Tan, 2008).

Neoklasična funkcija proizvodnje, kako ju je definirao Solow, pretpostavlja da ako se drže konstantnim nivo tehnologije i rada, svaka dodatna jedinica kapitala dovodi do povećanja outputa, ali ta se povećanja smanjuju kako se povećava količina kapitala. Isto vrijedi i u slučaju povećanja rada.

Prema Puljiz (2011) zemlje s niskim stupnjem razvijenosti će privlačiti kapital iz drugih zemalja zbog većih jediničnih prinosa u odnosu na visoko-razvijene zemlje, dok će zemlje s visokim dohocima privući radnike iz zemalja s nižim dohocima. I jedan i drugi proces za posljedicu u dugom roku ima izjednačavanje omjera rada i kapitala među zemljama i ostvarivanja konvergencije u razini proizvodnje po zaposlenom. S tim u skladu, prisutnost regionalnih neravnoteža se u neoklasičnom modelu objašnjava uglavnom ograničenjima koja sprječavaju slobodan protok ljudi, kapitala i tehnologije. Barro i Sala-i-Martin (2004) su kroz empirijska istraživanja pokazali kako je hipoteza o konvergenciji opravdana pod uvjetom da promatrane ekonomije konvergiraju prema istom stabilnom stanju, odnosno da zemlje dijele slična strukturna obilježja kao što su razina tehnologije, stopa rasta stanovništva, stopa štednje, obrazovanosti, itd.

Iz Solowljevog modela proizlazi, kako navodi Bađun (2005), da neovisno o početnoj točki gospodarstvo konvergira prema ravnotežnoj razini rasta, situaciji u kojoj svaka varijabla raste po konstantnoj stopi. Na ravnotežnoj stazi rasta, stopa rasta outputa po radniku ovisi o stopi tehnološkog napretka. U Solowljevom modelu kratkoročni rast može rezultirati iz akumulacije kapitala ili tehnološkog napretka (porast A), ali u dugom roku rast outputa po radniku ovisi samo o tehnološkom napretku. Kapital ne može biti dugoročna odrednica rasta BDP-a zbog opadajućih prinosa. Solow (1956) također je pokazao da razlike u tehnologiji u različitim zemljama mogu stvoriti značajne razlike u BDP-u po stanovniku. Tehnološki napredak jedini je uzrok ekonomskog rasta, iako Solowljev model nije objasnio izvore tehnološkog napretka. Ovo je vrlo značajan zaključak jer gospodarstvo koje u dugom roku održava višu stopu tehnološkog razvoja u konačnici će prestići sva druga gospodarstva (Blanchard, 2011). Navedeno ukazuje na izostanak ekonomske konvergencije među zemljama, iako se prema pretpostavkama neoklasičnog modela trebala dogoditi. Izostanak konvergencije između razvijenih i nerazvijenih zemalja neoklasičari su objašnjavali upravo tehnološkim napretkom. Prema Borozan (2006), opadajući

prinosi mogu se neutralizirati tehnološkim napretkom. Stoga je tehnološki napredak generator daljnjeg rasta prinosa u razvijenim zemljama, a tehnološka zaostalost uzrok sporijeg rasta i manjih prinosa u nerazvijenim zemljama.

Konceptualni nedostatak neoklasičnog modela rasta je što se ekonomski rast pokušava objasniti varijablom koja nije objašnjena modelom, budući da je stopa rasta dohotka po stanovniku određena egzogeno danim tehnološkim napretkom koji u principu predstavlja (Solowljev) rezidual, tj. neobjašnjeni dio modela (Vukoja, 2008). Rezidual predstavlja tehnološki napredak i institucionalne uvjete; međutim, ne temelji se na kvantitativnim mjerama tehnološkog napretka, već samo određuje jaz između realnog ekonomskog rasta i onog očekivanog koji se temelji na povećanju rada i kapitala.

Solowljev model ekonomskog rasta bio je proširen te je uključivao faktore prirodnog kapitala, tj. neobnovljive i obnovljive izvore energije. Zbog pretpostavke da je tehnički moguće supstituirati prirodni kapital fizičkim, postizanje održivog ekonomskog rasta u proširenom modelu temelji se na odgovarajućem institucionalnom okruženju koji omogućava spomenutu supstituciju (Jakovac i Lenz, 2016). Primjena proširenog neoklasičnog modela ekonomskog rasta izostala je te je doprinos energije promatran kroz relativni udio troškova energije u proizvodnji, a prošireni model rasta primjenjivan je jedino u raspravama glede zaštite i održivosti okoliša (Stern i Cleveland, 2004).

Glavna greška neoklasične ekonomske teorije je da će tržište odrediti dinamiku prijelaza s fosilnih goriva na adekvatne supstitute putem mehanizma cijena i putem inovacijskog kapaciteta. Smatralo se da će se inovacije pojaviti dovoljno rano da se izbjegne dugotrajniji zastoj u radu cjelokupne infrastrukture (Cleveland i Constanza, 2008; Hall i Klitgaard, 2006).

Neoklasični modeli rasta i konvergencije kasnije su postali predmetom kritika u ekonomskoj literaturi jer nisu objasnili glavnu determinantu ekonomskog rasta, a to je stopa tehnološkog napretka koja se zajedno sa stopom rasta stanovništva u tim modelima uzimala kao egzogena. Solowljev model se i danas, u značajnoj mjeri, smatra relevantnim. Ipak, vrijeme koje je proteklo od trenutka njegova nastanka,

intenzivan rad u području ekonomskog rasta, unapređenja na području izgradnje ekonomskih modela, kao i nove baze podataka koje su omogućile da se preciznije kvantitativno modelira ekonomski rast u velikom broju različitih zemalja, uvjetovali su razvoj novih teorija koje se danas često nazivaju i „teorijama endogenog rasta". Najveća razlika neoklasične i novih teorija rasta je što ove druge ne predviđaju zakone o opadajućim prinosima, što predstavlja najznačajniji argument neoklasične teorije rasta o konvergenciji. Svi endogeni modeli podrazumijevaju konstantne, ili pak rastuće prinose na kapital, što u krajnjem slučaju znači odbacivanje postojanja konvergencije (Vojinović, i dr., 2009).

2.2. Endogeni modeli rasta

Sredinom 1980-ih godina postalo je jasno da standardni neoklasični model rasta nije zadovoljavajući za istraživanje faktora dugoročnog rasta. Sve više teoretičara (Romer, 1986; Lucas, 1988) počinje naglašavati da je ekonomski rast endogeni proizvod ekonomskog sustava, a ne snaga koja djeluje izvan njega.

U ekonomskoj literaturi nastaju novi modeli rasta, tj. endogeni modeli rasta čiji su začetnici Romer (1986) i Lucas (1988). Oni su pridali veliku važnost procesu endogeniziranja tehnoloških promjena u funkciju proizvodnje. U tim modelima, endogeno određene tehnološke promjene stvaraju održivi ekonomski rast, pretpostavljajući stalnu stopu povrata na inovacije u smislu ljudskog kapitala koji je dio istraživanja i razvoja. Endogene teorije rasta pretpostavljaju da se na stopu tehnološkog napretka, a time i na dugoročnu stopu ekonomskog rasta može utjecati ekonomskim čimbenicima. To polazi od opažanja da se tehnološki napredak odvija putem inovacija u obliku novih proizvoda, procesa i tržišta i da su mnogi od njih rezultat ekonomske aktivnosti. Upravo ti modeli predstavljaju dobar okvir za istraživanje važnih pitanja u smislu uloge tehnoloških promjena u procesu ekonomskog rasta.

Dok neoklasični model rasta sugerira konvergenciju u dohocima po stanovniku, modeli endogenog rasta razvili su se upravo kao rezultat opažene divergencije u dohocima različitih zemalja. Ti modeli stoga napuštaju pretpostavku o opadajućim prinosima na kojima se konvergencija zasniva u neoklasičnom modelu, pa stoga do

konvergencije u tim modelima uopće ne mora doći (Milutinović, 2015). Bogate zemlje mogu vječno unapređivati životni standard svojih stanovnika, a slabije razvijene mogu zauvijek ostati siromašne.

Za nastanak novih teorija ekonomskog rasta u literaturi se navode dva osnovna poticaja (Mervar, 2003). Prvi se odnosi na činjenicu da se u realnom svijetu ne ostvaruje konvergencija dohodaka po stanovniku, kao što to sugerira neoklasični model. Empirijski podaci, naime, pokazuju velike razlike u životnim standardima stanovnika različitih zemalja, a stabilne stope rasta mogu se u posljednjim desetljećima uočiti samo kod grupe razvijenih zemalja. Pritom kod mnogih siromašnijih zemalja postoje primjeri naglih i velikih promjena u stopama ekonomskog rasta, bilo u pozitivnom ili u negativnom smjeru. Romer (1986) i Lucas (1988) spominju upravo taj razlog kao motivaciju u svojim pokušajima formuliranja modela rasta s tehnološkim napretkom, koji nije ni egzogeno zadan, niti je besplatno svima na raspolaganju. Drugi razlog koji Romer (1994) navodi kao poticaj za formuliranje novih teorija rasta odnosi se na potrebu izgradnje vjerodostojne alternative modelu savršene konkurencije na razini cijelog gospodarstva. Napredak u tehnologiji proizlazi iz onog što ljudi rade, a mnogi pojedinci i poduzeća imaju tržišnu moć zahvaljujući kojoj zarađuju monopolističku rentu, koju neoklasičan model ne može uzeti u obzir.

U nove modele i teorije ekonomskog rasta stoga je uključena mogućnost da intervencije ekonomske politike koje utječu na razinu proizvodnje u tradicionalnom neoklasičnom modelu mogu utjecati i na ravnotežnu stopu gospodarskog rasta, što nije slučaj kod neoklasičnog modela. Svi modeli endogenog rasta moraju izbjeći ograničenje opadajućih prinosa akumulacije kapitala koje postoji u Solowljevom modelu. Prema implikacijama tih modela, zemlje ne moraju bezuvjetno ostvariti stabilnu stopu ravnotežnog rasta, a koja bi bila upravo jednaka zbroju stope rasta stanovništva i tehnološkog napretka kao što je to slučaj u neoklasičnom modelu (Mervar, 2003). Rast po višim stopama od ove može biti održiv, jer opadajući prinosi ne predstavljaju ograničenje. Različita gospodarstva, stoga, ne moraju bezuvjetno konvergirati, kako je već navedeno.

Barro i Sala-i-Martin (1995), kao i Mervar (1999) u svojim radovima razlikuju tri grupe endogenih teorija:

1) Modeli koji se temelje na učenju putem rada, a glavni predstavnici su Romer (1986), Lucas (1988) te Scott (1991)
2) Modeli koji se temelje na istraživanju i razvoju i u kojima postoje eksternalije, a glavni predstavnici su Grossman i Helpman (1990), Romer (1990) te Aghion i Howitt (1992)
3) Modeli koji se temelje na akumulaciji ljudskog i fizičkog kapitala, a glavni predstavnici su Jones i Manuelli (1990), Becker, Murphy i Tamura (1990), King i Rebelo (1990) i Rebelo (1991).

2.2.1. Modeli koji se temelje na učenju putem rada

Prva grupa modela endogenog rasta koji se temelje na učenju putem rada je po svojoj osnovnoj ideji vrlo slična i najbliža neoklasičnom modelu. Kod ove grupe na rast je moguće utjecati kroz investicije i akumulaciju kapitala, pod pretpostavkom da se kapital shvati u širem smislu u odnosu na neoklasični model. Solowljev model rasta moguće je prilagoditi ukoliko se pod kapital podrazumijeva osim fizičkog i ljudski kapital (Mervar, 1999). Zahvaljujući upravo ljudskom kapitalu, koji se akumulira kroz formalno znanje, obrazovanje na poslu ili „učenjem putem rada“ u ovaj model endogenog rasta su uvedeni rastući prinosi, a time i mogućnost neograničenog rasta. Kada pojedinci ili poduzeća akumuliraju kapital, oni istovremeno (nenamjerno) doprinose proizvodnosti kapitala koji posjeduju drugi ekonomski subjekti (Romer, 1986). Romer (1986) je u svom radu pretpostavio da postoji „prelijevanje" kod istraživanja pojedinih poduzeća jer ona dovode do unapređenja javno dostupnog znanja. Također, on u svom radu redefinira pojam kapitala uvođenjem faktora znanja, budući da upravo nove ideje čine osnovu tehnološkoga napretka. U toj se situaciji ukupni proizvodni output raspodjeljuje na rad i kapital kao faktore proizvodnje i to prema njihovim graničnim proizvodima, ne ostavljajući nikakve dodatne resurse za preostali tehnološki input. Iz toga proizlazi da poduzeća ne mogu financirati daljnji tehnološki napredak, te da on može postojati u neoklasičnom modelu jedino ako je egzogeno dan. Tehnološka znanja predstavljaju jedan oblik kapitala koji se može akumulirati tijekom vremena kroz istraživanja i

slične procese. Pri tome se još uvijek zadržava pretpostavka neoklasičnog modela o savršenoj konkurenciji i izbjegava se eksplicitno prepoznavanje monopolske moći.

S obzirom da se nova znanja teško mogu u potpunosti patentirati ili sakriti, investicije jednog poduzeća u nova znanja imat će pozitivne eksternalije za ekonomiju u cjelini, te Romer (1990) pretpostavlja proizvodnu funkciju s eksternalijama u kojoj je granična produktivnost kapitala iz perspektive društva veća u odnosu na perspektivu pojedinog poduzeća. Razlog tomu su dugoročniji krajnji učinak investicija u nova znanja i fluktuirajuća radna snaga koja će te učinke raspodijeliti po čitavoj ekonomiji. Nadalje, kako poduzeća proizvodnjom i stjecanjem nove kapitalne opreme nesvjesno generiraju tehnološki napredak, tako je i stopa rasta istoga endogenizirana. Unutar Romerovog endogenog modela rasta, na stopu rasta outputa po stanovniku pozitivno i dugoročno utječu stopa štednje i veličina ekonomije koja se mjeri brojem poduzeća. Stopa štednje utječe na način da dolazi do novih ideja koje su neplanirani nusprodukt investicija ili proizvodnje, te kao takve poništavaju učinke opadajućih prinosa na fizički kapital eksternim poboljšanjem u proizvodnoj tehnologiji, a veličina ekonomije na način da veći broj poduzeća implicira i veće eksternalije vezane uz tehnološka znanja, što nadalje znači i veći rast outputa po stanovniku. Ta je pozitivna veza između rasta i veličine ekonomije poznata u gotovo svim endogenim modelima rasta kao učinak razmjera (Vukoja, 2008).

2.2.2. Modeli zasnovani na istraživanju i razvoju

Modeli zasnovani na istraživanju i razvoju inspirirani su idejama Josepha Schumpetera koji je smatrao da je inovacija središnji element ekonomske aktivnosti, a da razvoj potaknut inovacijama predstavlja evolucijski proces (Lin, 2007). Schumpeter uočava da kada se proizvod ili tehnika unaprijedi, postoji tendencija da novi proizvod ili metoda zamijeni prethodni. Ovaj proces Schumpeter naziva „kreativnim razaranjem“. Schumpeterova perspektiva potakla je istraživače na razmatranje teze da istraživanje i razvoj nose gospodarski rast, a ono što ih pritom potiče je uvjerenje da će time sebi osigurati ekstra profite (Barro i Sala-i-Martin, 2004). Solowljev model polazio je od teze djelovanja poduzeća u uvjetima savršene konkurencije u kojoj se inovacije koriste besplatno i nitko nema poticaj na istraživanje i razvoj. U uvjetima nesavršene konkurencije, od koje polaze ovi modeli, takav je

poticaj osiguran. Modeli zasnovani na istraživanju i razvoju često se nazivaju i neo-šumpeterijanskim modelima (Mervar, 1999).

Romer (1990) je osmislio model endogenog rasta zasnovan na istraživanju i razvoju koji je vođen tehnološkim napretkom. U tom modelu Romer polazi od tri hipoteze: prva, tehnološki napredak temelj je ekonomskog rasta; druga, tehnološki napredak velikim dijelom proizlazi iz namjernih akcija koje poduzimaju ljudi reagirajući na tržišne poticaje; treća i najvažnija, tehnologija se značajno razlikuje od ostalih ekonomskih dobara jer je ona rivalsko i djelomično ekskluzivno dobro. Iz ove tri hipoteze proizlazi zaključak da ravnoteža nije moguća u uvjetima savršene konkurencije, već mora postojati nesavršena konkurencija. Drugim riječima, kada bi svi utrošci bili plaćeni prema graničnom proizvodu, poduzeće bi imalo gubitke koji proizlaze iz dodatnih troškova povezanih s prijašnjim ulaganjem u istraživanje i razvoj novog proizvoda (Mervar, 2003).

Romerov model implicira da stopu dugoročnog ravnotežnog rasta određuje razina akumuliranog ljudskog kapitala, a da je pri stabilnoj ravnoteži premalo ljudskog kapitala namijenjeno istraživanju i da integracija u globalno tržište povećava stopu rasta (Mervar, 2003). Naime, rast je snažniji uz povoljniji relativni odnos između količine ljudskog kapitala kojom se koriste u sektoru istraživanja i razvoja u odnosu na ukupnu količinu akumuliranog ljudskog kapitala. Tako će nacionalne ekonomije s većom količinom akumuliranog ljudskog kapitala imati veći gospodarski rast. Navedena spoznaja sugerira da slobodna međunarodna trgovina može ubrzati rast, što objašnjava visoke stope rasta dohotka po stanovniku razvijenih zemalja u 20. stoljeću. Isto tako, niska razina ljudskog kapitala može pomoći objašnjenju zašto je tako spori rast u nerazvijenim zemljama i kako te mnogoljudne zemlje mogu imati koristi od ekonomske integracije s ostatkom svijeta.

Druga dvojica ekonomista koji su dali važan doprinos u području veze između istraživanja i razvoja i gospodarskog rasta su Aghion i Howitt (1992). Autori su razvili model endogenog rasta kreativnog uništenja (na temelju ideje Schumpetera). Prema njima, istraživanje i razvoj mogu dovesti do inovacija, odnosno do poboljšanja opće namjene tehnologije. Kada poduzeće svoj proizvod zaštiti patentnim pravima i takav proizvod stavi na tržište, onda ima monopol. Dobit od takvog monopola potiču druga

poduzeća za razvoj novih i boljih proizvoda i na taj način druga tvrtka svojim inovacijama zamjenjuje aktualnog monopolista na tržištu. Autori zaključuju da gospodarski rast ovisi o brzini inovacijskog procesa. Situacija na tržištu ne mora uvijek odgovarati situaciji koja bi bila optimalna sa socijalnog stajališta. U modelu Aghiona i Howitta, ekonomski rast može biti previsok ili prenizak. S jedne strane, povremeno prelijevanje znanja može smanjiti investicije u istraživanje i razvoj ispod optimalne razine. Pretpostavlja se da je poduzetnicima bitan povrat od istraživanja i razvoja samo za vrijeme postojanja njihovog poduzeća. Poduzeće se na tržištu zamjenjuje novim poduzećem kada ono razvije bolji proizvod, ali razvijanje tog novog proizvoda je uvijek samo nadogradnja već postojećeg, starijeg proizvoda kojeg je netko drugi već prije razvio.

Autori su zaključili da države s većim izdacima za istraživanje i razvoj imaju veći rast ukupne faktorske produktivnosti. Veza između toga može dovesti do dva učinka: inovacija i prilagodbe. Istraživanje i razvoj su jedan od glavnih faktora u inovacijskom procesu i oni pomažu poduzećima da postignu apsorpcijske kapacitete tj. dovode do mogućnosti iskorištavanja prelijevanja znanja (Cohen i Levinthal, 1989).

2.2.3. Modeli akumulacije kapitala

Ključna karakteristika ove vrste modela endogenog rasta je odsutnost opadajućih prinosa kapitala (Barro i Sala-i-Martin, 2004). AK modeli rasta su po svojoj strukturi najjednostavniji od svih novih modela rasta. Kod tih modela, rast je odraz karakteristika agregatne proizvodne funkcije gospodarstva. Najjednostavnija verzija proizvodne funkcije bez opadajućih prinosa je AK funkcija:

$$Y = AK, \tag{2.4}$$

gdje je A pozitivna konstanta koja prikazuje razinu tehnologije. Nepostojanje opadajućih prinosa može se činiti nerealnim, ali ideja se čini uvjerljiva ako se K – kapital promatra u širem kontekstu koji osim fizičkog uključuje i ljudski kapital.

Ova grupa modela zasniva se na tezi da je kapital vodeća snaga ekonomskog rasta, pa poduzeća neprestano povećavaju njegovu količinu djelujući u uvjetima savršene

konkurencije i uz konstantne prinose. Granični proizvod kapitala pritom ne smije pasti ispod neke subjektivne stope povrata koja osigurava da pojedinci nastave beskonačno akumulirati kapital. Ako tehnologija proizvodnje ima konstantne prinose na razmjer kapitala i rada, onda proizvod gospodarstva mora biti u linearnom odnosu prema akumuliranom kapitalu, a to zato da bi granični proizvod ostao iznad određene donje granice. Zahvaljujući tome, investicije nikad nemaju opadajuće prinose. Neograničen rast može tako postojati i u uvjetima savršene konkurencije. Takav rast isključivo potiče akumulaciju kapitala, koji obuhvaća i fizički i ljudski kapital, a da bi se opravdala pretpostavka da nema opadajućih prinosa (Mervar, 1999).

AK teorija može objasniti dugoročni razvoj koristeći iste ključne pretpostavke kao i neoklasični model, ali su tome dodane eksternalije znanja među poduzećima koje akumuliraju fizički kapital. AK modeli ne daju uvjerljivo objašnjenje za konvergenciju zemalja. Osnovni problem AK modela jest da se ne vrši eksplicitno razlikovanje akumulacije kapitala od tehnološkog napretka (Mervar, 1999).

***

Modeli endogenog rasta svojevrstan su pokušaj teoretičara da objasne dio stope rasta koji je u neoklasičnim modelima prikazan kao rezidual. U tim je istraživanjima utvrđeno da znanje, utjelovljeno u eksternalijama (tehnologije i ljudskog kapitala), istraživanju i razvoju ili kapitalu u širem smislu, značajno doprinosi gospodarskom rastu.

Sve tri skupine modela endogenoga rasta ugrađuju rastuće prinose i na njima izvode ključnu ideju endogene teorije o mogućem neograničenome rastu, što je pak u suprotnosti s neoklasičnim modelom (gospodarstva teže stacionarnomu, tj. stabilnomu stanju, a opadajući prinosi ograničavaju gospodarski rast). Prema modelima endogenoga rasta, tehnološki napredak nije egzogeno, već endogeno determiniran, odnosno ovisi o unutarnjim procesima alokacije, tj. o gospodarskim odlukama koje donose poduzeća i pojedinci. Iz te postavke proizlazi i uloga koja se daje subjektima gospodarske politike prema kojoj oni svojom politikom ne smiju usporavati promjene, nego moraju kreirati institucionalno okruženje koje će podržavati unaprjeđenje i širenje demokracije, znanja, tehnoloških promjena,

inovacija i novih otkrića te obrazovanje radne snage koja će biti sposobna upravljati novom tehnologijom (Vlahinić-Dizdarević i Škuflić, 2003).

Za razliku od neoklasične teorije rasta, endogena teorija rasta uzima u obzir povratni učinak nestašice resursa te onečišćenje na dugoročni rast gospodarstva. Međutim, svi endogeni modeli rasta dijele fundamentalni nedostatak: oni su i vjerojatno će ostati u suštini kvalitativni i teorijski jer niti jedna od predloženih osnovnih varijabli (znanje, ljudski kapital i sl.) nije lako mjerljiva (Ayres and Warr, 2009).

2.3. Ekološka ekonomija

Tijekom vremena pojavili su se alternativni stavovi o ekonomskom rastu koji naglašavaju važnost energije u proizvodnji i rastu. Važnu ulogu energije u gospodarskom sustavu prvi je istaknuo Georgescu-Roegen (1971) je ustrvrdio da se u ekonomskom procesu upotrijebljeni materijal nepovratno troši, odnosno uništava, a to posljedično znači da jednom korišten materijal ne može ponovo biti korišten u nekoj drugoj ekonomskoj aktivnosti. Tvrdio je da standardna ekonomska teorija ne priznaje činjenicu da se s jedne strane energetski i materijalni resursi nepovratno troše, dok se s druge strane štetni učinci glede onečišćenja okoliša nastavljaju akumulirati.

Stern (2011) ukazuje da ekonomisti koji se bave pitanjima vezanim za životnu sredinu, energiji daju primat nad svim drugim faktorima rasta. Svoje stavove zasnivaju na biofizičkoj osnovi ekonomije oslanjajući se na brojna istraživanja (Georgescu-Roegen, 1971; Cleveland, Costanza, Hall, & Kaufmann, 1984; Hall, Tharakan, Hallock, Cleveland, & Jefferson, 2003). Zagovornici ekološke ekonomije smatraju da je energija jedini primarni faktor proizvodnje, a kapital i rad se tretiraju kao tokovi potrošnje kapitala i usluge radne snage, a ne kao rezerve (Cleveland, Costanza, Hall, & Kaufmann, 1984). Ekološki ekonomisti usredotočeni su na materijalnu osnovu gospodarstva i smatraju gospodarstvo kao otvoreni podsustav globalnog ekosustava.

Iako u ovom području postoje različite škole mišljenja, svi dolaze iz zajedničkih načela - zakona termodinamike. Osnovni zakoni prirodnih znanosti, kao što su oni iz

termodinamike, ističu da je energija od ključne važnosti u svim procesima, pa tako i u procesu ekonomskog rasta. Prvi zakon termodinamike (zakon očuvanja energije) podrazumijeva princip ravnoteže mase (Ayres i Kneese, 1969). Za svaki proces proizvodnje koji stvara materijalni output postoje minimalni zahtjevi za materijalnim inputom. Prema Rifkin (2002) energija ne može biti stvorena niti uništena, samo transformirana iz jednog oblika u drugi. To znači da je jedini dostupni izvor energije solarna energija koja se može koristiti izravno ili u tranformiranom stanju, poput fosilnih goriva. Prema ovom zakonu termodinamike nusproizvodi korištenja fosilnih goriva (emisija ugljičnog dioksida) vraćaju se natrag u okoliš kao otpad (Ockwell, 2008). Drugi zakon termodinamike (zakon efikasnosti) ukazuje na činjenicu da se prilikom ponovne upotrebe energije i materijala postiže njihova manja upotrebna vrijednost, stoga je potrebna dodatna energija. To također podrazumijeva granice do kojega se energija može zamijeniti drugim ulazima u proizvodni proces (Ockwell, 2008). Prema Rifkin (2002) drugi zakon termodinamike govori da svaki put kada se poveća količina energije koja se potroši, prelazi se iz niske u visoku entropiju što rezultira još većim porastom otpada u okolini. Ovaj zakon termodinamike nadalje podrazumijeva da je u cilju transformacije jednog materijala u drugi potrebna dodatna količina energije (Stern i Cleveland, 2004). Cleveland i dr. (1984) dokazuju da raspoloživost energije zapravo pokreće ekonomski rast, a ne da je ekonomski rast rezultat povećanog korištenja energije.

Stern (2011) daje dokaze da je supstitucija između različitih izvora energije bila važan pokretač rasta u prošlosti, ali da je takva supstitucija dostigla svoju granicu. Mnoge ekonometrijske studije agregatnih funkcija proizvodnje pokazuju komplementarnost ili slabu zamjenjivost između energije i kapitala za zemlje OECD-a. Daljnja potpora tome proizlazi iz takozvanog biofizičkog pristupa, uključujući modele sustava koji daju veliku pozornost izravnoj i neizravnoj potrošnji energije.

Na osnovu prethodno navedenih istraživanja, može se zaključiti da isključivanje energije i potrošnje resursa iz neoklasičnih modela predstavlja njihov značajan nedostatak. Nakon prve naftne krize 1973.-74., drugi ekonomisti počeli su formulirati funkcije proizvodnje koje su osim rada i kapitala uključivale energiju i materijale (npr. Tintner i sur., 1974; Berndt i Wood, 1979).

2.4. Uloga energije u ekonomskom rastu

Energija je relativno novi faktor kada je u pitanju njeno uključivanje među osnovne pokretače ekonomskog rasta. Njen značaj, kao i uključivanje u modele rasta kako navodi Guruswamy (2015), posljedica je nekoliko grupa razloga i polja istraživanja.

Prvi aspekt uključuje rezultate istraživanja ekonomskih povjesničara (Allen, 2009; Cleveland et al., 1984) i ekonomskih geografa (Smil, 2005). Njihova istraživanja orijentirana su na pitanje – koliko je bila važna tranzicija od tradicionalnih energenata (drvo, životinjske masnoće) prema fosilnim gorivima u povećanju stope ekonomskog rasta tijekom industrijske revolucije? Odgovor na to pitanje od strane prethodno navedenih autora je da su inovacije u korištenju modernih energenata (prije svega, ugljena u doba same industrijske revolucije) i porasta njihove upotrebe osnova prve industrijske revolucije u XIX. stoljeću. Kander i Stern (2014) zaključuju da je povijest energije obilježena nizom revolucija koje su povezane s novim energentima (ugljen, nafta, električna struja) i novim tehnologijama koje ih koriste (parni stroj, motorna vozila, informacijske i komunikacijske tehnologije).

Drugi argument odnosi se na utjecaj koji cijene nafte i drugih energenata imaju na ekonomsku aktivnost. Ovaj aspekt postao je posebno važan nakon dva „naftna šoka" sedamdesetih godina 20-og stoljeća. Brown i Yücel (2002) su u pregledu teorija i rezultata o utjecaju cijena energije na makroekonomske pokazatelje zaključili da je veza između cijena nafte i BDP-a inverzna s jedne strane i da je ona asimetrična, odnosno rast cijena nafte usporava agregatnu ekonomsku aktivnost više nego što je pad istih povećava. Volatilnost cijena energije, kako navode Shahbaz i sur. (2012), stvara manje ili veće poteškoće u njihovoj platnoj bilanci onim zemljama koje su uvoznici energenata (posebno nafte). Sve velike recesije praćene su energetskim šokovima (Hamilton, 1983), a rast cijena energije potiče inflatorna očekivanja. Centralne banke, kojima je po pravilu cilj stabilnost cijena kroz održavanje ekonomske stabilnosti i smanjivanje inflatornih očekivanja, podižu svoje referentne kamatne stope. Posljedica toga je ukupno smanjenje inflacije, ali istovremeno i smanjenje nivoa investicija upravo zbog rasta kamatnih stopa (Leduc, Sill, 2004). Rezultanta ovih procesa je ozbiljno ugrožavanje ekonomskog rasta.

Treća grupa argumenata oslanja se na utjecaj koji prirodni resursi i njihova eksploatacija imaju na ekonomski rast i razvoj, a istraživanje ovog pitanja počelo je 70-ih i 80-ih godina 20-og stoljeća. Bogatstvo prirodnim resursima i izvorima energije ne samo da nije presudno za ekonomski rast i razvoj, već ukoliko se ne eksploatira na pravi način, može predstavljati ozbiljnu prepreku ukupnom ekonomskom razvoju i potpuno promijeniti strukturu gospodarstva i onemogućiti njegovu evoluciju. Tako je koncept „prokletstva resursa" (Auty, 2001) postao opće prihvaćena zakonitost u literaturi koja se bavi ekonomskim razvojem, uz neizbježan primjer najvećeg afričkog izvoznika nafte Nigerije, gdje se nakon dugog niza godine eksploatacije ovog resursa broj siromašnih stanovnika udvostručio, a ostale grane privrede nisu ništa razvijenije nego što su bile.

Konačno, četvrto područje istraživanja odnosi se na povezanost institucija, energije i ekonomskog rasta. O značaju koji energetski sektor zauzima ne treba previše raspravljati, pa zato i ne čudi pristup energiji koji zauzimaju države. Kada je u pitanju ekonomski razvoj, autori (Acemoglu, Johnson, Robinson, 2002) govore da tržište zavisi od institucija, samo je pitanje kakve su institucije najbolje da potaknu rast. Konačno Paavola i Adger (2005) pisali su o utjecaju institucija na energetsku efikasnost. Literatura o institucionalnoj ekonomiji dala je značajan doprinos time što je omogućila uvid u način na koji institucionalne strukture određuju ponašanje. Sveukupno institucionalno okruženje, a posebice gospodarske institucije, utječu na strukturu ekonomskih institucija. Pristup energiji i ekonomskom razvoju u zemljama u razvoju snažno se oslanja na državnu potporu i predanost vlasti tim pitanjima. Vlada je dužna uspostaviti jasan institucionalni okvir i odlučiti koja će uloga biti dodijeljena državnim poduzećima, privatnom vlasničkom kapitalu i međunarodnim investitorima (Vlahinić-Dizdarević, Žiković, 2011). Institucionalni ekonomisti posebno su pridonijeli razumijevanju uloge energije u gospodarskom razvoju uzimajući u obzir utjecaj ekonomskih, socijalnih i političkih institucija na učinkovitu uporabu energije. Odnos između energetskih resursa, energetske politike i ekonomskog razvoja određen je tipom političke vlasti koji postoji.

Prema Vlahinić-Dizdarević i Žiković (2011), čak su i endogene teorije rasta propustile uzeti u obzir činjenicu da su endogene tehnološke promjene usmjerene na

racionalno korištenje energije i poboljšanje energetske učinkovitosti nužne za dugoročni ekonomski rast.

Tahvonen i Salo (2001) razvili su ekonomski model rasta koji sadrži obnovljive i neobnovljive izvore energije. Uključili su troškove eksploatacije neobnovljivih izvora te proizvodne troškove za obnovljive izvore energije. Pretpostavili su da znanje o eksploataciji raste proporcionalno s porastom eksploatacije te da je znanje u procesu finalne proizvodnje proporcionalno veličini kapitala. Njihov model realistično opisuje proces ekonomskog rasta ekonomije koja prolazi predindustrijsku, industrijsku i postindustrijsku fazu razvoja s porastom korištenja fosilnih goriva na početku razvoja te padom tijekom postindustrijskog razvoja i (ponovnim) prelaskom na obnovljive izvore energije.

Ayres i van den Bergh (2005) su ponudili model ekonomskog rasta sa energetskim resursima i dematerijalizacijom. Razmatrali su tri mehanizma rasta: 1) korištenje resursa (fosilnih goriva) kao motora rasta, 2) mehanizam rasta putem obima-kumulativnog-učenja (engl. scale-cum-learning), i 3) stvaranje vrijednosti („dematerijalizacija“) kao motor rasta. Zaključili su da za održavanje relativno visokih stopa rasta, korištenje energetskih resursa mora rasti linearno s dohotkom. Prema njima najvažniji instrumenti održavanja ekonomskog rasta su ulaganja u istraživanje i razvoj, regulacija eksploatacije i korištenja prirodnih/energetskih resursa te mjere povećanja energetske učinkovitosti.

Model Ayres i Warr (2009), koji se također naziva teorija rasta putem korisnog rada, podrazumijeva da je fizički i kemijski rad koji se obavlja energijom, najznačajniji pokretač ekonomskog rasta. Kako navode Ayres i Warr (2009), ekonomski rast se najbolje može promatrati kao ciklus pozitivne povratne sprege u kojoj poboljšanja efikasnosti u termodinamičkoj konverziji imaju značajnu ulogu. Jeftiniji faktori proizvodnje, koji su djelomično posljedica poboljšanja energetske efikasnosti, omogućavaju da se robe i usluge proizvode uz manje troškove i po nižim cijenama, što vodi većoj potražnji. Potražnja za robom i uslugama odgovara sumi plaćanja faktora proizvodnje, od koje se veći dio vraća radnoj snazi u vidu plaće. Proizlazi da plaće imaju tendenciju da se povećavaju kako output raste. To povratno stimulira daljnju zamjenu kapitala i energije za rad kako u industrijskoj proizvodnji, tako i u

stvaranju energetskih usluga u „domaćinstvima”. Ova zamjena potiče ekonomiju obujma i ekonomiju učenja koje dalje snižavaju troškove i služe da „motor rasta“ neprekidno radi. Međutim, poboljšanja energetske efikasnosti su samo jedan izvor jeftinijih faktora proizvodnje i u praksi ih je teško izdvojiti iz šireg raspona tehničkih promjena. Stoga njihov relativni značaj kao pokretača ekonomskog rasta ostaje empirijsko pitanje.

Solow (1997) je istaknuo da je najvažnija supstitucija unutar različitih izvora energije, naročito supstitucija neobnovljivih izvora s obnovljivim. Dugoročnu potrošnju energije u industrijskim gospodarstvima karakterizira zamjena drva i hidroenergije s ugljenom, naftom, prirodnim plinom i električnom energijom. Kada fosilna goriva budu ekonomski iscrpljena, sljedeća faza energetskog razvoja bit će karakterizirana povratkom na solarnu energiju.

Međutim, danas se govori o novoj energetskoj krizi, koja se ne odnosi samo na visoke cijene nafte ili na iscrpljivanje postojećih rezervi nafte i plina. Prema Chevalier i Ouédraogo (2009), nova kriza proizlazi iz problema klimatskih promjena koje utječu na energetsku ekonomiju i geopolitiku te zahtijevaju kolektivnu akciju.

Kao korak prema pomirenju glavnih i ekoloških modela ekonomskog rasta Stern (2011) je predstavio model koji obuhvaća Solowljev model ekonomskog rasta u kojem su energija i kapital loši nadomjestak. Model dopušta da tehnološka promjena utječe na energiju i produktivnost rada odvojeno i drugačije, kako bi se razlikovala tehnološka promjena koja povećava produktivnost energije i tehnološka promjena koja povećava produktivnost rada. Model pokazuje da kada je učinkovita energija ograničena, to će snažno ograničiti ekonomski rast, ali kada učinkovita energija postane bogatija, to je mnogo manje ograničavajući faktor. To objašnjava zašto glavna teorija ekonomskog rasta zanemaruje energiju jer je uglavnom bila „dizajnirana“ da objasni posljednjih šezdeset godina ekonomske povijesti kada je energija bila obilna i jeftina u razvijenim zemljama.

3. TRANZICIJA PREMA NISKO-UGLJIČNOM GOSPODARSTVU

Izazovi s kojima se EU suočava na području energetike uključuju pitanja kao što su: rastuća globalna potražnja za energijom, sve veća ovisnost o uvozu, sigurnosni rizici koji utječu na zemlje proizvođače i tranzitne zemlje, ograničena diversifikacija, visoke i nestabilne cijene energije, spori napredak u pogledu energetske učinkovitost, rastuće prijetnje klimatskih promjena, izazovi koje donosi sve veći udio obnovljivih izvora energije i potreba za većom transparentnošću, daljnjom integracijom i međusobnim povezivanjem tržišta energije (Europski parlament, 2015). Srž europske energetske politike čine raznovrsne mjere kojima se nastoji uspostaviti integrirano energetsko tržište, sigurnost opskrbe energijom i održivost energetskog sektora (Europski parlament, 2018).

Cilj EU je ostvariti tranziciju prema održivom i konkurentnom gospodarstvu u kojem se rast ostvaruje uz male emisije stakleničkih plinova. Prelazak na niskougljično gospodarstvo je prilika za ostvarenje ekonomskog rasta i razvoja, povećanje sigurnosti opskrbe energijom i smanjenje ovisnosti o uvozu. Povećanjem korištenja nisko-ugljičnih rješenja primjerice tehnologija sa čistom energijom može potaknuti rast i razvoj tržišta i podržati transformaciju energetskog sektora. Istodobno, ovaj prijelaz predstavlja ogroman izazov s obzirom da je potreban značajan kapital za transformaciju gospodarstva koja su ovisna o fosilnim gorivima. Izazov je još veći ukoliko se uzme u obzir da će se prednosti današnjih ulaganja osjetiti tek u budućnosti. Uspješna tranzicija zahtijeva blisku koordinaciju između politike, tehnologije i kapitala, čiji je temelj partnerstvo javnog i privatnog sektora, kao i mogućnosti za partnerstvo s državama širom svijeta (Goldman Sachs, 2010).

EU je u 2013. godini bio najveći uvoznik primarne energije na svijetu, a slijede ga Kina, Japan i SAD što je vidljivo iz sljedeće tablice.

Tablica 1.: Uvoz i izvoz energije u svijetu u 2013. godini

Država	Uvoz	Izvoz	Neto uvoz*	Ugljen i lignit	Nafta	Plin	OIE i otpad	Elektr. i toplinska energija
	milijuni tona ekvivalenta nafte			% ukupnog bruto uvoza				
EU-28	1,441.80	533.40	908.30	11.2	61.8	23.9	0.9	2.1
Svijet	5,202.90	5,248.60	-45.70	16	65.8	16.8	0.3	1.2
Argentina	16.70	4.70	12.00	4.5	30.6	57.4	0	7.6
Australija	50.90	260.60	-209.70	0.1	88.9	11	0	0
Brazil	74.80	29.10	45.70	17.8	58.6	18.9	0.1	4.6
Kanada	78.10	262.70	-184.50	6.9	61.4	28.5	1.4	1.9
Kina	551.90	48.00	503.90	31.5	60.8	7.5	0	0.1
Indija	327.10	72.40	254.70	30.9	64.3	4.7	0	0.1
Indonezija	55.50	301.30	-245.80	0.1	99.4	0	0	0.5
Japan	454.80	17.80	437.00	26.9	50.3	22.8	0	0
Meksiko	54.80	76.50	-21.70	7.5	53.3	39	0	0.2
Rusija	27.40	620.30	-592.90	64.1	9.8	24.6	0	1.5
Saudijska Arabija	24.80	444.60	-419.80	0	100	0	0	0
Južnoafrička Republika	35.10	54.90	-19.80	1.9	87	8.7	0	2.3
Južna Korea	291.00	56.90	234.10	26.6	57	16.4	0	0
Turska	95.60	8.90	86.70	18.7	41.3	39	0.4	0.7
SAD	582.50	274.20	308.30	0.9	86.6	11.5	0	1

* Negativna vrijednost neto uvoza je u onim zemljama koje su neto izvoznici

Izvor: Eurostat, 2017

U 2013. godini uvoz naftnih proizvoda dominirao je širom svijeta. U EU-28 naftni proizvodi činili su više od polovice ukupnog uvoza energije, odnosno 61,8%, zatim slijedi uvoz plina sa 23,9% i ugljena sa 11,2%.

Od ukupne potrošnje energije u EU, oko 80% dolazi iz fosilnih goriva i to većinom nafte i plina iz uvoza. Primjerice, 2015. godine uvozna ovisnost o fosilnim energentima iznosila je 53% (Eurostat, 2017), a do 2030. godine ona bi se mogla popeti i do 70% (Kandžija i Cvečić, 2010). Sve to rezultira dugoročnom energetskom nesigurnošću zemalja koje ne raspolažu vlastitim izvorima. Ograničena dostupnost neobnovljivih izvora energije te njihova nejednaka geografska raspoređenost dovodili su do političkih i ratnih sukoba te rasta cijena energenata kroz povijest. Proizvodnja ekonomski ali i ekološki prihvatljive energije, jedan je od najvažnijih ciljeva održivog razvoja i istovremeno je jedan od najvećih izazova današnjice (United Nations, 2010).

Ciljevi energetske politike EU-a utvrđeni su u Ugovoru o funkcioniranju Europske unije, u kojemu se navodi da je cilj energetske politike Unije: osigurati funkcioniranje energetskog tržišta, osigurati sigurnost opskrbe energijom u Uniji, promicati energetsku učinkovitost i uštedu energije te razvoj novih i obnovljivih oblika energije te promicati međupovezanost energetskih mreža (Europski parlament, 2016).

Energija i klimatske promjene usko su povezane jer proizvodnja energije, uglavnom transformacijom i izgaranjem fosilnih goriva, te uporaba energije, npr. u industriji, prometu i kućanstvima, uzrokuju 79% emisija stakleničkih plinova u EU-u. Slijedom navedenog, preoblikovanje proizvodnje energije i njezine uporabe od ključne su važnosti za pronalazak rješenja za klimatske promjene.

3.1. Međunarodni sporazumi u području klime

Ključan izazov za EU i njezine države članice je ispunjavanje energetskih potreba uz istodobno smanjenje emisija stakleničkih plinova. Iako članice EU emitiraju otprilike 12% globalnih emisija stakleničkih plinova, one su imale vodeću ulogu u pregovorima o međunarodnim sporazumima u području klime (Europski revizorski sud, 2017). U sklopu Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC), doneseni su Kyoto protokol (United Nations, 1998) i Pariški Sporazum (United Nations, 2015).

Kyoto protokol donesen je 1998. godine, a na snagu je stupio 2005. godine. Protokolom je za 37 zemalja i EU utvrđen cilj smanjenja emisija stakleničkih plinova za 5% u razdoblju 2008. – 2012. u odnosu na razine iz 1990. godine. Izmjenom Kyoto protokola u Dohi 2012. godine, EU i njegove države članice obvezali su se smanjiti svoje emisije stakleničkih plinova za 20% do 2020. godine u odnosu na razine iz 1990. godine.

Pariški sporazum kao prvi univerzalni, pravno obvezujući globalni klimatski sporazum, stupio je na snagu 4. studenoga 2016. nakon ratifikacije EU. U okviru Pariškog sporazuma 195 zemalja se usuglasilo ograničiti porast globalne prosječne temperature u ovom stoljeću na „znatno manje od" 2°C iznad predindustrijske razine, s ciljem da se porast zadrži na 1,5°C (Europska komisija, 2016b). U okviru Pariškog sporazuma, EU i njezine države članice obvezale su se smanjiti emisije stakleničkih

plinova za najmanje 40% do 2030. godine u usporedbi s razinom emisija u 1990. godini. Obvezu smanjenja emisija članice provode zajednički, putem Europskog sustava trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova (EU ETS). Za EU ETS sustav uspostavljena je zajednička emisijska kvota.

Prema istraživanju McGlade i Ekins (2015) 82% globalnih rezervi ugljena, 49% rezervi plina i 33% rezervi nafte trebalo bi ostati pod zemljom, ako se želi ograničiti porast globalne temperature do kraja ovog stoljeća na 2°C.

U odnosu na Kyoto protokol, ratifikacijom Pariškog sporazuma, osim razvijenih zemalja i zemlje u razvoju preuzimaju obveze ograničenja emisija. Osniva se Međunarodni registar za identificiranje i praćenje doprinosa svake zemlje smanjenu emisija (engl. Intended Nationally Determined Contribution - INDC). Također jača uloga nedržavnih subjekata kao što su poduzeća, gradovi i regije.

Problem sporazuma je što ne uspostavlja nikakve mehanizme penaliziranja država zbog nepostizanja ciljeva navedenih u nacionalnom planu, ili zbog nedovoljno radikalnih akcijskih planova. Ilustrativni primjer nepoštivanja sporazuma su SAD koje su se obvezale do 2025. smanjiti emisije štetnih plinova u atmosferi za 25% – 28% u odnosu na vrijednosti iz 2005. godine i uplatiti do tri milijarde dolara pomoći siromašnim zemljama za klimatsko prilagođavanje do 2020. godine. Međutim, američki predsjednik tvrdi da bi američka ekonomija imala znatne gubitke ako bi provela sporazum te je SAD 1. lipnja 2017 istupila iz sporazuma (Brodić, 2016).

3.2. Energetska i klimatska politika EU-a

S ciljem ispunjenja obveza iz Kyoto protokola i Pariškog sporazuma, EU je odredila različite ciljane vrijednosti za ublažavanje klimatskih promjena. Te ciljane vrijednosti obuhvaćaju izravno i kvantificirano smanjenje emisija stakleničkih plinova te konkretne ciljane vrijednosti za proizvodnju obnovljive energije i povećanu energetsku učinkovitost.

3.2.1. Energija 2020.

Iako su na nivou EU i ranije usvajani zakonski akti i dokumenti čija je svrha bila transformacija iste u ekonomiju temeljenu na niskim emisijama ugljičnog dioksida, najveću zakonodavnu intervenciju poduzetu s tom namjerom predstavlja usvajanje takozvanog prvog energetskog i klimatskog paketa 2009. godine. Riječ je o nizu zakona koji bi do 2020. godine trebali rezultirati s (European Commission, 2015b):

- 20% manjim emisijama stakleničkih plinova u usporedbi s 1990. godinom
- 20% udjela obnovljivih izvora energije u ukupnoj energetskoj potrošnji
- 20% manjom potrošnjom energije (u odnosu na onu koja se do 2020. očekuje u slučaju neprovođenja posebnih mjera).

Popularan je i općepoznat naziv tih ciljeva „20-20-20“. Usvajanjem navedenih mjera EU je postala prvo veliko gospodarstvo koje je donijelo jasne i precizne mjere za smanjenje emisije stakleničkih plinova i očuvanje planeta. Takvim potezom EU je dokazala svoju ambiciju da preuzme vodeću ulogu u ispunjavanju zadanih ciljeva i rješavanju pitanja očuvanja planeta u vremenima velike ekonomske krize.

Zadani ciljevi ostvaruju se pomoću pet ključnih načela (European Commission, 2010):

- postizanje energetski efikasne Europe
- izgradnja zajedničkog europskog energetskog tržišta
- povećanje potrošnje uz najviši nivo sigurnosti opskrbe energentima
- povećanje inovacija i korištenja novih tehnologija
- povećanje važnosti europskog tržišta u svjetskim razmjerima.

Zalažući se za ravnopravno sudjelovanje svih država članica, ne smije se zanemariti činjenica da članice EU imaju različite početne pozicije te pojedine EU zemlje imaju veće financijske mogućnosti za ulaganja od drugih EU zemalja. Troškovi koji nastaju prilikom prelaska na manje emisije, veću energetsku učinkovitost i veću ulogu obnovljivih izvora energije (OIE) moraju biti u prvom planu kako bi se očuvala europska konkurentnost, odgovarajuća razina zaposlenosti i socijalna politika. EU mora učiniti sve kako bi promovirala sveobuhvatan međunarodni sporazum o smanjenju emisija stakleničkih plinova.

OIE su od osobite važnosti za EU. Oni su zamjena za neobnovljive izvore energije i pridonose raznolikoj opskrbi energijom, smanjenju emisija stakleničkih plinova te smanjenju ovisnosti o nepouzdanim i nestabilnim tržištima neobnovljivih izvora, posebno nafte i plina. EU je vodeća u svijetu na području tehnologija OIE. Posjeduje 40% patenata za OIE, gotovo polovica (44%) svjetskih kapaciteta obnovljive električne energije (ne uključujući hidroenergiju) nalazi se u EU, a u industriji OIE u EU trenutno je zaposleno oko 1,2 milijuna ljudi (Europski parlament, 2015). Rastuća svijest o štetnosti pojedinih izvora energije na okoliš i zdravlje ljudi predstavlja dodatni razlog za sve veće korištenje obnovljivih izvora energije te povećanje energetske efikasnosti. Nakon nesreće u Fukushimi 2011. godine pojačao se pritisak za napuštanje nuklearne energije u Europi (Cvečić i dr., 2015).

EU je na dobrom putu da ostvari ciljeve zadane do 2020. U 2015. godini emisije stakleničkih plinova u EU-28 smanjile su se za 22% u usporedbi s razinom iz 1990. godine, što predstavlja apsolutno smanjenje od 1.265 milijuna tona ugljičnog dioksida, čime je već nadmašila cilj od 2020. godine. Navedeno smanjenje je posljedica niže potražnje zbog ekonomske krize, supstitucije goriva, rastućeg korištenja OIE te povećanja energetske učinkovitosti (Europska komisija, 2017). Udio OIE u krajnjoj potrošnji energije u EU povećao se na 16,4% u 2015. godini zahvaljujući potporama koje potiču ulaganja u OIE, osobito u solarne i fotonaponske ćelije te vjetroelektrane na kopnu (Europska komisija, 2016). Trendovi do 2020. godine dovest će do kontinuiranog rasta proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora.

Europska komisija procjenjuje da bi EU mogla postići 18% do 19% uštede energije do 2020. godine. Trećina štednje rezultirat će smanjenom potražnjom uslijed ekonomske krize. Napredak prema cilju od 20% ovisit će o daljnjoj provedbi politika energetske učinkovitosti od strane država članica i povećanju ulaganja u energetsku učinkovitost radi financiranja obnove fasade u postojećim zgradama i poticanja potrošača na korištenje energetski efikasnijih proizvoda. U tom kontekstu, postizanje cilja energetske učinkovitosti od 20% do 2020. ostaje izazov.

EU doživljava restrukturiranje svojih kapaciteta za preradu i proizvodnju energije. To će se nastaviti i u narednim godinama. Sektor rafinerije nafte u EU suočen je s

padom potražnje za naftom i kemijskom proizvodnjom, smanjenom lokalnom proizvodnjom sirove nafte i smanjenjem izvoznih tržišta za benzin. Do prosinca 2015. godine u EU je zatvoreno 15 rafinerija, a očekuje se daljnje restrukturiranje (Atanasova, 2016). Pojedine zemlje članice uspješno prolaze proces restrukturiranja zahvaljujući inoviranim procesima proizvodnje, pristupu jeftinoj sirovini te svjetskim robnim tržištima.

3.2.2. Energija 2030.

Europska komisija je u siječnju 2014. godine predstavila nadograđene klimatske i energetske ciljeve za 2030. godinu. Glavni ciljevi koje je potrebno postići su (European Commission, 2015c):

- smanjenje emisije stakleničkih plinova od 40% ispod razine iz 1990. godine
- povećanje udjela obnovljive energije od najmanje 27% do 2030. godine dok države članice mogu same određivati svoje nacionalne ciljeve prilagođene nacionalnim prioritetima i uvjetima
- poboljšanje energetske učinkovitosti, a obvezujući je cilj ostvariti efikasno korištenje energije koje se izražava u uštedama od najmanje 27%
- povećanje elektroenergetske povezanosti na 15% (tj. prijenos 15% električne energije, proizvedene u EU-u, u druge zemlje EU-a).

Ciljevi za 2030. godinu neće biti pravno obavezujući na razini pojedinačne zemlje članice, već se odnose na razinu cijele EU. Drugim riječima, pojedine zemlje članice neće biti pravno vezane ostvariti ove ciljeve kao što je slučaj s trenutnim ciljevima za 2020. godinu. Umjesto toga, svaka zemlja članica morat će odrediti vlastiti doprinos ostvarenju ovih EU ciljeva.

Uz detaljnu analizu cijena i troškova energije okvirom za 2030. omogućit će se regulatorna sigurnost ulagačima te koordinirani pristup među državama članicama, što će dovesti do stvaranja novih tehnologija. Cilj je okvira potaknuti stalni napredak prema niskougljičnom gospodarstvu te konkurentnom i sigurnom energetskom sustavu kojim se osigurava povoljna energija za sve potrošače, povećava sigurnost opskrbe energijom u EU-u, smanjuje ovisnost o uvozu energije i stvaraju nove prilike za rast i zapošljavanje, uzimajući u obzir moguće dugoročne utjecaje cijena.

Okvir se nadovezuje na već postojeći „klimatsko-energetski paket" ciljeva za 2020. te na planove Komisije za energiju i konkurentno niskougljično gospodarstvo za 2050. Dakle, cilj je nove klimatsko-energetske strategije potaknuti napredak prema niskougljičnom gospodarstvu te konkurentnom i sigurnom energetskom sustavu kojim se osigurava povoljna energija za sve potrošače, smanjuje ovisnost o uvozu energije i stvaraju nove prilike za rast i zapošljavanje.

Kako bi se postigli klimatski i energetski ciljevi EU-a za 2030., potrebna su ulaganja u iznosu od približno 379 milijardi eura godišnje u razdoblju 2020. – 2030. uglavnom u energetsku učinkovitost, energiju iz obnovljivih izvora i infrastrukturu (Europska komisija, 2016). Poduzeća iz EU-a trebala bi predvoditi ta ulaganja.

U svjetlu sve izraženijih negativnih utjecaja klimatskih promjena te dramatičnog pada cijena proizvodnje energije iz OIE, Europski parlament je donio izuzetno važne odluke i zatražio povećanje ciljeva za 2030. i to za udio OIE na razini EU na 35%, a energetske učinkovitosti na 40%. Povećanje navedenih ciljeva ima za posljedicu i dramatične promjene u prihodu i geopolitičkom utjecaju koji će uvoznici fosilnih energenata u EU imati u bliskoj budućnosti. EU je u 2012. godini potrošila 545 milijardi eura na uvoz fosilnih goriva. U slučaju ostvarenja cilja od 27% udjela OIE do 2030., ušteda na tom uvozu bila bi 190 milijardi EUR-a za period 2011-2030, a u slučaju ostvarenja cilja od 30%, ušteda bi bila 450 milijardi EUR-a u istom periodu (Vidan, 2017).

Postizanjem ovih ciljeva, otvorio bi se put za lakše ostvarenje glavnog cilja za 2050. godinu – dekarbonizacija, odnosno smanjenje emisija ugljičnog dioksida u svim državama članicama (ponajviše industrijskim) za 80-95%.

3.3. Unutarnje energetsko tržište

Energija, kao osnovni uvjet za funkcioniranje gospodarstva te kao faktor koji značajno utječe na cijenu proizvodnje većine dobara, važan je faktor u konkurentnosti gospodarstva. Raspolaganje energetskim resursima predstavlja okosnicu svakog gospodarsko-društvenog razvoja. Na toj se činjenici temeljila i ideja o stvaranju Europske zajednice za ugljen i čelik 1951. godine (dalje u tekstu

Zajednica) te suradnja u području nuklearne energije i osnivanje EURATOM-a 1957. godine. Osnivanje ovih energetskih zajednica predstavlja početak zajedničke energetske politike EU. Temelj oba sporazuma bio je pokušaj da se promovira kooperativni pristup u rješavanju problema opskrbe energijom u Europi i to ugljena i čelika, kao primarne sirovine za industriju te nuklearne energije kao goriva budućnosti. Međutim, određivanje izvora energije ostalo je na razini pojedinačnih odluka članica. Iako se raspravljalo o integraciji tržišta, fokus politike zadržao se na sigurnosti opskrbe.

Nakon Drugog svjetskog rata ugljen i nafta su bili lako dostupni i cijenovno prihvatljivi (ugljen je osiguravao 65% energetskih potreba zemalja članica, a nafta je bila sigurna i jeftina). Tek je prva naftna kriza 1973. godine, vrtoglavim poskupljenjem cijene nafte, prisilila članice Zajednice na razvijanje međunarodnih odnosa i suradnje, a sve u cilju omogućavanja sigurne opskrbe energijom te aktivnog definiranja zajedničke energetske politike (Kandžija i Cvečić, 2010). Sigurna opskrba energijom, iako od početka u fokusu svih zemalja članica Zajednice, tek usvajanjem Jedinstvenog europskog akta (engl. Single European Act, 1986) dobiva pravni okvir i temelj daljnjeg definiranja. Komisija je 1988. godine usvojila Zelenu knjigu pod nazivom Unutarnje tržište energije (Commission of the European Communities, 1988), koje je postalo prvo opće usmjerenje prema integriranom energetskom tržištu. Utvrđeno je da unutarnje tržište zahtijeva usklađivanje zajedničkih pravila i tehničkih normi, otvaranje javne nabave energije i uklanjanje fiskalnih prepreka. Prekogranična trgovina i povećanje konkurencije trebali bi rezultirati nižim cijenama za industriju i potrošače, a time i povećanjem gospodarskog rasta i zapošljavanja. Inicijativa je jasno usmjerena na uključivanje energije u koncept jedinstvenog tržišta. Unutarnje tržište snažno je doprinijelo napretku i integraciji europskoga gospodarstva. Njime je trgovina unutar Zajednice povećana za otprilike 15 % godišnje tijekom 10 godina, produktivnost je povećana, a troškovi smanjeni ukidanjem carinskih formalnosti, usklađivanjem i uzajamnim priznavanjem tehničkih pravila i nižih cijena kao rezultata konkurencije. Tijekom posljednjih 10 godina ostvaren je dodatni rast od 1,8% te je otvoreno oko 2,5 milijuna novih radnih mjesta uz istovremeno smanjenje razlike u visini prihoda između država članica (Europski parlament, 2017).

Međutim, različiti nacionalni izvori energije, transportne rute i povijesni razvoj tržišnih struktura rezultirali su različitim nacionalnim interesima. Pojedine zemlje su htjele zadržati kontrolu nad svojim državnim elektroprivredama i opskrbom plinom. Dok su privatizacija i liberalizacija bili u porastu u ostalim industrijskim sektorima, energetski sektor se dugo vremena opirao.

Lisabonskim ugovorom o Europskoj uniji iz 2007. godine[1] određeni su sljedeći ciljevi energetske politike EU: sigurnost opskrbe energijom, funkcioniranje energetskog tržišta, energetska učinkovitost i ušteda energije, novi i obnovljivi oblici energije te međupovezanost energetskih mreža. Iako mjere potrebne za ostvarivanje navedenih ciljeva utvrđuju Europski parlament i Vijeće, države članice imaju pravo utvrditi uvjete za iskorištavanje svojih energetskih resursa, izabrati između različitih oblika energije te odrediti strukturu vlastite opskrbe energijom. Razrada ovih ciljeva realizirana je u tri faze, donošenjem zajedničkih pravila za unutarnje tržište električne energije i plina, sadržanih u skupu direktiva i uredbi, općeprihvaćenog naziva „energetski paket“ (prvi, drugi i treći).

3.3.1. Prvi energetski paket

Prve inicijative liberalizacije tržišta započete su Direktivom o električnoj energiji (1996) i Direktivom o plinu (1998), koja je uputila zemlje članice da djelomično otvore svoje tržište za slobodno tržišno natjecanje. OIE nisu igrale nikakvu ulogu u prvim inicijativama osnivanja unutarnjeg energetskog tržišta, te su se samo usredotočili na liberalizaciju i konkurentnost, a ne na zaštitu okoliša. Međutim, sljedeće rasprave o europskoj energetskoj politici sve su se više usredotočile na programe subvencija, državne potpore i obvezujuće ciljeve za OIE i njihovo uključivanje u koncept unutarnjeg energetskog tržišta. Najvažnija je bila Direktiva 2001/77/EZ o promicanju električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora na unutarnjem tržištu električne energije, koja prvi put postavlja obvezujući cilj EU-a od 12% udjela OIE u ukupnoj potrošnji energije, odnosno 22,1% udjela OIE u ukupnoj potrošnji električne energije do 2010. godine, uz okvirne ciljeve za svaku državu članicu. Ukupan cilj na razini EU

[1] Lisabonski ugovor kojim se mijenjaju i dopunjuju Ugovor o Europskoj uniji i Ugovor o osnivanju Europske zajednice potpisan u Lisabonu 13. prosinca 2007. godine http://www.mvep.hr/custompages/static/hrv/files/EUugovori/12007L_Ugovor_iz_Lisabona_hrv.pdf (18.01.2018)

određen je na osnovi indikativnih nacionalnih ciljeva za pojedine zemlje članice, koji su određeni prema raspoloživom potencijalu, mogućnostima pojedine zemlje, međunarodnim obvezama i sl. Direktiva eksplicitno naglašava da je promocija OIE visoki prioritet EU zbog sigurnosti i diversifikacije opskrbe energijom, zaštite okoliša i ekonomske kohezije. Između ostalog, Direktiva također prepoznaje i potrebu za donošenjem mehanizama potpore, ali ne prejudicira kakvi oni trebaju biti.

Zatim osnovni cilj energetske politike postaje funkcioniranje unutarnjeg energetskog tržišta i sigurnost opskrbe energijom zbog rasta cijena nafte i plina te geopolitičkih sukoba nakon terorističkih napada u Americi (2001) i drugog rata u Iraku (2003). U vrijeme stagnacije produktivnosti, niskog industrijskog rasta i visoke nezaposlenosti na početku novog stoljeća, Lisabonsko europsko vijeće (2000), pokrenulo je novu strategiju prema ostvarenju konkurentnosti i gospodarskog rasta. Nova strategija također uključuje uklanjanje prepreka za tržišno natjecanje i trgovinu za unutarnje tržište, uključujući unutarnje energetsko tržište. Europska strategija održivog razvoja, iz 2001. godine, zahtijeva povezivanje ekonomske, socijalne i politike zaštite okoliša i postavlja sedam prioritetnih područja (jedno od njih su klimatske promjene i čista energija) (Kandžija i Cvečić, 2010).

No, Direktiva o električnoj energiji nije ostvarila očekivane ciljeve formiranja unutarnjega tržišta električne energije i njegovoga boljega funkcioniranja. Uočeni su nedostaci u liberalizaciji elektroenergetskoga sektora, kao npr. (Bukša, 2011): nije smanjen rizik ovladavanja tržištem i grabežljivog ponašanja, nije porasla razina konkurencije, nisu onemogućene diskriminacijske tarife za prijenos i distribuciju (pravo pristupa mreži treće strane, objava tarifa prije stupanja na snagu), izostala je zaštita prava malih i „ranjivih“ kupaca, itd., što je zahtijevalo donošenje odgovarajućih odredbi. Zato se na summitu u Lisabonu 23. i 24. ožujka 2000. sastalo Vijeće Europe koje je zahtijevalo da se ubrzaju poslovi na postizanju potpune operativnosti unutarnjeg tržišta EU. Ta tzv. Lisabonska strategija/agenda sadrži niz reformi kojima se željelo postići da EU „do 2010. postane najkonkurentnije i najdinamičnije gospodarstvo svijeta utemeljeno na znanju, sposobno za održivi gospodarski rast s većim brojem i kvalitetnijim radnim mjestima te većom socijalnom kohezijom“. (Bukša, 2011)

3.3.2. Drugi energetski paket

EU je u lipnju 2003. godine usvojila drugi energetski paket. Izmijenila je prve direktive o liberalizaciji električne energije i plina, tražeći pravno razdvajanje operatora prijenosnog sustava (TSO) i dobavljača energije. Osim toga, predloženi su novi propisi o usklađivanju prekogranične infrastrukture i prekograničnih tržišnih propisa. Cilj drugog energetskog paketa bio je omogućiti novim dobavljačima ulazak na tržišta električne energije i plina država članica, a potrošačima odabir svojih dobavljača.

„Drugi energetski paket“ je dodatno proširen direktivama koje uređuju sigurnost opskrbe energijom i ulaganja u energetsku infrastrukturu te uredbama Komisije o uvjetima pristupa mreži za prekogranične razmjene električne energije i transport prirodnog plina. Naglasak je stavljen na nacionalna regulatorna tijela, nadzor nad sigurnošću opskrbe, obvezu javne usluge i zaštitu potrošača, donošenje tehničkih pravila, pristup treće strane energetskom sustavu, postupke izgradnje novih proizvodnih kapaciteta, odvojeno vođenje i pristup poslovnim knjigama energetskih subjekata, otvaranje tržišta te mehanizme prekograničnog trgovanja energijom (Stupin, 2015).

Prema Direktivi 2003/54/EZ trebalo se do srpnja 2007. godine ostvariti (Jamasb i Pollitt, 2005): razdvajanje operatora sustava prijenosa (TSO) i operatora sustava distribucije (DSO) od ostatka industrije, slobodan ulazak na područje djelatnosti proizvodnje električne energije, monitoring konkurencije na području opskrbe električne energije, potpuno otvaranje tržišta električne energije, promoviranje obnovljivih izvora energije, jačanje uloge regulatora te jedinstveno tržište električne energije u Europi.

Direktive drugog energetskog paketa zahtijevale su od zemalja članica osnivanje autonomnog regulatornog tijela koje će biti potpuno neovisno o interesima regulirane industrije, ali i vlade jer država i dalje u mnogim zemljama ima značajan udio u vlasničkoj strukturi energetskog sektora, posebice u prijenosnoj mreži. Regulatorna tijela imale su obvezu osiguranja konkurencije na tržištu, zaštite potrošača te osiguranja transparentnog regulatornog okruženja koje će biti poticajno za investitore. Direktiva 2003/54/EZ predstavljala je regulacijsku osnovu za daljnje

otvaranje tržišta električne energije te je odredila 1. srpnja 2007. godine kao krajnji rok, do kojeg su države članice morale omogućiti svim potrošačima električne energije slobodan izbor vlastitog dobavljača.

Proširenje EU na zemlje istočne Europe 2004. godine nije samo promijenilo većinu u Europskom parlamentu i Vijeću, već je donijelo nove aktere s različitim stavovima o energetskoj politici i različitim strukturama tržišta energije. Također se povećala ovisnost o uvozu, budući da je većina novih država članica bila izuzetno ovisna o uvozu energije te je imala slabo razvijene energetske sektore. Nekoliko je studija identificiralo jasnu podjelu između starih i novih država članica u razini ranjivosti na poremećaje opskrbe, pri čemu većina starih država članica ima relativno nižu razinu ranjivosti (Gnansounou 2008, Neuman 2010). U slučaju ovisnosti o uvozu, nema jasne podjele između starih i novih država članica. Umjesto toga, članice EU jasno se razlikuju po stupnju energetske intenzivnosti. Svih 12 novih država EU članica imaju veću energetsku intenzivnost od starih država članica, što ih čini znatno ranjivijim na poremećaje u opskrbi. Nadalje, zemlje srednje i istočne Europe imaju nedostatke u svojim energetskim sektorima. Njihova energetska struktura znatno je manje raznovrsna kako u slučaju energetskih resursa tako i opskrbnih zemalja, zbog čega nekoliko zemalja je isključivo ovisno o ruskim zalihama plina (Neuman 2010).

Štoviše, kontekst energetske politike u narednim godinama obilježili su rast cijena nafte i plina te geopolitički sukobi koji su stavili fokus na pitanja energetske sigurnosti. Iako su direktive Drugoga energetskog paketa znatno ambicioznije u reguliranju više područja, uočeni su sljedeći nedostaci u funkcioniranju unutarnjeg tržišta električne energije (Jakovac, Vlahinić Lenz, 2016):

- tržišna koncentracija i dalje je vrlo visoka (nacionalne monopole zamijenili su oligopoli), što otvara prostor postojećim operatorima da utječu na cijene električne energije
- mnoga veleprodajna tržišta nisu likvidna zato što su tvrtke aktivne, kako u proizvodnji tako i na maloprodajnome tržištu, čime ograničavaju razvoj veleprodajnih tržišta
- prisutno je nedostatno razdvajanje djelatnosti mreže i opskrbe, a mrežna infrastruktura i dalje se nalazi pod nadzorom vertikalnih koncerna

- prekogranična trgovina električnom energijom i dalje nije velika zbog nedovoljnih prekograničnih kapaciteta
- nema dovoljno transparentnosti na tržištima, što odgovara starim operatorima i potkopava položaj novih, a nedostatak transparentnosti ujedno produbljuje nepovjerenje privatnih investitora
- regionalna suradnja daleko je manja od potencijala.

Iako primjena drugog paketa energetskih propisa EU nije bila optimalna, njegova je primjena predstavljala značajan korak prema otvaranju tržišta zemalja članica EU te uspostavi zajedničkoga unutarnjeg tržišta.

3.3.3. Treći energetski paket

Uvidjevši da unutarnje energetsko tržište još nije uspostavljeno, Europska komisija je u travnju 2009. godine usvojila treći paket energetskih propisa EU-a sa ciljem daljnje liberalizacija unutarnjeg tržišta električne energije. Treći paket sadržava sljedeće stavke (Europski revizorski sud, 2017):

- razdvajanje proizvodnje energije od rada prijenosnih mreža
- nove odredbe kojima se jamči neovisnost nacionalnih regulatornih tijela
- osnivanje Agencije za suradnju energetskih regulatora (ACER), agencije EU-a za poticanje suradnje između europskih energetskih regulatora
- osnivanje Europske mreže operatora prijenosnog sustava za električnu energiju (ENTSO-E) i Europske mreže operatora prijenosnog sustava za plin (ENTSO-G) radi poboljšanja prekogranične suradnje
- priprema desetogodišnjih planova razvoja mreže (TYNPD) koju obavljaju ENTSO-E i ENTSO-G kako bi se omogućilo opsežnije pružanje informacija o ulaganjima u prijenosne sustave električne energije i plina.

Jedno od spornih pitanja liberalizacije u okviru Trećeg energetskog paketa bilo je vlasničko razdvajanje operatora prijenosnog sustava (TSO) od proizvođača ili dobavljača električne energije ili plina. Cilj Trećeg paketa bio je povećanje konkurencije u svim dijelovima lanca vrijednosti, osim prijenosa i distribucije. U svojoj početnoj energetskoj strategiji, Komisija je zahtijevala punopravno razdvajanje, ali s opcijom neovisnog operatora sustava (ISO), gdje tvrtka zadržava vlasništvo nad

mrežama ali nije odgovorna za rad, održavanje i razvoj. Inicijativa je izazvala različite reakcije (Europska komisija, 2013). Dok su veliki dijelovi industrije zasnovani na fosilno-nuklearnoj energiji odolijevali daljnjoj liberalizaciji kako bi održali profitabilno poslovanje sustava u integriranoj tvrtki, energetski intenzivna industrija potaknula je potpuno razdvajanje vlasništva kako bi postigla konkurentnost i smanjila cijene. Štoviše, industrija obnovljivih izvora energije, nevladinih organizacija za zaštitu okoliša i zelene stranke poticale su potpuno razdvajanje vlasništva kao preduvjet za slobodan pristup OIE mreži te osporavanje dominantnog tržišnog položaja proizvođača fosilnih-nuklearnih energija.

Međutim, u Europskom vijeću su postali vidljivi različiti interesi zemalja članica. Dok su ministri Ujedinjenog Kraljevstva, Nizozemske i skandinavskih zemalja podržavali razdvajanje vlasništva, pojedine članice bojale su se da bi razdvajanje nacionalnih energetskih poduzeća oslabilo njihove pregovaračke pozicije za naftu i plin i time ugrozilo energetsku sigurnost. Vlade Njemačke i Francuske, kao i novih država članica istočne Europe, protivili su se razdvajanju vlasništva i ISO modelu (što podrazumijeva razdvojeno upravljanje i vlasništvo nad mrežom). Kako bi se zadržala tržišna pozicija velikih integriranih energetskih korporacija, vlade Njemačke i Francuske predložile su treću opciju za razdvajanje, odnosno uspostavu operatora prijenosnoga sustava (ITO), koji bi omogućio vlasništvo nad prijenosnim mrežama i opskrbom u jednoj integriranoj tvrtki, prema određenim pravilima kako bi se spriječila zlouporaba. Izmijenjeni pravni okvir usvojen je s Trećim paketom u srpnju 2009. godine te je predvidio tri opcije: potpuno razdvajanje vlasništva kao preferirana opcija, model neovisnog operatera sustava i neovisni model prijenosnog operatera (Europski parlament i Vijeće 2009a, 2009b).

Model potpunoga vlasničkog razdvajanja podrazumijeva jednu tvrtku koja obavlja djelatnost prijenosa električne energije, koja ima u svojem vlasništvu objekte prijenosne električne mreže te je vlasnički, funkcionalno i interesno odvojena od vertikalno integrirane elektroenergetske tvrtke. Razdvajanje po modelu neovisnoga operatora sustava podrazumijeva formiranje novoga subjekta koji nema komercijalnih interesa u tržišnim djelatnostima proizvodnje i opskrbe električnom energijom, dok objekti prijenosne električne mreže ostaju u vlasništvu vertikalno integrirane elektroenergetske tvrtke. Treći pak model uspostave operatora prijenosnoga sustava

podrazumijeva da neovisni operator sustava ostaje unutar vertikalno integrirane elektroenergetske tvrtke, pripadajuću imovinu zadržava u svojemu vlasništvu, ima zajamčenu neovisnost od matične tvrtke i mora biti opremljen svim financijskim, fizičkim i ljudskim resursima za samostalno obavljanje svoje djelatnosti.

Nadalje, u kontekstu regulatornih tijela, svaka zemlja članica EU-a mora uspostaviti samo jednoga regulatora za tržište električne energije na nacionalnoj razini. Nacionalno regulatorno tijelo mora imati pravnu, funkcionalnu i financijsku samostalnost, odgovarajuće ljudske resurse te rukovodstvo neovisno o bilo kojemu državnom ili političkom tijelu kao i o elektroenergetskim subjektima. Glavna zadaća ACER-a kao središnjeg tijela EU-a za regulaciju elektroenergetskoga (i plinskoga) sektora je pomaganje nacionalnim regulatornim tijelima u osiguravanju pravilnoga funkcioniranja europskoga tržišta plina i električne energije. Točnije, ACER:[2]

- nadopunjuje i koordinira rad nacionalnih regulatornih tijela
- pomaže u oblikovanju pravila europske mreže
- prema potrebi donosi obvezujuće pojedinačne odluke o uvjetima za pristup prekograničnoj infrastrukturi i za njezinu operativnu sigurnost
- savjetuje europske institucije o pitanjima u vezi s električnom energijom i prirodnim plinom
- prati unutarnje tržište električne energije i prirodnoga plina te izvješćuje o svojim saznanjima
- u bliskoj suradnji s nacionalnim regulatornim tijelima prati veleprodajno energetsko tržište radi otkrivanja i sprečavanja zlouporabe tržišta.

Provedba Trećeg energetskog paketa dovela je do tri glavna postignuća (Cvečić i sur., 2015):

- harmonizacija pravila i prekograničnog trgovanja energijom
- veće neovisnost nacionalnih regulatora i operatora prijenosnog sustava te njihova suradnja kroz novoosnovana europska tijela - ACER i Europske mreže za operatore prijenosnog sustava - plin i električnu energiju i
- tržišno natjecanje u energetskom sektoru.

[2] Europska unija, Agencija za suradnju energetskih regulatora, https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/acer_hr (26.09.2017)

Od 2008. godine, energetska tržišta u EU postala su više integrirana s povećanjem trgovinskih razmjena. Tržište plina u zapadnoj Europi ostvarilo je veću likvidnost zahvaljujući povećanju opskrbe plinom, novim kapacitetima za skladištenje plina te kraćim ugovorima. Međutim, EU tek treba stvoriti potpuno integriranu energetsku mrežu i energetsko tržište EU. Veliki dijelovi tržišta u istočnoj i južnoj Europi i dalje su izolirani. EU nastoji riješiti navedene izazove usklađivanjem mrežnih pravila i povećanjem ulaganja u prioritetne projekte energetske infrastrukture, takozvane „projekte od zajedničkog interesa". Drugi izazov odnosi se na transformaciju energetskog sustava u svrhu povećanja udjela promjenjivih OIE. Kod električne energije teško je uskladiti pravila za trgovinu i rad mreže budući da je sustav ograničen nacionalnim mrežama. Nadalje, unatoč povećanju prekogranične trgovine i smanjenju veleprodajnih cijena, maloprodajne cijene su u porastu. Otvaranje veleprodajnoga tržišta nije pogodovalo razvoju maloprodajnog tržišta, budući da je pad veleprodajnih cijena u velikoj mjeri nadoknađen višim pristojbama, porezima i troškovima mreže. Za uspostavu unutarnjeg energetskog tržišta nužna je zajednička provedba novih tehničkih pravila, odgovarajuća prekogranična infrastruktura i usklađivanje nacionalnih shema potpora za različite energetske tehnologije, kao i usklađene politike poreza i cijena.

3.3.4. Strategija energetske unije

Energija i njezina dostupnost i danas predstavljaju jedno od najkritičnijih pitanja s kojim se EU mora nositi. Najbolji put prema sigurnoj i dostupnoj opskrbi energijom predstavlja vlastita proizvodnja, koja je ograničena resursima i mogućnostima pojedine zemlje. Kako bi se smanjio uvoz energenata, koji se s obzirom na sve veće potrebe za energijom s godinama povećavao, nužno je postalo pronalaziti nova rješenja, ulagati u nove projekte i tehnologije koje će zemljama članicama osiguravati sve veću vlastitu proizvodnju. EU se tim putem okrenula OIE čija je povećana upotreba i zastupljenost evidentna gotovo u svim zemljama članicama s obzirom na njihove prirodne, geostrateške ali i financijske i razvojne mogućnosti.

Energetska politika jedne države ima utjecaj na druge države članice EU. Optimalna energetska struktura, uključujući brzi razvoj OIE, zahtijeva jedinstveno tržište. Energetika je sektor gdje se ostvaruju najveće ekonomske efikasnosti na europskoj

razini. Fragmentirana tržišta ne samo da potkopavaju sigurnost opskrbe energijom, nego i limitiraju koristi koje jedinstveno tržište energije može donijeti.

Europska komisija je 2015. godine donijela paket mjera za energetsku uniju kojima je cilj Europi i njezinim građanima osigurati povoljnu, sigurnu i održivu energiju. Kako bi se postigao navedeni cilj potrebna je transformirati cjelokupni Europski energetski sustav. Strategija energetske unije EU-a (2015) sastoji se od pet blisko povezanih dimenzija koje se međusobno nadopunjuju (Europska komisija, 2015):

1. **Energetska sigurnost, solidarnost i povjerenje**
   Cilj je smanjiti osjetljivost EU na vanjske energetske šokove te smanjiti ovisnost o određenim dobavljačima energije, opskrbnim pravcima i gorivima. Predložene mjere trebaju osigurati diversifikaciju opskrbe energijom, potaknuti države članice i energetsku industriju na suradnju kako bi se omogućila sigurnija opskrba te povećala transparentnost opskrbe plinom.
2. **Unutarnje energetsko tržište**
   S ciljem dovršenja unutarnjeg energetskog tržišta određeni su prioriteti koji obuhvaćaju: poboljšanje povezanosti energetskih mreža, osiguravanje primjene i provedbe postojećeg zakonodavstva koje se odnosi na energiju, poboljšanje suradnje između država članica prilikom stvaranja energetskih politika te olakšavanje izbora dobavljača energije za građane. Također je cilj omogućiti slobodni protok energije cijelom EU, a što će doprinijeti smanjenju cijene energije za potrošače.
3. **Energetska učinkovitost kao doprinos smanjenju energetske potražnje**
   S ciljem poboljšanja energetske učinkovitosti od najmanje 27% do 2030, EU je odredila sljedeće mjere: poboljšanje sustava grijanja i hlađenja u građevinstvu te poboljšanje učinkovitosti emisija i goriva u prometnom sektoru.
4. **Dekarbonizacija gospodarstva**
   Cilj EU-a je smanjiti domaće emisije stakleničkih plinova za najmanje 40% u odnosu na 1990. Sustav trgovanja emisijama EU-a (EU ETS) trebao bi potaknuti ulaganja u tehnologije s niskim udjelom ugljika. Strategijom se postavlja cilj kojim bi EU ostvario vodeći položaj u svijetu u korištenju OIE te postao globalno čvorište za razvoj sljedeće generacije tehnički naprednih i konkurentnih OIE.

5. **Istraživanje, inovacije i konkurentnost**

   Cilj je staviti istraživanje i inovacije u središte energetske unije. Novi pristup istraživanju i inovacijama u energiji trebao bi ubrzati transformaciju energetskog sustava EU. Kako bi se potaknula tranzicija energetskog sustava te poboljšala konkurentnost, potrebno je povećati financiranje otkrića u području tehnologija s niskom razinom štetnih emisija i čistom energijom.

Cilj energetske unije je stvoriti integrirani energetski sustav na cijelom kontinentu u kojem energija slobodno prelazi granice, temeljen na natjecanju i najboljem mogućem korištenju resursa te s učinkovitom regulacijom tržišta energije. Slijedom navedenog, potrebno je odmaknuti se od gospodarstva koje se temelji na fosilnim gorivima, gospodarstva u kojem se energija temelji na centraliziranom pristupu u pogledu opskrbe, gospodarstva koje se oslanja na zastarjele tehnologije i poslovne modele. Potrebno je odmaknuti se od rascjepkanog sustava koji karakteriziraju neusklađene nacionalne politike, tržišne prepreke i energetski izolirana područja (Europska komisija, 2015).

EU je trenutno najveći uvoznik energije u svijetu kako je već navedeno. Uvozi 54% cjelokupne energije koju potroši uz godišnji trošak od oko 400 milijardi eura (Europska komisija, 2016a). Mnoge države članice EU-a uvelike ovise o ograničenom broju dobavljača, posebno u vezi s opskrbom plinom. To ih čini osjetljivima na poremećaje u opskrbi energijom pa tako šest država članica svoj cjelokupni uvoz plina obavlja preko jednog vanjskog dobavljača, dok EU uvozi 90% sirove nafte i 66% prirodnog plina. Veleprodajne cijene električne energije veće su za 30%, a veleprodajne cijene plina za 100% u odnosu na SAD (Jakovac, Majstrović i Vlahinić Lenz, 2015).

Osim toga, sve je starija energetska infrastruktura u Europi, energetska tržišta su slabo integrirana, posebno prekogranična te su nacionalne energetske politike nekoordinirane. S ciljem smanjenja poremećaja i energetske ovisnosti potrebno je poboljšati međusobnu povezanost energetskih mreža između država članica EU te unaprijediti infrastrukturu. Uz to, dovršetak unutarnjeg energetskog tržišta omogućio bi jednostavniji pristup prekograničnim energetskim tržištima, a što bi omogućilo smanjenje cijena energije (Europsko vijeće, 2015).

Danas EU ima energetska pravila postavljena na europskoj razini, ali u praksi ima 28 nacionalnih regulatornih okvira. Potrebno je integrirano energetsko tržište kako bi se stvorila veća konkurencija, što bi dovelo do veće učinkovitosti tržišta kroz bolju upotrebu objekata za proizvodnju energije diljem EU i stvaranje pristupačne cijene za potrošače. Energetska infrastruktura je zastarjela i nije prilagođena povećanoj proizvodnji energije iz OIE. Postoji potreba za privlačenjem ulaganja, ali nestabilno tržište i nacionalne politike nisu dovoljan poticaj investitorima za daljnja ulaganja. Izdvojena područja, odnosno energetski otoci i dalje postoje jer mnoga tržišta nisu adekvatno povezana sa susjednim zemljama što povećava troškove i stvara ranjivost u smislu energetske sigurnosti. EU je još uvijek vodeća u inovacijama i OIE, ali ostali dijelovi svijeta kao npr. Kina je brzo sustižu (Europska komisija, 2015).

Povećanje potrošnje OIE, povećanje energetske učinkovitosti te gospodarska kriza doprinijeli su padu emisija stakleničkih plinova. Međutim, povećala se zabrinutost za energetsku sigurnost. Stara nuklearna postrojenja te postrojenja na ugljen bit će zatvorena, a energetski sustavi i tržišta EU moraju se prilagoditi rastućem udjelu varijabilnih OIE. Potrebno je donijeti odluke o nadogradnji i produženju životnog vijeka postojećih postrojenja. Da bi se smanjila ovisnost o jednom dobavljaču, EU mora dodatno širiti opskrbu plinom i naftom i ne može si priuštiti smanjenje energetskih postrojenja.

Energetska unija ne odnosi se samo na energiju i klimu: njome se želi ubrzati modernizacija cijelog europskoga gospodarstva i učiniti ga niskougljičnim te energetski i resursno učinkovitim na socijalno pravedan način. Europska poduzeća trebala bi biti predvodnici u potrebnim ulaganjima jer bi time ostvarila početnu prednost s obzirom na nove tehnologije i poslovne modele.

EU je postigla veliki napredak u liberalizaciji tržišta energije. Međutim, prema izvješću Energy Policies of IEA Countries: European Union Review (IEA, 2014) ostalo je mnogo prostora za poboljšanje. Velik dio integracije europskog energetskog tržišta ograničen je na sjeverne i zapadne dijelove Europe i sve dok se ne izgrade nužne interkonekcije u čitavoj regiji, EU neće imati istinski integriranu, jedinstvenu energetsku mrežu, a što predstavlja osnovu za stvaranje energetske unije. Štoviše,

unatoč reformama na veleprodajnoj razini, tržišta su sve više narušena reguliranjem cijena i rastućim nadoplatama i naknadama za OIE.

Zahvaljujući provedbi 20-20-20 ciljeva, u EU-28 u 2014. godini smanjena je energetska intenzivnost za 35% u odnosu na 1990. godinu te je ostvaren neočekivan rast u proizvodnji energije iz obnovljivih izvora (EEA, 2017). Prijelaz na sustav s niskom razinom ugljika ostaje izazov jer se sektor elektroenergetskog i transportnog sektora jako oslanja na fosilna goriva. To zahtijeva bržu reformu sustava trgovanja emisijama EU (EU ETS) i potporu ulaganjima u tehnologije s niskom razinom ugljika.

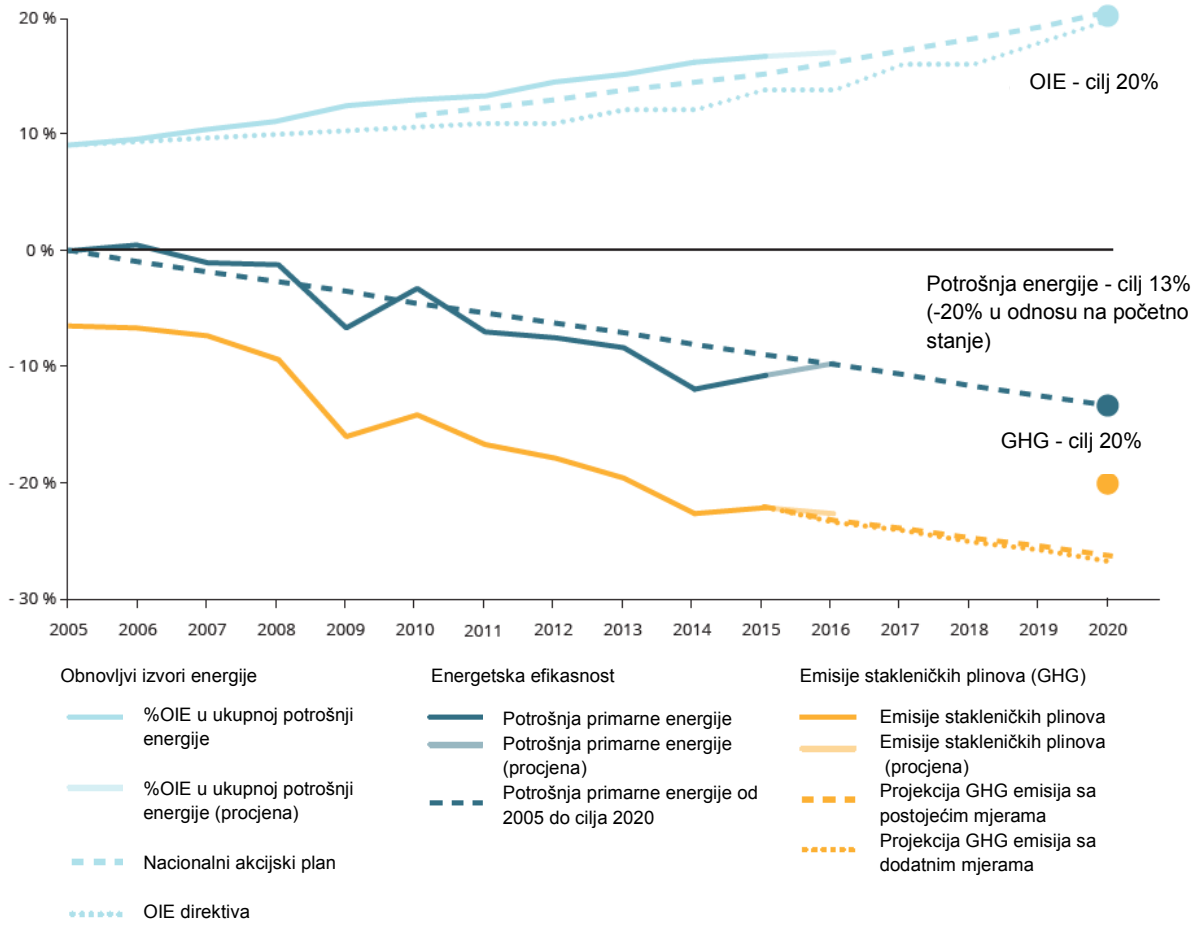
Budući da države članice usvajaju različite energetske politike i odluke o dekarbonizaciji do 2030. godine, potrebna je jaka energetska unija za postizanje ciljeva EU 2030. Kako bi iskoristila raznolikost svojih energetskih izvora i uspostavila energetsku uniju, EU mora bolje udružiti svoje resurse na unutarnjem energetskom tržištu kako bi poboljšala energetsku sigurnost i konkurentnost svoje industrije.

Prema izvješću Energy Policies of IEA Countries: European Union Review (IEA, 2014) ključno je provesti sljedeće aktivnosti:

- stvaranje unutarnjeg energetskog tržišta EU, s međusobno povezanom energetskom mrežom i konkurentnim maloprodajnim tržištima kako bi se omogućilo povećanje korištenja:
    - električne energije - integracija OIE, koordinacija elektroenergetskog sustava; adekvatnost proizvodnje; fleksibilnost proizvodnje ovisno o potražnji, uravnoteženje tržišta putem međusobno povezanih sustava
    - plina - pristup i učinkovito korištenje skladišta plina, terminala za ukapljeni prirodni plin te nekonvencionalnih izvora plina
- pravovremeno usvajanje pravila utvrđenih drugim energetsko-klimatskim paketom do 2030 s naglaskom na energetsku učinkovitost. Osnažiti i poboljšati sustav trgovanja emisijama EU-a te omogućiti podršku tehnologijama s niskom razinom ugljika
- poboljšanje suradnje na razini EU o energetskoj sigurnosti i produženjima života postojećih nuklearnih elektrana kako bi se osigurali najviši standardi sigurnosti i regulatorna stabilnost potrebna za investicijske odluke u zemljama koje se bave nuklearnom energijom.

Prema Trećem izvješću o stanju energetske unije (Europska komisija, 2017), EU u cjelini i dalje dobro napreduje u ostvarivanju ciljeva energetske unije, osobito s obzirom na energetske i klimatske ciljeve za 2020. godinu. Već je ostvarila svoj cilj u pogledu konačne potrošnje energije za 2020. te je na dobru putu i u sektoru OIE. Na sljedećem grafikonu prikazan je napredak EU prema ciljevima određenim prvim energetskim i klimatskim paketom do 2020. godine.

Grafikon 1.: Napredak EU prema energetskim i klimatskim ciljevima 2020.



Izvor: EEA (2017)

Na temelju podataka iz 2015. godine, udio OIE dosegnuo je 16,7% konačne bruto potrošnje energije u EU. Važan je i trend nastavka uspješnog odvajanja ekonomskog razvoja EU-a od njegovih emisija stakleničkih plinova. Od 1990. do 2016. ukupni se bruto domaći proizvod EU-a povisio za 53%, a ukupne su se emisije smanjile za 23% u odnosu na razine iz 1990. godine (Europska komisija, 2017).

Potrošnja primarne energije u EU-u u 2015. bila je 2,5% manja nego 1990. godine. Iako se energetska potrošnja blago povećala u 2015. zbog većeg ekonomskog rasta, nižih cijena nafte i plina te hladnije zime u usporedbi s iznimno toplom 2014., dugoročni silazni trend je jasan. Unatoč tome EU treba još smanjiti potrošnju primarne energije za 3,1% u razdoblju od 2015. do 2020. da bi ostvarila ciljanu energetsku učinkovitost.

EU kontinuirano radi na boljoj integraciji unutarnjeg tržišta energije i povećavanju sigurnosti opskrbe. Proširena je regionalna suradnja, koja je isprva bila usmjerena na poboljšavanje fizičke infrastrukture i njezine učinkovite uporabe, kako bi se obuhvatili aspekti poput razvoja proizvodnje energije iz OIE i energetske učinkovitosti. Moguće je njezino daljnje proširivanje na zajedničke projekte država članica za OIE i s njima povezane promotore projekata ili čak na dugoročne strategije iskorištavanja OIE na regionalnoj razini. Očekuje se da će 2020. samo četiri države članice (Cipar, Poljska, Španjolska i Ujedinjeno Kraljevstvo) ostati ispod cilja od 10% elektroenergetske interkonekcije (Europska komisija, 2017).

3.3.5. Zimski paket – „Čista energija”

Ratifikacijom Pariškog sporazuma EU je preuzela obavezu smanjenje emisija ugljičnog dioksida za najmanje 40% do 2030. uz istovremenu modernizaciju gospodarstva EU-a i osiguravanje radnih mjesta i rasta za sve europske građane. Kako bi ubrzala prelazak gospodarstva na čistu energiju, Europska komisija je 2016. godine predstavila niz prijedloga o čistoj energiji u cilju borbe protiv klimatskih promjena, smanjenja ovisnosti EU o uvoznim fosilnim gorivima i pomoći kućanstvima u stvaranju vlastite zelene energije. „Čista energija za sve Europljane“ predstavlja paket mjera za održavanje konkurentnosti EU. Zakonodavni prijedlozi o čistoj energiji obuhvaćaju: energiju iz obnovljivih izvora, energetsku učinkovitost, oblikovanje tržišta električne energije, sigurnost opskrbe el. energijom te pravila za upravljanje energetskom unijom. Paket uključuje i mjere za poticanje inovacija u području čiste energije te obnovu europskih zgrada.

Navedeni paket predlaže uvođenje sustava poticaja koji su u skladu s tržišnom cijenom električne energije. Naime, predlaže se uvođenje sustava premija (engl.

Feed in Premium) prema kojem će proizvođači prodavati električnu energiju direktno po tržišnim cijenama uz dodatnu premiju ovisno o tehnologiji. Do danas je sustav fiksnih poticajnih cijena (engl. Feed in Tariff) bio glavni mehanizam potpore koji je potaknuo razvoj OIE u Europi. Međutim u periodu od 2009. do 2015. zabilježen je značajan pad cijena tehnologije; npr. cijena PV modula pala je s 3 na 0.5 USD/Watt u navedenom razdoblju (IRENA, 2016). U mnogim zemljama sustav fiksnih poticajnih cijena nije korigiran u skladu s padom cijena tehnologije, što je dovelo do neodržive ekspanzije OIE i pretjeranih prihoda investitora. Primjerice Bugarska, Rumunjska i Španjolska nisu mogle pratiti ekspanziju OIE te su retroaktivno smanjile poticajne cijene. Uvođenjem sustava premije planira se bolja integracija OIE u tržište električne energije te izbjegavanje tržišnih poremećaja u razvoju OIE (Dukan, 2017).

Zimski paket predlaže ukidanje prava prvokupa, koje je do sada bila zajamčeno kroz Direktivu za promicanje energije iz OIE iz 2009. godine. Pravom prvokupa garantiralo se OIE proizvođačima da će njihova električna energija biti primljena na mrežu i prodana. Ovaj prijedlog je primarno donesen kao reakcija na poremećaje na tržištima električne energije u zapadnoj Europi, koja se razlikuju od balkanskih u tome što su ona u potpunosti liberalizirana, odnosno cijena se određuje isključivo na temelju ponude i potražnje. Radi izgradnje velikog broja vjetroelektrana i sunčanih elektrana u nekim zemljama poput Njemačke, cijena električne energije je za vrijeme povoljnih vremenskih uvjeta bila negativna, odnosno krajnje potrošače se nagrađivalo za potrošnju. Osim toga, navedene tehnologije imaju nulte marginalne troškove proizvodnje jer koriste sunčanu energiju i energiju vjetra koja je besplatna te samim time ostvaruju prioritet na tržištu.

Zemlje poput Bugarske, Španjolske, Rumunjske i Češke su u periodu nakon 2009. godine provele niz retroaktivnih mjera kojima su promijenile uvjete otkupa električne energije iz OIE. Najčešće se to odnosilo na smanjenje otkupne cijene i/ili period otkupa, čime se negativno utjecalo na povjerenje investitora. Zbog toga su se investicije u OIE na navedenim tržištima smanjile. Kako bi se izbjegle ovakve situacije u budućnosti, Europska komisija predlaže stvaranje sustava potpore i ugovore o otkupu koji onemogućuju retroaktivne promjene. Pored toga, Komisija također predlaže uvođenje mehanizma kojim će se utjecati na smanjenje troška kapitala u zemljama poput Hrvatske (Dukan, 2017).

Zimskim paketom podupire se međugranična suradnja zemalja članica u proizvodnji električne energije iz OIE. Zemlje članice mogu podupirati svojim vlastitim sustavom potpore, projekte u drugim zemljama i uvoziti proizvedenu električnu energiju, koju onda mogu pribrojiti vlastitom ostvarenju energetskih i klimatskih ciljeva. Pored fizičkog uvoza električne energije, moguće je i statistički pripisati proizvedenu energiju, ostvarenju cilja zemlje članice koja je pružila potporu. Ovaj sustav je prvi puta uveden 2009. godine kroz Direktivu za promicanje energije iz OIE i konceptualno nije promijenjen. Međutim, Komisija predlaže da zemlje članice ostvare do 2025. godine minimalno 10% vlastitog cilja kroz ovakve projekte i 15% do 2030. godine. Ovim sustavom će zemlja poput Nizozemske moći poduprijeti vjetroelektranu na kopnu u Hrvatskoj, umjesto da podupire izgradnju domaćih vjetroelektrana na moru, koje su skuplje. Samim time podupire se cjenovno efikasnije ostvarenje ciljeva, dok zemlje poput Hrvatske profitiraju od samih investicija. Zemlje koje nisu članice EU, poput zemalja zapadnog Balkana (npr. Srbija i Bosna i Hercegovina) također mogu sudjelovati u ovoj suradnji.

Do 2021. investicije u energetiku zahtijevat će približno 177 milijardi eura godišnje, kako za diversifikaciju postojećih resursa i zamjenu opreme tako i za zadovoljavanje budućih izazova i promjenjivih energetskih zahtjeva (Europska komisija, 2016c). Strukturalne promjene u opskrbi električne energije, koje djelomično rezultiraju od promjena u domaćoj proizvodnji, obvezuju gospodarstva EU da biraju između energetskih proizvoda i infrastrukture. Te promjene će se osjećati u narednih 30 godina i više. Odgađanje ovih odluka imat će nemjerljive reperkusije na društvo u pogledu dugoročnih troškova i sigurnosti.

Zajednička energetska politika EU razvila se oko zajedničkog cilja za osiguranjem neprekidne fizičke dostupnosti energetskih proizvoda i usluga na tržištu, po cijeni koja je dostupna za sve potrošače (privatne i industrijske), doprinoseći širim socijalnim i klimatskim ciljevima EU. Energetski sustavi EU adaptiraju se presporo, dok broj izazova neprestano raste. Buduća proširenja EU predstavljat će čak i veći izazov, jer se radi o državama sa zastarjelom energetskom infrastrukturom i manje konkurentnim energetskim sustavima (European Committee of the Regions, 2017).

3.4. Energetski sektor EU

Konkurentan, pouzdan i održiv energetski sektor bitan je za sve napredne ekonomije, pa takvom sektoru teže i zemlje članice EU-a. Posljednjih godina energetski sektor je u središtu pažnje zbog brojnih pitanja s kojima se države suočavaju. Glavna pitanja u energetskom sektoru su (Eurostat, 2017c):

- volatilnost cijena nafte i plina;
- prekidi u opskrbi energijom iz zemalja nečlanica;
- nedostatak energije zbog neučinkovitih veza između nacionalnih elektroenergetskih mreža;
- poteškoće u pristupu tržištu za dobavljače plina i električne energije;
- zabrinutost oko proizvodnje nuklearne energije;
- velika pozornost posvećena utjecaju čovjeka na klimatske promjene, osobito emisije stakleničkih plinova zbog izgaranja fosilnih goriva.

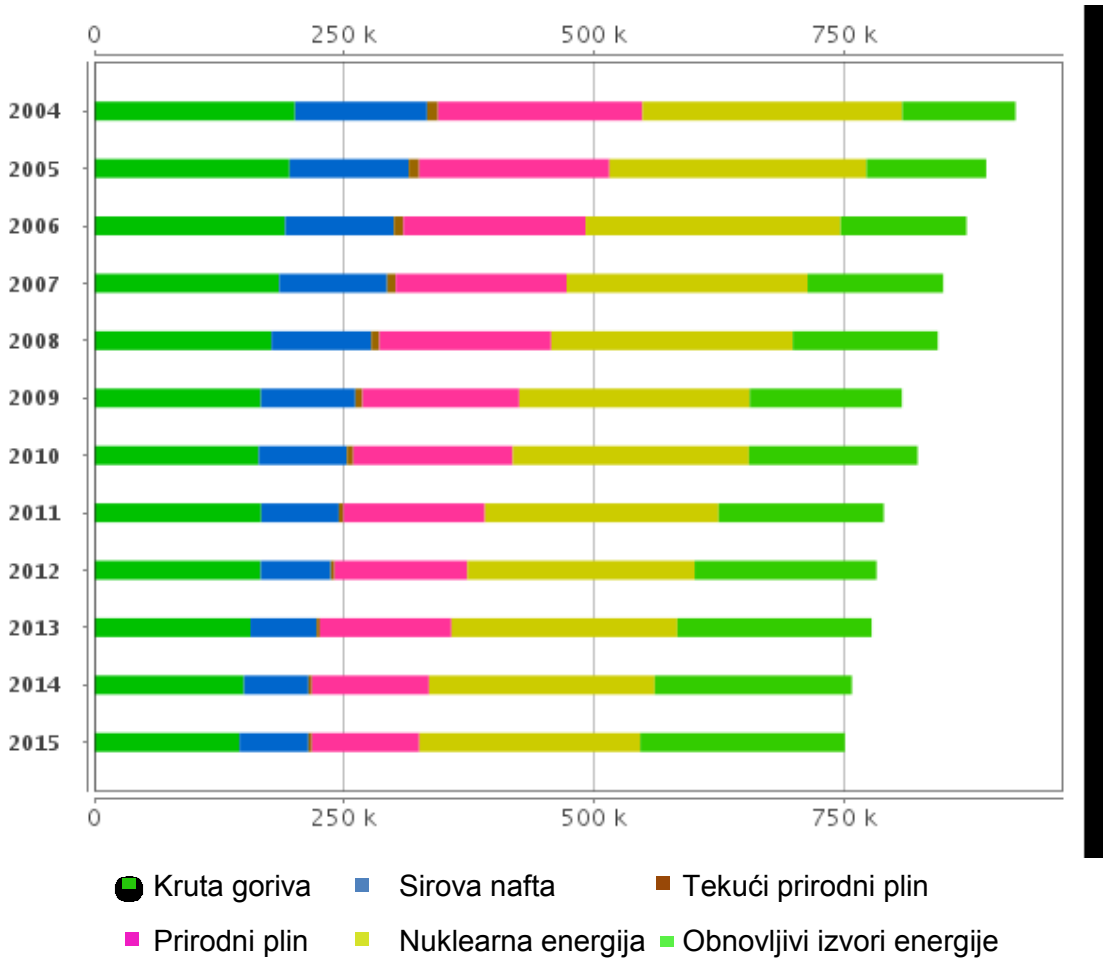
Korištenje OIE smatra se ključnim elementom energetske politike EU, a sve kako bi se smanjila ovisnosti o gorivu zemalja nečlanica, smanjile emisije zbog korištenja ugljena te razdvojili troškovi energije od cijena nafte.

Drugi ključni aspekt energetske politike EU je ograničavanje potrošnje promicanjem energetske učinkovitosti, kako unutar samog energetskog sektora tako i među krajnjim korisnicima. EU je postavila ambicioznu energetsku politiku koja pokriva široki raspon izvora energije od fosilnih goriva (nafta, plin i ugljen) do nuklearne energije i OIE (solarni, vjetar, biomasa, geotermalna, hidroelektrane i plima). Navedena politika osmišljena je kako bi se stvorila nova industrijska revolucija koja će rezultirati energetski učinkovitijim gospodarstvom, dok će potrošnja energije biti sigurnija, konkurentna i održiva, a s ciljem da EU postane svjetski lider u OIE i tehnologiji s niskom razinom ugljika.

3.4.1. Proizvodnja i potrošnja energije u EU

U EU, kao i u ostatku svijeta glavne oblike energije čine: nafta, plin, ugljen, nuklearna energija i OIE. Proizvodnja primarne energije [3] u EU-28 u 2015. godini iznosila je ukupno 767 milijuna tona ekvivalenta nafte (Mtoe) i bila je za 0,8% niža nego godinu dana ranije te je nastavljen trend smanjenja proizvodnje energije zabilježen u posljednjih nekoliko godina. Na sljedećem grafikonu prikazano je kretanje proizvodnje primarne energije u EU-28 u razdoblju od 2004. do 2015. godine prema izvoru energije.

Grafikon 2.: Proizvodnja primarne energije u EU-28 u razdoblju 2004.-2015. prema izvoru energije (u 1000 toe)



Izvor: Eurostat (2017)

[3] Primarna energija je iskoristivi dio energije koja je preuzeta iz prirode, tj. iz pojedinog izvora, bez pretvorbe.

Kada se promatra tijekom duljeg razdoblja, proizvodnja primarne energije u EU-28 bila je 15,2% niža u 2015. godini nego što je bilo desetljeće ranije. Smanjenje proizvodnje primarne energije u EU-28 može se, barem djelomično, pripisati iscrpljenoj potrošnji sirovina i proizvođačima koji smatraju da je eksploatacija ograničenih resursa neekonomična.

U sljedećoj tablici prikazana je proizvodnja primarne energije u zemljama članicama EU-28 u 1995., 2005. i 2015. godini te udio proizvodnje energije svakog izvora energije u 2015. godini.

Tablica 2.: Proizvodnja primarne energije u zemljama članicama EU-28 u 1995., 2005. i 2015. godini te udio proizvodnje energije svakog izvora energije u 2015. (u Mtoe)

	Proizvodnja primarne energije			Udio u ukupnoj proizvodnji, 2015 (%)				
Država	1995	2005	2015	Kruta goriva	Sirova nafta	Prirodni plin	Nuklearna energija	OIE
EU-28	959,115.6	904,150.5	766,582.8	18.9%	9.8%	14.0%	28.9%	26.7%
EU-17	749,971.7	719,853.7	597,069.1	9.5%	11.4%	15.4%	33.1%	28.6%
EU-11	209,143.7	184,297.0	169,513.9	52.0%	4.1%	9.2%	13.8%	20.1%
Austrija	8,761.2	9,773.0	11,932.1	0.0%	7.3%	8.7%	0.0%	78.0%
Belgija	11,519.9	13,654.3	10,366.7	0.0%	0.0%	0.0%	65.0%	28.5%
Bugarska	10,242.4	10,599.5	11,986.3	48.7%	0.2%	0.7%	33.2%	17.0%
Hrvatska	4,996.0	4,753.4	4,393.0	0.0%	15.6%	33.5%	0.0%	50.7%
Cipar	42.4	51.0	121.2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	97.4%
Češka	32,317.3	33,165.4	28,756.0	58.6%	0.7%	0.7%	24.2%	14.9%
Danska	15,525.2	30,760.7	15,708.6	0.0%	48.7%	26.4%	0.0%	22.5%
Estonija	3,409.0	3,868.3	5,553.5	75.6%	0.0%	0.0%	0.0%	23.2%
Finska	13,109.2	16,561.2	17,537.8	4.8%	0.4%	0.0%	34.2%	59.3%
Francuska	126,031.7	135,628.8	136,698.8	0.0%	0.8%	0.0%	82.5%	15.7%
Njemačka	144,873.5	136,793.8	119,769.6	35.9%	3.0%	5.3%	19.8%	32.5%
Grčka	9,342.3	10,325.5	8,472.5	67.0%	0.7%	0.1%	0.0%	31.2%
Mađarska	13,897.1	10,308.0	11,188.0	13.6%	7.6%	12.2%	36.7%	29.0%
Irska	4,101.2	1,647.1	1,911.7	39.8%	0.0%	5.6%	0.0%	51.3%
Italija	29,446.5	30,250.0	36,133.9	0.1%	16.1%	15.3%	0.0%	65.2%
Latvija	1,432.0	1,861.0	2,338.3	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	99.6%
Litva	3,753.8	3,851.4	1,585.1	1.3%	4.8%	0.0%	0.0%	92.5%
Luksemburg	44.6	106.7	146.9	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	76.9%
Malta	0.0	0.5	14.8	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
Nizozemska	66,840.2	62,498.6	47,592.8	0.0%	4.3%	82.0%	2.2%	10.1%
Poljska	98,820.0	77,895.7	67,346.6	79.6%	1.4%	5.5%	0.0%	12.8%
Portugal	3,317.7	3,614.7	5,303.6	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	97.7%
Rumunjska	32,309.6	28,166.1	26,656.4	17.7%	15.6%	33.0%	11.3%	22.3%

Slovačka	5,011.0	6,336.1	6,320.1	7.8%	0.2%	1.2%	62.6%	25.2%
Slovenija	2,955.5	3,492.1	3,390.6	25.4%	0.0%	0.1%	43.0%	30.2%
Španjolska	31,325.9	30,005.2	33,440.6	3.7%	0.7%	0.2%	44.2%	50.5%
Švedska	31,336.7	34,189.0	33,643.3	0.3%	0.0%	0.0%	43.2%	54.6%
Ujedinjeno Kraljevstvo	254,353.5	203,993.6	118,274.2	4.3%	39.3%	30.1%	15.3%	10.0%

Izvor: Podaci preuzeti sa Eurostata (2017)

U EU-28 najzastupljeniji oblik proizvedene energije zauzima nuklearna energija, koja je u 2015. godini zauzimala 29% ukupno proizvedene primarne energije. Nešto manje od trećine proizvedene energije u EU-28 činili su OIE računajući i velike hidroelektrane sa udjelom od 27%. Sljedeći u nizu su kruta goriva (najčešće ugljen) sa 19%, zatim prirodni plin sa 14% te sirova nafta sa udjelom od 10% u ukupnoj primarno proizvedenoj energiji u EU-28 (Eurostat, 2017).

U 2015. godini najveća proizvodnja primarne energije među državama članicama EU-28 bila je u Francuskoj, s udjelom od 17,8%, zatim slijede Ujedinjeno Kraljevstvo (15,6%) i Njemačka (15,4%). Međutim, proizvodnja energije je vrlo različita od jedne do druge države članice. Značaj nuklearne energije posebno je visok u Francuskoj (83% ukupne nacionalne proizvedene energije), Belgiji (65%) i Slovačkoj (63%). OIE predstavljaju glavni izvor proizvedene energije u više država članica, s preko 90% energije proizvedene unutar zemlje u Latviji, Portugalu, Malti, Cipru i Litvi. Kruta goriva imaju najveći značaj u Poljskoj (80%), Estoniji (76%) i Grčkoj (68%), dok je prirodni plin glavni izvor u Nizozemskoj (82%). Nafta je glavni izvor proizvedene energije u Danskoj (49%) i Ujedinjenom Kraljevstvu (39%).

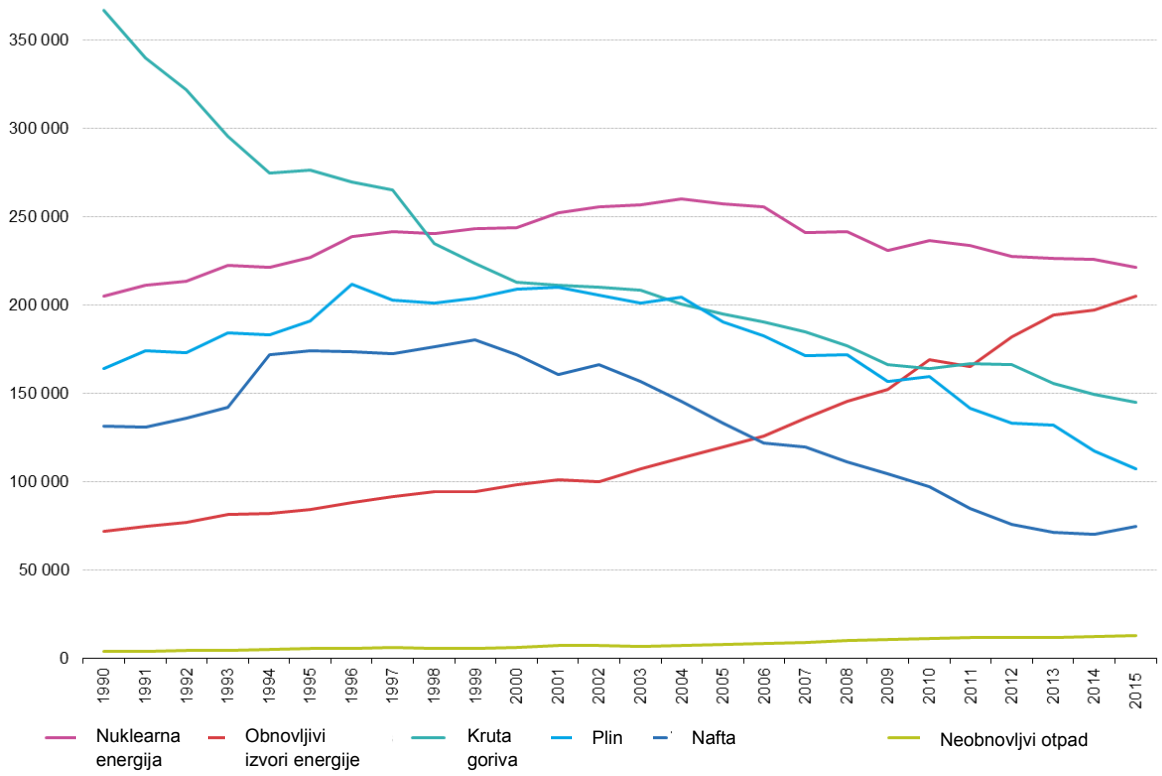
Iz tablice je razvidna velika razlika u proizvodnji energije po izvorima između razvijenih i post-tranzicijskih EU zemalja. Dok je u razvijenim EU zemljama većina proizvedene energije dobivena iz nuklearnih elektrana i OIE, u post-tranzicijskim EU zemljama više od 50% energije je dobiveno iz krutih goriva. Primarna proizvodnja sirove nafte te plina u EU-11 zemljama pokriva samo 4,1%, odnosno 9,2% njihovih energetskih potreba, dok ostalo moraju uvoziti. To bi moglo predstavljati opasnost za sigurnost energetske opskrbe EU s obzirom da u EU-11 zemljama nedostaje infrastruktura za transport nafte i plina koja bi omogućila diversifikaciju pravaca opskrbe energijom. Budući da nafta i plin zadržavaju snažnu prisutnost u primarnoj

energetskoj bilanci EU-a, rješavanje ovisnosti o uvozu vjerojatno će i dalje biti dugoročno pitanje u energetskoj strategiji EU (CEEP, 2010).

Nuklearne elektrane trenutno proizvode približno jednu trećinu električne energije koja se koristi u EU-u. Nuklearna energija je niskougljična alternativa fosilnim gorivima i važna komponenta u strukturi energetskih izvora mnogih država članica. Međutim, zbog posljedica nesreće u Černobilu 1986. i nuklearne katastrofe u Fukushimi u Japanu 2011. godine, nuklearna energija je krajnje sporna. Odlukom Njemačke o postupnom ukidanju nuklearne energije do 2020., kao i privremenim zatvaranjem dvaju belgijskih reaktora nakon otkrića pukotina u njihovim spremnicima, pojačao se pritisak na napuštanje nuklearne energije u Europi. Ove odluke s obzirom na svoje razmjere, utjecale su na ravnotežu europske električne mreže. Navedene okolnosti i odluke mogu ukazati na značaj drugih energetskih izvora koji će morati u budućnosti supstituirati energiju ugašenih nuklearnih postrojenja.

Na sljedećem grafikonu prikazano je kretanje proizvodnje primarne energije u EU u razdoblju od 1990. do 2015. godine i to prema izvoru energije.

Grafikon 3.: Proizvodnja primarne energije u EU-28 u razdoblju od 1990.-2015. prema izvorima energije (u 1000 tona ekvivalenta nafte)

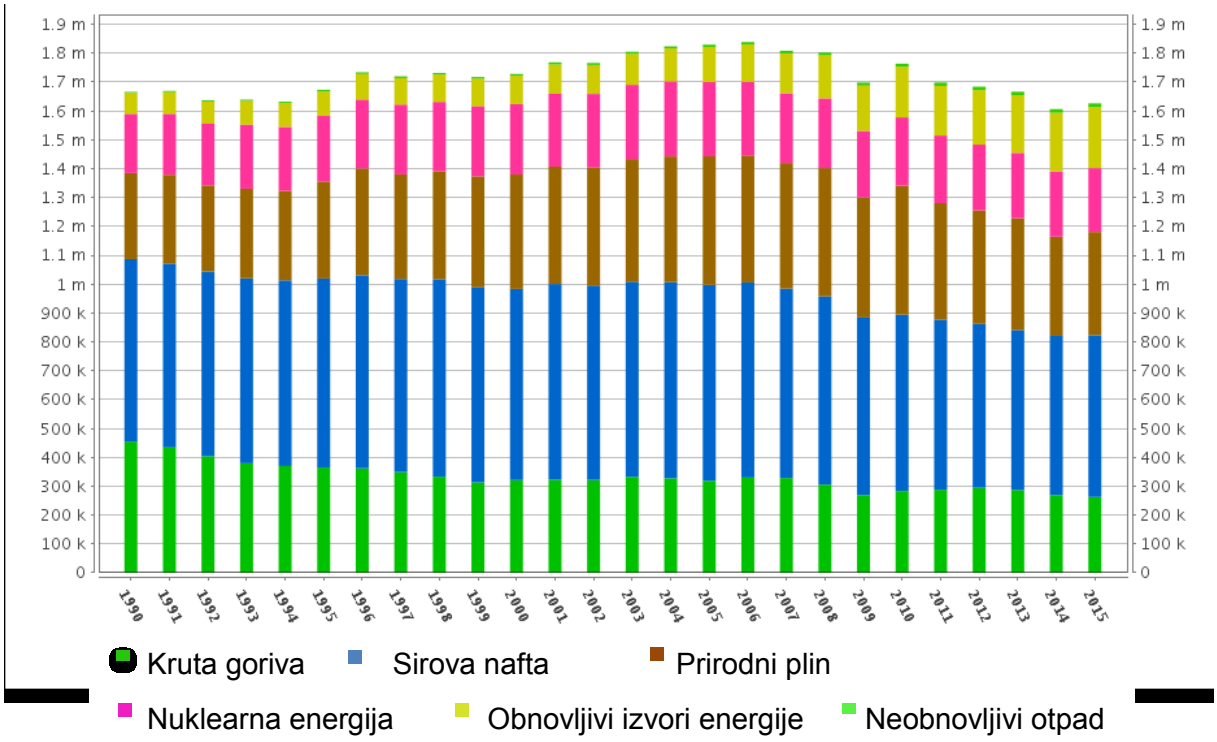


Izvor: Eurostat (2017d)

Daleko najznačajniji rast primarne proizvodnje evidentan je upravo kod OIE. U razdoblju od 2005. do 2015. godine proizvodnja energije iz OIE povećana je za 71,0%, zamjenjujući, do neke mjere, proizvodnju drugih izvora energije. Nasuprot tome, razine proizvodnje za ostale izvore je smanjena, a najveća su smanjenja zabilježena za sirovu naftu (-43,9%), prirodni plin (-43,5%), kruta goriva (-25,7%) te nuklearnu energiju od (-14,1%).

Na sljedećem grafikonu prikazano je kretanje potrošnje energije u razdoblju od 1990. do 2015. godine prema izvorima energije.

Grafikon 4.: Kretanje potrošnje energije po izvorima u EU-28 u razdoblju od 1990. - 2015. godine (u 1000 toe)



Izvor: Eurostat, 2017

Nasuprot opadajućem trendu u proizvodnji primarne energije, potrošnja energije u zemljama članicama EU-a iz godine u godinu je rasla te je 2006. godine dosegla vrhunac nakon čega bilježi kontinuirani pad. Navedeno smanjenje može se pripisati nižoj razini ekonomske aktivnosti kao posljedica financijske i gospodarske krize, a ne toliko strukturnim promjenama u potrošnji energije. U 2015. godini potrošnja energije

u EU-28 bila je manja nego 1990. godine i iznosila je 1.627 milijuna tona ekvivalenta nafte (Mtoe). Razina potrošnje energije EU-28 u 2015. godini bila je 11,6% niža od prethodnog vrhunca od 1.840 Mtoe zabilježenog u 2006. godini, što je jednako prosječnom smanjenju od 1,4% godišnje.

Bruto domaća potrošnja u svakoj državi članici u velikoj mjeri ovisi o strukturi energetskog sustava, dostupnosti prirodnih resursa u primarnoj proizvodnji energije te strukturi i razvoju svakog gospodarstva (zemlje koje su u recesiji obično troše manje energije). Navedeno vrijedi ne samo za konvencionalna goriva i nuklearnu energiju već i za OIE.

U sljedećoj tablici prikazana je bruto domaća potrošnja energije u 1995., 2005. i 2015. godini po zemljama te udio potrošnje energije po izvorima u 2015. godini.

Tablica 3.: Potrošnja energije u EU-28 u 1995., 2005. i 2015. godini po zemljama te udio potrošnje energije svakog izvora energije u 2015. (Mtoe)

	Bruto domaća potrošnja energije			Udio u ukupnoj potrošnji, 2015 (%)				
	1995	2005	2015	Kruta goriva	Sirova nafta	Prirodni plin	Nuklearna energija	Obnovljivi izvori energije
EU-28	1,675,003.2	1,830,863.5	1,627,475.2	16.1%	34.4%	22.0%	13.6%	13.0%
EU-17	1,388,619.1	1,551,590.5	1,364,396.4	12.7%	36.1%	22.6%	14.5%	13.1%
EU-11	286,384.2	279,273.0	263,078.8	33.7%	25.6%	18.8%	8.9%	12.4%
Austrija	27,110.5	34,128.1	33,249.6	9.6%	36.0%	20.7%	0.0%	29.0%
Belgija	53,831.3	59,060.5	54,217.2	5.9%	44.7%	25.8%	12.4%	6.7%
Bugarska	22,689.4	19,754.1	18,511.1	35.8%	22.7%	14.0%	21.5%	10.8%
Hrvatska	7,857.5	9,781.6	8,525.3	7.1%	38.5%	24.4%	0.0%	23.0%
Cipar	1,965.2	2,538.6	2,272.4	0.2%	92.8%	0.0%	0.0%	6.5%
Češka	41,942.6	45,424.6	42,442.1	39.1%	21.1%	15.3%	16.4%	10.1%
Danska	20,203.4	19,556.2	16,765.8	10.3%	38.6%	17.1%	0.0%	28.4%
Estonija	5,525.2	5,615.2	6,254.7	61.6%	17.9%	6.2%	0.0%	14.5%
Finska	29,363.4	34,502.6	33,154.5	12.1%	26.4%	6.8%	18.1%	31.6%
Francuska	241,777.2	276,382.1	252,615.1	3.5%	31.0%	13.9%	44.7%	8.6%
Njemačka	341,641.1	341,925.2	314,203.0	25.3%	34.2%	20.7%	7.5%	12.2%
Grčka	23,866.0	31,410.1	24,449.4	22.9%	51.0%	10.9%	0.0%	11.3%
Mađarska	26,182.6	27,611.5	25,200.3	9.4%	27.5%	29.7%	16.3%	12.0%
Irska	11,066.5	15,264.9	14,177.7	15.5%	49.7%	26.5%	0.0%	7.6%
Italija	161,764.7	190,081.0	156,168.6	7.9%	36.6%	35.4%	0.0%	16.8%
Latvija	4,623.2	4,591.7	4,379.6	1.1%	33.9%	25.1%	0.0%	35.1%
Litva	8,639.4	8,710.9	6,913.2	2.7%	37.6%	29.9%	0.0%	20.5%
Luksemburg	3,323.7	4,800.3	4,176.6	1.2%	63.1%	18.5%	0.0%	4.9%

Malta	754.5	971.9	755.7	0.0%	85.4%	0.0%	0.0%	2.6%
Nizozemska	75,521.1	84,106.0	77,556.6	14.1%	40.2%	37.6%	1.4%	4.7%
Poljska	98,828.0	92,223.0	95,434.2	50.6%	25.1%	14.4%	0.0%	9.4%
Portugal	20,634.9	27,475.0	22,997.1	13.9%	45.2%	17.7%	0.0%	21.6%
Rumunjska	46,305.4	39,206.3	32,413.5	18.2%	28.1%	27.5%	9.3%	18.4%
Slovačka	17,718.6	19,028.7	16,425.8	19.9%	20.4%	23.6%	24.1%	9.6%
Slovenija	6,072.3	7,325.4	6,579.0	16.3%	34.8%	10.1%	22.1%	16.1%
Španjolska	102,076.0	144,222.6	121,418.4	10.9%	42.8%	20.2%	12.2%	13.7%
Švedska	51,469.3	50,993.3	45,473.5	4.7%	22.5%	1.6%	32.0%	42.2%
Ujedinjeno Kraljevstvo	222,250.3	234,172.1	190,745.2	12.5%	36.7%	32.1%	9.5%	7.7%

Izvor: Podaci preuzeti sa Eurostata (2017)

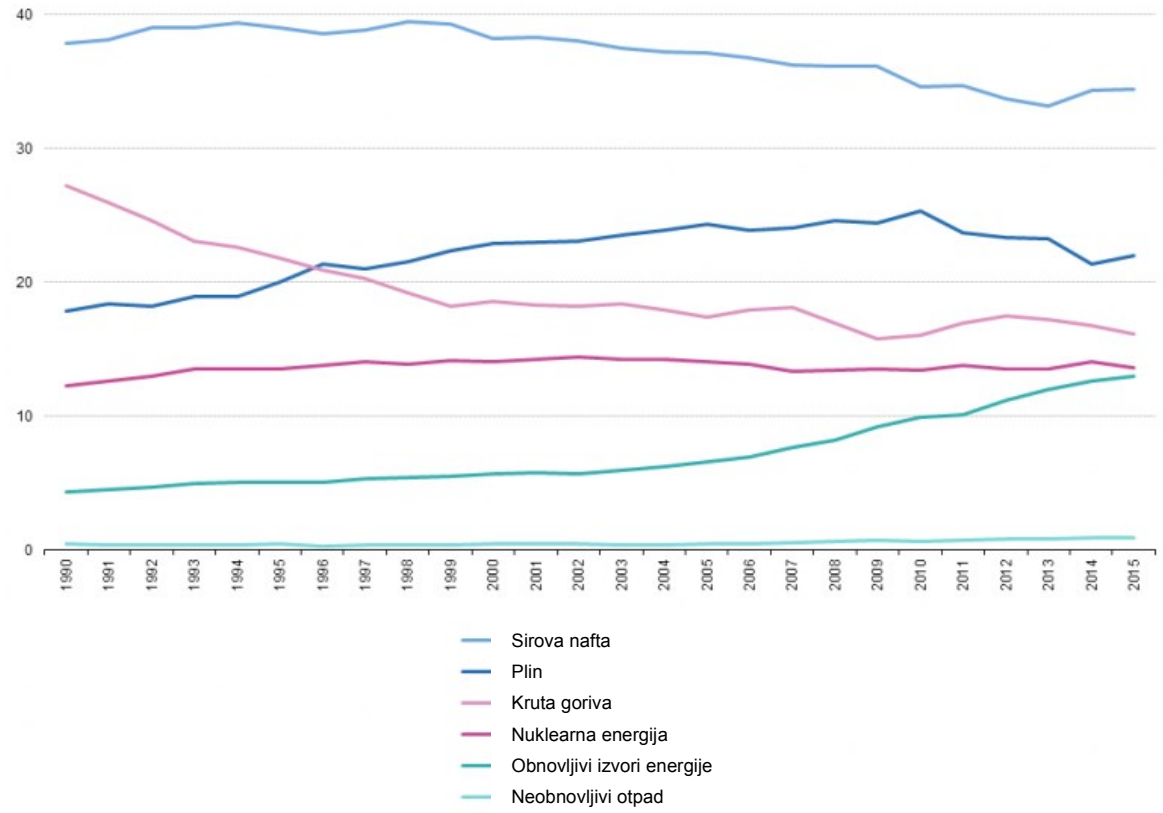
Njemačka je imala najvišu razinu ukupne potrošnje energije u 2015. godini, što čini 19,6% udjela u ukupnoj potrošnji EU-28. Zatim slijede Francuska (13%), Ujedinjeno Kraljevstvo (12,1%) te Italija sa 10,7%. Zajedno ove četiri države članice činile su 55,4% bruto domaće potrošnje EU-28 u 2015. godini. Skoro polovica (10 od 28) zemalja članica EU imala je nižu bruto potrošnju energije u 2015. godini u odnosu na 1995. godinu. Većina ih se priključila EU 2004., 2007. ili 2012. godine, iako su Njemačka i Ujedinjeno Kraljevstvo također zabilježile smanjenje u bruto potrošnji energije u 2015. godini. S druge strane Cipar je u razdoblju od 1995. do 2015. godine bilježio rast u potrošnji energije (54,5%), zatim slijede Irska (53,4%) i Španjolska (40,9%). U apsolutnim brojkama, najveći porast bruto potrošnje energije od 1995. do 2015. zabilježen je u Španjolskoj (23,4 Mtoe) i Italiji (8,7 Mtoe) (Eurostat, 2017) .

Struktura bruto domaće potrošnje energije u post-tranzicijskim EU zemljama značajno se razlikuje od potrošnje u razvijenim EU zemljama. U 2015. godini bile su evidentne tri glavne karakteristike kod post-tranzicijskih EU zemalja u odnosu na razvijene EU zemlje što je vidljivo iz prethodne tablice: znatno veći udio krutih goriva (gotovo 33,7% u odnosu na samo 12,7% kod razvijenih EU zemalja); niži udio nuklearne energije (8,9% prema 14,5% kod razvijenih EU zemlje); znatno manji udio sirove nafte (25,6% u usporedbi s preko 36,1% kod razvijenih EU zemlje). Veći udio krutih goriva te niži udio nuklearne energije i OIE u bruto domaćoj potrošnji energije u post-tranzicijskim EU zemljama glavni su razlozi veće intenzivnosti ugljika (emisije ugljičnog dioksida u odnosu na potrošnju energije) gospodarstva post-tranzicijskih zemalja. Budući da se temeljem usvojenih energetsko-klimatskih paketa u EU očekuje smanjenje potrošnje krutih goriva te povećanje potrošnje OIE, potrebne su značajne promjene u energetskom sustavu što će biti znatno teže za post-

tranzicijske EU zemlje. Međutim, razvijene EU zemlje imaju veću potrošnju energije u odnosu na post-tranzicijske EU zemlje te emitiraju više ugljičnog dioksida po glavi stanovnika.

Na sljedećem grafikonu prikazano je kretanje potrošnje energije u EU-28 u razdoblju 1990.-2015. godine prema izvorima energije.

Grafikon 5.: Kretanje potrošnje energije u EU-28 u razdoblju od 1990. do 2015. godine (u 1000 toe)



Izvor: Eurostat (2017e)

Udio naftnih derivata i krutih goriva u ukupnoj potrošnji smanjio se sa 65,1% u 1990. godini na 50,6% u 2015. godini, što odražava odmak od fosilnih goriva. Nasuprot tome, udio bruto potrošnje OIE iznosio je 13% u 2015. godini, te je tri puta veći u odnosu na 1990. godinu kada je iznosio 4,3%. Relativna važnost prirodnog plina također se relativno brzo povećala tijekom 90-ih te dostigla vrhunac od 25,3% u 2010. godini. Taj se udio u idućim godinama smanjio te je u 2015. godini iznosio

22%. Pad potrošnje plina unutar EU odražava djelomično poteškoće vezane uz sigurnost opskrbe iz Rusije.

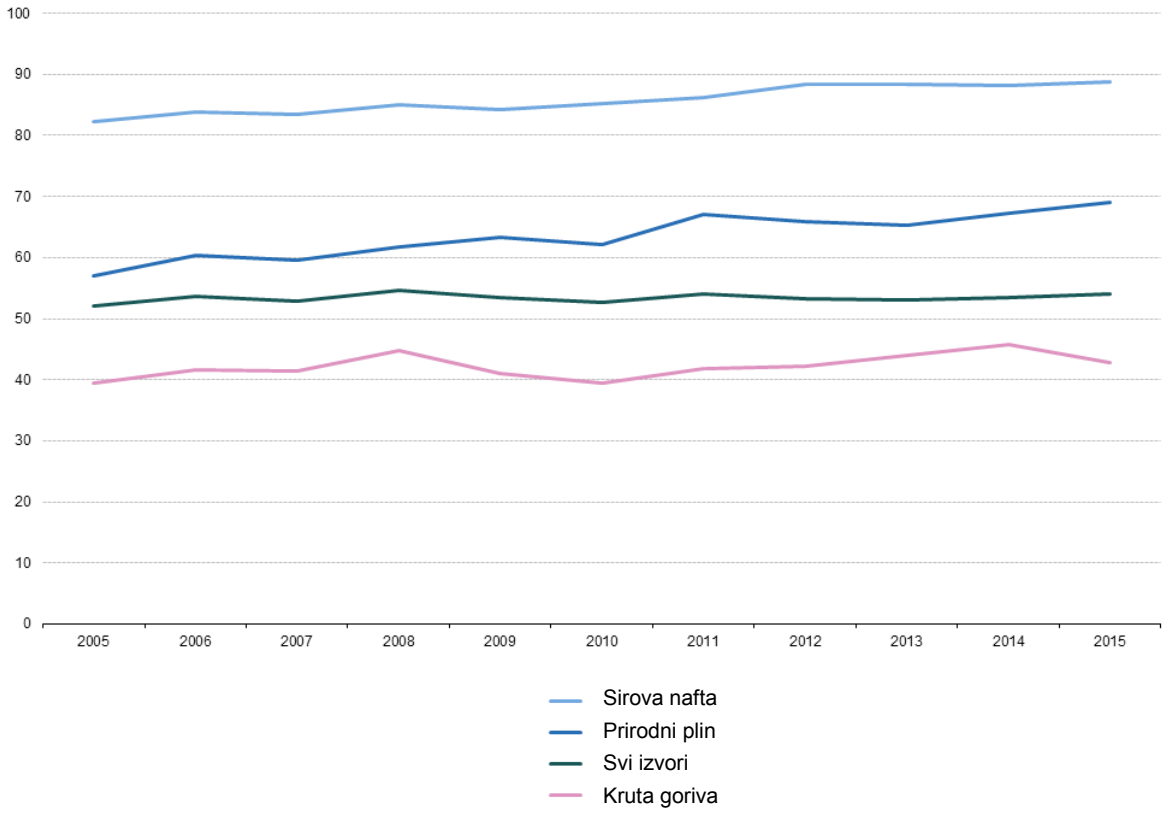
3.4.2. Energetska ovisnost EU

U uvjetima otvorenog tržišta energije i međunarodnih dogovora o smanjenju emisija stakleničkih plinova, problem sigurnosti opskrbe energijom jedna je od glavnih tema i nepoznanica energetskog planiranja i oblikovanja energetske politike. Na sigurnost opskrbe utječe: raspoloživost i dostupnost vlastitih izvora energije, tehničko stanje energetskog sustava, cijena energije, povezanost sa susjednim zemljama, zemljopisni položaj te ekonomski i politički odnosi sa zemljama iz regije i dr. (Tot, 2012).

Naftna kriza krajem 1980-ih rasvijetlila je krhkost Europe po pitanju sigurnosti opskrbe energentima, njihove stabilnosti u dostupnosti i cijeni te utjecaju energetike na sveukupno europsko gospodarstvo i razvoj. Od tada Europa nastoji uskladiti energetske politike zemalja članica, te postavljati zajedničke ciljeve s kojima bi se nastupilo prema trećim zemljama na području energetike. Problem predstavlja jedno od načela koja proizlaze iz Osnivačkih ugovora EU-a, tzv. načelo supsidijarnosti koje dopušta zemljama članicama da se brinu prvenstveno za svoje nacionalne interese, pa tako i za interese vezane uz energetsku politiku. Usprkos tome, EU sagledava energetsku politiku kao prioritetnu, te je razvila i zajedničke „mehanizme brze solidarnosti" u slučaju da se neka od zemalja članica suoči s nedostatkom nekog energenta. Nakon rusko-ukrajinske plinske krize u siječnju 2009. revidiran je zakonodavni okvir koji se odnosi na sigurnost opskrbe, a u rujnu 2009. Vijeće Europske unije donijelo je Direktivu Vijeća 2009/119/EZ o obvezi država članica da održavaju minimalne zalihe sirove nafte i/ili naftnih derivata. Svrha je tih mjera usmjerenih na tržišta nafte i plina osigurati da sve stranke poduzmu učinkovite mjere za sprječavanje i ublažavanje posljedica mogućih poremećaja u opskrbi te stvoriti mehanizme za suradnju država članica i učinkovito rješavanje svih velikih poremećaja u opskrbi naftom ili plinom koji bi mogli nastati. Uz to, uspostavljen je koordinacijski mehanizam kako bi države članice mogle u hitnim slučajevima ujednačeno i neposredno reagirati.

Ovisnost EU o uvozu energije, posebno sirove nafte te u posljednje vrijeme i plina, dovodi u pitanje sigurnost europske opskrbe energijom. U nastavku se analizira rastuća ovisnost EU-a o uvozu energenata u razdoblju od 2005. do 2015. godine. Na sljedećem grafikonu prikazano je kretanje stope energetske ovisnosti u EU u razdoblju 2005.–2015. prema izvorima energije.

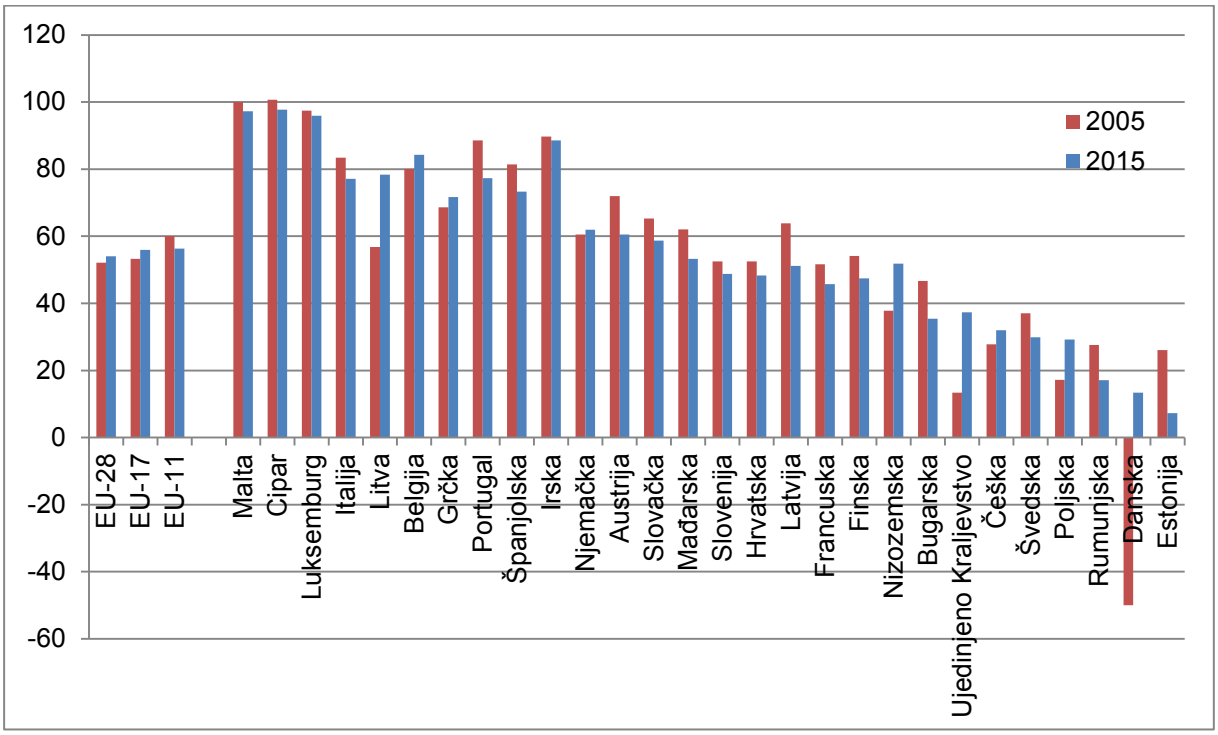
Grafikon 6.: Kretanje stope energetske ovisnosti u EU-28 u razdoblju 2005.–2015.



Izvor: Eurostat (2017f)

Najviše stope energetske ovisnosti 2015. zabilježene su u odnosu na sirovu naftu (88,2%) te prirodni plin (67,4%), zatim slijedi ovisnost o krutim gorivima (42,8%). Tijekom posljednjeg desetljeća (2005-2015) ovisnost EU-a o trećim zemljama za opskrbu prirodnim plinom narasla je za 12%, što je više od rasta ovisnosti za sirovom naftom (6,4%) i krutim gorivima (3,4%). Od 2004. neto uvoz energije u EU-28 veći je od njihove primarne proizvodnje. Drugim riječima, više od polovine bruto domaće potrošnje energije EU-28 država počiva na uvozu što je vidljivo iz sljedećeg grafikona.

Grafikon 7.: Stopa energetske ovisnosti EU-28 u 2005. i 2015. godini po zemljama (% neto uvoza u bruto domaćoj potrošnji i skladištenju, na temelju toe)



Izvor: Izračun autorice na temelju podataka Eurostata (2017)

Analiza kretanja između 2005. i 2015. godine otkriva da su Danska, Ujedinjeno Kraljevstvo, Litva, Nizozemska i Poljska sve više ovisile o uvozu energije kako bi zadovoljili svoju bruto potrošnju. Navedeno je u velikoj mjeri povezano s padom proizvodnje primarne energije zbog iscrpljenja domaćih zaliha sirovina. Zabilježeno je i povećanje uvozne ovisnosti, iako manje izražene, u Belgiji, Češkoj, Grčkoj i Njemačkoj. Sve preostale države članice EU zabilježile su pad u stopama ovisnosti o energiji između 2005. i 2015., a najbrža je promjena evidentirana u Estoniji, gdje je ta stopa pala s 26,1% na 7,4%. U Latviji, Bugarskoj, Portugalu, Austriji i Rumunjskoj, stopa je također pala za više od 10% zahvaljujući kombinaciji veće energetske učinkovitosti i povećanju primarne proizvodnje iz OIE. Najniže stope energetske ovisnosti u 2015. zabilježene su u Estoniji, Danskoj, Rumunjskoj i Poljskoj (stopa ovisnosti ispod 30%). Malta, Luksemburg i Cipar bili su potpuno ovisni o uvozu primarne energije, sa stopama ovisnosti iznad 90%. U razvijenim EU zemljama došlo je do porasta energetske ovisnosti sa 53,2% u 2005. godini na 56% u 2015. godini dok je kod post-tranzicijskih EU zemalja došlo do smanjenja sa 60% na 56,3%.

Zbog smanjenja primarne proizvodnje kamenog ugljena, lignita, sirove nafte, prirodnog plina i, u novije vrijeme, nuklearne energije, EU se sve više oslanjala na uvoz primarne energije radi zadovoljenja potražnje. U EU-28 sigurnost opskrbe primarnom energijom može biti ugrožena ukoliko visok udio uvoza potječe samo od nekolicine uvoznih partnera. Porijeklo uvoza energije se u posljednjih nekoliko godina promijenilo, iako je Rusija zadržala svoju poziciju kao glavnog dobavljača sirove nafte i prirodnog plina što je vidljivo iz sljedeće tablice. Najveći neto uvoznici primarne energije bile su većinom najgušće naseljene države članice EU-a, osim Poljske, koja još ima određene zalihe ugljena. (Eurostat, 2017).

Tablica 4.:Podrijetlo uvoza primarne energije u EU-28 u razdoblju od 2005.-2015. (%)

Kruta goriva											
	2005	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Rusija	20.2	21.4	21.5	22.7	26.2	22.8	22.9	23.0	25.9	25.9	25.8
Kolumbija	10.0	9.7	11.0	10.7	15.2	16.9	20.7	21.7	19.6	18.8	21.3
SAD	6.5	6.7	7.9	12.2	11.8	14.2	15.7	20.6	19.5	18.3	14.0
Australija	11.2	10.3	11.3	10.2	6.5	8.9	7.7	6.6	6.7	5.6	8.1
Južna Afrika	21.4	19.8	17.4	14.4	13.7	8.2	6.9	5.7	6.0	8.7	6.9
Indonezija	6.2	7.9	6.8	6.3	6.1	4.7	4.4	4.0	2.8	3.0	3.1
Kanada	2.7	2.4	2.6	2.3	1.2	1.7	1.9	1.5	1.6	2.2	1.4
Mozambik	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.4
Ukrajina	1.9	1.4	1.5	2.0	1.5	1.6	2.1	1.5	1.4	1.3	0.4
Ostali	19.9	20.4	20.0	19.2	17.8	20.9	17.6	15.5	16.2	15.8	18.6
Sirova nafta											
	2005	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Rusija	30.5	31.2	31.2	29,8	31.5	32.4	32.8	31.8	31.9	28.9	27.7
Norveška	15.6	14.2	13.8	14.0	14.2	12.8	11.7	10.6	11.1	12.4	11.4
Nigerija	3.0	3.3	2.5	3.7	4.2	3.9	5.7	7.7	7.7	8.7	8.0
Saudijska Arabija	9.8	8.3	6.6	6.4	5.3	5.5	7.6	8.3	8.2	8.5	7.5
Irak	2.0	2.7	3.2	3.1	3.5	3.0	3.4	3.9	3.5	4.3	7.2
Kazahstan	4.1	4.2	4.3	4.5	5.0	5.1	5.4	4.8	5.4	6.1	6.2
Azerbajdžan	1.2	2.1	2.7	3.0	3.8	4.1	4.6	3.6	4.5	4.2	4.9
Alžir	3.2	2.3	1.7	2.4	1.5	1.2	2.4	2.7	3.7	4.0	4.0
Angola	1.1	0.7	1.9	2.4	2.5	1.5	2.0	1.9	2.8	3.2	4.0
Ostali	29.5	30.9	32.0	30.8	28.4	30.5	24.4	24.5	21.1	19.8	18.9
Prirodni plin											
	2005	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Rusija	34.6	33.0	32.1	31.2	27.6	26.8	28.3	27.8	32.4	29.7	29.4
Norveška	20.2	21.7	23.3	23.7	24.5	22.9	22.1	24.9	23.6	25.0	25.9
Alžir	15.0	13.6	12.7	12.3	11.9	11.7	10.7	10.8	10.1	9.7	8.8
Katar	1.3	1.5	1.8	1.9	4.6	8.1	9.6	6.8	5.2	5.5	6.1
Libija	1.4	2.1	2.5	2.4	2.4	2.2	0.6	1.5	1.4	1.7	1.7
Nigerija	2.9	3.6	3.8	3.3	2.0	3.4	3.6	2.8	1.4	1.2	1.6
Trinidad i Tobago	0.2	1.0	0.7	1.4	1.9	1.2	0.9	0.7	0.6	0.7	0.5
Peru	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.4	0.3	0.2
Turska	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2
Ostali	24.5	23.5	23.1	23.5	24.8	23.5	24.2	23.9	24.8	26.0	25.5

Izvor: Podaci preuzeti sa Eurostata (2017)

Unatoč tome što je njezin udio nešto smanjen, Rusija je postala i vodeći dobavljač krutih goriva. Udio uvoza krutih goriva iz Rusije u EU-28 povećao se sa 20,2% u 2005. na 25% u 2015. godini. U razdoblju od 2005. do 2015. udio uvoza krutih goriva iz Kolumbije i SAD-a u EU-28 više je nego udvostručen – za Kolumbiju je porastao sa 10% na 21,3% ukupne količine, a za SAD sa 6,5% na 14%. S druge strane, Južna Afrika bila je 2005. glavni dobavljač krutih goriva uvezenih u EU-28 (21,4% ukupne količine), no njezin je udio do 2015. pao na 6,9%.

Rusija je bila i glavni dobavljač sirove nafte uvezene u EU-28. Njezin je udio 2005. iznosio 30,5%, a potom se do 2015. smanjio na 27,7%. U istom je razdoblju zabilježen relativno spor pad udjela uvoza sirove nafte u EU-28 podrijetlom iz Norveške, koji se sa 15,6% u 2005. smanjio na 11,4% u 2015. U razdoblju od 2005. do 2015. znatno su se povećali relativni udjeli opskrbe sirovom naftom u EU-28 iz Azerbajdžana (više nego četverostruko), Iraka (za 3,7 puta), Angole (za 3,5 puta) i Nigerije (za 2,7 puta).

U 2015. godini, gotovo dvije trećine (64,1%) uvoza prirodnog plina došlo je iz Rusije, Norveške ili Alžira. Slična analiza pokazuje da je 61% uvoza krutog goriva došlo iz Rusije, Kolumbije i Sjedinjenih Država, dok je uvoz sirove nafte bio nešto manje koncentriran među glavnim dobavljačima jer su Rusija, Norveška i Nigerija činile 47,1% uvoza EU-28 (Eurostat, 2017). Ovisnost država skupine EU-28 o uvozu energije povećala se s manje od 40% bruto potrošnje energije tijekom 1980-ih na 53,5% u 2015.

Kako bi se EU osigurala od nepredvidivih ekonomskih i političkih situacija, treba alocirati uvoz na čim više pouzdanih dobavljača i koliko je to u njezinoj mogućnosti, povećati svoju proizvodnju ili smanjiti potrošnju. Pored toga, potrebno je osim uvoza, diversificirati i pojedine vrste energenata.

Prema istraživanju koje su proveli institut Grantham i Carbon Tracker Initiative (2017) potražnja za fosilnim gorivima, u prvom redu za ugljenom i naftom, svoj će vrhunac doseći do 2020. godine. Opadajući troškovi električnih vozila i fotonaponskih panela

prepolovit će globalni rast potražnje za naftom i ugljenom. Prema njihovim procjenama samo jeftiniji električni automobili, bez dijela sa fotonaponskim panelima, do 2025. dovesti će do smanjenja svjetske potrošnje nafte od dva milijuna barela dnevno. Fosilna goriva mogu izgubiti 10% tržišnog udjela u jednom desetljeću upravo zbog jeftinijih električnih automobila i fotonaponskih panela. Iako se ne čini puno, gubitak udjela od 10% na tržištu električne energije izazvao je propast američke industrije ugljena te je pet glavnih energetskih poduzeća u Europi izgubilo više od 100 milijardi eura od 2008. do 2013. jer nisu bile pripremljene za rast OIE od 8%. Navedena studija procjenjuje da bi solarne fotonaponske elektrane mogle davati 23% globalne proizvodnje električne energije do 2040. Električna bi vozila do 2035. mogla činiti trećinu globalnog cestovnog prometa (Carbon Tracker, 2017).

3.4.3. Obnovljivi izvori energije

Izvori energije se načelno mogu podijeliti na neobnovljive ili iscrpive (tzv. fosilni) i obnovljive ili neiscrpive (tzv. alternativni) (Labudović, 2002). U neobnovljive izvore energije ubrajaju se fosilna goriva (ugljen, naftu i prirodni plin) i nuklearni izvori. Njihova količina se prema trenutnim saznanjima smatra ograničenom, te se prilikom procesa pretvorbe „troše", odnosno ne postoji mogućnost njihovog ponovnog naknadnog korištenja. Nasuprot njima, obnovljivi su izvori energije (skraćeno OIE) oni kojih na Zemlji ima u neograničenim količinama, te se djelomično ili u cijelosti iznova obnavljaju odnosno nadoknađuju.

OIE se smatraju čistim izvorima energije i optimalno korištenje tih izvora minimalizira njihov utjecaj na okoliš. OIE su bazirani na održivosti sadašnjih i budućih gospodarskih i socijalnih društvenih potreba (Panwar i ostali, 2011). Proizvodnja energije iz OIE znatno manje oštećuje okoliš, klimu i zdravlje od proizvodnje energije iz fosilnih goriva. Opsežna istraživanja vanjskih troškova proizvodnje električne energije iz obnovljivih i neobnovljivih izvora (fosilna goriva) u EU dala su rezultate da su oštećenja okoliša odnosno vanjski troškovi proizvodnje električne energije bitno veći kod fosilnih goriva nego kod OIE (Potočnik, 2004). Prema Chiu i Chang (2008) OIE mogu utjecati na smanjenje emisija ugljičnog dioksida ukoliko im je udio u ukupnoj opskrbi energijom najmanje 8.38%.

OIE se mogu podijeliti u nekoliko osnovnih skupina: energija sunca, energija vjetra, energija vodenih snaga (energija vodotoka, morskih struja i valova, plime i oseke), energija iz biomase (bioplin, uključujući drvo i otpatke) i geotermalna energija.

Jedno od glavnih svojstava OIE sadržano je već u njihovom samom nazivu, što je dakle „obnovljivost“. Oni se tako ne iscrpljuju već se obnavljaju u određenom ritmu, točnije to su takvi izvori čiji se dotok svake godine ponavlja, uz određena odstupanja. Samim tim svojstvom ostvaruju veliku prednost prema neobnovljivim izvorima energije. U nastavku su navedene glavne prednosti i nedostaci OIE prema vrsti (preuzete od Lovrić, Lovrić, 2013) i to: hidroelektrane, vjetroelektrane, sunčeva energija, elektrane na biomasu. Opis je organiziran na način koji predstavlja pozitivne i negativne karakteristike određenog izvora / tehnologije.

Hidroelektrane

Ključna prednost izgradnje hidroelektrana je proizvodnja električne energije iz vodotoka, čime se izbjegava emisija onečišćujućih i stakleničkih plinova. Ujedno hidroelektrane imaju mogućnost brzog uključivanja u elektroenergetski sustav. Električna energija proizvedena u hidroelektranama neovisna je o cijeni i ponudi fosilnih goriva na tržištu. Akumulacijske hidroelektrane mogu osim svoje primarne funkcije imati još nekoliko pozitivnih aspekata, poput kontrole navodnjavanja šireg područja, mogućnost regulacije toka rijeka, obrane od poplava itd.

S druge strane izgradnja hidroelektrana uzrokuje promjenu postojećeg stanja u okolišu, ponajprije promjenu vodnog režima. Prekid riječnog kontinuiteta onemogućava korištenje prirodnih puteva te pronos sedimenta u obliku pijeska i mulja. Nastale promjene u okolišu moguće je nadomjestiti odgovarajućim mjerama zaštite okoliša i prirode.

Vjetroelektrane

Vjetroelektrane su izvori električne energije pokretani široko dostupnom snagom vjetra te se njihovom izgradnjom potiče diversifikacija izvora električne energije. Gradnja vjetroelektrana smislena je u područjima sa stalnim i manje-više ujednačenim vjetrom te za osiguranje manjih količina energije na prostorno izoliranim ili izdvojenim lokacijama. Zemlje s najviše vjetroelektrana u EU-u su: Njemačka,

Španjolska, Francuska, Italija i Velika Britanija. Prema Eurostatu najveći udjel energije vjetra u ukupnoj proizvodnji energije u 2015. godini imala je Irska (57,6 %) Danska (34,4%), Ujedinjeno Kraljevstvo (29,3%) Španjolska (25,1 %), Portugal (19,3 %), te Njemačka (17,5 %) (Eurostat, 2017g).

Ključna prednost izgradnje vjetroelektrana je nepostojanje emisija ugljikova dioksida i drugih onečišćujućih tvari, zbog čega javnost općenito iskazuje potporu gradnji vjetroelektrana. Međutim nepredvidljivost i velike oscilacije snage vjetra onemogućuju planiranje stabilnog rada vjetroelektrana. Zbog nemogućnosti akumuliranja većih količina energije za razdoblje bez vjetra ili s prejakim vjetrom, vjetroelektrane se moraju vezati na druge stabilnije izvore u elektroenergetskom sustavu. Proizvodnja vjetroelektrana bez poticaja trenutačno nije ekonomski isplativa, pa ih uglavnom financiraju kupci električne energije. Glavni utjecaji na okoliš su utjecaji na krajobraz (izgradnja pristupnih puteva, vizualna percepcija vjetroagregata), buka, utjecaj na ptice, itd.

S ekonomskog stajališta, razvoj projekata vjetroenergije izaziva visoke investicijske troškove, dok su s druge strane troškovi eksploatacije niski. Štoviše, europska industrija vjetroelektrana doprinosi BDP-u, zapošljavanju i razvoju ostalih gospodarskih sektora (EWEA, 2013). Prema izvješću WindEurope (2017) u 2016. godini investirano je oko 27,5 milijardi eura u vjetroelektrane u EU te je instalirano 10,3GW novih kapaciteta. Udio vjetroelektrane u ukupnoj instaliranoj snazi povećan je sa 6% u 2005. na 16,7% u 2016. godini, čime je prestigla ugljen kao drugi najveći izvor za proizvodnju električne energije u EU.

Sunčeva energija

Solarna ili sunčeva energija je energija Sunca, njegova svjetlost i toplina, čiji manji dio ljudi koriste od davnina uz pomoć raznih tehnologija. Osnovni principi izravnog iskorištavanja energije Sunca su solarni kolektori (pripremanje vruće vode i zagrijavanje prostorija), fotonaponski sustavi (izravna pretvorba sunčeve energije u električnu energiju) te fokusiranje sunčeve energije (upotreba u velikim energetskim postrojenjima). Solarna energija pretvara se u električnu energiju pomoću fotonaponskih sustava u solarnim ćelijama. U Europi je izravno iskorištavanje sunčeve energije u velikom porastu, što je rezultat politike država EU-a koje

subvencioniraju instaliranje elemenata za pretvorbu sunčeve energije u iskoristivi oblik energije. Proizvodnja električne energije iz fotonaponskih solarnih ćelija nije ekonomična u usporedbi s drugim izvorima energije, ako se u obzir ne uzmu poticaji (fotonaponske solarne ćelije u Hrvatskoj ubrajaju se u povlaštene izvore električne energije). Sunčeva energija je jedan od najčistijih oblika energije, te su emisije stakleničkih plinova iz solarnih postrojenja zanemarive. Sustavi su laki za ugradnju i moguće je izgraditi mnoštvo međusobno povezanih sustava. Također solarni paneli traju dugo i zahtijevaju malo održavanja.

Osnovni nedostatci iskorištavanja sunčeve energije su mala gustoća energetskog toka, velike oscilacije intenziteta zračenja i veliki investicijski troškovi. Također, ključni nedostatak fotonaponskog korištenja Sunčeva zračenja je činjenica da u večernjim satima, za vrijeme vršnog opterećenja elektroenergetskog sustava, fotonaponski sustavi ne sudjeluju. Stoga su za kontinuiranu opskrbu strujom potrebne i druge elektrane. Ono što u fotonaponskoj tehnologiji opterećuje okoliš jest proizvodnja solarnih ćelija uz uporabu toksičnih teških metala poput kadmija, dok je proces dobivanja silicija, kao najčešćeg materijala za fotonaponske ćelije, energetski vrlo zahtijevan. Za osiguranje dovoljne količine električne energije za instalaciju su potrebne velike površine što može zahtijevati uklanjanje biljki i životinja s tog područja. Potencijalni ulagači u solarne tehnologije suočeni su s visokim troškovima unaprijed. Prema izvještaju IRENA (2017) u 2015. godini u EU u elektranama na sunčevu energiju bilo je zaposleno oko 114.600 osoba.

Elektrane na biomasu

U elektranama na biomasu se umjesto konvencionalnih goriva (nafte, ugljena i plina) spaljuje biomasa. Takva su postrojenja uglavnom kogeneracijska (istovremeno dobivanje električne energije i topline). Biomasa predstavlja skupni pojam za proizvode biljnog i životinjskog svijeta. Može se podijeliti na energetske biljke i ostatke ili otpad. Energetske biljke mogu biti brzorastuće drveće, višegodišnje trave ili alge, dok ostaci uključuju poljoprivredni, šumski i industrijski otpad koji se koristi za proizvodnju toplinske i električne energije te prerađuje u bioplin i tekuća biogoriva. Biorazgradiva frakcija komunalnog otpada također se smatra biomasom. Biomasa se može izravno pretvarati u energiju jednostavnim izgaranjem pri čemu se proizvodi pregrijana vodena para za grijanje u industriji i kućanstvima ili za dobivanje električne

energije u malim termoelektranama. Proizvodnjom i korištenjem biomase u energetske svrhe smanjuje se emisija štetnih tvari i doprinosi se zaštiti tla i voda te povećanju bioraznolikosti.

Prednost upotrebe biomase u odnosu na fosilna goriva je u manjoj emisiji ugljičnog dioksida i drugih onečišćujućih tvari u zrak. Emisije sumporovih oksida pri izgaranju biomase vrlo su male, dok se emisije krutih čestica mogu smanjiti ugradnjom sustava za pročišćavanje dimnih plinova. Jedna od ekonomskih prednosti je da elektrane za biomasu stvaraju radna mjesta u procesima povezanima s izgradnjom, pogonom i transportom biomase. Prema izvještaju IRENA (2017) u elektranama na biomasu u 2015. godini bilo je zaposleno oko 333.300 osoba. Jedan od glavnih problema je u visokim investicijskim, transportnim i troškovima skladištenja. Nadalje, nažalost, ako trgovinska pravila nisu pravilno razvijena, proizvodnja energije iz biomase može smanjiti proizvodnju hrane i time dovesti do nestašica hrane i posljedičnih povećanja cijena hrane.

Geotermalna energija

Geotermalna energija je toplinska energija koja se stvara u Zemljinoj kori polaganim raspadanjem radioaktivnih elemenata, kemijskim reakcijama ili trenjem pri kretanju tektonskih masa. Količina takve energije je tako velika da se može smatrati skoro neiscrpnom, pa je prema tome geotermalna energija obnovljivi izvor energije. Najveća prednost geotermalne energije je to što je čista i sigurna za okolinu. Metoda koja se koristi za dobivanje električne energije ne stvara emisije štetne za okolinu. Druga prednost su zalihe geotermalne energije koje su neiscrpne. Geotermalne elektrane zauzimaju mali prostor te se grade direktno na izvoru energije i lako opskrbljuju okolna područja toplinskom i električnom energijom. Osim toga, geotermalna energija je pouzdana jer ne ovisi meteorološkim utjecajima za razliku od ostalih OIE. Električna energija iz geotermalnih izvora može se proizvoditi 24 sata na dan. Geotermalne elektrane imaju vrlo niske troškove proizvodnje. Zahtijevaju samo energiju za pokretanje vodenih pumpi, a tu energiju proizvodi elektrana sama za sebe. Međutim, nisu svi učinci njegove uporabe ekološki pozitivni. Najveći nedostatak je to što nema mnogo lokacija koje su prikladne za iskorištavanje geotermalne energije i pogodnih za izgradnju geotermalnih elektrana. Najbolje lokacije su one koje imaju dovoljno vruće stijene na dubini pogodnoj za bušenje i koje

su dovoljno mekane. Geotermalnu energiju je nemoguće transportirati i zbog toga se može koristiti samo za opskrbu toplinom obližnjih mjesta i za proizvodnju električne energije. Problem kod korištenja je ispuštanje materijala i plinova iz dubine zemlje koji mogu biti štetni kada izađu na površinu. Najopasniji je vodikov sulfid koji je vrlo korozivan i vrlo ga je teško pravilno odložiti. Statistike pokazuju da je povećana pojava potresa u regijama gdje se iskorištava geotermalna energija.[4] Ekonomski razlozi koji favoriziraju korištenje ovog izvora je da geotermalna energija ne zahtijeva gorivo, osim pumpi, te je stoga otporna na povećanje cijena goriva. Nadalje, izgradnja geotermalnih elektrana stvara radna mjesta, posebice u ruralnim područjima s visokom stopom nezaposlenosti, gdje se te elektrane obično nalaze. Prema izvještaju IRENA (2017) u sektoru geotermalne energije u 2015. godini bilo je zaposleno oko 116.800 osoba.

***

Diversifikacijom energetskog portfelja, OIE mogu pružiti zaštitu od promjena cijena fosilnih goriva, doprinijeti balansiranju proračunskih i trgovinskih deficita te omogućiti stvaranje novih lokalnih prilika koje pomažu u smanjenju siromaštva i promicanju ekonomskog rasta pružanjem pristupačne i dostupne električne energije za siromašnije zajednice (REN21, 2015). Međutim, jedan od glavnih izazova s kojima se suočavaju ruralna područja je pitanje pristupa električnoj energiji. Decentralizirane metode proizvodnje električne energije, kao što su kućni solarni paneli ili male hidroelektrane, postaju jeftinije i stoga atraktivnije metode pružanja električne energije u ruralnim područjima (REN21, 2015). Ove metode imaju mogućnost pružanja električne energije za obitelji ili seoske zajednice te doprinose povećanju životnog standarda.

Nestalna priroda OIE ograničava mogućnost njihovog prihvata u postojeći elektroenergetski sustav, te proizvodnju energije tim putem čini jako varijabilnom kako tijekom dana tako i tijekom cijele godine. Iz istog razloga može doći i do manje efikasnosti i isplativosti takvih izvora radi manje gustoće snage ili broja radnih sati u punoj snazi. Dodatnu otežavajuću okolnost mogu činiti i visoke cijene gradnje nekih postrojenja za proizvodnju energije iz OIE, kao i nemogućnost ili skupoća

[4] Hrastović inženjering, Geotermalne Elektrane,https://www.hrastovic-inzenjering.hr/elektricna-energija/geotermalne-elektrane.html (26.09.2017.)

skladištenja takve vrste energije. U odjeljku 3.4.3.2. ograničenja vezana za OIE biti će dodatno objašnjena

Postoji nekoliko načina za rješavanje problema varijabilnih/intermitentnih OIE (Herceg, 2013):

- bolja povezanost mreža elektroenergetskih sustava
- fleksibilan rad termoelektrana
- uspostava burzi odnosno veleprodajnih tržišta energijom (energentima)
- uspostava pametnih energetskih sustava - upravljanje potrošnjom i integrirane mreže elektroenergetskog sustava sa sustavima grijanja i hlađenja, transportom, vodovodom, odvodnjom
- skladištenje energije.

Prema Herceg (2013) OIE predstavljaju dugoročno rješenje u stabilizaciji klime jer njihovo korištenje smanjuje emisije ugljičnog dioksida. Također povećanje udjela OIE smanjuje energetsku ovisnost (smanjuje uvoz energenata i električne energije) i potiče samoodrživost energetskog sustava. Stalan tehnološki napredak i inovacije OIE osiguravaju permanentan rast ovog sektora i stvaranje novih radnih mjesta (Herceg, 2013). Održivi energetski razvoj ključan je za postizanje održivog razvoja uopće, a OIE predstavljaju njegov izuzetan i neiscrpan potencijal koji sve više dobiva na značaju. EU je integrirala poticanje korištenja OIE u brojne sektorske politike kao što su borba protiv klimatskih promjena, zaštita okoliša i brojne druge.

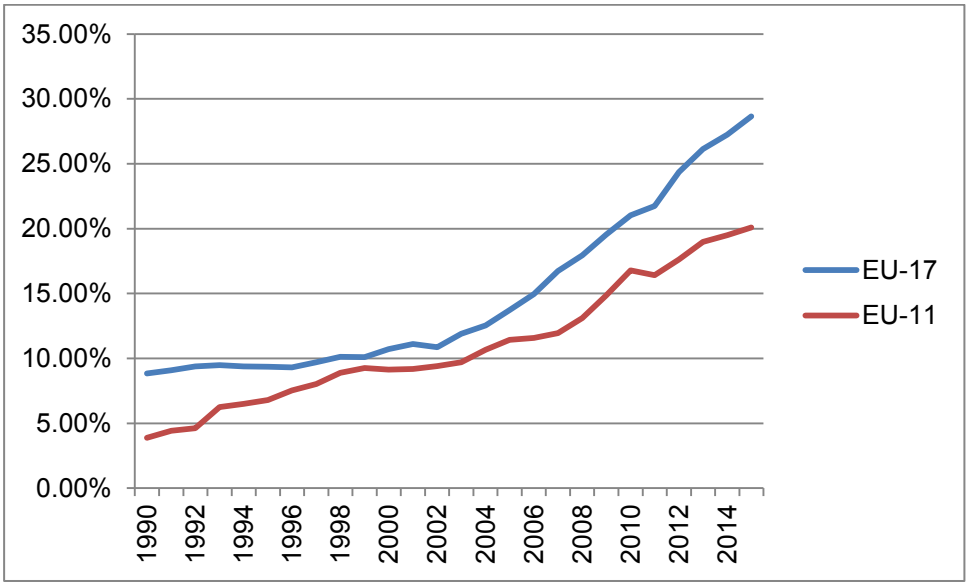
3.4.3.1. Upotreba obnovljivih izvora energije u zemljama članicama EU-a

Više nije upitno hoće li se prihvatiti korištenje OIE, već je pitanje kojom brzinom i u kolikoj mjeri će oni zamijeniti tradicionalna fosilna goriva (Karabegović i Doleček, 2015). Danas su OIE postali ključni faktor u procesu energetske tranzicije u Europi. Brzina s kojom se proizvodnja OIE povećava od 2005. godine iznenadila je mnoge tržišne aktere, posebice unutar elektroenergetskog sektora. U 2015. godini OIE su činili većinu (77%) novih kapaciteta za proizvodnju energije u EU. Kad je riječ o sigurnosti opskrbe, iskorištavanjem OIE uštođeno je 16 milijardi EUR na uvozu fosilnih goriva u EU (EEA, 2017). Zamjena fosilnih goriva sa OIE već je rezultirala

smanjenjem emisija stakleničkih plinova u sektoru električne energije u EU, smanjenjem potrošnje energije za grijanje i hlađenje te u transportu. OIE mogu diversifikacijom energetskog portfelja doprinijeti zaštiti od budućih povećanja cijena fosilnih goriva, pomoći u balansiranju proračunskih i trgovinskih deficita te stvaranju novih lokalnih ekonomskih prilika koje pomažu u smanjenju siromaštva i promicanju ekonomskog rasta (REN21, 2015).

Na sljedećem grafikonu prikazano je kretanje udjela proizvedene energije iz OIE u ukupnoj proizvedenoj energiji za razvijene i post-tranzicijske EU zemlje u razdoblju od 1900. do 2015. godine.

Grafikon 8.: Udio proizvedene energije iz OIE u ukupnoj proizvedenoj energiji za razvijene i post-tranzicijske EU zemlje u razdoblju 1990-2015



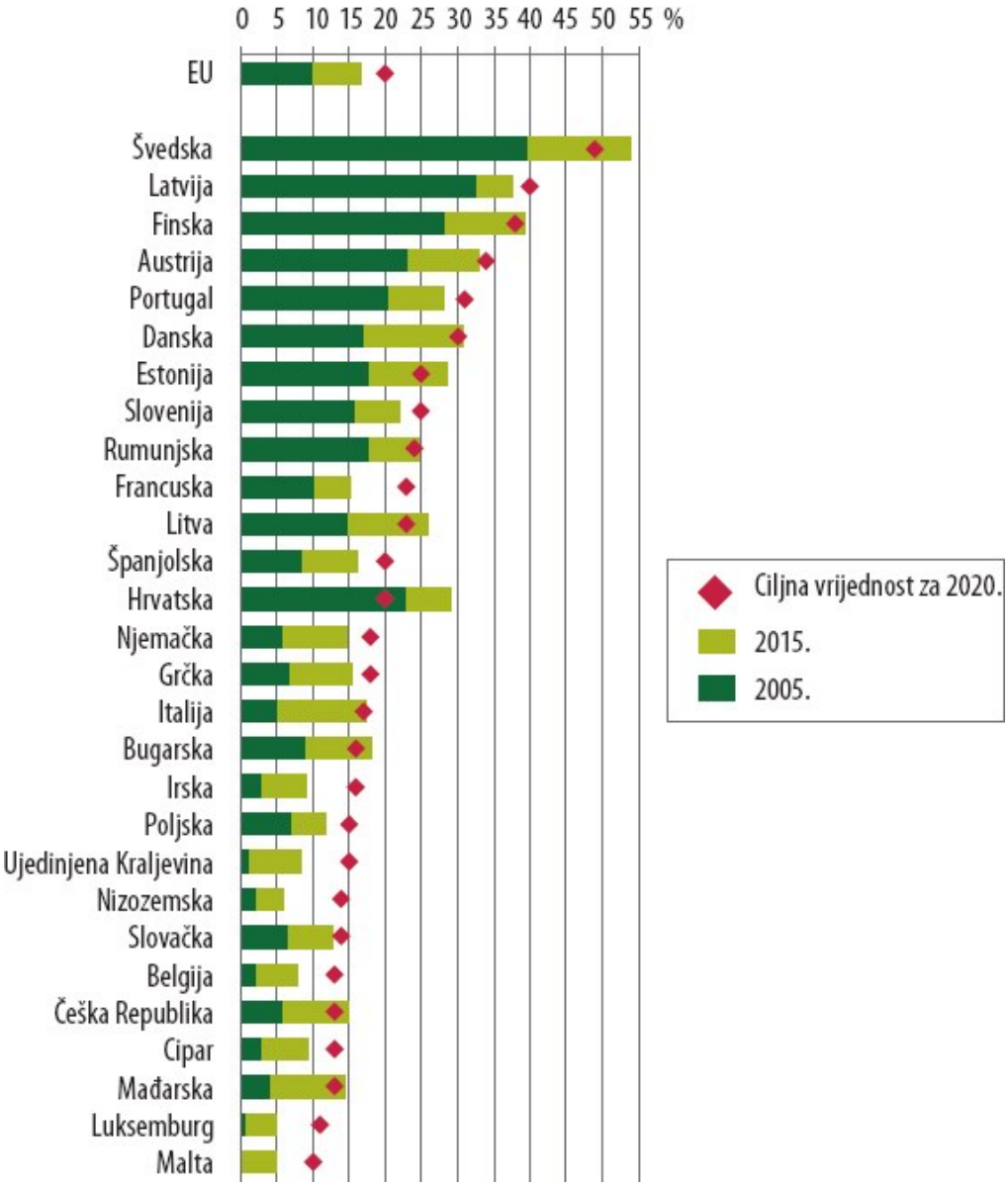
Izvor: Izračunato na temelju podataka iz Eurostata (2017)

Napomena: EU-17 razvijene EU zemlje, EU-11 post-tranzicijske EU zemlje

Udio proizvedene energije iz OIE kontinuirano je rastao u obje skupine zemalja. Post-tranzicijske EU zemlje pratile su tempo rasta proizvodnje energije iz OIE razvijenih EU zemalja. Od usvajanja Kyoto protokola razvijene EU zemlje su povećala proizvodnju energije iz OIE sa 10,8% 2002. godine na 28,6% u 2015. godini. Kod post-tranzicijskih EU zemalja taj rast je bio nešto manji sa 9,4% 2002. godine na 20,1% u 2015. godini.

Udio OIE u bruto potrošnji energije u EU-28, povećao se sa 8,5% u 2005. na 16,7% u 2015. godini što je vidljivo iz sljedećeg grafikona. To je dokaz napretka prema cilju od 20% određen prvim energetskim i klimatskim paketom Europa 2020.

Grafikon 9. : Udio obnovljivih izvora energije u zemljama članicama EU u konačnoj bruto potrošnji energije 2005. i 2015. godine te ciljane vrijednosti za 2020. godinu (%)



Izvor: Europski revizorski sud (2017)

Udio OIE u ukupnoj bruto potrošnji energije je veoma različit među članicama EU, najveći je u Švedskoj (53,9% potrošnje energije), slijede Finska (39,3%) i Latvija (37,6%). Taj je udio bio najniži u Luksemburgu i Malti (5,0%), Nizozemskoj (5,8%) i

Belgiji (7,9%). Razlike proizlaze zbog dostupnosti prirodnih resursa, uglavnom potencijala izgradnje hidroelektrana i dostupnosti biomase. Sve zemlje članice povećale su udio OIE od 2005. do 2015. godine, a trinaest ih je najmanje udvostručilo. Korištenjem OIE smanjila se potrošnja fosilnih goriva. Najveće smanjenje ostvareno je kod ugljena, zatim prirodnog plina. Smanjenje naftnih proizvoda i krutih goriva bilo je manje izraženo zbog manjeg udjela korištenja OIE u sektoru prometa (Eurostat, 2017).

Rast potrošnje OIE u EU nakon 2005. godine doprinijelo je bruto smanjenju emisija stakleničkih plinova od 10% u 2015. godini u odnosu na 1990. godinu. Većina tih promjena dogodila se u energetski intenzivnim industrijskim sektorima u okviru sustava trgovanja emisijama EU (ETS) jer je povećanje obnovljive električne energije smanjilo korištenje fosilnih goriva (Europska komisija, 2017a). Povećani udjel OIE ostvaren između 2010. i 2011. godine nije rezultat povećane uporabe, već je razlog smanjenje korištenja fosilnih goriva (naftnih derivata i prirodnog plina). Uvažavajući Direktive o energetskoj učinkovitosti (2012/27/EU), očekuje se daljnje smanjenje potrošnje energije u EU do 2020. godine (Eurostat, 2017).

OIE ima važnu ulogu u energetskoj tranziciji jer doprinosi ostvarenju sljedećih ciljeva održivog razvoja: (1) socijalni i ekonomski razvoj; (2) pristup energiji; (3) energetska sigurnost; i (4) ublažavanje klimatskih promjena i smanjenje utjecaja na okoliš i zdravlje. Europska komisija prepoznala je ključnu ulogu OIE, te su OIE sastavni dio Junckerovog plana, koji je osmišljen za otključavanje ulaganja u sektor obnovljivih izvora energije (Europska komisija, 2018). Značajan izazov za idućih 35 godina je omogućiti brzi rast investicija u OIE i energetsku učinkovitost kako bi oni mogli postati okosnica budućeg energetskog sustava, a istodobno smanjiti oslanjanje na fosilna goriva (EEA, 2016c; IRENA, 2017). Potreban je strukturni pomak u trenutnom energetskom sustavu kako bi se OIE pomakli od razvoja tehnologije do masovne proizvodnje i implementacije, integracije lokalnih izvora, te od subvencioniranih do konkurentnih OIE.

OIE pružaju mogućnost smanjenja negativnog utjecaja kretanja cijene nafte na tržištu. Osim toga, domaća proizvodnja OIE može smanjiti potrebu za uvozom fosilnih goriva, doprinijeti energetskoj sigurnosti zemlje kroz kombinaciju fosilnih

goriva sa obnovljivima te stvoriti novu visoko vrijednu industriju. Također subvencije za fosilna goriva četiri puta su veće od subvencija za obnovljive izvore (Domazet, 2016). Smanjenje subvencijskog jaza jedan je od najjeftinijih načina za povećanje ekonomičnosti i ubrzavanje prelaska na čistije izvore energije (Croenergo, 2015).
Prema izvještaju Clean Energy Investment (Bloomberg New Energy Finance, 2016), investicije u OIE u 2015. godini iznosile su 348,5 milijardi dolara, a 2016. godine 287,5 milijardi dolara (BNEF, 2017). U 2016. godini u EU je instalirano ukupno 24,5 GW novih energetskih kapaciteta, od čega 21,1 GW (preko 86%) čine OIE. Tek se 14% novih energetskih kapaciteta odnosi na fosilna goriva, uglavnom na plin Vaughan (2017).

Mnoge zemlje imaju dugoročne planove razvoja OIE i vjerojatno ih neće zaustaviti zbog kolebanja cijena nafte i plina. Neke od zemalja u kojima nafta i plin vode glavnu riječ sve više prepoznaju konkurentsku prednost OIE, bez obzira na trenutno niske cijene nafte. Jedna od njih su i Ujedinjeni Arapski Emirati, koje se već nekoliko godina pripremaju na energetsku tranziciju i život bez nafte kroz intenzivna ulaganja u istraživanje i razvoj OIE te proizvodnju električne energije iz istih (IRENA, 2015a).

Europa je prepoznala prednosti korištenja OIE desetljećima unazad i potvrdila svoje opredjeljenje za njihovim poticanjem ponajviše donošenjem direktive 2009/28/EC u travnju 2009. godine, kada su se Europski parlament i Vijeće složili da do 2020. EU treba postići cilj od 20% OIE u svojoj bruto potrošnji energije, te udio od 10% OIE u transportnom sektoru.

Prema studiji Renewable Energy Prospects for the European Union (IRENA, 2018), EU bi mogla udvostručiti udio OIE u svom energetskom sektoru sa 17% u 2015. na 34% u 2030. godini. Nastavkom dosadašnjih politika, udio OIE u ukupnom energetskom miksu EU do 2030. bio bi 24%. Ukoliko se implementiraju dodatne opcije korištenja OIE, njihov udio porastao bi na 33%, a u kombinaciji s energetskom učinkovitošću na 34% do 2030. i to pod uvjetom da je korištenje OIE troškovno isplativo. Prema navedenoj studiji, implementacijom dodatnih OIE ostvarila bi se ušteda u energetskom sektoru od 25 milijardi USD godišnje do 2030. Međutim, za ostvarenje cilja od 34% OIE u ukupnoj potrošnji do 2030. godine trebalo bi u OIE prosječno uložiti oko 73 milijarde USD godišnje. Studija pokazuje da su OIE od

vitalne važnosti za dugoročnu dekarbonizaciju energetskog sustava EU. Europski elektroenergetski sektor može primiti velike udjele energije iz fotonaponskih sustava (PV) i vjetroelektrana. Studija pokazuje da rješenja za grijanje i hlađenje čine više od jedne trećine neiskorištenog potencijala OIE u EU. Sve opcije obnovljivog prijevoza, uključujući električna vozila i vozila na biogoriva, potrebni su za ostvarivanje dugoročnih ciljeva dekarbonizacije EU, dok će biomasa ostati ključni obnovljivi izvor nakon 2030. godine.

Korištenje OIE ima mnoge potencijalne prednosti, uključujući smanjenje emisija stakleničkih plinova, diversifikaciju opskrbe energijom i smanjenu ovisnost o tržištima fosilnih goriva (posebice nafte i plina). Rast OIE također može imati potencijal za poticanje zapošljavanja u EU, stvaranje radnih mjesta u novim „zelenim" tehnologijama. Najveća prijetnja obnovljivim izvorima energije nije pad cijena nafte, već, čini se, promjena u sustavu poticaja koji sa fiksnih poticajnih cijena (engl. Feed in Tariff) prelazi na sustav premija (engl. Feed in Premium) koje ukidaju zagarantirane otkupne cijene i time zagarantirane prihode proizvođača električne energije iz OIE.

3.4.3.2. Ograničenja obnovljivih izvora energije

Tehnologije OIE mogu pomoći državama da ispune svoje političke ciljeve za sigurnu, pouzdanu i dostupnu električnu energiju za sve, te promociju socijalnog i ekonomskog razvoja. Prema izvješću „Renewable Power Generation Costs in 2014“ (IRENA, 2015), između 2010. i 2014. godine troškovi vezani uz solarne elektrane pali su za 50%, a u nekim područjima kWh električne energije iz velikih fotonaponskih elektrana već sada iznosi samo 0.08 USD po kWh. Osim toga, u zemljama kao što su Francuska, Njemačka i Australija troškovi proizvodnje električne energije iz kućnih fotonaponskih elektrana već su sada ispod prodajne cijene konvencionalno proizvedene električne energije. A prema svim predviđanjima, očekuje se dodatni pad troškova za 40% u naredne dvije godine. Najveći pad očekuje se kod fotonaponskih elektrana, dok će elektrane na biomasu, hidroelektrane, geotermalne elektrane i kopnene vjetroelektrane postati cjenovno konkurentne elektranama koje koriste fosilna goriva. Sa sve većim korištenjem OIE padaju i njihovi troškovi pa za

udvostručenu instaliranu snagu solarnog fotonapona, cijena se smanjuje za 18% do 22%, dok se kod vjetroelektrana smanjuje za 10%. Ova tehnologija postaje i sve efikasnija što znači da trošak proizvodnje energije iz OIE tehnologija sve brže pada.

Međutim, početni troškovi ulaganja u OIE su visoki, mnogo veći od konvencionalnih izvora energije. No, dok konvencionalni izvori energije imaju niže kapitalne troškove, obično imaju znatne operativne troškove. Za razliku od njih, operativni troškovi OIE su niski te tijekom vremena nadoknađuju visoka početna kapitalna ulaganja (IRENA, 2015).

Jedna od najčešćih kritika OIE je nestabilnost proizvodnje električne energije. To je zato što nekoliko dana možda sunce ne sjaji, neće biti vjetra, ili postoji suša, od kojih svaka ograničava proizvodnju električne energije. Ipak, u 2014. godini došlo je do značajnih poboljšanja u korištenju i stvaranju jedinica za pohranu energije koje mogu pohraniti višak električne energije s ciljem korištenja u vremenima kada tehnologije OIE ne mogu generirati električnu energiju (REN21, 2015).

Kako bi OIE postali konkurentni diljem svijeta, postoji niz stvari koje se moraju dogoditi. U nekim slučajevima, intervencija države može biti potrebna za pokretanje tog procesa. Potrebno je uspostaviti regulatorne okvire i ispravne poticaje kako bi se pravilno motiviralo i mobiliziralo privatni sektor da se uključi u proizvodnju i primjenu tehnologija OIE u odgovarajućem mjerilu. Štoviše, ravnopravno korištenje OIE i fosilnih goriva je presudno kako bi gospodarstvo bilo konkurentno. To podrazumijeva smanjenje ili ukidanje subvencija fosilnih goriva ili prebacivanje subvencija prema OIE, što bi predstavljalo značajan poticaj prema dodatnoj proizvodnji OIE. U nekim se zemljama ove radnje već poduzimaju s fiksnim poticajnim cijenama i kreditima za ulaganja u tehnologije OIE (Espa, Rolland, 2015).

Njemačka energetska politika „Energiewende“ je 2010. godine odlučila ukinuti nuklearnu energiju i uvela niz ambicioznih ciljeva za smanjenje emisije stakleničkih plinova, oslanjajući se na ulogu OIE. Međutim, od 2012. godine suočena je s nekoliko ozbiljnih problema: (1) povećanja troškova subvencija za proizvodnju električne energije iz OIE i kako osigurati sredstva; (2) posljedicama brzog povećanja investicija u vjetroelektrane i fotonaponske ćelije što je uzrokovalo nestabilnost

energetskog sustava; (3) povećanje emisije stakleničkih plinova iz elektroenergetskog sektora. Dodatni problem kod proizvodnje energije iz OIE je neadekvatnost postojećih prijenosnih i distribucijskih mreža te skladišnih kapaciteta kako bi se nosili s njihovim brzim proširenjem. Varijabilna i nepravilna proizvodnja energije iz vjetroelektrana i fotonaponskih ćelija uzrokovala je destabilizaciju distribucijske mreže, čime se povećao rizik od oštećenja industrijskih postrojenja. U Njemačkoj je učestalost poremećaja mreže u razdoblju od 2010. do 2013. porasla za 30% (Bošnjaković, 2016). Jedan od načina izlaska iz ovog problema bio bi stroži ETS (emisijski sustav trgovanja) na razini EU. U sadašnjem obliku, s cijenom manjom od 10 EUR za tonu emisije ugljičnog dioksida, nema poticaja za prebacivanje na OIE.

3.4.3.3. Zaposlenost u obnovljivim izvorima

Tržište OIE karakteriziraju povoljni politički okviri u EU, regionalne promjene u implementaciji OIE i povećanje produktivnosti rada. Stabilna politika povećanja korištenja OIE je ključni pokretač zapošljavanja u tom sektoru. U sektoru OIE u Europi je zaposleno više od 1.16 milijuna osoba (IRENA, 2017), a Europa je i dalje globalni predvodnik u području energije vjetra. Nekolicina velikih europskih proizvođača proizvodi 43% svih postavljenih vjetroelektrana na svijetu. Smanjenja troškova u tehnologijama za energiju sunca i vjetra potaknuta su ambicioznim politikama EU-a. Zbog toga je energija iz OIE postala jeftinija i dostupnija za cijeli svijet. Iako je Europa izgubila vodeću ulogu u proizvodnji modula solarnih panela te sada uvoz tih panela nadmašuje proizvodnju, većina dodane vrijednosti ugradnje solarnog panela (> 85%) ostvaruje se u Europi (Europska komisija, 2016).

U 2015. godini, četvrtu godinu zaredom, zemlje članice EU svjedočile su smanjenju broja zaposlenih u OIE sektoru. Ekonomska kriza i nepovoljne energetske politike doprinijeli su smanjenju ulaganja u OIE. Ukupan broj radnih mjesta smanjio se za 3% te dosegao 1,16 milijuna u 2015. godini. Većina zaposlenih je u sektoru vjetroelektrana. Velika Britanija, Njemačka i Danska su vodeći po broju zaposlenih u sektoru vjetroelektrana na moru. Broj zaposlenih u solarnoj PV industriji (114.450) je zbog smanjenja proizvodnje sada samo jedna trećina broja ostvarenog u 2011. godini. Velika Britanija postala je najveće tržište fotonaponskih elektrana na kontinentu (2.6 GW u 2014), te drugi najveći poslodavac s 35.000 ljudi. Međutim,

smanjenje fiksnih poticajnih cijena (engl. Feed in Tariff) za ugradnju solarnih panela u Velikoj Britaniji moglo bi rezultirati gubitkom od 4.500 do 8.700 radnih mjesta (IRENA, 2017).

U sektoru biogoriva u 2015. godini bilo je zaposleno oko 93.000 ljudi diljem EU što je smanjenje od 11% u odnosu na prethodnu godinu. Zaposlenost u sektorima za bioplin i geotermalnu energiju (uključujući i toplinske pumpe), ostala je nepromijenjena, dok sektor malih hidroelektrana i solarne tehnologije bilježi smanjenje broja zaposlenih (IRENA, 2017).

Kako se energetska tranzicija ubrzava te se smanjuju troškovi tehnologije OIE, očekuje se da će se broj zaposlenih u OIE sektoru povećavati. Procjenjuje se da će udvostručenje udjela OIE u globalnoj energetskoj strukturi dovesti do više od 24 milijuna radnih mjesta diljem svijeta do 2030. godine (IRENA, 2017). Rastuće potrebe OIE sektora zahtijevat će stabilne i predvidljive političke okvire koji potiču implementaciju OIE, ulaganja u lokalne industrije, jačaju sposobnosti na razini poduzeća i promoviraju obrazovanje i osposobljavanje.

3.5. Energetski sektor post-tranzicijskih EU zemalja

Sve države u razvoju od kraja 1980-tih i početka 1990-tih godina karakterizira prijelaz iz socijalističko-planskog u tržišno gospodarstvo, odnosno proces tranzicije. Struktura gospodarstva u post-tranzicijskim ekonomijama razlikuje se od strukture gospodarstva razvijenih europskih zemalja (niži nivo industrijske proizvodnje uvjetovan sporom promjenom vlasničke strukture i privatizacije upravo u tom sektoru, nedostatak investicijskih ulaganja i prespori dotok stranog kapitala, sporo osvajanje novih tržišta i uključivanje u svjetske tokove roba i usluga, veća nezaposlenost i siromaštvo, manja razvijenost financijskog tržišta i ekološka zapuštenost) (Grdinić i sur., 2017). Također, postoje znatne razlike u BDP-u po stanovniku što je vidljivo u sljedećoj tablici.

Tablica 5.: Bruto domaći proizvod po stanovniku u EU-28 zemljama (s primjenom ulančanih vrijednosti s referentnom godinom 2010. iskazano u EUR-ima)

	1995.	2000.	2005.	2010.	2015.	2016.
EU-28	20.100	23.000	24.800	25.500	26.600	27.000
PROSJEK EU-17	26.000	29.882	32.441	32.924	34.288	34.835
PROSJEK EU-11	6.667	7.630	9.482	10.418	11.773	12.136
Austrija	27.600	31.700	33.700	35.400	36.200	36.300
Belgija	26.600	30.300	32.500	33.500	34.100	34.500
Bugarska	:	3.000	4.200	5.100	5.800	6.000
Hrvatska	6.700	8.000	10.200	10.500	10.600	11.000
Cipar	18.100	20.600	23.100	23.300	20.900	21.500
Češka	10.200	11.200	13.600	14.900	16.200	16.500
Danska	37.100	42.200	44.400	43.800	45.300	45.800
Estonija	5.500	7.600	11.100	11.000	13.400	13.700
Finska	24.200	30.500	34.200	34.900	34.100	34.700
Francuska	25.800	29.100	30.500	30.800	31.500	31.700
Njemačka	26.400	29.000	29.800	32.100	34.300	34.700
Grčka	15.000	17.600	20.900	20.300	17.100	17.100
Mađarska	6.800	7.900	9.900	9.900	11.000	11.300
Irska	21.900	32.400	38.900	36.800	51.400	53.600
Italija	24.800	27.300	28.000	26.800	25.700	25.900
Latvija	3.800	5.200	8.100	8.500	10.700	11.000
Litva	4.000	5.200	8.000	9.000	11.600	12.000
Luksemburg	56.300	70.500	76.500	79.200	81.300	81.700
Malta	:	13.800	14.800	15.900	19.300	20.100
Nizozemska	29.000	34.800	36.300	38.000	38.800	39.500
Poljska	5.000	6.400	7.500	9.400	10.900	11.200
Portugal	13.700	16.200	16.600	17.000	16.600	16.900
Rumunjska	:	:	5.200	6.200	7.300	7.700
Slovačka	6.600	7.800	9.900	12.400	14.100	14.600
Slovenija	11.400	14.000	16.600	17.700	17.900	18.500
Španjolska	17.900	21.400	23.500	23.200	23.100	23.800
Švedska	28.500	33.800	37.800	39.400	41.900	42.700
Ujedinjeno Kraljevstvo	23.100	26.800	30.000	29.300	31.300	31.700

Izvor: Izrada autorice prema podacima Eurostata (2017)

U 2016. godini BDP po stanovniku u EU-28 iznosio je 27.000 EUR, što je drugu godinu zaredom bilo iznad najveće vrijednosti dosegnute 2008. (26.200 EUR), prije nego što su se osjetili učinci globalne financijske i gospodarske krize (Eurostat, 2017b). Najviša vrijednost među državama članicama EU-a zabilježena je za Luksemburg, gdje je BDP po stanovniku u 2016. iznosio 3 puta više od prosjeka za EU-28 (na što djelomično utječe velika važnost prekograničnih radnika iz Belgije, Francuske i Njemačke). S druge strane, BDP po stanovniku u Bugarskoj je bio manji od polovine prosjeka za EU-28.

BDP po stanovniku u post-tranzicijskim EU zemljama u 2016. godini ne samo da je 2,9 puta manji u odnosu na razvijene europske države, nego postoje znatne razlike i između post-tranzicijskih država (npr. 2016. g. Slovenija 18.500€, Hrvatska 11.000€, Bugarska 6.000€, Rumunjska 7.700€).

Tijekom posljednja dva desetljeća, BDP po stanovniku u post-tranzicijskim EU zemljama porastao je dvostruko brže nego u razvijenim EU zemljama. Ekonomski rast i razvoj post-tranzicijskih EU zemalja u posljednja dva desetljeća temelji se na priljevima inozemnih ulaganja većinom iz razvijenih EU zemalja. Glavni čimbenik za izravna inozemna ulaganja u post-tranzicijskim zemljama bio je namjera smanjenja troškova proizvodnje stranih poduzeća jer su troškovi rada u post-tranzicijskim zemljama bili znatno niži nego u razvijenim EU zemljama. Osim toga, post-tranzicijske EU zemlje imale su relativno kvalificiranu radnu snagu, povoljan zemljopisni položaj i općenito dobro razvijenu transportnu infrastrukturu. Zemljopisna blizina zapadnoeuropskih gospodarstava te politička i ekonomska integracija s EU bili su ključni faktori u privlačenju izravnih inozemnih ulaganja u post-tranzicijske EU zemlje (Grela i sur., 2017).

Proces tranzicije podrazumijeva prijelaz s socijalističko-planskog gospodarstva na slobodno tržište. Od kasnih 1980-ih tj. od početka 1990-ih godina i raspada socijalizma/komunizma post-tranzicijske zemlje suočavale su se kratkoročnim poteškoćama i dugoročno ograničavajućim faktorima za postizanje zadovoljavajućih stopa ekonomskog rasta i razvoja. Glavni ciljevi i instrumenti kojima se trebao proces tranzicije provoditi bili su (Grdinić i sur., 2017):

- Liberalizacija koja je kao proces dopuštala da se većina cijena određuje na slobodnom tržištu i da se smanjuju trgovinske barijere između država.
- Makroekonomska stabilizacija koja se trebala postići prvenstveno kroz kontroliranje razine inflacije i njenog smanjenja tijekom vremena nakon početne previsoke inflacije koja je bila posljedica liberalizacije tržišta i potražnje za proizvodima. Proces makroekonomske stabilizacije zahtijevao je disciplinu državnog proračuna i rast novca i kredita, tj. monetarnu i fiskalnu disciplinu te napredak prema održivosti platne bilance.
- Restrukturiranje i privatizacija, odnosno stvaranje održivog financijskog sektora i reforma poduzeća u državama u tranziciji, a sve u cilju proizvodnje

roba i usluga koji bi se mogli prodavati na slobodnom tržištu kao i prijenos vlasništva na privatni sektor.

- Pravna i institucionalna reforma kojom se trebalo redefinirati uloga države u tim gospodarstvima, te uvesti odgovarajuće politike tržišnog natjecanja kao i vladavinu prava.

Međutim, proces tranzicije je sa sobom donio mnoštvo problema, posebice na početku procesa tranzicije, a neki od njih bili su (Grdinić i sur., 2017): rastuća nezaposlenost, velike stope inflacije, nedostatak poduzetništva, novog kapitala, tehnologije, korupcija te nejednakost. Porast nezaposlenosti u tim državama nastao je kao posljedica privatizacije mnogih poduzeća koja su, da bi povećala učinkovitost, smanjivala troškove rada odnosno broj zaposlenih. Također, procesom tranzicije došlo je do smanjenja državne birokracije te su i mnogi zaposleni u državnom sektoru postali nezaposleni. U procesu tranzicije mnoge države suočile su se i s problemom visoke inflacije koja je bila rezultat uklanjanja kontrole cijena od strane država. Nova poduzeća koja su nastala putem privatizacije počela su povećavati cijene koje su odražavale stvarne troškove proizvodnje, dok su s druge strane povećali svoju dobit. Krajem 1990-ih godina inflacija se postupno smanjivala te se počela kretati puno bliže prosjeku inflacije u razvijenim zapadnim državama Europe.

U mnogim post-tranzicijskim državama postojao je nedostatak poduzetnika i poduzetništva što je dodatno usporilo proces reforme gospodarstva i promicanje tržišnog kapitalizma. Osim toga, postojao je i nedostatak radnika koji su bili kvalificirani i koji su imali potrebne vještine koje su se tražile u novim privatiziranim poduzećima. Nedostatak kapitala i novih tehnologija potrebnih za učinkovitu proizvodnju također su bili jedni od problema država u tranziciji. To se događalo zbog nedovoljno razvijenih financijskih tržišta te zbog male količine izravnih stranih ulaganja. Takva situacija usporavala je rast i razvoj država u tranziciji. Također, sve navedeno ukazuje da se post-tranzicijske EU zemlje razlikuju po svom povijesnom razvoju i ekonomskim karakteristikama od razvijenih EU država, te zbog toga takve države zahtijevaju i različitu energetsku politiku u odnosu na razvijene EU države.
U post-tranzicijskim zemljama za vrijeme prijašnjih socijalističkih režima nije se vodila klasična energetska politika niti je postojalo energetsko tržište, nego je država svojim energetskim planovima i bilancama administrativno upravljala razvojem energetike

koji je bio podređen politici industrijalizacije. Država je određivala niske cijene energije radi bržeg razvitka industrije i poboljšanja standarda stanovništva, financirala izgradnju energetskih pogona i infrastrukture te određivala kvote za uvoz deficitarnih izvora. Sve je to uvjetovalo neracionalno iskorištavanje energije i kočilo djelovanje tržišta u energetskom sektoru (Žuvela 1999). Elektroenergetski sektori razvijali su se prema specifičnim uvjetima pojedinih država, što je dovelo do znatnih razlika među njima, u strukturi i izgrađenosti kapaciteta, u strukturi i razini cijena električne energije te u organizaciji i vlasništvu. Elektroenergetski sektor dugo je vremena bio prirodni vertikalno integrirani monopol u državnome vlasništvu. Naime, u većini post-tranzicijskih zemalja elektroenergetski sektor bio je pod kontrolom jednog vertikalno integriranog poduzeća i rad su mu strogo regulirale državne agencije koje su kroz energetski sektor provodile svoju socijalnu politiku (Tominov, 2008; Osmanbegović i Kokorović, 2008).

Poslije sloma socijalističkih/komunističkih režima u tim zemljama uveo se demokratski režim i tržišni odnosi u gospodarstvu. Energetski sektor nastavio je normalno funkcionirati, ali je smanjena proizvodnja i potrošnja pojedinih vrsta energije, uz iznimku prirodnog plina koji je zadržao tendenciju rasta. Post-tranzicijske zemlje su donijele novo energetsko zakonodavstvo, liberalizirale cijene energije i njen uvoz, pooštrile mjere zaštite okoliša, počele stimulirati racionalnije korištenje energije i primjenu obnovljivih izvora. Sve te mjere označavaju pravni okvir za izgradnju nove i konzistentne energetske politike u tržišnim uvjetima te institucionalne i organizacijske temelje za razvitak energetskog tržišta.

Daljnji korak u tom pravcu je globalna reforma energetskog sektora na tržišnim načelima u skladu sa zahtjevima Europske energetske povelje i standardima EU. Za uspostavljanje jedinstvenog energetskog tržišta u EU, potrebno je u post-tranzicijskim zemljama ograničiti monopolni položaj nacionalnih energetskih poduzeća postupnom privatizacijom, uvesti realne cijene i uskladiti odnose između cijena pojedinih vrsta energije, poticati štednju i efikasnost korištenja energije, smanjiti gubitke u proizvodnji, prijenosu, distribuciji i potrošnji energije, uključiti veći broj privatnih poduzeća u proizvodnju i distribuciju energije, utvrditi tehničke norme za energetsku opremu i kućanske aparate te standarde za emisije energetskih uređaja i zaštitu okoliša, uključivši ekološke poreze i doprinose (Žuvela, 1999).

Između razvijenih i post-tranzicijskih EU zemalja postoje značajne razlike u sektorskoj potrošnji energije što je vidljivo iz sljedeće tablice.

Tablica 6.: Sektorska potrošnja energije u razvijenim i post-tranzicijskim EU zemljama u 1995. i 2015. godini

	Razvijene EU zemlje				Post-tranzicijske EU zemlje			
	1995	2015	Prosječna godišnja stopa rasta (%)	Relativna promjena (%)	1995	2015	Prosječna godišnja stopa rasta (%)	Relativna promjena (%)
Ukupna potrošnja konačne energije (toe)	905.665	913.804	0,04%	101	175.288	167.921	-0,21%	96
Transport	280.691	310.506	0,51%	111	25.007	46.945	3,20%	188
Industrija	260.916	229.511	-0,64%	88	70.217	44.979	-2,20%	64
Uslužni sektor	99.272	126.853	1,23%	128	14.944	19.731	1,40%	132
Kućanstvo	231.460	224.853	-0,14%	97	53.842	49.908	-0,38%	93
Ribarstvo	1.340	1.181	-0,63%	88	44	40	-0,37%	93
Poljoprivreda	22.101	17.450	-1,17%	79	8.980	5.944	-2,04%	66
Ostalo	9.885	3.451	-5,13%	35	2.255	374	-8,59%	17

Izvor: Izrada autorice prema podacima Eurostata (2017),

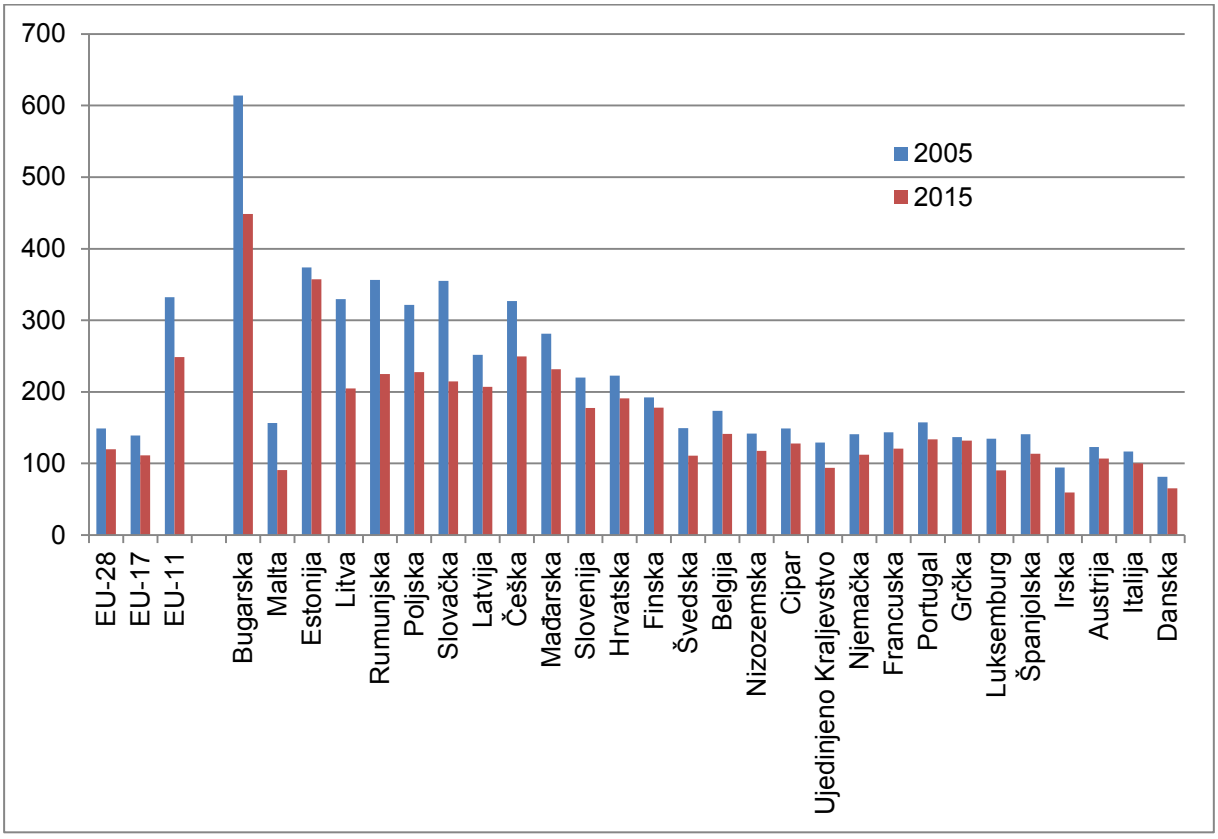
U obje skupine zemalja ukupna potrošnja energije u 2015. u odnosu na 1995. godinu nije se značajno promijenila. Ako promatramo razliku u sektorskoj potrošnji energije između razvijenih i post-tranzicijskih EU zemalja, možemo naći neke velike razlike. U obje skupine zemalja, potrošnja energije u sektoru transporta, industrijskom sektoru, kućanstvima te uslužnom sektoru čini najveći dio ukupne potrošnje energije. Međutim, industrijski i poljoprivredni sektor u post-tranzicijskim zemljama doživio je značajna smanjenja. S druge strane, potrošnja energije u sektoru transporta i uslužnom sektoru je porasla u obje skupine zemalja, ali veće povećanje zabilježeno je u post-tranzicijskim zemljama. Ipak post-tranzicijske zemlje čine tek 15,6% ukupne potrošnje energije u EU-28.

Prema analizi CEEP-a (2010) razlike u makroekonomskim karakteristikama post-tranzicijskih i razvijenih EU zemalja također se odražavaju u udjelu energetskog sektora u bruto dodanoj vrijednosti u obje skupine. Važnost energetskog sektora za post-tranzicijske EU zemlje relativno je veća nego u razvijenim zemljama. To znači da makroekonomske posljedice svih poremećaja u energetskom sektoru mogu biti jači u post-tranzicijskim u odnosu na razvijene EU zemlje. Navedena analiza također

navodi da će do 2035. godine BDP po stanovniku u EU-11 doseći gotovo 90% vrijednosti EU-15. Predviđa se da će se tempo ekonomskog rasta razlikovati u zemljama EU-11. Najbrži ekonomski rast predviđa se za Sloveniju, koja je trenutno izvanredno razvijena zemlja unutar skupine EU-11. Ipak, medijan godišnjeg rasta koji se predviđa u zemljama EU-11 iznosi 3,7%, a BDP po stanovniku u EU-15 predviđa rast od 1,4% godišnje.

Na sljedećem grafikonu vidljive su razlike u energetskoj intenzivnosti među zemljama članicama EU.

Grafikon 10.: Energetska intenzivnost gospodarstva EU-28 u 2005 i 2015. godini (kg ekvivalenta nafte na 1000 EUR BDP-a)



Izvor: Izrada autorice na temelju podataka Eurostata (2017)

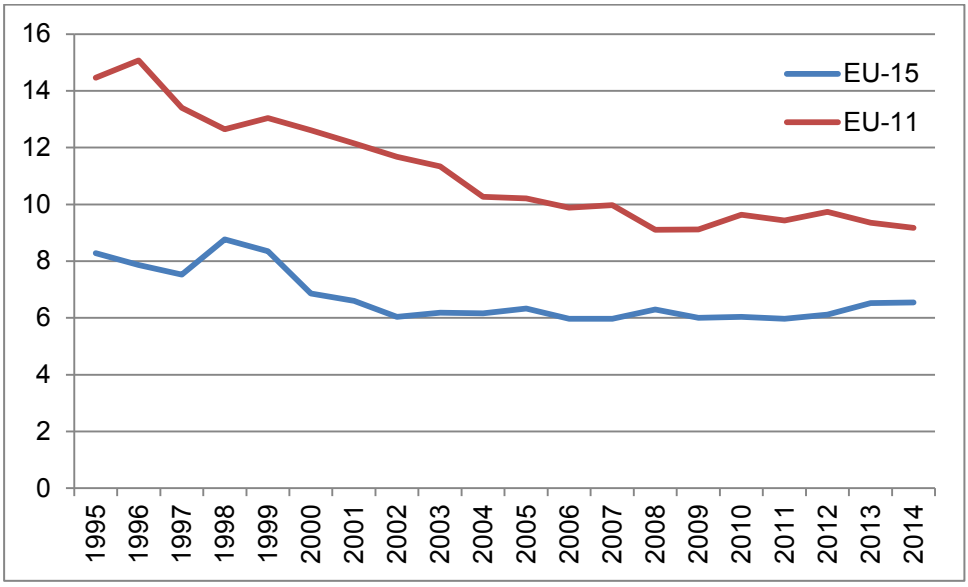
Napomena: EU-17 razvijene EU zemlje, EU-11 post-tranzicijske EU zemlje

U grafikonu je vidljivo da su post-tranzicijske EU zemlje energetski intenzivnije u odnosu na razvijene EU zemlje. Najmanje energetski intenzivna gospodarstva u EU bile su Irska, Danska, Luksemburg, Malta i Ujedinjeno Kraljevstvo. Najvišu

energetsku intenzivnost imale su Bugarska i Estonija. Treba napomenuti da ekonomska struktura gospodarstva ima važnu ulogu u određivanju energetske intenzivnosti, budući da će ekonomije temeljene na uslugama imati relativno nižu energetsku intenzivnost, a ekonomije s teškom industrijom (poput proizvodnje željeza i čelika) su energetski intenzivnije. U razdoblju od 2005. do 2015. godine svaka od EU zemalja smanjila je energetsku intenzivnost svog gospodarstva. Najveća smanjenja energetske intenzivnosti zabilježena su na Malti (-44,3%), Slovačkoj (-39,4%), Rumunjskoj (-36,5%), Luksemburgu (-33,9%) i Irskoj (-33,7%). Nasuprot tome, najmanja smanjenja zabilježena su u Finskoj (-7,8%), Estoniji (-4,3%) i Grčkoj (-3,1%). To su bile jedine države članice gdje je smanjenje energetskog intenziteta bilo ispod 10%.

Nadalje, gubici u prijenosu i distribuciji energije znatno su veći u post-tranzicijskim u odnosu na razvijene EU zemlje što je vidljivo iz sljedećeg grafikona.

Grafikon 11.: Udio gubitaka u ukupnom prijenosu i distribuciji električne energije u razdoblju 1995-2014 u razvijenim i post-tranzicijskim EU zemljama (u %)



Izvor: Izračun autorice na temelju podataka Svjetske banke (2017)

Napomena: EU-15 razvijene EU zemlje, EU-11 post-tranzicijske EU zemlje

U post-tranzicijskim EU zemljama gubici u prijenosu i distribuciji električne energije iznosili su 9%, dok u razvijenim EU zemljama oni iznose samo 6%. Navedeno odražava probleme u mrežnoj infrastrukturi. Gubici su jedan od ključnih čimbenika koji ukazuju na stupanj ekonomičnosti poslovanja i kvalitetu obavljanja djelatnosti

distribucije električne energije. Kako se troškovi gubitaka prelijevaju na krajnje potrošače, važno je smanjiti gubitke i povećati energetsku učinkovitost. Iz grafikona je vidljivo da se u obje skupine zemalja smanjuje udio gubitaka u prijenosu i distribuciji električne energije. Kod razvijenih EU zemalja navedeno smanjenje je 21% u 2014. godini u odnosu na 1995. godinu, dok su u navedenom razdoblju post-tranzicijske EU zemlje uspjele smanjiti udio gubitaka za 36%.

Uzimajući u obzir značajan udio industrije u BDP-u u post-tranzicijskim EU zemljama, kao i veću energetsku intenzivnost, ekonomski rast bit će otežan bez značajnog povećanja potražnje za energijom. Dugoročna energetska politika post-tranzicijskih zemalja trebala bi posvetiti posebnu pozornost konkurentnom energetskom sektoru s dugoročno sigurnom opskrbom energijom. Međutim, navedeno može negativno utjecati na ciljeve energetske politike EU. Neuravnotežena energetska politika može dovesti do smanjenja rasta BDP-a u kratkom i srednjem roku. U slučaju post-tranzicijskih zemalja, veća potražnja za energijom, zajedno sa strogim pravilima vezanim za zaštitu okoliša (cijena ugljika, ciljevi OIE, itd.) neizbježno će staviti pritisak na cijene energije u navedenim zemljama. Prema procjenama EU-a u Energetskom planu 2050. (Europska komisija, 2011) u većini scenarija dekarbonizacije, cijene električne energije će se povećati do 2030. godine te nakon toga padati. U kratkom roku povećanje cijena električne energije u post-tranzicijskim zemljama će biti pod utjecajem zatvaranja jaza između potrošnje energije i opskrbe, kao i relativno visokog intenziteta ugljika pri proizvodnje energije. U srednjem roku, to će biti zbog veličine i vrste investicija potrebnih u regiji. Za post-tranzicijske zemlje to može biti posebno teško s gledišta konkurentnosti gospodarstva (CEEP, 2010).

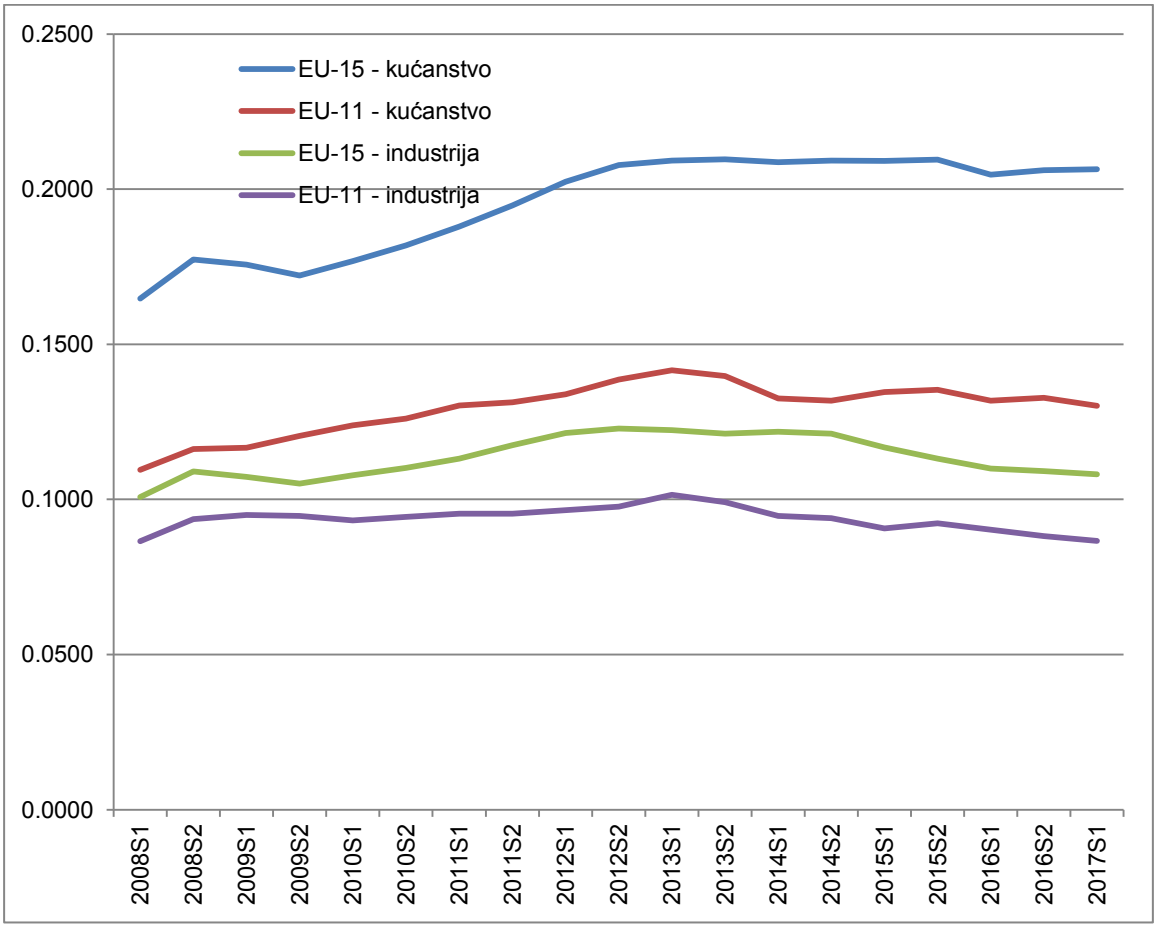
Štoviše, osiguravanje energetske sigurnosti prilikom ispunjavanja ekoloških zahtjeva EU može zahtijevati velike kapitalne investicije na različitim područjima. Navedeno će biti teško postići u post-tranzicijskim EU zemljama te može dovesti do usporavanja i manje održivosti ekonomskog rasta. Također treba istaknuti da zbog nedostatka vlastitih tehnologija u post-tranzicijskim zemljama, značajan iznos kapitalnih ulaganja u energetski sektor odlazi izvan regije. To se ne bi promijenilo ni s velikim financiranjem EU za projekte energetskih djelatnosti post-tranzicijskih zemalja. Kako se ne bi narušio ekonomski rast u post-tranzicijskim zemljama zbog radikalne

promjene energetske bilance, odgovarajuće financiranje EU-a trebalo bi biti dopunjeno novim tehnologijama i novim znanjima (CEEP, 2010).

Značajne razlike između post-tranzicijskih i razvijenih EU zemalja u pogledu buduće dinamike gospodarskog razvoja, zajedno s razlikama u trenutnim karakteristikama ekonomije, znače da će se te skupine zemalja suočiti s različitim izazovima za svoje energetske sektore.

U provedbi energetske reforme i u uspostavljanju energetskog tržišta post-tranzicijske zemlje preuzimaju energetska iskustva, pravila i standarde razvijenih EU zemalja jer im u tome nema druge alternative. Na tom putu susrele su se s mnogim teškoćama i smetnjama, kao što su: nedovoljna raspoloživost energetskih izvora, nedostatak kapitala za investicije u energetski sektor , rasipnički mentalitet i potreba uvođenja energetske discipline, potreba edukacije energetskih stručnjaka u industriji i prometu i edukacije širih slojeva stanovništva kao potrošača energije, potreba uvođenja energetske informatičke podrške i sl. (Žuvela, 1999). U mnogim post-tranzicijskim zemljama cijene električne energije su niske, te otežavaju ulaganja u bilo koji novi pogon za proizvodnju energije, iz obnovljivih ili drugih izvora energije što je vidljivo iz sljedećeg grafikona. Cijene navedene u grafikonu za potrošače iz kategorije kućanstava obuhvaćaju poreze, doprinose i porez na dodanu vrijednost (PDV), a za potrošače iz kategorije industrije / poduzeća ne obuhvaćaju poreze i doprinose na koje se može ostvariti povratni PDV.

Grafikon 12.: Kretanje prosječnih cijena električne energije u kućanstvima i industriji/poduzećima u razdoblju od 2008. do 2017. godine (EUR po kWh)

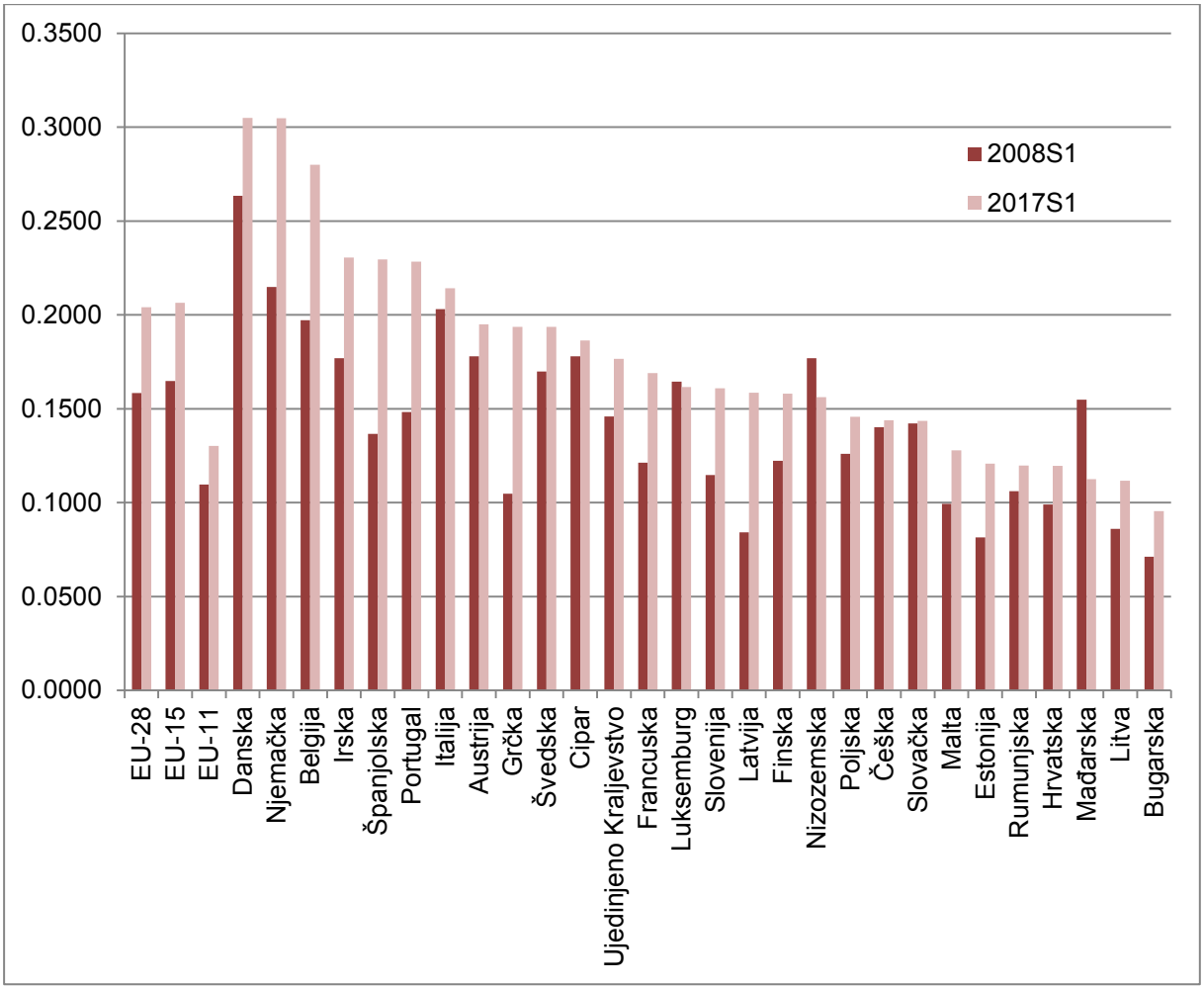


Izvor: Izrada autorice prema podacima Eurostata (2017)
Napomena: EU-15 razvijene EU zemlje, EU-11 post-tranzicijske EU zemlje

Iz grafikona je vidljivo da su prosječne cijene električne energije u post-tranzicijskim EU zemljama bile niže od cijena u razvijenim EU zemljama. U prvom polugodištu 2017. godine u post-tranzicijskim zemljama je prosječna cijena električne energije za industriju bila za 20% niža u odnosu na cijene u razvijenim EU zemljama dok je za kućanstva bila niža za 37%. Također je evidentno da se cijene za industriju u obje skupine zemalja od 2013. godine smanjuju. Cijena energije u EU-u ovisi o nizu različitih uvjeta povezanih s ponudom i potražnjom, uključujući geopolitičku situaciju, nacionalnu kombinaciju izvora energije, diversifikaciju uvoza, troškove mreže, troškove zaštite okoliša, nepovoljne vremenske uvjete te razine trošarina i oporezivanja.

Cijena i pouzdanost opskrbe energijom, osobito električnom energijom, ključne su sastavnice strategije određene zemlje za opskrbu energijom. Cijene električne energije osobito su važne za međunarodnu konkurentnost jer električna energija obično predstavlja znatan udio ukupnih troškova energije za industrijska i uslužna poduzeća. Za razliku od cijene drugih fosilnih goriva, kojima se na svjetskom tržištu obično trguje po relativno jedinstvenim cijenama, za električnu energiju u državama članicama EU-a postoji veći raspon cijena. Na cijenu električne energije u određenoj mjeri utječe cijena primarnih goriva te, u novije vrijeme, trošak emisijskih jedinica za ugljikov dioksid (Eurostat, 2017c). Na sljedećem grafikonu prikazane su cijene električne energije za kućanstva u EU-28 za prvu polovicu 2008. i 2017. godine po zemljama.

Grafikon 13.: Cijene električne energije za kućanstva u EU-28 za prvu polovicu 2008. i 2017. godine (eur/kWh)



Izvor: Izrada autorice na temelju podataka Eurostata (2017)

Napomena: EU-15 razvijene EU zemlje, EU-11 post-tranzicijske EU zemlje

Cijena električne energije prati uzlazan trend. U razvijenim EU zemljama cijena električne energije za kućanstva je u prvoj polovici 2017. godine bila veća za 25,3% u odnosu na prvu polovicu 2008. godine. Kod post-tranzicijskih EU zemalja navedeni rast bio je 18,8%. U prvom polugodištu 2017. godine najviše cijene energije za kućanstva bile su u Danskoj (0,305 eur/kWh), Njemačkoj (0,305 eur/kWh) i Belgiji (0,280 eur/kWh), dok su najniže cijene zabilježene u Bugarskoj (0,096 eur/kWh), Litvi (0,117 eur/kWh) i Mađarskoj (0,113 eur/kWh). Cijena električne energije za kućanstva u Danskoj i Njemačkoj bila je više nego trostruko veća od cijene u Bugarskoj. U razdoblju od 2008. do 2017. godine najveći porast cijene zabilježen je u Latviji (88,4 %) i Grčkoj (84,9%), dok su najveća smanjenja zabilježena u Mađarskoj (–27,3%) i Nizozemskoj (–11,7 %).

Post-tranzicijske EU zemlje u znatno većoj mjeri ovise o ruskom plinu u usporedbi sa razvijenim EU zemljama. Iako post-tranzicijske zemlje posjeduju znatne količine domaćih rezervi ugljena, one ih ne koriste do njihovog punog potencijala jer se ugljen više ne vidi kao održiv izvor energije zbog njegove ekološke štetnosti. Slijedom toga, plin, kao sljedeći najbolji izvor, uvozi se u velikim količinama, što rezultira potpunom ovisnošću pojedinih zemalja o ruskom plinu. Situacija se značajno ne razlikuje u slučaju nafte. Rizik sigurnosti opskrbe sirovom naftom najviši je u Poljskoj, Slovačkoj, Mađarskoj i Češkoj zbog velike ovisnosti o nafti dobivenoj cjevovodom od jednog dobavljača i to Rusije (Chyong, Tcherneva, 2015).

U sljedećoj tablici prikazan je postotak uvoza naftnih proizvoda i plina iz Rusije za svaku EU članicu u 2016. godini.

Tablica 7.: Udio uvoza naftnih proizvoda i prirodnog plina iz Rusije u ukupnom uvozu svake EU članice u 2016. godini

	Udio (%) uvoza iz Rusije u ukupnom uvozu	
Država	**Naftni proizvodi**	**Prirodni plin**
Post-tranzicijske zemlje		
Bugarska	75-100	75-100
Češka	50-75	75-100
Estonija	75-100	75-100
Hrvatska	0-25	0-25
Latvija	0-25	75-100
Litva	75-100	25-50
Mađarska	75-100	75-100

Poljska	75-100	75-100
Rumunjska	25-50	75-100
Slovačka	75-100	75-100
Slovenija	0-25	75-100
Razvijene zemlje		
Austrija	0-25	75-100
Belgija	25-50	0-25
Cipar	0-25	0-25
Danska	0-25	0-25
Finska	75-100	75-100
Francuska	0-25	0-25
Grčka	0-25	50-75
Irska	0-25	0-25
Italija	0-25	25-50
Luksemburg	0-25	0-25
Malta	0-25	0-25
Nizozemska	25-50	25-50
Njemačka	25-50	50-75
Portugal	0-25	0-25
Španjolska	0-25	0-25
Švedska	25-50	0-25
Ujedinjeno Kraljevstvo	0-25	0-25

Izvor: Podaci preuzeti sa Eurostata (2017)

U 2016. godini u sedam država članica (Bugarska, Estonija, Finska, Mađarska, Litva, Poljska i Slovačka) više od 75% njihovog uvoza naftnih proizvoda potječe iz Rusije. Jedanaest država članica (Austrija, Bugarska, Češka, Estonija, Finska, Mađarska, Latvija, Poljska, Rumunjska, Slovačka i Slovenija) uvozi više od 75% ukupnog prirodnog plina iz Rusije. U oba slučaja to su uglavnom zemlje koje su u neposrednoj blizini Rusije. Zemlje s udjelom ispod 25% uvoza iz Rusije u bilo kojem proizvodu daleko su od Rusije s izuzetkom Latvije za naftu.

Iako razvijene EU zemlje također ovise o uvozu energije iz Rusije (npr. Finska i Grčka), njihovi dobavni pravci su diversificirani. Stare EU članice dijele cjevovodnu mrežu koja stvara visoku međusobnu povezanost, jamčeći sigurnost opskrbe u slučaju poteškoća na jednom od uvoznih ruta. Međutim, isto ne vrijedi i za post-tranzicijske EU zemlje, koje još uvijek dobivaju većinu svoje uvozne energije putem tehnološki zastarjelih cjevovoda iz Rusije. Od post-tranzicijskih EU zemalja čak 10 država uvozi više od 50% naftnih proizvoda ili plina iz Rusije (Eurostat, 2017). Post-tranzicijske EU zemlje su više osjetljive na poremećaje protoka energije jer su zbog nedostatka financijskih sredstava u manjoj mogućnosti izgraditi alternativne dobavne pravce (ili luke za LNG) koje bi ih povezale sa zapadnom Europom ili ostatkom svijeta (Neuman, 2008). Kako bi se osigurala sigurnost opskrbe energijom za post-

tranzicijske EU zemlje biti će potrebna daljnja ulaganja s ciljem diversifikacije izvora opskrbe.

EU je usvojila Direktivu 2009/119/EZ o obvezi država članica da održavaju minimalne zalihe sirove nafte i/ili naftnih derivata koja zahtijeva da države članice EU-a drže zalihe nafte kako bi riješile potencijalne nestašice opskrbe. Međutim, EU će morati smanjiti ukupnu upotrebu nafte ako želi smanjiti izloženost gospodarstva rizicima opskrbe naftom, osobito u zemljama s visokim rizikom (Energy Post, 2016).

Različitost dobavljača, prijevoznih ruta i prijevoznih mehanizama te upotreba različitih izvora energije mogu imati važnu ulogu u omogućavanju sigurne opskrbe energijom. Izgradnja pouzdanih partnerstava sa zemljama dobavljačima, provoznim zemljama i zemljama potrošačima smatra se načinom ublažavanja rizika povezanih s energetskom ovisnošću EU-a. Trenutačno postoji niz inicijativa za razvoj plinovoda između Europe i susjeda. To su, među ostalima, Sjeverni tok 2, koji je nadogradnja Sjevernog toka 1 (između Rusije i EU-a preko Baltičkog mora), te Transjadranski plinovod, kojim se Turska povezuje s Italijom preko Grčke i Albanije radi dovođenja plina iz Kaspijskog mora do EU-a (Eurostat, 2017).

Gradnjom Sjevernog toka 2, ukupni kapacitet plinovoda između Rusije i Njemačke iznosio bi oko 55 milijardi kubika plina godišnje (Geopolitika, 2018). Iako se radi tek o nadgradnji i udvostručenju kapaciteta već postojećeg plinovoda Sjeverni tok, navedeni projekt bi mogao redefinirati energetske, ekonomske i geopolitičke odnose u Europi. Deset članica EU (Poljska, Češka, Slovačka, Mađarska, Estonija, Grčka, Latvija, Litva, Bugarska i Rumunjska) te Ukrajina su 2016. godine zatražile zabranu njegove izgradnje. Naime, smatraju da je u suprotnosti s interesima Europe koja se opredijelila za smanjivanje ovisnosti o ruskom plinu te ugrožava njezinu energetsku sigurnost. Naime, direktno spajanje Rusije sa Njemačkom putem cjevovoda bez posrednika omogućilo bi Njemačkoj da postane glavni centar za distribuciju ruskog plina u Europi, dok bi nove članice EU izgubile novac od tranzita preko svog teritorija te bi bile natjerane graditi novu i skupu infrastrukturu prema Njemačkoj. Hrvatska je također nezadovoljna jer LNG Krk gubi na značaju, a država će izgubiti veliki profit. S druge strane, Europska komisija je 2014. godine blokirala realizaciju izgradnje Južnog toka koji je bio planiran za transport ruskog prirodnog plina prema Crnom

moru i Bugarskoj te dalje prema Italiji i Austriji tvrdeći da je protivan zakonodavnoj regulativi, pa je Rusija odustala od izgradnje (Herceg, 2016).

U slučaju zemalja zapadnog Balkana poput Hrvatske i Srbije, veliki dio energetske infrastrukture je oštećen tijekom sukoba vezanih za raspad Jugoslavije 1990-tih. Proces obnove je bio dug i težak te se i dalje odvija. Slijedom toga, te zemlje su kasnije pokrenule energetske reforme od ostalih europskih gospodarstava u tranziciji. Sustavi električne energije u nekim dijelovima regije npr. Albanija i Kosovo još uvijek su krhki i zbog toga niska pouzdanost sustava i niska učinkovitost ometa gospodarski oporavak (IEA, 2008). Međutim, pouzdana i povoljna opskrba energijom ključna je za gospodarski razvoj i socijalnu dobrobit ne samo diljem Zapadnog Balkana već cijele jugoistočne Europe.

S druge strane, očito je da relativno male i fragmentirane države jugoistočne Europe više ne mogu funkcionirati same i graditi samostalnu energetsku politiku. Čak i najveća država regije, poput Turske, koja ima jaku geopolitičku poziciju, treba razviti bliske veze i sudjelovati u energetskoj politici susjednih zemalja, poput Bugarske i Grčke, kako bi unaprijedila vlastite energetske interese. Dakle, osjećaj međuovisnosti postaje neizbježan (Živković, Nuić, 1998).

Zajednička osobina zemalja jugoistočne Europe, a kojima od post-tranzicijskih EU zemalja pripada Hrvatska, Rumunjska, Bugarska i Slovenija, jest da su ključni elementi energetske infrastrukture regije (npr. plinovodi, glavne termoelektrane) izgrađene 1960-ih i 1970-ih, temeljene na zastarjeloj tehnologiji (Živković, Nuić, 1998). Ova koncentracija u dobi i vrsti tehnologije, u kombinaciji s neodgovarajućim održavanjem, sada stvara ozbiljne izazove u smislu nadogradnje infrastrukture. Stoga postoji hitna potreba za potpunim restrukturiranjem i zamjenom stare infrastrukture. Pojedina tržišta posebno su pogođena niskom učinkovitošću rada i stalnim rizikom od tehničkog neuspjeha.

Države jugoistočne Europe su strateški smještene između regija bogatih ugljikovodicima Bliskog istoka i Kaspijskog bazena, uključujući Rusiju, i velikih energetskih zemalja zapadne i srednje Europe. Dakle, regija je dobro pozicionirana

te ima važnu ulogu u tranzitu fosilnih goriva i diversifikaciji opskrbe naftom i plinom, kako unutar same regije tako i za Europu kao cjelinu.

***

Ekonomski rast u post-tranzicijskim EU zemljama tijekom posljednja dva desetljeća, bio je dvostruko veći nego u razvijenim EU zemljama. Međutim, kako bi održale visoke stope rasta i nastavile proces konvergencije s razvijenim gospodarstvima, post-tranzicijske EU zemlje moraju osigurati dugoročno sigurnu, pristupačnu i ekološki prihvatljivu opskrbu energijom (EBRD, 2010). Održiva energija je veliki izazov za post-tranzicijske zemlje. Održiva energija tj. proizvodnja, distribucija i uporaba energije koja budućim generacijama pruža istu priliku za pristup energetskim resursima kao i onu koje uživa trenutna generacija, može se postići samo integracijom ciljeva energetske politike EU, a koji se odnose na povećanje energetske učinkovitosti i OIE te smanjenje emisija stakleničkih plinova. Prema istraživanju Europske banke za obnovu i razvoj (EBRD, 2013.) navedeni ciljevi ne samo da podržavaju dugoročni ekonomski rast već i pridonose povećanju energetske sigurnosti: učinkovitija proizvodnja i potrošnja energije kombinirani s daljnjim razvojem OIE otvaraju put neiscrpnim, domaćim i raznolikim energetskim resursima koji su pristupačni i imaju manji ekološki otisak.

Dok je u razvijenim EU zemljama većina proizvedene energije dobivena iz nuklearnih elektrana i OIE, u post-tranzicijskim EU zemljama više od 50% energije je dobiveno iz krutih goriva. Primarna proizvodnja sirove nafte te plina u EU-11 zemljama pokriva samo 13% njihovih energetskih potreba, a ostalo moraju uvoziti. Od post-tranzicijskih EU zemalja čak 10 država uvozi više od 50% naftnih proizvoda ili plina iz Rusije. Iako razvijene EU zemlje također ovise o uvozu energije iz Rusije, njihovi dobavni pravci su diversificirani. Stare EU članice dijele cjevovodnu mrežu koja stvara visoku međusobnu povezanost, jamčeći sigurnost opskrbe u slučaju poteškoća na jednom od uvoznih ruta. Post-tranzicijske EU zemlje su više osjetljive na poremećaje protoka energije jer su zbog nedostatka financijskih sredstava u manjoj mogućnosti izgraditi alternativne dobavne pravce koje bi ih povezale sa zapadnom Europom ili ostatkom svijeta. Budući da se temeljem usvojenih energetsko-klimatskih paketa u EU očekuje smanjenje potrošnje krutih goriva te povećanje potrošnje OIE, potrebne su značajne promjene u energetskom sustavu što će biti znatno teže za post-tranzicijske EU

zemlje. Kako bi se osigurala sigurnost opskrbe energijom za post-tranzicijske EU zemlje biti će potrebna daljnja ulaganja s ciljem diversifikacije izvora opskrbe.

U provedbi energetske reforme i u uspostavljanju energetskog tržišta post-tranzicijske EU zemlje preuzimaju energetska iskustva, pravila i standarde razvijenih EU zemalja. Međutim, post-tranzicijske EU zemlje nisu uspjele reformirati svoje elektroenergetske sektore na način koji bi im omogućio stabilno i samoodrživo tržište energijom (Sabolić i Grčić, 2010). Mnoge od tih zemalja uglavnom su reformirale zakonodavstvo o električnoj energiji, ali značajni problemi u primjeni tržišnih pravila i načela ostaju neriješeni (Sabolić i Grčić, 2010). Prema EBRD-u (2010) zbog naslijeđa središnjeg planiranja gdje su umjetno niske cijene energije potaknule njezinu veliku potrošnju zajedno s neučinkovitom infrastrukturom, predstavljalo je slabu polaznu točku na putu prema održivoj energiji. U nekim od tih zemalja, nasljeđe središnjeg planiranja s nedostatkom tržišnih signala, oslanjanje na energetski intenzivnu industriju i dalje je prisutno (EBRD, 2013). Osim toga, vrlo je niska razina ulaganja u energetsku infrastrukturu koja nije sposobna podnijeti povećanje proizvodnje energije iz OIE. U mnogim post-tranzicijskim zemljama cijene električne energije su niske, te otežavaju ulaganja u bilo koji novi pogon za proizvodnju energije iz OIE ili drugih izvora energije.

Iako je evidentan trend smanjenja energetske intenzivnosti u svim EU zemljama, jaz između razvijenih i post-tranzicijskih EU zemalja još uvijek postoji. Post-tranzicijske EU zemlje su značajno smanjile energetsku intenzivnost na razinu koja je još uvijek viša od razvijenih EU zemalja. Smanjenje energetske intenzivnosti i povećanje energetske učinkovitosti samo je dio izazova. S rastućim oslanjanjem na fosilna goriva za proizvodnju energije, intenzitet ugljika u industrijskoj proizvodnji također je glavna briga. Prijelaz na OIE neće biti moguć bez poduzimanja dodatnih mjera. Povećanje energetski učinkovitih i čistih kapaciteta za proizvodnju energije ne može se ostvariti bez dodatnih poticaja za njihovu izgradnju.

Dugoročna energetska politika post-tranzicijskih zemalja trebala bi posvetiti posebnu pozornost konkurentnom energetskom sektoru s dugoročno sigurnom opskrbom energijom. Politika sigurnost opskrbe za post-tranzicijske zemlje trebala bi biti sposobna jamčiti dugoročnu dostupnost energije. Problem energetske sigurnosti

trebalo bi riješiti npr. upravljanjem vanjskim odnosima, mjerama energetske učinkovitosti, pripremom odgovora na krizu nafte i plina, kao i optimizacijom korištenja vlastitih izvora energije EU (CEEP, 2010). Za one post-tranzicijske zemlje koje imaju nižu razinu potrošnje energije po stanovniku i često su vrlo ovisne o uvozu s malim mogućnostima diversifikacije (nafta i plina), optimiziranje vlastitih energetskih resursa i zajednički međunarodni stav o energetskim pitanjima može biti ključno.

Značajne razlike između post-tranzicijskih i razvijenih EU zemalja u pogledu buduće dinamike ekonomskog rasta i razvoja, zajedno s razlikama u trenutnim karakteristikama ekonomije, znače da će se te skupine zemalja suočiti sa različitim izazovima za svoje energetske sektore. Sve zemlje trebaju razviti koherentnu politiku kako bi se zajamčila stalna i sigurna opskrba energijom, učinkovito korištenje energije i smanjenje utjecaja energije na okoliš. Sukladno svemu navedenom, može se zaključiti da energetska politika primijenjena u razvijenim EU državama ne može se u potpunosti primijeniti na post-tranzicijske ekonomije.

3.6. Emisije stakleničkih plinova

Potrošnja energije također se dovodi u direktnu vezu sa emisijama stakleničkih plinova. U literaturi je ovaj odnos predstavljen kao inverzna U-krivulja, odnosno kroz hipotezu da ekonomski rast dovodi do povećanja štetnih emisija, sve do kritične točke – kada se rast nastavlja, a emisije opadaju. Nakon dugogodišnjeg opsežnog istraživanja, znanstvena zajednica slaže se da su emisije stakleničkih plinova (GHG) uzrokovane ljudskim utjecajem dominantni uzrok povećanja temperature tijekom proteklih 250 godina (IPCC, 2014). Kao posljedica, u proteklih 132 godine (1880.-2012) srednja globalna temperatura je porasla za oko 0,85 ºC. Emisije stakleničkih plinova posljedica su sagorijevanja fosilnih goriva, krčenja šuma i obrade zemlje u poljoprivredi. Globalna koncentracija ugljičnog dioksida je u razdoblju 1870.- 2011. porasla za 135%. Očekivani porast globalne temperature do 2100. godine je od 1,0ºC do 3,7ºC. Očekuje se da će razina oceana/mora rasti od 26 do 82 cm do 2100. godine (IPCC, 2016).

Direktne posljedice klimatskih promjena su sljedeće (IPCC, 2016):

- porast prosječnih globalnih temperatura - Svjetska meteorološka organizacija je potvrdila da je 2015. bila najtoplija godina otkad postoje mjerenja, a 14 od 15 najtoplijih godina dogodile su se u ovome stoljeću
- porast razine mora i oceana - Prema izvješću IPCC (2016), godišnji porast razine mora/oceana iznosio je 0,19 m u razdoblju 1901.-2010.
- promjene učestalosti i intenziteta oborina - češća pojava poplava ili dugih sušnih razdoblja
- češća pojava klimatskih ekstrema - jaki vjetrovi orkanske snage: uragani i tajfuni.

Kao indirektne posljedice klimatskih promjena sve češće se javljaju požari (zbog toplinskih valova i izostanka oborina) te klizišta terena (zbog dugotrajnih i intenzivnih oborina).

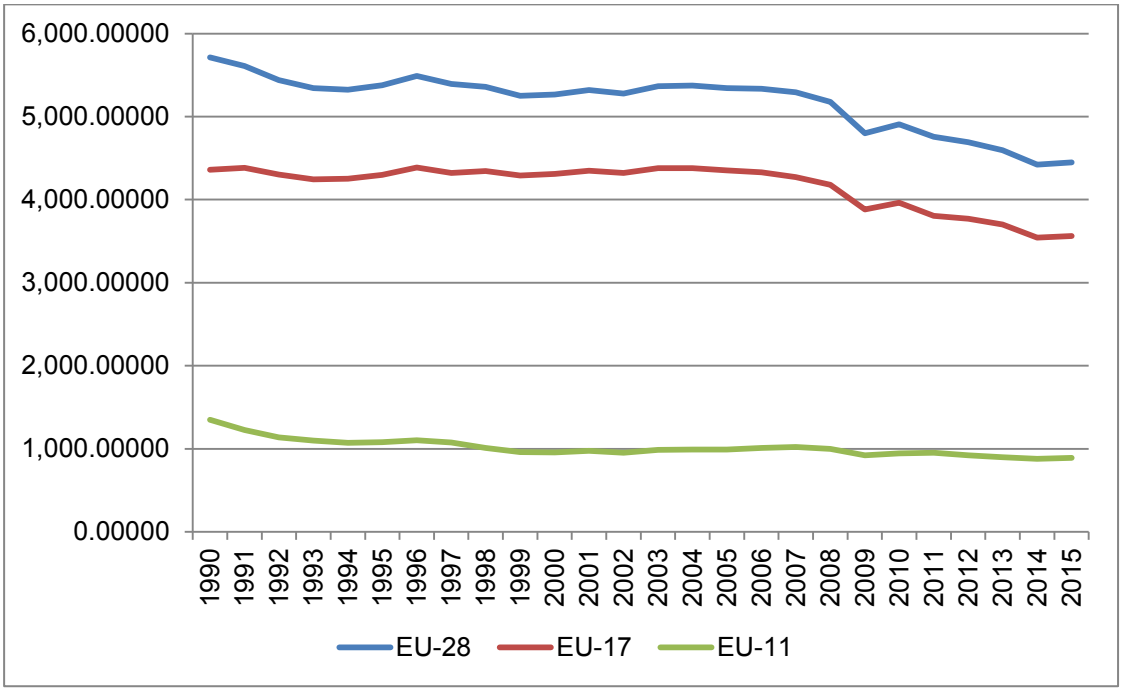
Klimatske promjene su međugeneracijski problem, odnosno ono što se odluči ili učini danas imat će posljedice za sljedeće generacije koje još nisu rođene. Klimatske promjene predstavljaju i etički problem jer postoje brojne nesigurnosti u procjenama štetnih učinaka i troškovima za ublažavanje i prilagodbu klimatskim promjenama. Također postoji veliki rizik u slučaju nedjelovanja na emisije stakleničkih plinova.

Klimatske promjene moguće je ublažiti pomoću sljedećih mjera (Grätz i sur, 2015):

- tehnološka rješenja s kojima se neposredno utječe na smanjivanje emisija stakleničkih plinova - povećanje energetske učinkovitosti, korištenje OIE, zamjena goriva, hvatanje i spremanje ugljičnog dioksida
- pravna ili ekonomska rješenja koja stimuliraju/destimuliraju određeno ponašanje (posredno utječu na smanjivanje emisija) - regulativa i norme, porezi i naknade, utržive dozvole, dragovoljni sporazumi, poticaji i informiranje

Na sljedećem grafikonu prikazano je kretanje emisija stakleničkih plinova u EU-28 te razvijenim i post-tranzicijskim EU zemljama u razdoblju od 1990. do 2015. godine.

Grafikon 14.: Kretanje emisije stakleničkih plinova* u EU-28 u razdoblju 1990-2015



Izvor: Izračunato na temelju podataka iz Eurostata (2017)

* (uključujući međunarodno zrakoplovstvo i neizravni ugljični dioksid, osim LULUCF)

Napomena: EU-17 razvijene EU zemlje, EU-11 post-tranzicijske EU zemlje

Emisije stakleničkih plinova iz EU kontinuirano se smanjuju od 2006. godine. To je djelomično posljedica poboljšane energetske učinkovitosti, rastućih udjela OIE, manjeg korištenja ugljena. Također je i posljedica ekonomske krize i pada gospodarskih aktivnosti jer emisije stakleničkih plinova slijede ekonomski rast i razvoj. U 2016. godini, emisije stakleničkih plinova u EU smanjile su se za 23% u usporedbi s razinama iz 1990. godine (Europska komisija, 2017). Time je EU nadmašila cilj zadan do 2020. godine, a to je smanjenje emisija stakleničkih plinova za 20% u odnosu na 1990. godinu. U 2014. godini najveći udio u ukupnoj emisiji stakleničkih plinova (30%) imale su energetske industrije, nakon čega slijedi sagorijevanje goriva od strane korisnika (25%) te transportni sektor (23%). U usporedbi s 1990. godinom, udio većine izvora se smanjio, međutim, prijevoz se povećao sa 15% u 1990. na 23% u 2014. godini, a poljoprivreda je neznatno porasla (Eurostat, 2017c).

U razdoblju od 1990. do 2015. godine post-tranzicijske EU zemlje smanjile su emisije stakleničkih plinova za 34% dok su razvijene EU zemlje ostvarile smanjenje od 19% što je vidljivo iz sljedeće tablice.

Tablica 8.: Emisije stakleničkih plinova po zemljama u 1990. i 2015. godini (milijun tona ekvivalenata CO_2)

	1990.	2015.	% promjene u 2015 u odnosu na 1990.
EU-28	**5.711,96901**	**4.450,15069**	**77,91%**
Razvijene EU zemlje (EU-17)	**4.361,1**	**3.560,7**	**81,65%**
Austrija	79,70019	81,00049	101,63%
Belgija	148,79163	121,64189	81,75%
Cipar	6,36104	9,18877	144,45%
Danska	70,88739	50,57113	71,34%
Finska	72,14155	57,4869	79,69%
Francuska	555,77148	474,60668	85,40%
Grčka	105,57734	98,60863	93,40%
Irska	57,18332	62,42533	109,17%
Italija	524,11528	442,77762	84,48%
Luksemburg	13,1375	11,68295	88,93%
Malta	2,59886	2,57887	99,23%
Nizozemska	225,39452	206,50556	91,62%
Njemačka	1.262,98832	926,47901	73,36%
Portugal	60,95175	71,91029	117,98%
Španjolska	293,44941	350,4032	119,41%
Švedska	72,99059	55,8858	76,57%
Ujedinjeno Kraljevstvo	809,08666	536,90178	66,36%
Post-tranzicijske EU zemlje (EU-11)	**1.350,8**	**889,5**	**65,85%**
Bugarska	104,37294	62,02112	59,42%
Češka	196,35529	128,02197	65,20%
Estonija	40,51041	18,11485	44,72%
Hrvatska	31,65208	23,8578	75,38%
Latvija	26,36444	11,63321	44,12%
Litva	48,44285	20,34335	41,99%
Mađarska	94,3968	61,63954	65,30%
Poljska	468,50708	387,73285	82,76%
Rumunjska	247,06874	117,81004	47,68%
Slovačka	74,52798	41,41509	55,57%
Slovenija	18,64357	16,90595	90,68%

Izvor: Izračun autorice na temelju podataka Eurostata (2017)

U 2015. godini u zemljama članicama EU-a emisije stakleničkih plinova bile su najviše u Njemačkoj, zatim slijedi Ujedinjeno Kraljevstvo i Francuska. Najveće

smanjenje u odnosu na 1990. godinu zabilježeno je za Litvu, Latviju i Estoniju (- 58%, - 56% i - 55%). S druge strane najveći porast u odnosu na 1990. zabilježen je za Cipar (+ 44%), Španjolsku (+ 19%) i Portugal (+18%). Od jedanaest post-tranzicijskih EU zemalja u njih osam je evidentno smanjenje emisija stakleničkih plinova u 2015. godini za više od 30% u odnosu na 1990. godinu. Navedeno smanjenje je uglavnom zbog uvođenja tržišnih gospodarstava i posljedičnog restrukturiranja ili zatvaranja energetski intenzivnih industrija ili industrija koje su veći onečišćivači.

U kolovozu 2017. stupila su na snagu stroža pravila EU za elektrane, a to znači da najveći onečišćivači imaju rok od četiri godine za ispunjavanje standarda o smanjenju onečišćenja. Novi standardi uključuju strože propise o emisiji dušikovih oksida, sumpor-dioksida, žive i sitnih čestica. Više od 3.000 velikih postrojenja za sagorijevanje morat će se prilagoditi novim pravilima u sljedeće četiri godine i prema trenutnim procjenama vjeruje se da 82% ukupnih EU kapaciteta na ugljen emitira previše štetnih tvari i nisu u skladu s postojećim normama. Nastojanja da se ti onečišćivači primoraju na poštivanje pravila mogla bi stajati energetski sektor i do 15,4 milijarde eura. Prema studiji Europske klimatske fondacije ova ogromna cijena i nesigurna situacija sa ugljenom znači da će onečišćivači ostati bez drugih opcija osim zatvaranja elektrana. U posljednje dvije godine standardi kvalitete zraka su se pokazali kao neprijatelj zemljama članicama EU. Komisija je protiv 12 država pokrenula zakonsku proceduru zbog nesmanjene količine dušikovog dioksida (Croenergo, 2017).

EU je prema Planu prelaska na konkurentno nisko-ugljično gospodarstvo (engl. A Roadmap for Moving to a Competitive Low Carbon Economy in 2050) definirala indikativni cilj smanjenja emisije stakleničkih plinova od 80% do 95% do 2050. (Europska komisija, 2011). Najveći doprinos smanjenju emisija stakleničkih plinova imala bi elektroenergetika od oko 95% smanjenja u 2050. u odnosu na 1990. godinu, zatim zgradarstvo (kućanstva i usluge) oko 90%, pa slijedi industrija (oko 85%) i promet (oko 60%). Električna energija bi trebala odigrati glavnu ulogu u razvoju nisko-ugljičnog europskog gospodarstva te se očekuje veća uporaba električne energije (gotovo bez emisija ugljičnog dioksida) u prometu, kućanstvima i uslugama. Međutim, usprkos povećanju potrošnje električne energije u navedenim sektorima,

zbog povećanja učinkovitosti, stopa rasta potrošnje električne energije ostala bi na razini današnjih stopa rasta.

Tiwari (2011) ističe da promicanje OIE također može biti značajno u smanjenju emisija ugljičnog dioksida. Yamusa i Ansari (2014) istaknuli su da OIE imaju najbolje ekološke karakteristike među svim postojećim energetskim izvorima. Tvrde da OIE osiguravaju uravnotežen gospodarski, društveni i ekološki razvoj. Autori također ističu da se u odnosu na ostale izvore energije jedino pomoću OIE može postići ravnoteža između blagostanja društva i ekologije u cjelini. To je zato što se jedino pomoću OIE može postići zeleni ekonomski rast. Igliński i dr. (2015) su na primjeru Poljske zaključili da povećana uporaba OIE poboljšava energetsku sigurnost, stvara nova radna mjesta i smanjuje emisije. Prijelaz s ugljena na čišća goriva je dug proces koji zahtijeva političku i ekonomsku strategiju, te odgovarajuće zakonske propise, izvore financiranja i operativne resurse. Prije svega važno je uspostaviti uravnoteženu strukturu OIE koja iskorištava lokalne potencijale, a ne usredotočiti se samo na jednu vrstu OIE. Kao posljedica navedenog, smanjit će se negativni učinak globalnih klimatskih promjena na ekonomski rast. Navedeno je moguće primijeniti i u ostalim zemljama EU članicama.

4. PREGLED EMPIRIJSKIH ISTRAŽIVANJA ODNOSA IZMEĐU POTROŠNJE ENERGIJE I EKONOMSKOG RASTA

Budući da izvori energije predstavljaju temeljne resurse i sadržaj nacionalnoga bogatstva svake zemlje, usklađivanje ponude i potražnje za energijom predstavljaju najveći izazov 21. stoljeća. Ovisnost današnjeg društva o energiji najbolje potvrđuju povremeni poremećaji u njezinoj isporuci. Oni uzrokuju zastoje u proizvodnji, velike materijalne gubitke te pojavu kriza čije je rješavanje složeno. Energetska sigurnost predstavlja važnu sastavnicu nacionalne sigurnosti svake zemlje. Dostupnost energije i energetskih izvora od velikog su značenja kako za kvalitetu života ukupnog pučanstva neke zemlje tako i za cjelokupno gospodarstvo i javni sektor.

U ovom poglavlju posebna će se pozornost dati dosadašnjim empirijskim istraživanjima analize odnosa između potrošnje energije i ekonomskog rasta. Posebno će se analizirati utjecaji potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na ekonomski rast te postojanje konvergencije u potrošnji energije između zemalja EU.

4.1. Empirijska istraživanja povezanosti potrošnje energije i ekonomskog rasta

Nepostojanje konsenzusa rezultira li ekonomski rast potrošnjom energije ili je pak energija stimulans ekonomskog rasta, pobudilo je znatiželju i interes među ekonomistima i analitičarima da istraže smjer kauzalnosti između spomenutih varijabli. Iako u modelima ekonomskog rasta eksplicitno nema tzv. energetske varijable (npr. neoklasični i endogeni modeli rasta), u zadnjih 30-ak godina u svjetskoj je znanstvenoj literaturi zastupljeno empirijsko istraživanje kauzalnosti između varijabli energije s jedne strane i ekonomskog rasta s druge strane. Otkako su Kraft i Kraft još 1978. godine inicirali empirijska istraživanja kauzalne povezanosti ekonomskog rasta i potrošnje energije, objavljen je veliki broj radova na tu temu, često i sa suprotnim zaključcima. Empirijski dokazi i dalje su kontroverzni i nejasni. Empirijska istraživanja se međusobno bitno razlikuju i nisu jedinstvena oko preporuke odabira adekvatne politike koja bi se mogla primijeniti.

Jedan od prvih i najčešće citiranih radova je onaj Krafta i Krafta (1978) koji je istražio smjer veze između potrošnje energije i bruto nacionalnog proizvoda (BNP) u SAD-u u razdoblju 1947-1974. te utvrdio smjer veze od BNP-a prema energetskoj potrošnji. Ovo pionirsko istraživanje potaknulo je čitav niz autora da istraže smjer veze između ekonomskog rasta i potrošnje energije.

Prema Udovičić (1998), opskrba energijom preduvjet je ekonomskog rasta i standarda stanovništva. Osim toga, energija utječe na mnoge gospodarske grane, čime razvoj energetike postaje nerazdvojno povezan s rastom i razvojem gospodarstva. Radi dobrog gospodarenja energijom teži se što manjoj potrošnji energije za ostvarivanje jednakih koristi. U suprotnome, nepravodobni razvoj energetike postaje ograničavajući čimbenik ekonomskog rasta jer neopskrbljenost energijom uzrokuje velike poremećaje i znatne gubitke u proizvodnji. Ghali i El-Sakka (2004) dalje navode da mogući učinak potrošnje energije na ekonomski rast ovisi i o strukturi gospodarstva te stupnju ekonomskog razvoja. Tako se primjerice pretpostavlja da će razvijeno (postindustrijsko) gospodarstvo orijentirati svoju gospodarsku strukturu upravo prema uslužnome sektoru koji je energetski manje intenzivan.

Chontanawat i dr. (2006) su analizirali kauzalnu povezanost između potrošnje energije i BDP-a na velikom uzorku zemalja koji obuhvaća članice (30 zemalja) i nečlanice OECD-a (78 zemalja) u razdoblju od 1971. do 2000. godine. Prema rezultatima njihova istraživanja u zemljama članicama OECD-a prevladava smjer kauzalnosti koji ide od potrošnje energije prema BDP-u za razliku od nečlanica OECD-a kod kojih je utvrđen obrnuti smjer kauzalne veze. Ovi rezultati upućuju na moguće implikacije za vođenje ekonomske i energetske politike jer će kod razvijenih zemalja (članice OECD-a) smanjenje potrošnje energije uslijed sve većih zahtjeva za smanjenjem emisije stakleničkih plinova relativno značajno utjecati na usporavanje ekonomskog rasta.

Ipak, Chontanawat i dr. (2008) napominju da analiza kauzalnosti s ukupnom potrošnjom energije predstavlja grubu procjenu uzročne relacije obzirom da zemlje ovisno o stupnju razvijenosti koriste različite energente (nisko kvalitetna, primitivna goriva u zemljama u razvoju naprema visoko kvalitetnim energentima u razvijenim

zemljama). Stoga je potrebno preispitati kauzalnu vezu korištenjem pojedinih oblika energije s ciljem opovrgavanja ili pak dodatne potvrde prethodno dobivenih rezultata.

Iako je postojanje povezanosti između ekonomskog rasta i potrošnje energije opće prihvaćena i zdravorazumska činjenica, kauzalnost tog odnosa nije. Odhiambo (2009) jasno ukazuje da se rezultati ispitivanja kauzalnosti u različitim studijama razlikuju od zemlje do zemlje, od autora do autora, kao i od vremena ispitivanja i pisanja same studije. Razlozi variraju od razlika među samim zemljama, korištenoj statističkoj metodi, ispitivanom vremenskom okviru ili porijeklu skupa podataka, itd. Chen i ostali (2007) ovim razlozima dodaju i različito raspolaganje energijom, povijesne, političke i ekonomske prilike u promatranim zemljama, društvena uređenja, nivo razvoja institucija, različite kulture i primijenjene energetske i ekonomske politike.

U sljedećoj tablici prikazan je pregled istraživanja kauzalnosti između potrošnje energije i ekonomskog rasta unazad desetak godina. Zbog velikog broja provedenih istraživanja, analiza literature u ovom dijelu usredotočena je na literaturu koja obuhvaća EU zemlje.

Tablica 9.: Pregled empirijskih istraživanja kauzalnosti između potrošnje energije i ekonomskog rasta unazad desetak godina

Autori (godina izdanja)	Analizirana država i razdoblje	Primjenjena metoda	Rezultati
Chontanawat i dr. (2006)	30 članica OECD i 78 nečlanica OECD (1971-2000)	Granger test uzročnosti	BDP←ENERGIJA članice OECD BDP→ENERGIJA nečlanice OECD
Lee (2006)	11 zemalja [5] (1960-2001)	Toda-Yamamoto test uzročnosti	mješoviti rezultati kratki rok
Soytas i Sari (2006)	zemlje članice G-7 [6] (1960-2004)	Johansen-Juselius; kointegracija; VEC; GVD	mješoviti rezultati

[5] Belgija (BDP←ENERGIJA), Francuska, Italija i Japan (BDP→ENERGIJA), Kanada (1965-2001; BDP←ENERGIJA), Nizozemska (BDP←ENERGIJA), Njemačka (1971-2001; nema kauzalnosti), SAD (BDP↔ENERGIJA), Švedska (nema kauzalnosti), Švicarska (BDP←ENERGIJA) i Ujedinjeno Kraljevstvo (nema kauzalnosti).

[6] Francuska (1970-2002; BDP←ENERGIJA, dugi rok), Italija i Japan (BDP→ENERGIJA, kratki rok; BDP↔ENERGIJA, dugi rok), Kanada (BDP↔ENERGIJA, kratki i dugi rok), Njemačka (1971-2002; BDP→ENERGIJA, kratki i dugi rok), SAD (BDP←ENERGIJA, kratki i dugi rok) i Ujedinjeno Kraljevstvo (BDP→ENERGIJA, kratki rok; BDP↔ENERGIJA, dugi rok).

Lee i Chang (2007)	24 zemlje [7] (1965-2002)	panel VAR; GMM; IR	BDP↔ENERGIJA (razvijene zemlje) kratki rok
Huang i sur. (2008)	82 zemlje [8] (1972-2002)	panel VAR; GMM	BDP→ENERGIJA **(-)** (zemlje visokog dohotka); BDP→ENERGIJA (zemlje srednjeg dohotka); nema kauzalnosti (zemlje niskog dohotka);
Lee i sur. (2008)	22 zemlje članice OECD-a [9] (1960-2001)	Pedroni; kointegracija; panel VEC	BDP↔ENERGIJA kratki rok
Narayan i Smyth (2008)	članice G-7 [10] (1972-2002)	Pedroni i Westerlund; kointegracija; panel VEC	BDP←ENERGIJA (kratki i dugi rok)
Acaravci, Ozturk (2010a)	15 tranzicijskih zemalja[11] (1990-2006)	panel kointegracija	Potrošnja električne energije ≠ BDP
Belke i sur. (2010)	25 članica OECD [12] (1981-2007)	Johansen-Juselius modificirani test; kointegracija; panel VEC	BDP↔ENERGIJA dugi rok
Lee i Chien (2010)	članice G-7 [13] (1960-2001)	Toda-Yamamotov test uzročnosti; IR; VD	mješoviti rezultati kratki rok
Ozturk i sur. (2010)	51 zemlja [14] (1971-2005)	Pedroni; kointegracija; panel VEC	BDP→ENERGIJA (zemlje nižeg dohotka); dugi rok BDP↔ENERGIJA (zemlje srednjeg dohotka); dugi rok

[7] Australija, Austrija, Belgija, Danska, Finska, Francuska, Irska, Island, Italija, Japan, Kanada, Luksemburg,
Meksiko, Nizozemska, Norveška, Novi Zeland, Njemačka, Portugal, SAD, Španjolska, Švedska, Švicarska,
Turska i Ujedinjeno Kraljevstvo.

[8] Australija, Austrija, Belgija, Danska, Finska, Francuska, Grčka, Irska, Island, Italija, Japan, Kanada, Luksemburg, Nizozemska, Norveška, Novi Zeland, Njemačka, Portugal, SAD, Španjolska, Švedska, Švicarska,
Ujedinjeno Kraljevstvo, Kina, Singapur te Izrael.

[9] Australija, Austrija, Belgija, Danska, Finska, Francuska, Grčka, Irska, Island, Italija, Japan, Kanada, Nizozemska, Norveška, Novi Zeland, Njemačka, Portugal, SAD, Španjolska, Švedska, Švicarska i Ujedinjeno
Kraljevstvo.

[10] Francuska, Italija, Japan, Kanada, Njemačka, SAD i Ujedinjeno Kraljevstvo.

[11] Albanija, Bjelorusija, Bugarska, Češka, Estonija, Latvija, Litva, Makedonija, Moldavija, Poljska, Rumunjska, Rusija, Srbija, Slovačka i Ukrajina

[12] Australija, Austrija, Belgija, Češka, Danska, Finska, Francuska, Grčka, Irska, Italija, Japan, Južna Koreja, Kanada, Luksemburg, Manarska, Meksiko, Nizozemska, Njemačka, Poljska, Portugal, SAD, Slovačka, Španjolska, Švedska i Ujedinjeno Kraljevstvo.

[13] Francuska (BDP→ENERGIJA), Italija (BDP←ENERGIJA), Japan (BDP→ENERGIJA), Kanada (1965-2001;
BDP←ENERGIJA), Njemačka (1971-2001; nema kauzalnosti), SAD (nema kauzalnosti) i Ujedinjeno Kraljevstvo (BDP←ENERGIJA).

[14] Uzorak se sastoji od 14 zemalja niske razine prihoda, 24 zemlje niže-srednje razine prihoda te 13 zemalja višesrednje razine prihoda.

Ozturk i Acaravci (2010)	Albanija, Bugarska, Mađarska i Rumunjska (1980-2006)	ARDL pristup; kointegracija; VEC	BDP↔ENERGIJA dugi rok (Mađarska)
Žiković i Vlahinić-Dizdarević (2011)	10 zemalja [15] (1980-2007) 12 zemalja[16] (1993-2007)	Johansen-Juselius; kointegracija; VEC	mješoviti rezultati kratki i dugi rok
Yildirim i Aslan (2012)	17 članica OECD[17] (1960-2009)	Toda-Yamamotov test uzročnosti (*bootstrap* pristup)	mješoviti rezultati kratki rok
Fuinhas i Marques (2012)	Portugal, Italija, Grčka, Španjolska i Turska (1965-2009)	ARDL model	BDP↔ENERGIJA dugi rok BDP←ENERGIJA (Turska)
Bildirici i Kayıkçı (2012)	9 zemalja [18] (1970-2010)	ARDL model	mješoviti rezultati
Wolde-Rufael (2014)	15 tranzicijskih zemalja [19] (1975-2010)	Panel Grangerov test uzročnosti	mješoviti rezultati
Ahmed i Azam (2016)	119 zemalja 1960-2012	Panel Grangerov test uzročnosti	mješoviti rezultati
Mutascu (2016)	G7 (1970 – 2012)	Panel Grangerov test uzročnosti	mješoviti rezultati
Narayan (2016)	135 (1984 – 2010)	Panel regresijski model	mješoviti rezultati
Saidi i sur. (2017)	53 zemlje (1990-2014)	Panel Grangerov test uzročnosti, VEC	mješoviti rezultati BDP←ENERGIJA (EU - kratki i dugi rok)
Streimikiene i Kasperowicz (2017)	18 EU (1995 – 2012)	FMOLS i DOLS	BDP←ENERGIJA

Napomena:VAR = vektorski autoregresijski model; ARDL model = autoregresijski model s distribuiranim vremenskim pomakom; VEC = vektorski model korekcije pogreške; VD = dekompozicija varijance; GVD = generalizirana dekompozicija varijance; GMM = generalizirana metoda momenata; IR = impulsni odziv

BDP = bruto domaći proizvod po stanovniku; → (pokazuje smjer veze, odnosno utjecaj); ↔ (obostrana povezanost, varijable međusobno utječu jedna na drugu), ≠ (nema povezanosti između varijabli)

Izvor: izrada autorice

[15] Belgija, Danska, Irska, Norveška i Švedska (BDP→ENERGIJA); Austrija, Češka i Slovačka (BDP←ENERGIJA); Finska i Švicarska (nema kauzalnosti).

[16] Hrvatska, Latvija, Litva, Moldavija i Slovenija (BDP→ENERGIJA). Druga grupa zemalja sa smjerom kauzalnosti (BDP←ENERGIJA) obuhvaća Bosnu i Hercegovinu, Bugarsku i Maltu. Kod preostale četiri zemlje (Albanija, Cipar, Estonija i bivša jugoslavenska republika Makedonija) nije utvrđena statistički značajna kauzalnost između potrošnje nafte i ekonomskog rasta.

[17] Australija (1964-2009; BDP→ENERGIJA), Austrija (1971-2009), Danska (1969-2009), Finska (1971-2009), Francuska (1960-2009), Irska (1971-2009; BDP→ENERGIJA), Italija (1971-2009; BDP↔ENERGIJA), Japan (1971-2009; BDP←ENERGIJA), Kanada (1971-2009; BDP→ENERGIJA), Norveška (1972-2009; BDP↔ENERGIJA), Novi Zeland (1971-2009; BDP↔ENERGIJA), Njemačka (1971-2009), SAD (1971-2009), Španjolska (1971-2009; BDP↔ENERGIJA), Švedska (1962-2009), Turska (1970-2009) i Ujedinjeno Kraljevstvo (1971-2009). Kauzalna povezanost izmenu potrošnje energije i ekonomskog rasta u slučaju preostalih devet zemalja ne postoji.

[18] Bugarska i Slovačka (BDP←ENERGIJA), Albanija (BDP→ENERGIJA), Bjelorusija, Češka, Rumunjska Litva, Poljska, i Mađarska (BDP↔ENERGIJA)

[19] Albanija, Bjelorusija, Bugarska, Češka, Latvija, Litva, Makedonija, Moldavija, Poljska, Rumunjska, Rusija, Srbija, Slovačka, Slovenija, Ukrajina

U nastavku će biti detaljnije objašnjeni samo rezultati koji su bitni za zemlje članice EU. Dok su Narayan i Smyth (2008) za zemlje članice G7 pronašli da potrošnja energije utječe na ekonomski rast, Soytas i Sari (2006) su za istu grupu zemalja dobili različite rezultate.

Huang i sur. (2008) su analizirali podatke o odnosu potrošnje energije i ekonomskog rasta u zemljama koje su podijeljene ovisno o visini dohotka. Koristeći GMM sistemski pristup dobili su rezultate da kod zemalja niskog dohotka ne postoji kauzalnost; u zemljama srednjeg dohotka ekonomski rast pozitivno utječe na potrošnju energije, dok u zemljama visokog dohotka ekonomski rast negativno utječe na potrošnju energije. Autori smatraju da u zemljama s visokim dohotkom, dolazi do velikog poboljšanja stanja u okolišu kao rezultat učinkovitijeg korištenja energije i smanjenja oslobađanja ugljičnog dioksida. Međutim, u zemljama srednjeg dohotka, nakon energetske krize, smanjena je energetska učinkovitost te povećane emisije ugljičnog dioksida. Budući da nema dokaza koji ukazuju na to da potrošnja energije dovodi do ekonomskog rasta u bilo kojoj od četiri skupine zemalja, u svim zemljama bi trebalo ojačati politiku očuvanja energije.

Acaravci i Ozturk (2010a) analizirali su dugoročnu vezu te kauzalnost između potrošnje električne energije i ekonomskog rasta u 15 tranzicijskih zemalja koristeći metodu panel kointegracije za razdoblje od 1990–2006. Prema dobivenim rezultatima nije evidentna dugoročna veza između potrošnje električne energije i BDP-a po stanovniku. Ozturk i Acaravci (2010) su dobili iste rezultate za Albaniju, Bugarsku i Rumunjsku dok su za Mađarsku dobiveni rezultati postojanja dugoročne veze između potrošnje energije i BDP-a za razdoblje od 1980-2006.

Ozturk i suradnici (2010) proveli su slično istraživanje na zemljama niskog i srednjeg dohotka, međutim njihovi rezultati su drugačiji. Kod zemalja s niskim dohotkom empirijski rezultati potvrđuju postojanje dugoročne Grangerove kauzalnost koja se kreće od ekonomskog rasta prema potrošnji energije. U zemljama srednjeg dohotka postoji dvosmjerna kauzalnost između ekonomskog rasta i potrošnje energije.

Žiković i Vlahinić-Dizdarević (2011) su analizirali potrošnju nafte i ekonomski rast u u najrazvijenijim zemljama EU i djelu zemalja u tranziciji. U najrazvijenijim EU

zemljama (Belgiji, Danskoj, Irskoj, Norveškoj i Švedskoj) smjer kauzalnosti kreće se od realnog BDP-a prema potrošnji energije te je posljedica visokorazvijenih post-industrijskih društava sa snažnim uslužnim sektorom. U slučaju zemalja u tranziciji (Hrvatska, Latvija, Litva, Moldavija i Slovenija), ovakav smjer kauzalnosti može se povezati s procesom deindustrijalizacije i tranzicijskim jazom koji su rezultirali snažnim padom industrijske proizvodnje i smanjenom industrijskom potražnjom za energijom. Nasuprot tome, ukoliko potrošnja energije uzrokuje ekonomski rast (Austrija, Češka , Slovačka, Bosna i Hercegovina, Bugarska i Malta), znači da država treba angažirati dodatne resurse za subvencioniranje cijena energenata i osiguranje dugoročnih i stabilnih izvora energije za gospodarstvo. U zemljama s ovakvom kauzalnošću, smanjenje potrošnje energije može negativno utjecati na ekonomski rast.

Fuinhas i Marques (2012) su analizirali vezu potrošnje energije i ekonomskog rasta u Portugalu, Italiji, Grčkoj, Španjolskoj i Turskoj u razdoblju od 1965 do 2009. godine. Odabrali su navedene zemlje jer su nedavno prošle kroz razdoblje velikih političkih i/ili ekonomskih promjena. S jedne strane sve su imale državne udare, ali većina ovih zemalja je u drugoj polovici prošlog stoljeća napravila preokret iz autoritarnih prema demokratskim društvima. Grčka je 1981. godine, a Portugal i Španjolska su 1986. godine postale članice Europske zajednice, a zajedno sa Italijom i drugim zemljama osnivači Ekonomske i monetarne unije iz 1999. godine. Njihove ekonomije su imale razdoblja brzog rasta i dugotrajne stagnacije. Također, sve četiri zemlje su energetski jako ovisne o uvozu tako da su bile eksponirane negativnim utjecajima naftnih šokova iz 1973. i 1979. godine. Koristeći granični ARDL model dobiveni su rezultati da su varijable kointegrirane i da je kauzalnost obostrana, tj. postoji povratna veza između potrošnje energije i ekonomskog rasta u svim zemljama, osim u slučaju Turske u kojoj je kauzalnost jednosmjerna i ide od energije prema ekonomskom rastu.

Bildirici i Kayıkçı (2012) su, smatrajući da je struktura intenziteta energije ključna za donošenje odluka o opskrbi energijom i politikama ekonomskog rasta, u radu ispitivali kauzalni odnos između potrošnje energije i ekonomskog rasta po stanovniku za odabrane europske zemlje u tranziciji: Albaniju, Bjelorusiju, Bugarsku, Češku, Mađarsku, Litvu, Poljsku, Rumunjsku i Slovačku primjenom ARDL metode. Dobiveni

su rezultati koji podupiru hipotezu rasta za Bugarsku i Slovačku. Energetske politike usmjerene na poboljšanje energetske infrastrukture i povećanje opskrbe energijom odgovarajuća su opcija za te zemlje jer potrošnja energije povećava ekonomski rast. Međutim, postoje dokazi koji podupiru hipotezu očuvanja za Albaniju u kratkom i dugom roku. Navedeno sugerira da se politika smanjenja potrošnje energije može provesti s malo ili nimalo neželjenih posljedica na ekonomski rast, jer je ekonomija manje ovisna o energiji te ekonomski rast može potaknuti povećanu potrošnju energije. U Bjelorusiji, Češkoj i Rumunjskoj potvrđena je hipoteza povratne veze odnosno postoji dvosmjerni odnos između potrošnje energije i ekonomskog rasta u kratkom i dugom roku.

Wolde-Rufael (2014) je istražio odnos između potrošnje električne energije i ekonomskog rasta u 15 tranzicijskih zemalja za razdoblje 1975.-2010. godine te je pronašao jednosmjernu kauzalnost od potrošnje električne energije do ekonomskog rasta samo u Bugarskoj i Bjelorusiji; od ekonomskog rasta do potrošnje električne energije u Češkoj, Litvi, Latviji i Rusiji; povratnu vezu samo u Ukrajini; a hipotezu neutralnosti u Albaniji, Makedoniji, Moldaviji, Poljskoj, Rumunjskoj, Srbiji, Slovačkoj i Sloveniji. Iako je hipoteza rasta potvrđena u svega dvije zemlje – Bjelorusiji i Bugarskoj – ona je u njima s negativnim koeficijentom elastičnosti (porast potrošnje električne energije negativno utječe na ekonomski rast). Negativni odnos između navedenih varijabli objašnjen je neefikasnim industrijama koje koriste prekomjerne količine električne energije.

Saidi i sur. (2017) su analizirali odnos između potrošnje energije i ekonomskog rasta za 53 zemlje za razdoblje 1990.-2014. koristeći Grangerov test uzročnosti i vektorski model korekcije pogreške. Rezultati uzročnosti pokazuju da postoji dvosmjerna Grangerova uzročnost između ekonomskog rasta i potrošnje energije te između ekonomskog rasta i izravnih stranih ulaganja za sve zemlje u kratkom i dugom roku. Jednosmjerna uzročnost od potrošnje energije do ekonomskog rasta prisutna je u europskim zemljama u kratkom i dugom roku.

Ahmed i Azam (2016) istražili su uzročnu vezu između potrošnje energije i ekonomskog rasta za 119 zemalja u razdoblju 1960-2012. Empirijski rezultati pokazali su da 18 zemalja podupire postojanje povratne hipoteze, 25 zemalja

potvrđuje hipotezu rasta, 40 država ima hipotezu očuvanja, dok 36 zemalja sugerira hipotezu neutralnosti između potrošnje energije i ekonomskog rasta.

Mutascu (2016) je analizirao odnos potrošnje energije i ekonomskog rasta u G7 zemljama u razdoblju od 1970. do 2012. godine. Rezultati su pokazali dvosmjernu uzročnost između potrošnje energije i BDP-a u Kanadi, Japanu i SAD-u. U Francuskoj i Njemačkoj pronađena je jednosmjerna kauzalnost od BDP-a prema potrošnji energije, dok za Italiju i Ujedinjeno Kraljevstvo nije otkrivena uzročnost.

Narayan (2016) je analizirao povezanost između potrošnje energije i ekonomskog rasta za 135 zemalja u razdoblju od 1984. do 2010. godine. Rezultati su pokazali da za zemlje u razvoju (90 zemalja) vrijedi hipoteza očuvanja. Za panel od 32 zemlje nižeg srednjeg dohotka potrošnja energije po stanovniku utječe na realni BDP po stanovniku.

Streimikiene i Kasperowicz (2016.) analizirali su postojanje dugoročne veze između ekonomskog rasta, potrošnje energije, bruto fiksnog kapitala i ukupne zaposlenosti za 18 EU zemalja tijekom razdoblja od 1995. do 2012. godine. Rezultati su pokazali postojanje pozitivne veze između potrošnje energije, bruto fiksnog kapitala i ekonomskog rasta. Energija je bitna odrednica ekonomskog rasta EU zemalja te šokovi u opskrbi energijom će smanjiti proizvodnju.

Inače, zemlje srednje i istočne Europe pokazuju visok nivo neefikasnosti mjeren energetskim intenzitetom – taj odnos između potražnje za energijom i BDP-a je kod njih mnogo viši nego što je prosjek u EU. Za nekadašnja socijalistička ili središnje planirana gospodarstva karakteristično je da očekuju da će potražnja za energijom uvijek rasti, te se u velikoj mjeri oslanjaju na tešku industriju i energetske resurse, dok je cijena energije niska (Cornillie i Fankhauser, 2004). U isto vrijeme, nedostaju poticaji i mehanizmi za uštedu energije i/ili tehnološki napredak. Cornillie i Fankhauser (2004) ističu da u razdoblju ekonomske tranzicije zemalja srednje i istočne Europe dolazi do smanjenja potrošnje energije, što je posljedica slabljenja ekonomskih aktivnosti, dok istovremeno energetski intenzitet raste. U ranim 1990-im godinama, ekonomske reforme u navedenim zemljama započete su s restrukturiranjem privrede i promjenom obrazaca potrošnje. U baltičkim zemljama,

Češkoj, Mađarskoj i Poljskoj ovo je dovelo do realnog pada odnosa primarne energije i BDP-a, odnosno do povećanja efikasnosti i promjene strukture proizvodnje. Veći dio pada potrošnje energije u industriji posljedica je strukturnih promjena, a ne poboljšanja efikasnosti. Efekti ovih strukturnih promjena u industriji, integracija u globalna tržišta i investicije u nove tehnološke procese tek bi mogli značajno promijeniti i unaprijediti energetsku efikasnost u sljedećih dvadeset godina. Ovo je i razlog zašto je znanje o odnosu između potrošnje energije i ekonomskog rasta posebno važno za zemlje u tranziciji.

Međutim, rezultati su nekonzistentni zbog primjene različite metodologije kao i specifičnosti analiziranih zemalja i regija. Zanimljivo je da istraživanja koja primjenjuju istu metodologiju na istoj grupi zemalja dobivaju različite rezultate. Ilustrativni primjer toga su istraživanja koja ispituju vezu između ekonomskog rasta i potrošnje energije u Hrvatskoj. Gelo (2009) je pokazao da u razdoblju od 1953. do 2005. godine BDP utječe na potrošnju primarne energije, odnosno, da porast BDP-a (za 1%) utječe na rast primarne potrošnje energije (0,509%), ali da ne važi obrnuto. Vlahinić-Dizdarević i Žiković (2010) su ispitujući postojanje i smjer kauzalnosti između energije i ekonomskog rasta u razdoblju od 1993. do 2006. koristili bivarijantni model realnog BDP-a i pet energetskih varijabli: proizvodnja primarne energije, potrošnja energije u industriji i domaćinstvima, potrošnja nafte i neto uvoz energije. Njihovi empirijski rezultati jasno potvrđuju postojanje kauzalnosti, dugoročne i kratkoročne, između rasta BDP-a i svih energetskih varijabli. Navedeni se rezultati razlikuju od većine studija koje analiziraju zemlje u razvoju i slični su rezultatima razvijenih, post-industrijskih ekonomija s razvijenim jakim sektorom usluga. Navedeni rezultati istraživanja također odražavaju relativno nisku energetsku intenzivnost što je posljedica tranzicijskog jaza tijekom 1990-ih godina i procesa deindustrijalizacije.

Nekoliko godina kasnije Vlahinić i Jakovac (2014) su analizirali podatke za Hrvatsku za razdoblje od 1952. do 2011. godine te koristeći ARDL metodu primijenili multivarijantni pristup (pored BDP-a i potrošnje energije, uključili su radnu snagu i kapital). Empirijski podaci u potpunosti podržavaju pozitivnu dugoročnu kointegracijsku povezanost između navedenih inputa i BDP-a. Potvrđena je hipoteza rasta u dugom roku te hipoteza povratne veze u kratkom roku. Zaključili su da Hrvatska treba usvojiti mnogo aktivniju ekonomsku politiku koja treba povećati

investicije u instalirane (ili nove) energetske kapacitete, a da u isto vrijeme reformira ekonomsku strukturu prema reindustrijalizaciji i energetski efikasnijim industrijama. Godinu dana ranije, Borozan (2013) je istražila vezu između potrošnje energije i ekonomskog rasta u Hrvatskoj u razdoblju između 1992. i 2010. godine te je utvrdila da je ukupna potrošnja energije Granger kauzalno povezana sa BDP-om (hipoteza rasta). Iste godine je Jakovac (2013) istraživao kauzalni odnos između ekonomskog rasta i potrošnje energije u Hrvatskoj u razdoblju od 1952. do 2010. godine. Upotrebom Chow testa, identificirao je strukturni lom u 1989. godini. Zato je analiza podijeljena na dva poduzorka. Prvi se odnosi na period od 1952. do 1989. godine, dok se drugi odnosi na period od 1993. do 2010. godine. Dobiveni su empirijski rezultati da u slučaju prvog poduzorka postoji povratna veza u kratkom roku i jednosmjerna kauzalnost od potrošnje energije prema ekonomskom rastu u dugom roku. Rezultati analize također ukazuju da nakon strukturnog loma postoji jednosmjerna kauzalnost od rasta BDP-a prema povećanoj potrošnji energije.

Istraživanja koja analiziraju empirijski odnos između potrošnje energije i ekonomskog rasta mogu se klasificirati prema različitim kriterijima. Na primjer; ovisno o primijenjenoj metodologiji Mehrara (2007) razvrstava istraživanja u četiri generacije. Prva generacija istraživanja temelji se na primjeni VAR metodologije i Grangerovog testa uzročnosti. Druga i treća generacija koriste se multivarijantnim metodama analize. Četvrta generacija koristi panel analizu podataka te testove stacionarnosti i kointegracije. Korištene ekonometrijske metode s vremenom su postale sve sofisticiranije.

Tugcu i sur. (2012) klasificiraju navedenu literaturu prema vrsti energije. Prva istraživanja obuhvaćaju radove koji istražuju odnos između (dis)agregirane potrošnje energije i ekonomskog rasta. Radovi druge generacije analiziraju odnos između potrošnje obnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta. Konačno, novi trend u literaturi su analiza učinaka potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na ekonomski rast. U svijetlu novih klimatsko-energetskih politika ovaj novi trend dolazi sve više do izražaja. Zamjena fosilnih goriva sa obnovljivima će se sve više nastaviti i očekuje se da će OIE preuzeti vodstvo u utrci s fosilnim gorivima. Pretpostavlja se da je energetski potencijal OIE ogroman te predstavlja jedan od načina rješavanja problema sve veće potražnje za energijom (Pirlogea i Cicea, 2012).

Kauzalni odnos između ekonomskog rasta i potrošnje energije ima važne posljedice sa teorijskog, empirijskog i političkog aspekta. Provedena istraživanja rezultirala su sa četiri hipoteze:

1. Hipoteza rasta gdje postoji jednosmjerna veza od varijabilnosti potrošnje energije do ekonomskog rasta, odnosno gdje energija ima važnu ulogu u procesu ekonomskog rasta. U ovom scenariju za očekivati je da će se ograničenja u potrošnji energije (eksterni šokovi, porast poreza na potrošnju energenata i njihovih derivata, smanjenje potrošnje zbog zakonskih restrikcija vezanih za životnu sredinu, prije svega emisije ugljičnog dioksida) najvjerojatnije ogledati u usporavanju, stagnaciji ili padu ekonomskog rasta. Potrebno je efektivnije koristiti energiju te restrukturirati gospodarstvo u pravcu razvoja manje energetski intenzivnih sektora. Također, inovativni energetski resursi i/ili tehnologije mogu razdvojiti ekonomske procese od energetskih ograničenja. Također, država bi trebala angažirati dodatna sredstva za subvencioniranje cijena energenata i osiguranje dugoročne i stabilne opskrbe energijom (Vlahinić-Dizdarević i Žiković, 2011).
2. Hipoteza neutralnosti pokazuje da su potrošnja energije i ekonomski rast međusobno neovisni, odnosno da politika smanjenja ili povećanja potrošnje energije neće imati utjecaja na ekonomski rast. U tom slučaju smjernice za smanjenje, odnosno povećanje potrošnje energije neće imati značajan utjecaj na gospodarski rast. Isto tako, promjene realnoga BDP-a neće nužno utjecati na potrošnju energije.
3. Hipoteza očuvanja ilustrira jednosmjernu vezu koja ide od ekonomskog rasta do potrošnje energije, odnosno ekonomski rast uzrokuje potrošnju energije. Navedeni odnos implicira da ekonomski rast jedne zemlje nije ovisan o potrošnji energije te politike ograničavanja potrošnje energije mogu biti primijenjene bez negativnog utjecaja na ekonomski rast. Također, nedostatak energetskih resursa ne bi trebao predstavljati ozbiljnija ograničenja ekonomskom rastu. U takvoj situaciji nositelji politike mogu primjerice poraditi na smanjenju poreznoga opterećenja i privlačenju investitora, ili mogu pak povećati budžetsku potrošnju (Vlahinić-Dizdarević i Žiković, 2011).
4. Hipoteza povratne veze podrazumijeva dvosmjerni odnos između potrošnje energije i ekonomskog rasta. Ova hipoteza sugerira da će svaka promjena u potrošnji energije utjecati na ekonomski rast i obrnuto. U ovom slučaju,

kreatori politike trebaju uzeti u obzir povratni učinak realnog BDP-a na potrošnju energije uslijed provođenja propisa za smanjenje potrošnje energije. Prebacivanje sa neobnovljivih na obnovljive izvore energije može stvoriti poticaj, a ne prepreku gospodarskom rastu (Belke i sur., 2010).

Ukoliko se nositelji ekonomske i energetske politike oslanjanju isključivo na smjer kauzalne veze između ukupne potrošnje energije i ekonomskog rasta postoji opasnost od implementacije proturječnih mjera i programa koji tijekom vremena mogu čak i potisnuti ekonomski rast. Premda bi energetska politika trebala biti sveobuhvatna i što je najbitnije usklađena s ekonomskom politikom mora pri tome uzeti u obzir problematiku međupovezanosti svakog pojedinog oblika energije i realnog BDP-a (Borozan, 2013). Upravo su navedene konstatacije razlog da se u narednom dijelu doktorskog rada napravi pregled empirijskih istraživanja kauzalnosti potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta.

4.2. Pregled istraživanja odnosa potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta

Analiza odnosa između neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta je velika, dok je analiza utjecaja istovremene uporabe različitih izvora energije na ekonomski rast još uvijek vrlo rijetka. Povećana potražnja za energijom, potreba za postizanjem ciljeva održivog razvoja i razmatranje negativnih učinaka neobnovljivih izvora važni su razlozi koji motiviraju zemlje na promicanje obnovljivih izvora energije. Prema istraživanju IRENA (2015b), 164 zemlje prihvatilo je najmanje jedan od ciljeva povećanja obnovljivih izvora energije. Ova činjenica potiče istraživače da integriraju varijablu obnovljive energije prilikom promatranja odnosa između potrošnje energije i ekonomskog rasta. Tako se u posljednjem desetljeću, osobito tijekom 2009.-2016. intenzivira istraživanje odnosa između potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta. Samo u posljednjem desetljeću identificirano je oko 107 studija od kojih je 77% provedeno u razdoblju od 2010 do 2014. godine (Adewuyi, Awodumi, 2017). Do 2009. godine istraživanja su pretežno bila fokusirana na neobnovljive izvore energije. Navedeno se može pripisati njihovoj sve većoj važnosti u transportu i industrijskim aktivnostima u razvijenim zemljama te zemljama u razvoju. Ipak, istraživački interes za potrošnjom neobnovljive energije nastavljen je usprkos postupnom pomaku pozornosti na potrošnju obnovljivih izvora energije.

Između 2015. i 2016. godine oko 12% analiziranih studija usredotočeno je isključivo na potrošnju obnovljivih izvora energije ili na kombinaciju potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije (Adewuyi, Awodumi, 2017). Pojedini istraživači bili su usredotočeni na jedan izvor energije, dok su drugi ispitivali utjecaj različitih izvora energije na ekonomski rast, pri čemu je većina studija primijenila i druge varijable osim potrošnje energije kao što su rad i kapital.

U sljedećoj tablici prikazan je pregled literature gdje su izdvojeni radovi koji su analizirali odnos između potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta. Zbog velikog broja provedenih istraživanja, analiza literature u ovom dijelu biti će usredotočena na literaturu koja se odnosi na EU zemlje.

Tablica 10.: Pregled literature o analizi odnosa između potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta unazad desetak godina

Autori (godina)	Država i razdoblje	Varijable	Metoda	Rezultati
Sadorsky (2009a)	G7 [20] (1980-2005)	BDP, OIE, CO_2, cijena nafte	FMOLS, DOLS i OLS	BDP, CO_2 → OIE u dugom roku
Sadorsky (2009b)	18 zemalja u razvoju [21] (1994-2003)	OIE i BDP	FMOLS, DOLS i OLS	BDP → OIE u dugom roku
Apergis, Payne (2010)	20 OECD [22] (1985–2005)	BDP, OIE, K, L	VECM i Grangerov test uzročnosti	BDP ↔ OIE u kratkom i dugom roku
Apergis, Payne (2011)	16 zemalja[23] (1990-2007)	BDP, OIEel, NREel, K, L,	panel kointegracija	BDP ↔ NREel, OIEel u kratkom i dugom roku
Tiwari (2011)	14 EU[24] Norveška, Švicarska Turska (1965-2009)	BDP, HEC, ugljen, CO_2	vektorska autoregresija panel podataka (PVAR)	(-)NRE,OIE →BDP
Menegaki (2011)	27 EU (1997–2007)	BDP, OIE, CO_2, EMP,	panel ECM	OIE ≠ BDP

[20] Kanada, Francuska, Njemačka, Italija, Japan, Ujedinjeno Kraljevstvo i SAD
[21] Argentina, Brazil, Čile, Kina, Kolumbija, Češka, Mađarska, Indija, Indonezija, Južna Koreja, Meksiko, Peru, Filipini, Poljska, Portugal, Rusija, Tajland, Turska
[22] Australija, Austrija, Belgija, Kanada, Danska, Francuska, Njemačka, Island, Italija, Japan, Luksemburg, Nizozemska, Novi Zeland, Norveška, Portugal, Španjolska, Švedska, Švicarska, Ujedinjenom Kraljevstvu i Sjedinjenim Državama
[23] Brazil, Čile, Kina, Egipat, Mađarska, Indija, Indonezija, Malezija, Meksiko, Maroko, Peru, Filipini, Poljska, Južna Afrika, Tajland i Turska
[24] Austrija, Belgija, Luksemburg, Bugarska, Finska, Francuska, Njemačka, Grčka, Irska, Italija, Portugal, Španjolska, Švedska i Ujedinjeno Kraljevstvo

		EC		
Apergis, Payne (2012)	80 zemalja (1990-2007)	BDP, OIE, NRE, K, L	panel kointegracija	BDP ↔ NRE, OIE u kratkom i dugom roku
Tugcu i sur. (2012)	G7[25] (1980-2009)	BDP, OIE, NRE, K, L, IK, P	ARDL	Mješoviti rezultati
Pirlogea i Cicea (2012)	Španjolska, Rumunjska i EU-27 (1990- 2010)	BDP, OIE, NRE (nafta, plin)	Panel Grangerov test uzročnosti	Mješoviti rezultati
Al-mulali i sur. (2013)	Zemlje razvrstane po dohotku (1980-2009)	OIE, EC, BDP	FMOLS	79% zemalja BDP ↔ OIE u dugom roku 19% zemalja OIE ≠ BDP 2% zemalja BDP → OIE
Apergis, Danuletiu (2014)	80 zemalja (1990-2012)	BDP, OIE, K, L	Canning i Pedroni test uzročnosti	BDP ↔ OIE
Salim i sur. (2014)	OECD (1980-2011)	BDP, OIE, NRE, K, L	VECM	BDP ↔ OIE, NRE
Uçan, Aricioglu i Yucel (2014)	15 EU[26] (1990-2011)	BDP, OIE, NRE, K, R&D, CO_2	panel kointegracija i Grangerov test uzročnosti	NRE →BDP
Jebli i Youssef (2015)	69 zemalja (1980-2010)	BDP, EX, IM, OIE, NRE, K, L	OLS, FMOLS, DOLS	NRE,OIE →BDP
Chang i sur. (2015)	G7[27] (1990-2011)	BDP, OIE	Panel Grangerov test uzročnosti	BDP ↔ OIE
Caraiani i suradnici (2015)	Bugarska, Mađarska, Poljska, Rumunjska i Turska) (1980-2013)	BDP, EC po izvorima	Grangerov test uzročnosti	Mješoviti rezultati
Inglesi-Lotz (2016)	OECD (1990-2010)	BDP, EMP, R&D, K, OIE	OLS	OIE→BDP
Aslan, Ocal (2016)	7 novih EU članica[28] (1990–2009)	BDP, OIE, K, L	ARDL	OIE→BDP (Bugarska, Estonija, Poljska i Slovenija) OIE ≠ BDP (Cipar, Mađarska) BDP → OIE (Češka)
Bhattacharya i sur. (2016)	38 zemalja [29] (1991-2012)	BDP, OIE, NRE, K, L	heterogene metode uzročnosti panela	OIE ≠ BDP NRE →BDP
Ito (2017)	42 razvijene	BDP, OIE,	GMM, PMG	(-)NRE,OIE →BDP

[25] Kanada, Francuska, Njemačka, Italija, Japan, Ujedinjeno Kraljevstvo i SAD

[26] Austrija, Belgija, Danska, Njemačka, Irska, Grčka, Španjolska, Francuska, Italija, Luksemburg, Nizozemska, Portugal, Finska, Švedska i Ujedinjeno Kraljevstvo

[27] Kanada, Francuska, Njemačka, Italija, Japan, Ujedinjeno Kraljevstvo i SAD

[28] Bugarska, Estonija, Poljska , Slovenija, Cipar, Mađarska, Češka

[29] Austrija, Belgija, Brazil, Bugarska, Kanada, Čile, Kina, Češka, Danska, Finska, Francuska, Njemačka, Grčka, Indija, Irska, Izrael, Italija, Nizozemska, Norveška, Peru, Poljska, Portugal, Rumunjska, Slovenija, Južna Afrika, Španjolska, Švedska, Tajland, Turska, Ukrajina, Ujedinjeno Kraljevstvo i SAD

	zemlje[30] (2002-2011)	NRE, CO_2		
Koçak, Şarkgüneşi (2017)	9 crnomorskih i balkanskih zemalja [31] (1990-2012)	BDP, OIE, K, L	panel kointegracija	OIE→BDP (Bugarska, Grčka, Makedonija, Rusija i Ukrajina) BDP ↔ OIE (Albanija, Gruzija i Rumunjska) OIE ≠ BDP (Turska)
Šimelytė, Dudzevičiūtė (2017)	28 EU (1990-2012)	BDP, OIE, K, L, trgovina	korelacija	OIE→BDP (12 zemalja), OIE ≠ BDP Luksemburg, Portugal BDP → OIE (Češka, Mađarska, Latvija, Litva, Rumunjska, i Španjolska)

Napomena: ARDL = autoregresijski model s distribuiranim vremenskim pomakom, FMOLS = Modificirana metoda najmanjih kvadrata; DOLS = Dinamička metoda najmanjih kvadrata; ECM = model korekcije grešaka, VECM = vektorski autoregresijski model korekcije grešaka; OLS = metoda najmanjih kvadrata; BDP = bruto domaći proizvod po stanovniku; OIE= potrošnja obnovljivih izvora energije; NRE = potrošnja neobnovljivih izvora energije, K = kapital; L = rad; EC = potrošnja ukupne energjie, EMP = zaposlenost; R&D = istraživanje i razvoj, CRES = udio obnovljivih izvora u ukupnoj proizvodnji energije; CO_2 = Emisije ugljičnog dioksida; OIEel, NREel = potrošnja električne energije iz obnovljivih i neobnovljivih izvora energije, IK = intelektualni kapital, P = patenti; EX = izvoz; IM = uvoz
→ (pokazuje smjer veze, odnosno utjecaj); ↔ (obostrana povezanost, varijable međusobno utječu jedna na drugu), ≠ (nema povezanosti između varijabli)
Izvor: izrada autorice

Sadorsky (2009a) je koristio metodu vektorske autoregresije za analizu odnosa između potrošnje obnovljivih izvora energije, ekonomskog rasta, cijena nafte i emisija ugljičnog dioksida u G7 skupini zemalja u razdoblju 1980-2005. Otkrio je da su u dugom roku povećanje realnog BDP-a po stanovniku i povećanje emisija ugljičnog dioksida po stanovniku glavni pokretači povećanja potrošnje obnovljivih izvora energije po stanovniku. Rast cijena nafte ima manji negativan utjecaj na potrošnju obnovljivih izvora energije. Kratkotrajna odstupanja od dugoročne ravnoteže traju od 1,3 godine (Francuska) do 7,3 godina (Japan). Dugoročne elastičnosti procijenjene pomoću FMOLS modela pokazuju da povećanje realnog BDP-a po osobi za 1% povećava potrošnju obnovljivih izvora energije za 8,44%, a 1% povećanje emisija ugljičnog dioksida po osobi povećava potrošnju obnovljivih izvora energije za 5,23%. Slične rezultate Sadorsky (2009b) je dobio i za 18 zemalja u razvoju. Otkrio je da 1%

[30] Bosna i Hercegovina, Brazil, Bugarska, Čile, Kina, Kolumbija, Kostarika, Hrvatska, Kuba, Dominikanska Republika, Ekvador, Egipat, Gabon, Mađarska, Indija, Indonezija, Iran, Irak, Jamajka, Jordan, Kazahstan, Libanon, Makedonija, Malezija, Mauricijus, Meksiko, Moldavija, Maroko, Panama, Poljska, Rumunjska, Rusija, Južna Afrika, Tajland, Tunis, Turska, Urugvaj, Uzbekistan i Venecuela.
[31] Albanija, Bugarska, Gruzija, Grčka, Makedonija, Rumunjska, Rusija, Turska i Ukrajina

povećanje realnog BDP-a uzrokuje oko 3,5% povećanje potrošnje obnovljivih izvora energije po stanovniku u promatranim zemljama. Međutim vremenski raspon dostupnih podataka za zemlje G7 mnogo je dulji nego za zemlje u razvoju

Apergis i Payne (2010) analizirali su odnos između potrošnje obnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta za 20 OECD zemalja u razdoblju 1985-2005. Panel kointegracijski test pokazao je dugoročni ravnotežni odnos između realnog BDP-a, potrošnje obnovljivih izvora energije, realnih bruto investicija u fiksni kapital te radne snage. Rezultati Grangerove uzročnosti pokazuju dvosmjernu povezanost između potrošnje obnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta u kratkom i dugom roku.

Apergis i Payne (2011) su istražili odnos između potrošnje električne energije iz obnovljivih i neobnovljivih izvora i ekonomskog rasta za 16 tržišta u nastajanju tijekom razdoblja od 1990. do 2007. godine. Panel kointegracijskim testovima dokazali su da postoji dugoročni ravnotežni odnos između realnog BDP-a, potrošnje električne energije iz obnovljivih i neobnovljivih izvora, bruto investicija u fiksni kapital i radne snage. Rezultati modela otkrivaju jednosmjernu uzročnost od ekonomskog rasta do potrošnje električne energije iz obnovljivih izvora u kratkom roku te dvosmjernu uzročnost u dugom roku. Nadalje, postoji dvosmjerna uzročnost između potrošnje električne energije iz neobnovljivih izvora i ekonomskog rasta u kratkom i dugom roku.

Tiwari (2011) je analizirao utjecaj potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na ekonomski rast u 14 EU članica te Norveškoj, Švicarskoj i Turskoj za razdoblje 1965.-2009. primjenjujući vektorsku autoregresiju panel podataka (PVAR). Pronašao je da, dok stopa rasta potrošnje neobnovljivih izvora energije ima negativan utjecaj na ekonomski rast, stopa rasta potrošnje obnovljivih izvora energije ima pozitivan utjecaj.

Menegaki (2011) je uz pomoć panel podataka, koristeći model slučajnih efekata te panel kointegraciju, analizirao vezu između gospodarskog rasta i potrošnje obnovljivih izvora energije u 27 EU zemalja u razdoblju 1997.-2007. U model je također uključio neposrednu potrošnju energije, emisije stakleničkih plinova i zaposlenost kao nezavisne varijable. Rezultati nisu potvrdili povezanost između

potrošnje obnovljivih izvora energije i BDP-a, iako je utvrđena kratkotrajna veza između potrošnje obnovljivih izvora energije, emisija stakleničkih plinova i zaposlenosti.

Apergis i Payne (2012) su koristeći metodu panel kointegracije ispitali odnos između potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije i gospodarskog rasta za 80 zemalja u razdoblju 1990-2007. Pomoću agregatne funkcije proizvodnje stavili su u odnos BDP, rad, kapital i potrošnju obnovljivih i neobnovljivih izvora energije. Pronašli su dvosmjernu povezanost između potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta u kratkom i dugom roku.

Tugcu i sur. (2012) ispitali su odnos između obnovljivih i neobnovljivih izvora energije te ekonomskog rasta u G7 zemljama u razdoblju 1980-2009. Koristili su autoregresijski model s distribuiranim vremenskim pomakom (skraćeno: ARDL pristup). Njihovi rezultati upućuju na hipotezu neutralnosti za Francusku, Italiju, Kanadu i SAD, dvosmjernu uzročnost u slučaju Engleske i Japana, te jednosmjernu uzročnost koja ide od ekonomskog rasta do potrošnje obnovljivih izvora energije u slučaju Njemačke.

Pirlogea i Cicea (2012) su istražili odnos ekonomskog rasta i potrošnje energije u Španjolskoj, Rumunjskoj i Europskoj uniji (EU-27) u razdoblju od 1990.- 2010. godine. Osim ukupne potrošnje energije, analizirali su i neke pojedinačne vrste energije – nafta, plin i obnovljivi izvori energije. Dokazan je dugoročni utjecaj svih vrsta energije na ekonomski rast za EU-27, a za naftu u Španjolskoj i Rumunjskoj. Najvjerojatnije je u pitanju potrošnja u okviru transporta, inače energetski intenzivnog sektora. U Rumunjskoj je također dokazana jednosmjerna kauzalnost od potrošnje energije (nafte, plina i obnovljivih izvora energije) prema ekonomskom rastu. U Španjolskoj su ove dugoročne veze rasta mnogo slabije. Kada se o kratkoročnoj kauzalnosti radi, u Rumunjskoj potrošnja obnovljive energije utječe na ekonomski rast, dok u Španjolskoj potrošnja prirodnog plina utječe na ekonomski rast. Moguće objašnjenje nepostojanja kratkoročne kauzalnosti u EU-27 može se pronaći u raznolikostima zemalja koje čine tu zajednicu, pa je nerealno očekivati njihovo brzo prilagođavanje na isti način.

Al-mulali i sur. (2013) su analizirali podatke o odnosu potrošnje obnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta u zemljama koje su podijeljene ovisno o visini dohotka. Koristeći FMOLS metodu dobili su rezultate da je kod 79% zemalja prisutna pozitivna obostrana veza između potrošnje obnovljivih izvora energije i rasta BDP-a, kod 19% zemalja ne postoji dugoročna veza između navedenih varijabli te kod 2% zemalja je prisutna hipoteza rasta ili očuvanja. Unatoč mješovitim rezultatima u različitim zemljama, rezultati ukazuju da kod zemalja višeg dohotka postoji značajniji obostrani dugoročni odnos između varijabli.

Apergis i Danuletiu (2014) su analizirali odnos između obnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta za 80 zemalja. Empirijski nalazi daju snažan dokaz da je obnovljiva energija važna za ekonomski rast, a isto tako i ekonomski rast potiče veću upotrebu obnovljivih izvora energije.

Salim i sur. (2014) su analizirali dugoročni odnos između industrijske proizvodnje, BDP-a i potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije u zemljama OECD-a između 1980. i 2011. godine. Rezultati pokazuju da postoji dugoročni ravnotežni odnos između potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije, industrijske proizvodnje i gospodarskog rasta. Analiza uzročnosti panela pokazuje dvosmjernu kauzalnost između industrijske proizvodnje i potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije u kratkom i dugom roku. Međutim, postoji dokaz dvosmjernog kratkotrajnog odnosa između rasta BDP-a i potrošnje neobnovljivih izvora energije, kao i jednosmjerne kauzalnosti između BDP-a i potrošnje obnovljivih izvora energije u kratkom roku.

Uçan, Aricioglu i Yucel (2014) su analizirali odnos između potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta za 15 EU zemalja u razdoblju 1990-2011. Panel kointegracijski test pokazao je dugoročnu vezu između realnog BDP-a, potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije, emisija stakleničkih plinova te istraživanja i razvoja. Rezultati Grangerove uzročnosti pokazuju jednosmjernu vezu između potrošnje neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta. Rezultati pokazuju da povećanje potrošnje obnovljivih izvora dovodi do povećanja realnog BDP-a, a postoji i pozitivan odnos između emisije stakleničkih plinova i realnog BDP-a. Utvrđeno je da potrošnja neobnovljivih izvora energije negativno utječe na realni

BDP. Međutim, kada se analizirao utjecaj disagregirane potrošnje neobnovljivih izvora energija, odnosno prema izvoru energije, smjer veze je različit. Iz prethodne analize, autori zaključuju da potrošnja krutih goriva ne dovodi do gospodarskog rasta, dok potrošnja nafte uzrokuje ekonomski rast, ali uz povećanje emisija ugljičnog dioksida. Autori smatraju da za postizanje cilja od 20% uštede u potrošnji energije, kućanstva i industrija trebaju zamijeniti svoju neobnovljivu potrošnju energije sa obnovljivom energijom, te države moraju više ulagati u sektor obnovljivih izvora energije.

Jebli i Youssef (2015) su pomoću panel kointegracije analizirali vezu između BDP-a, međunarodne trgovine i potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije koristeći podatke za 69 zemalja u razdoblju od 1980. do 2010. godine. U kratkom roku, Grangerovi testovi kauzalnosti pokazuju da postoji dvosmjerna veza između ekonomskog rasta i trgovine te između neobnovljivih izvora energije i trgovine te jednosmjerna veza koja se kreće od potrošnje obnovljivih izvora energije prema trgovini. U dugoročnom razdoblju dokazana je dvosmjerna kauzalnost između potrošnje obnovljive energije i trgovine. Također, u dugom roku potrošnja obnovljivih i neobnovljivih izvora energije i međunarodna trgovina imaju pozitivan i statistički značajan utjecaj na ekonomski rast.

Caraiani i sur. (2015) istražili su vezu između ukupne potrošnje energije, potrošnje energije po izvorima (ugljen, plin, nafta i obnovljivi izvori) te ekonomskog rasta u pet zemalja (Bugarska, Mađarska, Poljska, Rumunjska i Turska) za razdoblje od 1980. do 2013. godine. Odabrali su navedene zemlje jer su tijekom ekonomske krize imale veći pad proizvodnje od ostalih europskih zemalja. Njihovi glavni rezultati su: (1) serije su kointegrirane, tj. postoji dugoročna kauzalnost; (2) identificirana kratkoročna kauzalnost - 1% značajnosti u Mađarskoj (hipoteza očuvanja za obnovljivu energiju), Poljsku (hipoteza očuvanja za plin, a hipoteza rasta za ugljen i ukupnu energiju), Tursku (hipoteza očuvanja za potrošnju ugljena), Rumunjsku (hipoteza rasta za potrošnju ugljena), a sa 10% nivoom značajnosti u Mađarskoj (hipoteza očuvanja za potrošnju plina i hipoteza povratne veze za ukupnu energiju), Rumunjsku (hipoteze rasta za ukupnu energiju, plin i naftu) i Bugarsku (hipoteza povratne veze za obnovljivu energiju); (3) u svim ostalim slučajevima prihvaćena je hipoteza neutralnosti.

Sebri (2015) je istražujući smjer kauzalnosti između potrošnje obnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta zaključio da se dokazani smjerovi razlikuju po tome je li kauzalnost ispitivana u kratkom ili dugom roku. Dakle, instrumenti, odnosno mjere koje se donose u području ekonomske i energetske politike na kratak rok, postaju neodgovarajuće u dugom roku. Grupiranje zemalja na razvijene i zemlje u razvoju nije bio značajan prediktor, pa zbog toga prilikom definiranja instrumenata ili mjera ekonomske i energetske politike, one mogu biti slično djelotvorne i u prvoj i u drugoj grupi zemalja. Rezultati istraživanja koji koriste panel podatke za više zemalja različiti su u odnosu na istraživanja jedne zemlje. Politike definirane na panelima sličnih zemalja pouzdanije su od onih definiranih samo za jednu zemlju. Također, korištenje multivarijantnih nasuprot bivarijantnih modela, agregiranih prema podacima po stanovniku te korištenje panela podataka umjesto vremenskih serija ima značajan utjecaj na dokazivanje hipoteza.

Prema istraživanju Inglesi-Lotza (2016) na primjeru OECD zemalja, rezultati ukazuju da postoji kauzalnost od potrošnje obnovljivih izvora prema ekonomskom rastu.

Aslan i Ocal (2016) su istražili uzročnost između ekonomskog rasta, potrošnje obnovljivih izvora energije, kapitala i rada za nove članice EU u razdoblju od 1990. do 2009. godine pomoću autoregresijskog modela s distribuiranim vremenskim pomakom. Empirijski rezultati dokazuju da potrošnja obnovljivih izvora energije ima pozitivan utjecaj na ekonomski rast za Bugarsku, Estoniju, Poljsku i Sloveniju. Rezultati ukazuju da za Cipar i Mađarsku nema povezanosti, dok u slučaju Češke ekonomski rast uzrokuje potrošnju obnovljivih izvora energije.

Bhattacharya i sur. (2016) istražili su odnos između potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta u 38 država u razdoblju od 1991. do 2012. godine, korištenjem heterogene metode uzročnosti panela Dumitresca i Hurlina. Rezultati su pokazali da je prisutna jednosmjerna kauzalnost od neobnovljivih izvora energije do ekonomskog rasta. Potrošnja obnovljivih izvora energije ima pozitivan utjecaj na ekonomski rast u 57% slučajeva odnosno u zemljama koje su odredile pravila i ciljeve na regionalnoj i lokalnoj razini za bržu implementaciju obnovljivih izvora energije (Austrija, Bugarska, Kanada, Čile, Kina, Češka, Danska, Finska, Francuska, Njemačka, Grčka, Italija, Kenija, Republika

Koreja, Maroko, Nizozemska, Norveška, Peru, Poljska, Portugal, Rumunjska, Španjolska i Ujedinjeno Kraljevstvo).

Koçak i Şarkgüneşi (2017) istražili su odnos između potrošnje obnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta u devet crnomorskih i balkanskih zemalja za razdoblje od 1990. do 2012. pomoću Pedroni i Dumitrescu i Hurlin heterogene tehnike procjene uzročnosti panela. Dobiveni su rezultati da postoji dugoročni pozitivni odnos između potrošnje obnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta. Heterogena analiza uzročnosti panela daje potporu hipotezi rasta u Bugarskoj, Grčkoj, Makedoniji, Rusiji i Ukrajini; hipotezi povratne veze u Albaniji, Gruziji i Rumunjskoj te hipotezi neutralnosti u Turskoj.

Ito (2017) je analizirala vezu između emisije ugljičnog dioksida, potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta koristeći podatke za 42 razvijene zemlje tijekom razdoblja od 2002 do 2011 godine. Prema dobivenim rezultatima potrošnja neobnovljive energije ima dugoročno negativan utjecaj na ekonomski rast, dok potrošnja obnovljive energije pozitivno pridonosi ekonomskom rastu. Također je utvrđeno da postoji zamjenska veza između potrošnje neobnovljivih i obnovljivih izvora energije te da potrošnja obnovljivih izvora energije doprinosi smanjenju emisija ugljičnog dioksida.

Šimelytė i Dudzevičiūtė (2017) su analizirali vezu između potrošnje obnovljivih izvora energije ekonomskog rasta, trgovine, kapitala i rada. Istraživanje je obuhvatilo 28 EU zemalja za razdoblje od 1990. do 2012. godine. Pomoću neoklasične Cobb-Douglasove proizvodne funkcije dobiveni rezultati ukazuju da potrošnja obnovljivih izvora energije povećava ekonomski rast u 12 zemalja. Hipoteza neutralnosti potvrđena je u 2 zemlje, dok je hipoteza očuvanja dokazana u 6 zemalja. Najslabije veze između potrošnje obnovljivih izvora energije i ostalih faktora uočene su u slučaju Luksemburga.

***

Pregledom empirijskih istraživanja može se zaključiti da ne postoji konsenzus o postojanju ili smjeru veze između potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta. Payne (2010a, 2010b) i Ozturk (2010) u svojim studijama zaključuju da se nedostatak navedenog konsenzusa glede smjera kauzalne veze

može pripisati heterogenosti u klimatskim uvjetima, različitim obrascima proizvodnje i potrošnje energije, strukturi i stupnju ekonomskog rasta i razvoja određene zemlje (različita politička i ekonomska povijest, političko i institucionalno uređenje, kulturološke razlike), različitim ekonometrijskim metodama te vremenskom periodu na koje se istraživanje odnosi, u pojedinoj zemlji ili grupi zemalja. Mehrara (2007) zaključuje da ovisno o odabranoj metodologiji, zemlji te vremenskom razdoblju, konačni rezultat o postojanju i samome smjeru kauzalnosti između potrošnje pojedinih izvora energije i ekonomskog rasta i dalje ostaje empirijski nedostižna i kontroverzna tema.

Iako se potrošnja obnovljivih izvora energije razlikuju po državama, želja za povećanjem njihova korištenja postavlja pitanje je li prisutna konvergencija u potrošnji obnovljivih izvora energije po stanovniku u EU. Slijedom navedenog u narednom dijelu doktorskog rada napravljen je pregled empirijskih istraživanja o konvergenciji između EU zemalja u pogledu potrošnje energije.

4.3. Pregled istraživanja konvergencije u stopi rasta potrošnje energije

Literatura o konvergenciji uglavnom je usredotočena na konvergenciju dohotka. Međutim, nedavno se pojavilo nekoliko studija u kojima se empirijski istražuje konvergencija potrošnje energije po stanovniku. Konvergencija se pojavljuje ako zemlje s niskom potrošnjom energije sustižu zemlje s većom potrošnjom energije. Iznimno je važno korištenje potrošnje energije po stanovniku u ispitivanju konvergencije energije jer ukazuje ne samo dolazi li do konvergencije, već motivira na proučavanje razloga konvergencije ili potencijalnih uzroka divergencije. Budući da je energija važan, ali ne i besplatan faktor u proizvodnom procesu, važno je znati koristi li se na učinkovit i održiv način. Štoviše, budući da potrošnja energije uzrokuje emisije stakleničkih plinova (Le Pen i Sevi, 2010), a klimatske promjene i nedostatak energije su glavni izazovi današnjice, razumijevanje procesa konvergencije energije može doprinijeti razvoju politike održive potrošnje energije i naporima za smanjenje emisija ugljičnog dioksida.

U kontekstu potrošnje energije, β-konvergencija nastaje kada potrošnja energije raste brže u zemljama koje karakteriziraju niske razine potrošnje energije u

usporedbi sa zemljama koje karakteriziraju visoke razine potrošnje energije. σ-konvergencija nastaje kada se disperzija potrošnje energije među zemljama tijekom vremena smanjuje. Ako potrošnja energije po stanovniku teži ravnotežnom stanju u dugom roku, odstupanja od ravnoteže su prolazna i na kraju će se smanjiti. Naprotiv, ako kretanje potrošnje energije po stanovniku ima karakteristike histereze, odstupanja od njih uzrokovana egzogenim šokom / inovacijama na energetskim tržištima imat će trajni učinak na njih (Payne i dr., 2016). Znanje o tome imaju li kretanje potrošnje energije po stanovniku prolazni ili trajni učinak, od velike je važnosti za kreatore politike.

Rana istraživanja o konvergenciji energije usredotočena su primarno na energetsku intenzivnost ili energetsku produktivnost. Energetska intenzivnost se definira kao omjer potrošnje energije i BDP-a, dok je energetska produktivnost omjer proizvodnje u odnosu na potrošnju energije. U sljedećoj tablici prikazan je pregled istraživanja gdje su izdvojeni radovi koji su analizirali prisutnost konvergencije energije unazad dvadesetak godina, a obuhvaćaju EU zemlje.

Tablica 11.: Pregled literature o analizi konvergencije energije u EU zemljama unazad dvadesetak godina

Autori (godina izdanja)	Analizirana država i razdoblje	Primjenjena metoda	Rezultati
Mielnik i Goldemberg (2000)	41 zemlja (1971-1992)	vizualni pregled kretanja	18 industrijaliziranih zemalja smanjenje energetske intenzivnosti, 23 zemlje u razvoju porast energetske intenzivnosti
Markandya i sur. (2006)	EU12 i prosjek EU15 (1992-2002)	beta i sigma test konvergencije	energetska intenzivnosti EU12 značajno konvergira prema prosjeku EU15
Ezcurra (2007)	98 zemalja (1971-2001)	sigma i gamma test konvergencije	konvergencija energetske intenzivnosti se usporila / zaustavila od 1980-ih
Robinson (2007)	9 EU (1978-2003)	beta test konvergencije	konvergencija cijena električne energije
Maza i Villaverde (2008)	98 zemalja (1980-2007)	beta i sigma test konvergencije	konvergencija potrošnje električne energije
Liddle (2010)	111 zemalja (1971- 2006) 134 zemlje	beta i sigma test konvergencije	OECD i euroazijske zemlje kontinuirana konvergencija; Latinska

	(1990-2006)		Amerika i Karibi te Bliski Istok i Sjeverna Afrika ne pokazuju prisutnost konvergencije energetske intenzivnosti.
Le Pen i Sevi (2010)	97 zemalja (1971-2003)	test stacionarnosti	nema konvergencije energetske intenzivnosti, za EU neusklađenost manja
Liddle (2012)	28 OECD (1960-2006)	beta, sigma i gamma test konvergencije	konvergencija energetske intenzivnosti
Hajko (2012)	EU-27 (1990-2008)	beta i sigma test konvergencije	konvergencija energetske intenzivnosti kod novih EU članica; kod EU15 zemalja nije prisutna konvergencija
Kula i sur. (2012)	23 OECD (1960-2005)	Lagrangeov multiplikator (LM) sa strukturnim prekidima	konvergencija potrošnje električne energije
Mohammadi i Ram (2012)	108 država (1971-2007)	beta i sigma test konvergencije	slaba konvergencija u potrošnji energije po stanovniku, jača konvergencija u potrošnji električne energije po stanovniku
Herrerias (2012)	83 zemlje (1971- 2008)	cluster konvergencija	zemlje u razvoju konvergiraju pri većem stupnju energetske intenzivnosti; razvijene zemlje dvije konvergentne grupe; jedna na najnižoj razini energetske intenzivnosti, a druga s višim razinama energetske intenzivnosti.
Zhang i Fan (2013)	28 zemalja (1998-2008)	beta i sigma test konvergencije	konvergencija energetske intenzivnosti
Meng i sur. (2013)	25 zemalja OECD (1960-2010)	Lagrangeov multiplikator i RALS-LM test stacionarnosti	konvergencija u potrošnji energije po stanovniku za većinu zemalja OECD-a.
Reboredo (2015)	39 razvijenih zemalja i tržišta u nastajanju (1990-2010)	test stacionarnosti, prosječni procjenitelj grupe (MG) i združeni procjenitelj grupe (PMG)	konvergencija udjela OIE u ukupnoj proizvodnji energije kod manjeg broja zemalja sa značajnim rastom u sektoru OIE
Fallahi i Voia (2015)	25 zemalja OECD (1960-2012)	test stacionarnosti	13 od 25 zemalja OECD-a pokazuju prisutnost konvergencije u potrošnji energije
Kim (2015)	109 zemalja (1971-2009)	cluster konvergencija	109 zemalja približava zajedničkom stohastičkom trendu u energetskoj intenzivnosti, dok se

			potrošnja električne energije po stanovniku bolje objašnjava višekratnim modelom

Izvor: izrada autorice

Mielnik i Goldemberg (2000) su među prvima istražili konvergenciju energetske intenzivnosti za 41 zemlju u razdoblju od 1971. do 1992. godine. Njihova analiza pokazuje da zemlje u razvoju i industrijalizirane zemlje konvergiraju zajedničkoj razini potrošnje energije i to 18 industrijaliziranih zemalja pokazuje smanjenje energetske intenzivnosti, dok 23 zemlje u razvoju prate rastući put energetske intenzivnosti.

Markandya i sur. (2006) istražili su konvergenciju energetske intenzivnosti u dvanaest zemalja istočne Europe prema prosjeku EU15 za razdoblje 1992-2002. Njihov zaključak je da energetska intenzivnost značajno konvergira prema prosjeku EU15. Najbržu stopu konvergencije imale su Češka, Bugarska, Hrvatska i Turska.

Ezcurra (2007) je analizirao konvergenciju energetske intenzivnosti u 98 država tijekom 1971-2001 pomoću neparametrijskih metoda. Dobiveni rezultati dokazuju prisustvo ograničene konvergencije koja se usporila / zaustavila od 1980-ih godina.

Robinson (2007) je pomoću β-konvergencije analizirao u kojoj mjeri konvergiraju cijene električne energije za devet europskih zemalja u razdoblju 1978-2003. Njegovi rezultati podupiru hipotezu konvergencije za većinu zemalja u uzorku.

Maza i Villaverde (2008) su na uzorku od 98 zemalja analizirali razlike u potrošnji električne energije po stanovniku u kućanstvima u razdoblju 1980-2007. Pomoću β i σ testa konvergencije utvrdili su da postoji proces konvergencije potrošnje električne energije između zemalja, te su utvrdili da se tijekom vremena promijenio oblik distribucije. Autori navode sljedeće razloge smanjenja nejednakosti: brze ekonomske promjene pojedinih zemalja u razvoju; politika smanjenja potrošnje energije koju provodi većina razvijenih zemalja nakon prvog naftnog šoka te rast svijesti o pitanjima održive energije u bogatim zemljama. Bez obzira na navedeno, zaključeno je da će velike razlike među zemljama u potrošnji električne energije po stanovniku biti prisutne i u dugom roku.

Zachmann (2008) je analizirao hipotezu da je proces restrukturiranja u europskom elektroenergetskom sektoru doveo do zajedničkog europskog tržišta električne energije. Analiza glavnih komponenti (PCA) veleprodajnih cijena električne energije u razdoblju od 2002. do 2006. ukazala je da ne postoji potpuna integracija tržišta. Za nekoliko parova zemalja prihvaćena je hipoteza o prisustvu slabije konvergencije temeljem jediničnih korijenskih testova (KPSS i ADF). Dokazao je da su napori za razvoj jedinstvenog europskog tržišta električne energije do sada samo djelomično uspješni.

Liddle (2010) je koristio dva velika skupa podataka (111 zemalja u razdoblju od 1971. do 2006. godine i 134 zemlje u razdoblju od 1990. do 2006. godine) kako bi ispitao prisutnost konvergencije energetske intenzivnosti na svjetskoj i regionalnoj razini. Prema dobivenim rezultatima postoje dokazi o konvergenciji energetske intenzivnosti za cijeli svijet, međutim postoje razlike među grupama zemalja. OECD i euroazijske zemlje pokazuju kontinuiranu konvergenciju, dok Sub-Saharske afričke zemlje otkrivaju međusobnu konvergenciju sporiju od OECD-ovih i euroazijskih zemalja. Latinska Amerika i Karibi te Bliski Istok i Sjeverna Afrika ne pokazuju prisutnost konvergencije energetske intenzivnosti. Prema Liddle (2012) energetska intenzivnost u OECD zemljama opada, te postoji snažan stupanj konvergencije među zemljama. Međutim, konvergencija je uvjetovana specifičnim čimbenicima pojedinih zemalja, budući da postoje razlike u individualnim odnosima energije i BDP-a. Ovi rezultati upućuju na ograničenja koja postoje u daljnjem smanjenju energetske intenzivnosti u razvijenim zemljama. Naposljetku, Liddle (2012) smatra da prevladavanje ustrajnih razlika u energetskoj intenzivnosti među zemljama vjerojatno će zahtijevati uvođenje različitih politika, poput poreza na ugljik ili rigorozno ograničavanje emisija ugljičnog dioksida.

Le Pen i Sevi (2010) testirali su konvergenciju energetske intenzivnosti za skupinu od 97 zemalja u razdoblju 1971-2003 primjenom različitih jediničnih korijena i testa stacionarnosti. Njihovi rezultati odbacuju hipotezu konvergencije, ali za europske podskupine smatraju da je neusklađenost manja.

Hajko (2012) je analizirao konvergenciju u energetskoj intenzivnosti u EU-27 u razdoblju 1990-2008 godine pomoću beta i sigma konvergencije. Utvrdio je prisutnost

konvergencije u energetskoj intenzivnosti kod novih EU članica, dok kod razvijenih EU zemalja nije prisutna konvergencija. Zaključio je da se nove članice EU približavaju razini energetske intenzivnosti razvijenih zemalja ali sporijim tempom.

Kula i sur. (2012) su analizirali potrošnju električne energije po stanovniku te utvrdili prisutnost konvergencije za 21 zemlju OECD-a u razdoblju 1960-2005 koristeći Lagrange Multiplier (LM) metodu sa strukturnim prekidima.

Jakob i sur. (2012) su pomoću procjenitelja razlike u razlikama (engl. difference-in-differences) istražili kako se mijenja potrošnja energije ovisno o ekonomskom razvoju u skupini od 30 zemalja u razvoju i 21 razvijenoj zemlji tijekom razdoblja od 1971. do 2005. godine. Za prosječnu zemlju u razvoju rezultati pokazuju da je ekonomski rast praćen sa iznadprosječnim rastom potrošnje većine primarnih energetskih resursa, rastom potrošnje finalne energije u većini sektora te rastom ukupne emisije ugljičnog dioksida. Za industrijalizirane zemlje ekonomski rast je djelomično odvojen od potrošnje energije te su iznadprosječne stope ekonomskog rasta bile praćene većim poboljšanjima u energetskoj učinkovitosti.

Mohammadi i Ram (2012) primjenjuju bezuvjetne i uvjetne testove beta i sigma konvergencije bazirane na kvantilnoj regresijskoj analizi kako bi se ispitala konvergencija ukupne potrošnje energije po stanovniku i potrošnje električne energije po stanovniku u 108 država od 1971. do 2007. godine. Njihovi rezultati daju slabe dokaze o prisutnosti konvergencije u potrošnji energije po stanovniku, ali mnogo jači dokaz o prisutnosti konvergencije u potrošnji električne energije po stanovniku. Konvergencija ukupne potrošnje energije po stanovniku u najvišim i najnižim kvantilima je prilično slaba, dok se konvergencija potrošnje električne energije po stanovniku pojavljuje u najvišem kvantilu, ali ne i u donjem kvantilu. S obzirom na uvjetnu β-konvergenciju, otkrivaju da urbanizacija ima pozitivan i značajan koeficijent koji upućuje da se potrošnja ukupne energije i električne energije povećava kako se urbanizacija povećava. Međutim, za gornji kvantil koeficijent urbanizacije je statistički neznačajan, dok je za donji kvantil pozitivan i statistički značajan.

Herrerias (2012) istražuje konvergenciju energetske intenzivnosti za 83 zemlje u razdoblju od 1971. do 2008. kako bi pokazao prisustvo značajnih razlika u procesu

konvergencije između razvijenih i zemalja u razvoju. Za razvijene zemlje dokazi ukazuju na dvije konvergentne grupe, dok je više konvergencijskih grupa među zemljama u razvoju. Prema dobivenim rezultatima, zemlje u razvoju konvergiraju pri većem stupnju energetske intenzivnosti, dok u razvijenim zemljama postoje najmanje dvije konvergentne grupe; jedna na najnižoj razini energetske intenzivnosti, a druga s višim razinama energetske intenzivnosti. Ovi rezultati ukazuju na potrebu promicanja dodatnih mjera za uštedu energije u uzorku ispitanih zemalja.

Zhang i Fan (2013) ispituje konvergenciju energetske intenzivnosti proizvodnje za 28 istočnoeuropskih i srednjoazijskih zemalja u razdoblju od 1998. do 2008. godine. Rezultati dokazuju prisutstvo konvergencije koja je uvjetovana povećanjem ekonomskog rasta i cijena energije. Daljnja analiza ukazuje na smanjenje energetske intenzivnosti prvenstveno zbog učinkovitije uporabe energije.

Meng i dr. (2013) su analizirali postoji li konvergencija u potrošnji energije po stanovniku u 25 zemalja OECD-a u razdoblju od 1960. do 2010. godine. Koristili su metodu Lagrange-ovih multiplikatora i RALS-LM test stacionarnosti varijabli koji uključuju i do dva strukturna prekida u podacima. Rezultati pokazuju značajnu konvergenciju u potrošnji energije po stanovniku za većinu zemalja OECD-a.

Reboredo (2015) je analizirao konvergenciju udjela obnovljivih izvora energije u ukupnoj proizvodnji energije za 39 razvijenih zemalja i tržišta u nastajanju za razdoblje 1990-2010. Prema dobivenim rezultatima samo manji broj zemalja sa značajnim rastom u sektoru obnovljivih izvora energije pokazuje rezultate konvergencije. Zaključeno je da je potrebna bolja međunarodna suradnja između zemalja kako bi se postigao održivi rast i razvoj.

Fallahi i Voia (2015) proširuju rad Menga i dr. (2013) te Mishra i Smyth (2014) korištenjem intervala povezanih s testovima jediničnog korijena kako bi se istražila prisutnost stohastičke konvergencije u potrošnji energije po stanovniku za 25 zemalja OECD-a tijekom razdoblja 1960. - 2012. godine. Njihovi rezultati pokazuju da 13 od 25 zemalja OECD-a pokazuju prisutnost konvergencije.

Kim (2015) je analizirao prisutnost konvergencije energetske intenzivnost i potrošnje električne energije po stanovniku za 109 zemalja u razdoblju od 1971. do 2009. godine. Rezultati ispitivanja konvergencije pokazli su da se svih 109 zemalja približava zajedničkom stohastičkom trendu u energetskoj intenzivnosti, dok se potrošnja električne energije po stanovniku bolje objašnjava višekratnim modelom. Međutim, za oba pokazatelja postoji tendencija zajedničkog stohastičkog kretanja među 24 industrijske zemlje uz pad raspodjele među zemljama tijekom vremena.

Teixeira i sur. (2014) pronašli su da se europske zemlje približavaju zajedničkoj energetskoj politici, iako neke zemlje, posebno zemlje južne Europe, zaostaju za ostalima. Konkretno, nordijske zemlje su na dobrom putu prema postizanju europskih ciljeva u smislu uštede energije i integracije zelenih energija do 2020. godine. Druge zemlje se suočavaju s brojnim problemima. U Italiji, Španjolskoj i Portugalu razvoj zelenih tehnologija usporava birokracija te nedostatak financijskih sredstava izazvanih međunarodnom financijskom krizom koja je započela 2008. godine.

***

Većina prethodnih istraživanja o energetskoj konvergenciji koncentrirana je na pitanje ukupne potrošnje energije po stanovniku, potrošnje električne energije ili energetske intenzivnosti u kontekstu razvijenih zemalja i zemalja OECD-a. Iz svega navedenog može se utvrditi da nedostaju istraživanja i znanja o postojanju konvergencije u potrošnji obnovljivih i neobnovljivih izvora energije za zemlje EU, posebice post-tranzicijske zemlje i razvijene zemlje EU.

Pitanje energetske konvergencije je važno jer ima utjecaj na održivu potrošnju energije i nastojanja da se smanje emisije ugljičnog dioksida. Mnoge zemlje usvojile su politiku smanjenja energetske intenzivnosti i promicanja energetske učinkovitosti, a istovremeno s ciljem smanjenja emisija ugljičnog dioksida. Navedenom sigurno doprinosi jedinstvena energetska politika EU koja promiče smanjenje energetske intenzivnosti, promovira energetsku efikasnost te primjenu obnovljivih izvora energije.

Navedena istraživanja imaju značajne implikacije za vođenje ekonomske politike, posebice onih mjera koje se tiču državnih potpora, kao i za vođenje energetske

politike, naročito instrumenata i mjera koji utječu na uštedu energije. Naime, u zemljama u kojim potrošnja energije utječe na ekonomski rast, nositelji ekonomske politike mogli bi subvencionirati cijene energije kako bi se spriječilo veliko smanjenje potrošnje energije i na taj način usporavanje ekonomskog rasta. Za ove je zemlje pogotovo važno osigurati stabilne izvore energije i diversificirane dobavne pravce kako bi se smanjila ranjivost i povećala sigurnost energetskog sustava te na taj način osigurala osnova za dugoročno stabilan ekonomski rast (Vlahinić-Dizdarević, Žiković, 2011).

5. EKONOMETRIJSKA ANALIZA UTJECAJA POTROŠNJE OBNOVLJIVIH I NEOBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE NA EKONOMSKI RAST U ZEMLJAMA EU

U ovom dijelu provest će se ekonometrijska analiza utjecaja potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na ekonomski rast u razvijenim zemljama (EU15) i post-tranzicijskim EU zemljama (EU11). Također će se analizirati prisustvo konvergencije u potrošnji energije između post-tranzicijskih i razvijenih zemalja EU. U ovom poglavlju opisat će se podaci korišteni u analizi, ograničenja u korištenim podacima kao i sama metodologija ekonometrijske analize. Na kraju ovog dijela interpretirat će se rezultati novog modela te usporediti s rezultatima istraživanja drugih autora.

5.1. Opis podataka i ograničenja u korištenim podacima

Glavni izvor podataka potreban za ekonometrijsku analizu u ovoj doktorskoj disertaciji čini baza podataka Eurostat iz koje su preuzeti svi podaci vezani za varijable potrošnje energije (potrošnja obnovljivih i neobnovljivih izvora energije). Makroekonomske varijable uključene u analizu preuzete su iz statističke baze podataka Svjetske banke (World Development Indicators). Analiza je provedena na godišnjim podacima za razdoblje od 1990. do 2014. godine za razvijene EU zemlje, a za post-tranzicijske EU zemlje za razdoblje od 1995. do 2014. godine.

Istraživanje je obuhvatilo ukupno 26 EU zemalja i to 15 razvijenih EU zemalja (Austrija, Belgija, Danska, Finska, Francuska, Njemačka, Grčka, Irska, Italija, Luksemburg, Nizozemska, Portugal, Španjolska, Švedska te Ujedinjeno Kraljevstvo) te 11 post-tranzicijskih EU zemalja (Bugarska, Hrvatska, Češka, Estonija, Mađarska, Latvija, Litva, Poljska, Rumunjska, Slovačka, Slovenija). Iz istraživanja su isključene Malta i Cipar zbog nedostatka svih potrebnih podataka.

Bivarijantna analiza podrazumijeva ispitivanje odnosa samo energije i ekonomskog rasta, dok multivarijantna pored spomenutih sadrži i neke dodatne moderatorske varijable. Cilj njihovog uključivanja je rješavanje problema „pristranosti zbog neuključivanja važnih varijabli" (Lütkepohl, 1982) koje su zapravo povezane i s potrošnjom energije i ekonomskim rastom. Stern (1993) naglašava da se pomoću multivarijatne analize mogu izbjeći lažne korelacije te pridonijeti valjanosti testa

uzročnosti. Stern (1999) dodaje i da kapital i rad treba uključiti u model upravo zato što bi se na taj način mogla izračunati precizna korelacija između energije i rasta; u kasnijim istraživanjima (Stern, 2000) pokazuje i da se na taj način može utvrditi veza između energije i drugih faktora proizvodnje. Također, multivarijantna analiza pomaže u otkrivanju indirektnih puteva kojima energija utječe na rast (Lee i Chang, 2008; Stern, 1993). Slijedom navedenog u ovom doktorskom radu analiziran je utjecaj potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije u multivarijantnom modelu proizvodne funkcije, tj. Modleu koji uključuje kapital i rad. Korišteni empirijski podaci su iskazani po stanovniku zbog jednostavnije usporedbe dobivenih rezultata među zemljama. Varijable iskazane po stanovniku usporedive su za velike i male zemlje, te manje osjetljive na teritorijalne promjene. U sljedećoj tablici navedene su korištene varijable u modelu koji se koristi u ovoj disertaciji.

Tablica 12.: Opis varijabli korištenih u modelu

Varijabla	**Opis varijable**	**Izvor podataka**
Zavisna varijabla		
BDP	Realni BDP po stanovniku (iskazan u stalnim cijenama USD 2005)	Svjetska banka
Nezavisne varijable		
OIE	bruto domaća potrošnja obnovljivih izvora energije po stanovniku (energija vjetra, sunčeva energija, hidroelektrane, energija plime, geotermalna energija, biomasa i bio plin) u 1000 toe.	Eurostat
NRE	bruto domaća potrošnja neobnovljivih izvora energije po stanovniku (ukupni naftni derivat, kruta goriva i plin). u 1000 toe	Eurostat
K	investicije u dugotrajnu imovinu po stanovniku (u stalnim cijenama USD 2005)	Svjetska banka
L	udio radne snage u ukupnom stanovništvu (iznad 15 godina)	Svjetska banka

Kao pokazatelj ekonomskog rasta korišteni su podaci za realni BDP po stanovniku preuzet iz baze podataka Svjetske banke. BDP je zbroj bruto dodane vrijednosti svih domaćih proizvođača u gospodarstvu uvećan za sve oporezovane proizvode i

umanjen za sve subvencije koje nisu uključene u vrijednost proizvoda. Izračunava se bez odbitaka za amortizaciju proizvedene imovine ili zbog iscrpljivanja i degradacije prirodnih resursa. Podaci su u stalnim američkim dolarima iz 2005. godine. Zbog razlika u veličini zemlje, njihove ekonomske moći, kratkog vremena promatranja i zbog velikih dinamičkih promjena kroz koje su prolazila gospodarstva europskih zemalja, a posebice post-tranzicijske EU zemlje, prikladnije je koristiti BDP po stanovniku, odnosno promjenu BDP po stanovniku.

Za varijablu kapital korišteni su podaci o investicijama u dugotrajnu imovinu preuzeti iz baze podataka Svjetske banke. Bruto investicije u dugotrajnu imovinu uključuju poboljšanja zemljišta (ograde, jame, kanalizaciju itd); nabavu postrojenja, strojeva i opreme; izgradnju cesta, željeznica i slično, uključujući škole, urede, bolnice, privatne stambene kuće i poslovne i industrijske zgrade. Podaci su u američkim dolarima iz 2005. godine te iskazani po stanovniku. Podaci o broju stanovnika preuzeti su iz baze podataka Svjetske banke.

Iako je sastavni dio Cobb-Douglasove proizvodne funkcije varijabla „kapital“ koja predstavlja razinu fizičkog kapitala, u mnogim radovima, npr. Soytas i Sari (2006), Narayan i Smyth (2008), Apergis i Payne (2010), Apergis i Payne (2011), često se kao zamjenska varijabla koriste podaci o investicijama u dugotrajnu imovinu uz obrazloženje da su promjene u investicijama usko povezane s promjenama razine kapitala.

Za varijablu rad preuzeti su podaci o ukupnoj radnoj snazi iz baze podataka Svjetske banke. Ukupna radna snaga obuhvaća osobe starije od 15 godina, trenutačno zaposlene i nezaposlene. Neplaćeni radnici, obiteljski radnici i studenti često su izostavljeni, a neke zemlje ne broje pripadnike oružanih snaga. Podaci su podijeljeni s brojem stanovnika kako bi se dobio udio radne snage u ukupnom stanovništvu.

Za varijablu ukupna potrošnja obnovljivih izvora energije po stanovniku, iz baze podataka Eurostat preuzeti su podaci o bruto domaćoj potrošnji (engl. gross inland consumption) obnovljivih izvora energije koja obuhvaća energiju vjetra, sunčevu energiju, hidroelektrane, energiju plime, geotermalnu energiju, biomasu i bio plin.

Podaci su iskazani u tisućama tona ekvivalentne nafte te podijeljeni s brojem stanovnika.

Iz navedene baze također su preuzeti podaci o bruto domaćoj potrošnji ukupnih naftnih derivata, krutih goriva i plina kako bi se izračunala potrošnja neobnovljivih izvora energije po stanovniku. Podaci su iskazani u tisućama tona ekvivalentne nafte te podijeljeni s brojem stanovnika.

Za analizu utjecaja potrošnje energije na ekonomski rast, veliki broj istraživanja koristi neo-klasičnu Cobb-Douglasovu proizvodnu funkciju (Ozturk, 2010). Osim toga, nekoliko nedavnih studija integrira potrošnju energije po izvorima (potrošnja obnovljivih i neobnovljivih izvora energije) s proizvodnom funkcijom (Apergis, Payne 2010, 2012; Dogan, 2015; Omri et. al., 2015; Salim i sur., 2014). Ova disertacija analizira utjecaj potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na ekonomski rast za panel podatke i to za razvijene EU zemlje u razdoblju od 1990. do 2014. godine te za post-tranzicijske EU zemlje u razdoblju od 1995. do 2014. godine. U tu svrhu, specificiran je ekonometrijski model zasnovan na Cobb-Douglas proizvodnoj funkciji:

$$BDP_{it} = f(OIE_{it}\ ,\ NRE_{it}\ ,\ K_{it}\ ,\ L_{it}\ ), \qquad (5.1)$$

gdje i označava promatrane zemlje, a t predstavlja vremensko razdoblje. Ostali simboli su objašnjeni u tablici 12. Kako bi bilo moguće procijeniti Cobb-Douglasovu proizvodnu funkciju pomoću linearne regresije te također smanjila heterogenost podataka, sve varijable su izražene u logaritmima.

U sljedećoj tablici prikazana je deskriptivna statistika korištenih varijabli u modelu u razdoblju od 1995. do 2014. godine za razvijene i post-tranzicijske EU zemlje.

Tablica 13: Deskriptivna statistika korištenih varijabli u modelu

		BDP	K	L	NRE	OIE
EU-15	**Aritmetička sredina**	35,585.85	7,786.28	0.47784	0.0033	0.000423
	Medijan	34,290.26	7,366.78	0.487191	0.002951	0.00023
	Maksimum	87,772.69	20,129.89	5.67E-01	0.009488	0.001946
	Minimum	14,245.50	2,095.39	0.382709	1.46E-03	1.77E-05

	Standardna devijacija	13,307.40	3,071.01	0.042345	0.001487	0.000486
	Broj opservacija	375	375	375	375	375
EU-11		**BDP**	**K**	**L**	**NRE**	**OIE**
	Aritmetička sredina	9,211.82	2,381.04	0.476366	0.002207	0.000285
	Medijan	9,046.78	2,317.75	0.4808	0.002073	0.000233
	Maksimum	20,988.24	6,957.00	0.532784	0.004595	0.000812
	Minimum	2,593.42	7.24	0.395401	0.001064	4.89E-05
	Standardna devijacija	4,128.97	1,259.74	0.031543	0.000816	0.000176
	Broj opservacija	220	220	220	220	220

Izvor: Izračun autorice

Srednja vrijednost BDP-a po stanovniku u razvijenim EU zemljama iznosila je 35.585,85 USD, dok je u post-tranzicijskim EU zemljama iznosila 9.211,82 USD što je četiri puta manje. Najveći BDP po stanovniku u razvijenim EU zemljama iznosio je 87.772,69 USD te je ostvaren u Luksemburgu 2007. godine, dok je najniži BDP po stanovniku u post-tranzicijskim EU zemljama iznosio 2.593,42 USD i ostvaren je u Bugarskoj 1995. godine. Prema svim ostalim pokazateljima postoje također velike razlike između razvijenih i post-tranzicijskih EU zemalja. Razvidno je da iako je prosječna potrošnja obnovljivih i neobnovljivih izvora energije po stanovniku u razvijenim EU zemljama za 50% veća u odnosu na post-tranzicijske EU zemlje, prosječni BDP po stanovniku je čak četiri puta veći, a investicije u dugotrajnu imovinu tri puta veće.

5.2. Opis metodologije primijenjene u ekonometrijskoj analizi

Za testiranje validnosti hipoteza, tj. veze između izabranih varijabli korištena je panel analiza. Ekonometrijska analiza panel podataka u makroekonomiji u posljednjih desetak godina postaje sve popularnija s obzirom da se povećava dostupnost podataka koji obuhvaćaju vremenski period od 20 ili više godina. Panel analiza podataka odabrana je zbog svojih prednosti (vidjeti Baltagi, 2005) i to prvenstveno zbog toga što omogućava procjenjivanje parametara modela koji zbog dužine vremenskih nizova ne bi mogli biti izračunati primjenom vremenskih serija, omogućava istovremenu analizu strukture i promjena tijekom vremena, te kontrolu nepromatrane heterogenosti, odnosno varijabli koje utječu na zavisnu varijablu, a koje nisu uključene u analizu. Panel analiza podataka omogućava definiranje i testiranje kompliciranijih ekonometrijskih modela. Podaci strukturirani u obliku panela

kombiniraju dvije temeljne ekonometrijske grane: analizu vremenskih serija i prostorne modele (engl. cross section), pa analiza ovakvih longitudinalnih podataka sadrži više varijabilnosti. To daje veći spektar mogućnosti istraživanja od analize isključivo vremenskih serija ili isključivo prostornih modela (Kennedy, 2008). S druge strane, panel analiza ima svoje nedostatke koji podrazumijevaju izbor adekvatne i dovoljno velike grupe zemalja koja se analizira, uz postojanje zadovoljavajućeg stupnja homogenosti i sličnih kretanja u dugom roku.

Škrabić Perić (2012) dalje navodi kako su prednosti panel analize što omogućava definiranje i testiranje kompliciranijih ekonometrijskih modela. Panel podaci također umanjuju problem multikolinearnosti; naime, dogodi li se da su dvije varijable iste jedinice promatranja snažno korelirane, ali ta korelacija nije izražena između drugih jedinica promatranja, ta korelacija gubi značajnost. Autorica dalje navodi kako panel podaci moraju biti homogeni, tj. jedinice promatranja moraju imati zajednička svojstva. Ukoliko taj uvjet nije ispunjen, rezultati analize neće biti relevantni, odnosno često se niti jedna varijabla ne pokaže statistički značajnom.

Empirijski dio doktorske disertacije temeljen je na korištenju više ekonometrijskih metoda koje vode računa o stacionarnosti i endogenosti relevantnih varijabli u okviru izabranih modela. S obzirom da se analizirao panel od 26 EU država, u analizi su se primijenile najrelevantnije metode statičke i dinamičke panel-regresijske analize. Primarni cilj ocjene modela je testirati na koji način potrošnja obnovljivih i neobnovljivih izvora energije utječe na ekonomski rast odabranih država te utvrditi postojanje procesa konvergencije u potrošnji energije između EU zemalja.

Empirijski dio doktorskog rada bit će prvenstveno baziran na korištenju dviju kvantitativnih metoda potrebnih za korektnu i kompletnu provedbu analize međupovezanosti potrošnje energije i ekonomskog rasta. U prvom koraku primijenit će se statička panel-regresijska analiza koja obuhvaća: združeni model, model s fiksnim učincima i model sa slučajnim učincima. Kako se ne bi zanemarila dinamička priroda procesa, primijeniti će se dinamička panel-regresijska analiza koja obuhvaća sljedeće metode: prosječni procjenitelj grupe i tradicionalni združeni procjenitelj grupe. Zatim će biti navedena metodologija za analizu energetske konvergencije i to

sigma i beta konvergencija. U potpoglavljima koja slijede bit će detaljno opisane prethodno navedene metode.

5.2.1. Statička panel-regresijska analiza

Od statičnih metoda korištene su sljedeće metode: združeni model (engl. pooled ordinary least squares, POLS), model s fiksnim učincima (engl. fixed effect, FE) i model sa slučajnim učincima (engl. random effect, RE).

5.2.1.1. Združeni panel model

Generalno, združeni panel model (POLS) primjenjuje metodu najmanjih kvadrata na ukupnom nizu podataka, odnosno sve promatrane veličine stavljaju se u istu grupu (pool). Združeni model ima samo jedan odsječak (intercept) koji izražava da sve analizirane države imaju jednu te istu konstantu. Združenim panel modelom pretpostavlja se da su sve bitne varijable uključene u model, odnosno da nema preostale nepromatrane heterogenosti (Škrabić Perić, 2012). Združeni model je najjednostavniji panel model, a definira se kao:

$$y_{it} = \alpha + \beta_1 x_{it1} + \beta_2 x_{it2} + \cdots + \beta_k x_{itk} + \varepsilon_{it} \qquad i = 1,..., N;\ t = 1,..., T; \qquad (5.2)$$

pri čemu N označava broj jedinica promatranja, T označava broj razdoblja, x_{itk}, k=1,…K označava vrijednost k–te nezavisne varijable, i–te jedinice promatranja u vremenu t. Parametar α je konstantni član koji je jednak za sve jedinice promatranja i ne mijenja se kroz vrijeme, β_1, β_2,…, β_K su parametri koje treba procijeniti. Slijedom toga, ε_{it} je greška relacije i-te jedinice promatranja u razdoblju t i pretpostavlja se da su ε_{it} nezavisno i identično distribuirane slučajne varijable po jedinicama promatranja i vremenu sa sredinom 0 i varijancom σ^2_ε. Uz to se pretpostavlja da su svi x_{itk} nezavisni sa ε_{it} za sve i, t, k.

Iako izgleda najjednostavniji, združeni model ima i najviše ograničenja. Prema Škrabić Perić (2012), s obzirom da se u panel podacima podaci o jednoj jedinici promatranja ponavljaju kroz više razdoblja, gotovo je nemoguće očekivati međusobnu nekoreliranost grešaka relacije u različitim razdobljima. Nadalje,

nemoguće je očekivati i nekoreliranost grešaka relacije i nezavisnih varijabli. Stoga autorica zaključuje kako bi ovaj model bio prikladan za procjenu kada podaci za jednu zemlju kroz vrijeme ne bi bili korelirani. U suprotnom primjena združenog modela vodi pristranim i nekonzistentnim procjenama. Standardne greške kod združenog modela su podcijenjene jer zanemaruju pozitivnu korelaciju između jedinica promatranja odnosno t-vrijednosti su precijenjene, a p-vrijednosti su podcijenjene. To znači kako se neke varijable mogu pokazati statistički značajnima u modelu iako to nisu. Združeni model, uz sve svoje nedostatke može poslužiti kao dobra osnova za uvod u panel analizu te se iz njega transformacijom mogu dobiti puno napredniji modeli.

5.2.1.2. Model s fiksnim efektom

Model s fiksnim efektom (FE) je jednostavni linearni model u kojem se konstantni član mijenja za svaku i-tu jedinicu promatranja pri čemu je konstantan tijekom promatranog vremena, a definira se kao:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x_{it1} + \beta_2 x_{it2} + \cdots + \beta_k x_{itk} + \varepsilon_{it} \qquad i = 1,..., N;\ t = 1,..., T; \qquad (5.3)$$

pri čemu N označava broj jedinica promatranja, T broj razdoblja, x_{itk}, k=1,…K označava vrijednost k–te nezavisne varijable, i–te jedinice promatranja u trenutku t. Parametar α_i je konstantni član različit za svaku jedinicu promatranja, β_1, β_2,…, β_K su parametri koje treba procijeniti. Parametar ε_{it} označava grešku procjene i-te jedinice promatranja u trenutku t pri čemu se pretpostavlja da su ε_{it} nezavisno i identično distribuirane slučajne varijable po jedinicama promatranja i vremenu sa sredinom 0 i varijancom σ^2_ε. Uz to se pretpostavlja da su svi x_{itk} nezavisni sa ε_{it} za sve i, t, k.

Kod modela s fiksnim učincima ispituju se individualne razlike u konstantama, pretpostavljajući iste nagibe i konstantnu varijancu kroz grupe. Budući da je individualni specifični učinak dio konstante, on smije biti koreliran s drugim regresorima. Kod ove metode svaka država ima zasebni, specifični, individualni odsječak, odnosno vlastitu konstantu koja se pridodaje univerzalnoj, zajedničkoj.

Opravdanost korištenja modela s fiksnim efektom testira se pomoću uobičajenog F-testa. Ispituje se nulta hipoteza o jednakosti konstantnih članova za sve jedinice promatranja. Ukoliko rezultati testa pokazuju da se nulta hipoteza ne odbacuje, zaključuje se da model s fiksnim efektom nije adekvatan u procjeni. Stoga se upućuje na korištenje jednostavnog združenog modela koji ima jednaki konstantni član za sve jedince promatranja. S druge strane, odbacivanjem nulte hipoteze, zaključuje se da je upotreba modela s fiksnim efektom opravdana u procjeni parametara definiranog modela.

5.2.1.3. Model sa slučajnim efektom

Model sa slučajnim efektom (RE) podrazumijeva jednostavni linearni model u kojem vrijede pretpostavke da su jedinice promatranja odabrane na slučajan način te da su razlike između jedinica promatranja slučajne. Sukladno navedenom, model sa slučajnim učinkom može se izraziti kao:

$$y_{it} = \mu + \beta_1 x_{it1} + \beta_2 x_{it2} + \cdots + \beta_k x_{itk} + (\alpha_i + \varepsilon_{it}) \qquad i = 1,..., N;\ t = 1,..., T; \qquad (5.4)$$

pri čemu μ označava zajednički konstantni član za sve jedinice promatranja, a α_i slučajni efekt za svaku jedinicu promatranja. Pri tom se u ovom modelu pretpostavlja da su α_i nezavisno i identično distribuirane slučajne varijable po jedinicama promatranja sa sredinom 0 i varijancom σ^2_α, dok su $\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_K$ parametri koje treba procijeniti. Sljedeća pretpostavka se očituje u tome da su ε_{it} nezavisno i identično distribuirane slučajne varijable po jedinicama promatranja i vremenu, sa sredinom 0 i varijancom σ^2_ε. Model sa slučajnim učincima pretpostavlja da postoje specifične individualne karakteristike svake države, ali da su one nasumične („slučajne“) i kao takve čine dio greške, a ne konstante. Dakle, razlike između država ovdje ne leže u konstantama, nego u greškama. Jedna od ključnih razlika između modela fiksnih i slučajnih učinaka jest u korelaciji nepromatrane heterogenosti s regresorima. Ako se smatra da je nepromatrana heterogenost korelirana s regresorima, primijenit će se model s fiksnim učincima; ako se smatra da nije korelirana primijenit će se model sa slučajnim učincima (Sajter, 2014).

Hausmanov test se koristi pri usporedbi procijenjenih koeficijenata modela s fiksnim efektom i modela sa slučajnim efektom. Test polazi od stajališta da su oba procjenitelja konzistentna ako ne postoji korelacija između α_i i nezavisnih varijabli x_{itk}. Ako su oba procjenitelja konzistentna, u velikim će uzorcima procjene konvergirati pravoj vrijednosti parametra. Isto tako u velikim uzorcima procjene modela s fiksnim efektom neće se značajno razlikovati od procjena modela sa slučajnim efektom. Nultom hipotezom Hausmanovog testa pretpostavlja se da slučajna greška nije korelirana niti s jednom nezavisnom varijablom. Ako se nulta hipoteza ne odbaci, zaključuje se da je procjenitelj slučajnog efekta efikasniji. S druge strane, ukoliko se odbaci nulta hipoteza, zaključuje se da procjenitelj slučajnog efekta nije konzistentan, tj. upućuje se na korištenje procjenitelja fiksnog efekta.

5.2.2. Dinamička panel-regresijska analiza

Velika većina ekonomskih relacija je dinamičke prirode što znači da sadašnja vrijednost neke varijable ovisi o prethodnim vrijednostima te varijable. Dinamički panel modeli sadržavaju zavisnu varijablu s pomakom za jedan ili više vremenskih perioda unatrag ovisno o svojstvima zavisne varijable. Ako se procjenjuje statički model, a pritom se zanemari dinamička priroda procesa, mogu se izgubiti važne informacije pa će rezultati procjene biti pristrani i nekonzistentni. S ciljem korištenja dinamičkih metoda, empirijska analiza počinje od sljedeće jednadžbe:

$$BDP_{it} = \gamma_{0i} + \gamma_{1i}K_{it} + \gamma_{2i}L_{it} + \gamma_{3i}NRE_{it} + \gamma_{4i}OIE_{it} + \varepsilon_{it} \qquad (5.5)$$

$$i = 1,2,\dots,N\,,\, t = 1,2,\dots,T,$$

pri čemu: BDP_{it} označava realni BDP po stanovniku; OIE_{it} je ukupna potrošnja obnovljivih izvora energije po stanovniku u tisućama tona ekvivalentne nafte; NRE_{it} je ukupna potrošnja neobnovljivih izvora energije po stanovniku u tisućama tona ekvivalentne nafte; K_{it} predstavlja investicije u dugotrajnu imovinu po stanovniku; L_{it} je udio radne snage u ukupnom broju stanovnika (iznad 15 godina). Indeksi *i* i *t* označavaju zemlju i vremenski period. Greška relacije (ε_{it}) se odnosi na učinke nepredvidivih šokova u ekonomskoj aktivnosti aproksimiranoj BDP-om po stanovniku. Koeficijent γ_{0i} predstavlja konstantu, dok koeficijenti γ_{1i}, γ_{2i} i γ_{3i}

predstavljaju učinke permanentnih promjena na BDP po stanovniku, održivih u dugom roku, a koji imaju svojstvo elastičnosti. Odstupanja od dugoročne povezanosti moguća su u kratkom roku. Naime, postoje različiti razlozi za takva odstupanja koji onemogućavaju trenutnu prilagodbu BDP-a na promjenu u njegovim determinantama i zato ih se mora uzeti u obzir prilikom empirijske analize. U skladu s tim, ekonometrijska specifikacija u ovom radu dozvoljava različit utjecaj odabranih nezavisnih varijabli na BDP po zemljama, što je formalno implementirano u model određivanjem duljine pomaka za svaku varijablu prema standardnim statističkim kriterijima (Basarac Sertić i dr., 2015).

U prvom dijelu analize testira se prisustvo jediničnih korijena. Ukoliko rezultati testa ukazuju da su serije nestacionarne, pristupa se provjeri postojanja kointegracije. Ukoliko su serije kointegrirane, klasična regresijska analiza dovodi do pristranih ocjena parametara pa se pristupa transformaciji polazne jednadžbe u cilju dobivanja ocjena dugoročne ravnoteže. U tu svrhu mogu se koristiti dinamičke metode i to: prosječni procjenitelj grupe (engl. mean group estimator, MG) i tradicionalni združeni procjenitelj grupe (engl. pooled mean group estimator, PMG) razvijeni od strane Pesaran i dr. (1999).

Procjenjivanje putem dinamičkih metoda potaknuto je prirodom odnosa koji se istražuju i dinamičkim aspektom njihove prilagodbe. Procjenom dinamičkog modela dopušta se dinamika u temeljnim procesima, što može biti ključno za dobivanje dosljednih procjena preostalih parametara (Bond, 2002). Uključivanje zavisne varijable s vremenskim pomakom, osim što ublažava krutost u prilagodbi, također umanjuje problem izostavljenih varijabla.

MG metoda (Pesaran i Smith, 1995) vrši procjenu parametara po principu „zemlja po zemlja" i na kraju daje njihovu prosječnu vrijednost, pri čemu su ocjene prosjeka dugoročnih koeficijenata nagiba konzistentne, ali u slučaju njihove homogenosti neefikasne. S druge strane, PMG metoda (Pesaran, Shin, i Smith, 1999) obuhvaća združivanje (engl. pooling) nametnuto restrikcijom o homogenosti dugoročnih koeficijenata i uprosječivanje (engl. averaging) kroz grupe, u svrhu dobivanja aritmetičke sredine procijenjenih koeficijenata ispravljanja pogreške i ostalih kratkoročnih parametara u modelu. Također, ovaj procjenitelj omogućava

konstantnim članovima, kratkoročnim koeficijentima i varijancama pogrešaka relacije da se razlikuju po grupama, dok su istovremeno dugoročni koeficijenti jednaki po grupama (Basarac Sertić i dr., 2015).

Empirijski panel model se definira na sljedeći način:

$$\Delta BDP_{it} = \varphi_i\left(BDP_{i,t-1} + \gamma_{0i} + \gamma_{1i}K_{it} + \gamma_{2i}L_{it} + \gamma_{3i}NRE_{it} + \gamma_{4i}OIE_{it}\right) + \beta_{11i}\Delta K_{it} + \beta_{21i}\Delta L_{it} + \beta_{31i}\Delta NRE_{it} + \beta_{41i}\Delta OIE_{it} + \eta_{it} \quad (5.6)$$

Pri čemu je Δ operator prvih diferencija i vrijedi:

$$\varphi_i = -(1-\gamma_i), \gamma_{0i} = \frac{\delta_i}{1-\gamma_i}, \gamma_{1i} = \frac{\beta_{10i}+\beta_{11i}}{1-\gamma_i}, \gamma_{2i} = \frac{\beta_{20i}+\beta_{21i}}{1-\gamma_i}, \gamma_{3i} = \frac{\beta_{30i}+\beta_{31i}}{1-\gamma_i}, \gamma_{4i} \quad (5.7)$$

Budući da prema teoremu Englea i Grangera (1987) postoji jasna povezanost između kointegracijskog mehanizma i mehanizma ispravljanja pogreške, jednadžba (5.5) predstavlja temelj za procjenu dugoročne povezanosti između ekonomske aktivnosti (BDP-a po stanovniku) s jedne strane i odabranog skupa nezavisnih varijabli s druge strane. Unutar definiranog okvira, Pesaran, Shin i Smith (1999) sugeriraju da koeficijenti dugoročne povezanosti u jednadžbi (5.6) budu jednaki kroz zemlje (tzv. dugoročna homogenost), dok konstantni članovi, brzina prilagodbe, kratkoročni koeficijenti i varijance pogrešaka mogu varirati po zemljama (Basarac Sertić i dr., 2015)

Također, pod pretpostavkom homogenosti nagiba, PMG procjenitelj je konzistentan i efikasan, dok je MG procjenitelj konzistentan, ali nije efikasan; stoga se za usporedbu ova dva procjenitelja može koristiti Hausmanov test (Pesaran, Shin i Smith, 1999).

5.2.3. Analiza konvergencije

U svrhu testiranja H2 hipoteze, odnosno konvergiraju li post-tranzicijske EU zemlje stopi rasta potrošnje energije razvijenih EU zemalja, razvijen je regresijski panel model s fiksnim učincima, a prisustvo procesa konvergencije dodatno je ispitano analizom koeficijenata varijacije. Barro i Sala-i-Martin (1991) su definirali dva pristupa

konvergenciji: tradicionalni pristup (tzv. sigma, σ) i neoklasični (tzv. beta, β) pristup konvergenciji.

Podaci koji se koriste u analizi procesa konvergencije u ovom istraživanju su potrošnja obnovljivih i neobnovljivih izvora energije po stanovniku, investicije u dugotrajnu imovinu po stanovniku (stalne cijene USD 2005) te udio radne snage u ukupnom stanovništvu u post-tranzicijskim i razvijenim EU zemljama. Panel analiza beta konvergencije je provedena na godišnjim podacima za razdoblje od 1990. do 2014. godine za razvijene EU zemlje, a za post-tranzicijske EU zemlje za razdoblje od 1995. do 2014. godine. Uzorak uključuje 15 razvijenih i 11 post-tranzicijskih EU zemalja.

5.2.3.1. Sigma konvergencija

Prema sigma pristupu, konvergencija objašnjava proces smanjenja disperzije u potrošnji energije po stanovniku među zemljama članicama EU. Sigma konvergencija se izračunava pomoću koeficijenta varijacije i to kao omjer između standardne devijacije i aritmetičke sredine uzorka. Ukoliko je prisutno smanjenje disperzije odnosno varijance potrošnje energije po stanovniku tijekom vremena, odvija se proces konvergencije. Vrijedi obrnuto za slučaj divergencije, dok se za slučaj kada disperzija oscilira, govori o kombinaciji oba procesa.

Kako bi se utvrdilo prisustvo σ-konvergencije, procjenjuje se linija trenda disperzije potrošnje energije po stanovniku između analiziranih zemalja u promatranom razdoblju.

5.2.3.2. Beta konvergencija

Beta konvergencija se pojavljuje u slučaju kada siromašnije zemlje rastu brže od razvijenih zemalja, dok je divergencija prisutna u obrnutom slučaju. Ako promatramo potrošnju energije, divergencija je prisutna kada zemlje s višom potrošnjom energije po stanovniku rastu brže u odnosu na zemlje s nižom potrošnjom energije po stanovniku. Jedan od razloga divergencije u siromašnim zemljama je kombinacija nestabilnosti i nepouzdanosti u opskrbi energije (Anoruo i DiPietro, 2014). Kako je

dostupnost energije ključna za normalno funkcioniranje gospodarstva, zemlje koje imaju otežanu opskrbu energijom imati će puno manje stope rasta nego zemlje sa stabilnom opskrbom energije.

Postoje dvije vrste beta konvergencije, uvjetna i apsolutna konvergencija. Uvjetna beta konvergencija se odnosi na konvergenciju prema stabilnoj stopi rasta koja rezultira konstantnim razinama potrošnje. Uvjetna je jer je dopušteno da se početna potrošnja energije po stanovniku razlikuje među zemljama. Stoga, uvjetna beta konvergencija ne treba nužno rezultirati jednakim razinama potrošnje energije među zemljama. Apsolutna beta konvergencija se događa kada su parametri modela rasta jednaki za sve zemlje, odnosno kada sve zemlje konvergiraju istoj stopi rasta.

Panel analiza beta konvergencije pokušava iskoristiti prednosti panel podataka jer uzima u obzir vremensku i prostornu komponentu podataka. Za testiranje beta konvergencije korištena je panel analiza s jednostranim i dvostranim fiksnim učincima kako bi se specifičnosti koje posjeduje svaka zemlja stavile pod kontrolu. Naime, svaka zemlja ima određene specifičnosti, koje su jedinstvene samo njoj te utječu na zavisnu varijablu i nezavisne varijable, a koje se ne mijenjaju ili se mijenjaju sporo. Prisustvo apsolutne beta konvergencije u potrošnji energije po stanovniku testirano je pomoću panel regresijske jednadžbe, kao što je to učinjeno u Maza i Villaverde (2008) kako bi bila uzeta u obzir distribucija potrošnje energije, a ne samo početna i zadnja godina u promatranom uzorku. Panel model s fiksnim učincima u ovom radu ima sljedeći oblik:

$$\Delta \log y_{i,t} = \alpha \ + \delta_i + \beta \log y_{i,t-1} + \log X_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \qquad (5.8)$$

Pri čemu je $\Delta \log y_{i,t}$ logaritam stope rasta potrošnje energije po stanovniku za *i* zemlju u *t* godini, koeficijent α je konstantni član, δ_i je fiksni učinak zemlje *i,* β je konvergencijski koeficijent, $\log y_{i,t-1}$ je logaritam potrošnje energije po stanovniku za *i* zemlju u prethodnoj godini, $\log X_{i,t-1}$ predstavlja ostale varijable i to realni BDP-a po stanovniku, investicije u dugotrajnu imovinu po stanovniku, udio radne snage u ukupnom stanovništvu, a ε označava grešku.

Konvergencija je prisutna ukoliko postoji obrnut odnos između godišnje stope rasta potrošnje energije po stanovniku i potrošnje energije po stanovniku u prethodnoj godini, odnosno β mora biti signifikantna i negativna.

5.3. Rezultati analize utjecaja potrošnje energije na ekonomski rast

S obzirom na činjenicu da je BDP najčešće nestacionarna varijabla, kao i najveći broj makroekonomskih varijabli koje na njega utječu, potrebno je u prvom dijelu analize testirati stacionarnost varijabli koje ulaze u model. Kada su varijable sadržane u modelu nestacionarne, procjene parametara statičnih modela su pristrane. U tom smislu ako varijable u modelu nisu stacionarne, potrebno ih je učiniti stacionarnima tako da se primijeni odgovarajuća transformacija varijabli ili da se varijable diferenciraju. Ukoliko rezultati testa ukazuju da su serije stacionarne, može se primijeniti klasična regresijska analiza, dok se u suprotnom slučaju pristupa provjeri postojanja kointegracije.

Postoje brojni testovi stacionarnosti panela podataka, kao što su Levin, Lin i Chu (LLC), In, Pesaran i Shin (IPS) i Breitungov test koji pretpostavljaju zajednički jedinični korijen, a testovi ADF-Fisher, PP-Fisher koji pretpostavljaju pojedinačni korijen procesa. Smatra se da testovi jediničnog korijena za panel podatke imaju veću snagu od testova izvedenih za pojedine vremenske serije. Breitung (2000) je pomoću Monte Carlo simulacija utvrdio da LLC i IPS testovi imaju manju snagu ukoliko je prisutna zavisnost u presjeku podataka odnosno među zemljama, dok se Breitung test pokazao puno boljim. Osim toga, Breitungov test se savjetuje posebno kada se analizira manji broj zemalja u kraćem vremenskom rasponu (Baltagi, Badi, Bresson, Pirotte, 2007).

Kao početni korak u empirijskoj analizi provedeni su panel testovi jediničnih korijena. Njihovi rezultati dani su u sljedećoj tablici.

Tablica 14.: Rezultati panel testova jediničnih korijena

Varijable	*LLC test*	*IPS test*	*ADF-Fisher test*	*PP-Fisher test*	*Breitung test*
Varijable u razinama s uključenom konstantom					
BDP	-5.58752***	0.09248	40.2239	41.4316	-
K	-2.7735□***	-0.10330	44.0661	43.1937	-
L	-4.57283***	-1.44331*	68.115*	61.6292	-
NRE	1.54965	2.04454	68.0698*	58.5587	-
OIE	0.46447	5.22308	18.4311	25.167	-
Varijable u razinama s uključenom konstantom i trendom					
BDP	1.10199	3.39050	29.7270	30□1871	0.53893
K	0.46396	1.29835	52.2383	33.8064	-0.00962
L	-2.44867***	0.49767	55.8182	51.4695	2.34137
NRE	1.31340	4.51600	60.6891	73.3864*	7.12294
OIE	-2.09637**	-1.08020	61.9296	76.6419**	0.18571
Diferencirane varijable s uključenom konstantom					
∆BDP	-7.86856***	-7.46177***	149.087***	210.868***	-
∆K	-15.1816***	-14.5131***	286.681***	330.978***	-
∆L	-16.5976***	-14.7825***	289.450***	279.419***	-
∆NRE	-7.10162***	-8.47946***	179.584***	7.271***	-
∆OIE	-9.61786***	13.0525**	263.269***	567.533***	-
Diferencirane varijable s uključenom konstantom i trendom					
∆BDP	-7.63973***	-6.36508***	127.772***	185.774***	-5.45229**
∆K	-12.9337***	-12.2983***	231.149***	351.960***	-7.29827***
∆ L	-16.6135***	-13.4453***	279.425***	317.175***	-8.26420***
∆NRE	-6.58356	-9.10328***	177.998***	653.501***	-4.48836***
∆OIE	-7.53540***	-10.9535***	212.178***	949.920***	-6.45717***

Im, Pesaran Shin, ADF-Fisher i PP-Fisher test-nulta hipoteza: jedinični korijen (pojedinačni proces jediničnog korijena), Levin, Lin Chu test-nulta hipoteza: jedinični korijen (zajednički proces jediničnog korijena). Broj pomaka određen je korištenjem Schwartz kriterija (SIC). Zvjezdice *,**,***, označavaju redom značajnost na razini signifikantnosti od 10%, 5% i 1%.
Izvor: izračun autorice

Prema dobivenim rezultatima sve analizirane varijable su integrirane prvog reda, odnosno nestacionarne su u razinama te je pri daljnjoj analizi potrebno koristiti diferencirane varijable.

U sljedećoj tablici prikazani su rezultati procjene modela utjecaja potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na ekonomski rast u razvijenim i post-tranzicijskim zemljama korištenjem združenog OLS modela (POLS), modela s fiksnim (FE) i modela sa slučajnim učincima (RE) i to na diferenciranim varijablama.

Tablica 15.: Rezultati procjene modela dobiveni korištenjem statičnih metoda utjecaja potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na ekonomski rast u EU-15 i EU-11 zemljama

	Razvijene zemlje (EU-15)			Post-tranzicijske zemlje (EU-11)		
VARIJABLE	(1) POLS	(2) FE	(3) RE	(1) POLS	(2) FE	(3) RE
ΔK	0.744*** (0.0234)	0.433*** (0.0173)	0.456*** (0.0189)	0.404.*** (0.0230)	0.111*** (0.0185)	0.139*** (0.0195)
ΔL	0.263*** (0.076)	0.884*** (0.0874)	0.740*** (0.0921)	-0.324 (0.3138)	1.017*** (0.2885)	0.900*** (0.3033)
ΔNRE	0.177*** (0.0254)	-0.059* (0.0320)	0.015 (0.0330)	0.330*** (0.0607)	0.597*** (0.0954)	0.545*** (0.0889)
ΔOIE	0.003 (0.0073)	0.078*** (0.009)	0.080*** (0.0095)	0.081** (0.0341)	0.438*** (0.0363)	0.386*** (0.0371)
Konstanta	5.051*** (0.3697)	7.540*** (0.3181)	7.665*** (0.3439)	8.435*** (0.6172)	16.287*** (0.8048)	15.226*** (0.7741)
Broj opažanja	375	375	375	247	247	247
R2	0.8943	0.8814		0.758	0.7681	
Broj grupa		15	15		11	11
Hausmanov specifikacijski test vrijednosti		73.72 [0.0000]			41.98 [0.0000]	

Napomena: Standardne pogreške procijene parametara modela dane su u oblim zagradama. P-vrijednost za Hausmanov test specifikacije dana je u uglatoj zagradi. Zvjezdice *,**,***, označavaju redom značajnost na razini signifikantnosti od 10%, 5% i 1%, sve varijable su izražene u logaritmima. Izvor: izračun autorice

Prema rezultatima Hausmanovog testa odabran je FE model, odnosno model s fiksnim učincima za razvijene i post-tranzicijske EU zemlje. Prema navedenom modelu u obje skupine zemalja na elastičnost BDP-a po stanovniku statistički pozitivno utječu promjena sljedećih varijabli: investicija u dugotrajnu imovinu po stanovniku, udjela radne snage u ukupnom stanovništvu i potrošnja OIE. U slučaju razvijenih EU zemalja promjena potrošnje neobnovljivih izvora energije ima statistički značajan ali negativan utjecaj na elastičnost BDP-a po stanovniku i to na razini signifikantnosti od 10%. U post-tranzicijskim EU zemljama na elastičnost BDP-a po stanovniku statistički značajno pozitivno utječe potrošnja obnovljivih i neobnovljivih izvora energije i to na razini 1% signifikantnosti.

Budući da su prema rezultatima provedenih testova sve varijable od interesa integrirane prvog reda, sljedeći je korak u analizi testiranje postojanja ravnotežne kointegrirajuće povezanosti među njima, pri čemu se koristi Pedroni test kointegracije (1999). Pedroni test polazi od pretpostavke da su individualne jedinice heterogene i također dozvoljava određeni stupanj zavisnosti između jedinica koje se analiziraju u svakom vremenskom trenutku. On u sebi obuhvaća više vrsta testova reziduala kod

kojih je nulta hipoteza odsustvo kointegracije. Ekonomska interpretacija kointegriranosti varijabli je da između promatranih varijabli postoji dugoročna povezanost, tj. dugoročno slijede zajednički trend. Ako su varijable kointegrirane pa između njih postoji dugoročna ravnoteža, to nužno ne znači da će i u kratkom roku varijable biti u ravnoteži. Iako postoje kratkoročna odstupanja od ravnotežnog stanja, varijable jako ne 'lutaju" jedna od druge, odnosno razlike između pojava ne mijenjaju se drastično s vremenom (Bahovec i Erjavec, 2009).

Pedroni (1999) je definirao 7 testova, koji omogućuju heterogene kointegracijske parametre, sa jednim ili više nestacionarnih regresora. Statistike testova mogu se grupirati u dvije skupine. Prva skupina bazirana je na prosječnoj statistici za izračunatu kointegracijsku vezu za cijelu grupu. Druga skupina testova temelji se na uprosječivanju podataka za pojedinca koji je predmet promatranja te omogućuje heterogenost podataka. U sljedećoj tablici prikazani su rezultati ispitivanja postojanja kointegracije u panelu promatranih zemalja.

Tablica 16.: Rezultati Pedroni testa kointegracije

Statistički testovi	Vrijednost
Panel v	1059736***
Panel rho	2.277063
Panel PP	-3.202279***
Panel ADF	-3.405703***
Group rho	3.656793
Group PP	-5.602892***
Group ADF	-5.714455***

Napomena: Hipoteza H0: varijable nisu kointegrirane; *, **, *** označava nivo značajnosti od 10%, 5% i 1%. Panel v je test gdje velike pozitivne vrijednosti odbijaju H0 hipotezu o nepostojanju kointegracije, dok negativne vrijednosti ostalih testova odbijaju H0 hipotezu.
Izvor: izračun autorice

Iz prethodne tablice može se primijetiti, na osnovu danih statistika i p-vrijednosti, da Pedroni test potvrđuje prisustvo kointegracije u 5 od 7 navedenih testova, odnosno ukazuje da postoji kointegrirajuća povezanost između analiziranih varijabli. Budući da su varijable od interesa nestacionarne i kointegrirane, umjesto primjene klasične OLS metode koja u ovom slučaju daje pristrane i nekozistentne ocjene parametara modela, pristupa se ocjeni parametara pomoću MG i PMG metode. S obzirom na značaj ispunjenja uvjeta zadovoljavajućeg stupnja homogenosti u promatranom

uzorku zemalja, model je ocijenjen korištenjem MG i PMG metode. PMG model karakterizira efikasnost grupne ocjene. On daje zajedničku ocjenu dugoročnih parametara, podrazumijevajući da su ocjene dugoročnih koeficijenata elastičnosti jednake kod svih jedinica promatranja u modelu, pri tome dozvoljavajući da se kratkoročni koeficijenti i parametri korekcije greške razlikuju po individualnim jedinicama promatranja (Pesaran, Shin i Smith, 1999). MG model omogućava heterogenu procjenu svih parametara vrednovanjem zasebnih jednadžbi za svaku jedinicu promatranja npr. zemlju, a parametri koji predstavljaju cijeli panel dobiveni su kao prosjek pojedinačnih koeficijenata. Uzimajući u obzir navedene karakteristike, Hausmanov specifikacijski test se može koristiti u cilju provjere hipoteze o homogenosti parametara u promatranom uzorku.

U nastavku analize, model dan jednadžbom (5.6) procjenjuje se za dva sub-panela, točnije za panel razvijenih zemalja članica (EU-15) i panel post-tranzicijskih zemalja članica (EU-11), kako bi se utvrdio utjecaj potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na ekonomsku aktivnost u navedenim skupinama zemalja.

5.3.1. Rezultati analize za razvijene EU zemlje

U sljedećoj tablici dani su rezultati provedene empirijske analize i Hausmanovog specifikacijskog testa, zajedno s odgovarajućim standardnim pogreškama procjene za razvijene EU zemlje (EU-15).

Tablica 17.: PMG procjene utjecaja potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na BDP za panel razvijenih (EU-15) zemalja

Varijable	**PMG**	**MG**
Dugoročni koeficijenti		
K	0.446*** (0.0593)	0.416*** (0.1276)
L	-0.199** (0.3307)	-0.470 (0.5068)
NRE	0.170 (0.1063)	0.625*** (0.2091)
OIE	-0.014 (0.0403)	0.266*** (0.0941)
Kratkoročni koeficijenti		
Faktor korekcije pogreške	-0.076*** (0.0088)	-0.215*** (0.0456)
ΔK	0.209***	0.164***

	(0.0102)	(0.0186)
∆L	0.260** (0.1188)	0.128 (0.0806)
∆NRE	0.037* (0.0208)	0.009 (0.0211)
∆OIE	0.008 (0.0093)	-0.012 (0.0154)
konstanta	0.557*** (0.0635)	2.198*** (0.6510)
Broj opažanja	360	360
Broj grupa (država)	15	15
Hausmanov specifikacijski test vrijednosti		14.36 [0.0062]

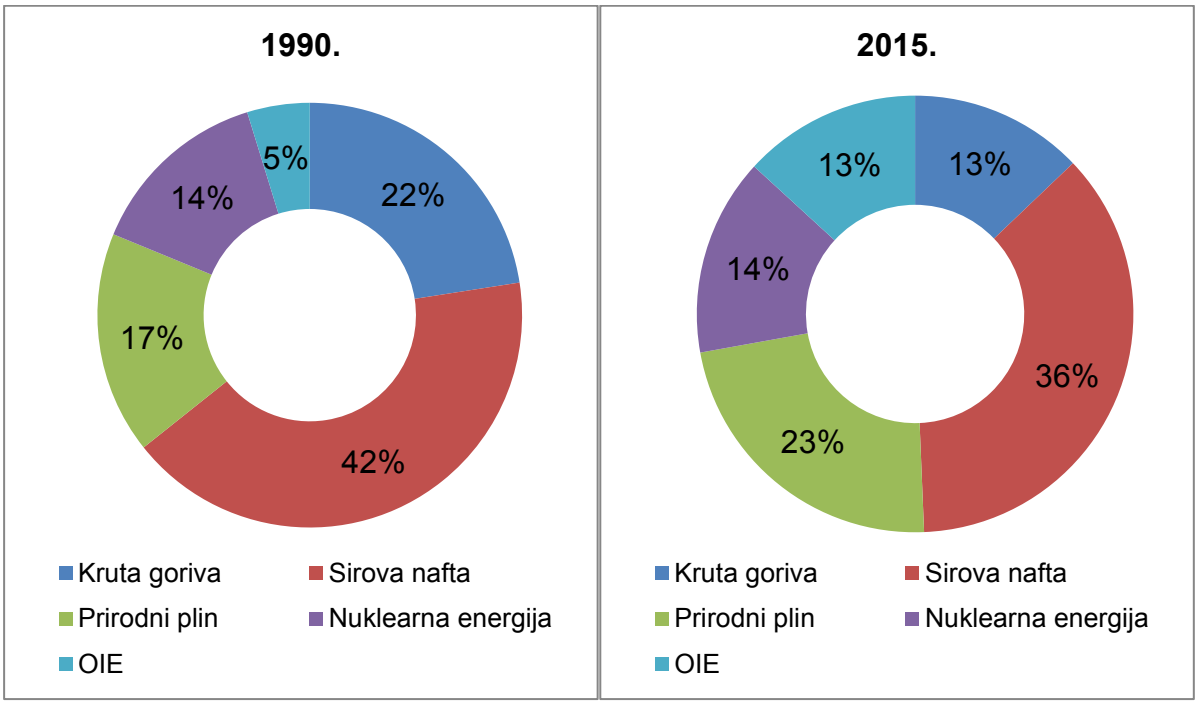
Napomena: Standardne pogreške procjene parametara modela dane su u oblim zagradama. P-vrijednost za Hausmanov test specifikacije dana je u uglatoj zagradi. Zvjezdice *,**,***, označavaju redom značajnost na razini signifikantnosti od 10%, 5% i 1%, sve varijable su izražene u logaritmima.
Izvor: izračun autorice

Rezultati Hausmanovog testa ukazuju da je za razvijene EU-15 zemlje prikladno koristiti MG procjenitelj pa se može pristupiti interpretaciji dobivenih procjena parametara. Dugoročni koeficijenti potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije su statistički signifikantni na razini signifikantnosti 1%, sugerirajući da je elastičnost BDP-a po stanovniku na promjene u potrošnji obnovljivih i neobnovljivih izvora energije 0,266, odnosno 0,625. Navedeno znači da što je veća potrošnja pojedinog izvora energije, veći će biti i ekonomski rast, ceteris paribus. Međutim neobnovljivi izvori su i dalje značajnija pokretačka sila ekonomskog rasta kod razvijenih zemalja članica EU. Nadalje, koeficijent za investicije u dugotrajnu imovinu, također je statistički značajan na 1%, sugerirajući elastičnost BDP-a po stanovniku na promjene u navedenoj varijabli od 0,416. Ukupna radna snaga nema utjecaja na gospodarski rast. Nadalje, faktor korekcije pogreške ili brzina prilagodbe ravnotežnom stanju iznosi -0,215, ima odgovarajući negativni predznak i statistički je signifikantan na razini signifikantnosti 1%, pa se može zaključiti da se odstupanje između ekonomske aktivnosti i odabranog skupa nezavisnih varijabli od njihove dugoročne ravnotežne povezanosti postupno smanjuju.

U kratkom roku, potrošnja obnovljivih i neobnovljivih izvora energije nema statistički značajan utjecaj na ekonomski rast. Varijabla investicije u dugotrajnu imovinu po stanovniku značajno utječe na ekonomski rast u kratkom roku.

Na temelju ekonometrijske analize potvrđene su PH1a i PH1b hipoteze, odnosno u razvijenim EU zemljama potrošnja obnovljivih i neobnovljivih izvora energije ima statistički značajan pozitivan utjecaj na ekonomski rast i to u dugom roku. Neobnovljivi izvori su najvažniji energent i pokretač ukupnog ekonomskog rasta. Potrošnja nafte i dalje predstavlja glavni izvor energije kod većine razvijenih EU zemalja te je prema podacima Eurostata njezin udio u ukupnoj potrošnji energije u 2015. godini bio 36%, zatim slijedi potrošnja plina sa 23%, nuklearne energije sa 14%, ugljena sa 13%, dok je potrošnja OIE iznosila 13%, a što je vidljivo na sljedećem grafikonu.

Grafikon 15.: Bruto potrošnja energije po izvorima u razvijenim EU zemljama u 1990. i 2015. godini



Izvor: Izračunato na temelju podataka o bruto potrošnji energije po izvorima preuzeto sa Eurostata (2017)

Treba napomenuti da se struktura potrošnje energije prema izvorima u razvijenim EU zemljama značajno promijenila u odnosu na 1990. godinu. Naime, 1990. godine udio potrošnje nafte u ukupnoj potrošnji energije iznosio je 42%, udio potrošnje plina iznosio je 17%, dok je udio potrošnje ugljena iznosio 22%. Potrošnja OIE iznosila je 5%. U razdoblju 1990-2015 značajno je smanjena potrošnja ugljena, te je jednim dijelom zamijenjena potrošnjom plina te potrošnjom OIE. Potrošnja OIE u razdoblju

1990-2015 godine bilježi kontinuirani rast, posebice nakon ratifikacije Kyoto protokola. Većina razvijenih zemalja su neto uvoznici energije, posebice nafte i naftnih derivata.

5.3.1. Rezultati analize za post-tranzicijske EU zemlje

U sljedećoj tablici dani su rezultati provedene empirijske analize za post-tranzicijske zemlje Europske unije (EU-11).

Tablica 18.: Procjena utjecaja potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na BDP za panel post-tranzicijskih (EU-11) zemalja pomoću PMG i MG procjenitelja

Varijable	PMG	MG
Dugoročni koeficijenti		
K	0.628*** (0.0472)	0.547*** (0.1154)
L	0.593* (0.3499)	1.095 (2.0520)
NRE	-0.311** (0.1387)	0.347 (0.4679)
OIE	0.096* (0.0559)	0.103 (0.2440)
Kratkoročni koeficijenti		
Faktor korekcije pogreške	-0.115*** (0.0195)	-0.232*** (0.0696)
ΔK	0.139*** (0.0177)	0.107*** (0.0296)
ΔL	0.084 (0.1736)	0.110 (0.1591)
ΔNRE	0.124*** (0.0329)	0.060 (0.0369)
ΔOIE	0.030 (0.0301)	-0.030 (0.0268)
konstanta	0.432*** (0.0687)	2.783*** (0.7881)
Broj opažanja	36	236
Broj grupa (država)	11	11
Hausmanov specifikacijski test vrijednosti	2.57 [0.6325]	

Napomena: Standardne pogreške procijene parametara modela dane su u oblim zagradama. P-vrijednost za Hausmanov test specifikacije dana je u uglatoj zagradi. Zvjezdice *,**,***, označavaju redom značajnost na razini signifikantnosti od 10%, 5% i 1%, sve varijable su izražene u logaritmima.
Izvor: izračun autorice

Rezultati Hausmanovog testa ukazuju da je za razvijene EU-11 zemlje prikladno koristiti PMG procjenitelj jer dopušta homogenost parametara u dugom roku i model

je pravilno specificiran; stoga se može pristupiti interpretaciji dobivenih procjena parametara. Dugoročni koeficijent potrošnje obnovljivih izvora energije je statistički signifikantan na razini signifikantnosti 10%, sugerirajući da je elastičnost BDP-a po stanovniku na promjene u potrošnji obnovljivih izvora energije 0,096. Nadalje, koeficijent za potrošnju neobnovljivih izvora energije je statistički značajan, ali negativan što se može objasniti kontinuiranim smanjenjem potrošnje neobnovljivih izvora energije u post-tranzicijskim zemljama. Hajko (2014) tvrdi da ako se proizvodni procesi, primjerice u industrijskom sektoru, odmaknu od energetski intenzivnih aktivnosti, uz održavanje proizvodnje, inovacijski potencijal takve promjene bit će izražen kao negativna uzročnost. Na ovu inovaciju može utjecati povećanje energetske učinkovitosti u postojećoj proizvodnji, ali i motivacija strukturnih promjena unutar industrije. Važnost znaka kauzalnosti često se zanemaruje u literaturi. Obično se pretpostavlja da je znak kauzalnosti pozitivan (Narayan i Popp, 2012). Među rijetkim iznimkama koji priznaju važnost znaka su Gross (2012), Narayan i Popp (2012), Bowden i Payne (2009) i Sari i Soytas (2007).

Investicije u dugotrajnu imovinu po stanovniku te udio radne snage u ukupnom stanovništvu, također su statistički značajni, sugerirajući elastičnost BDP-a po stanovniku na promjene u navedenim varijablama od 0,628, odnosno 0,593.

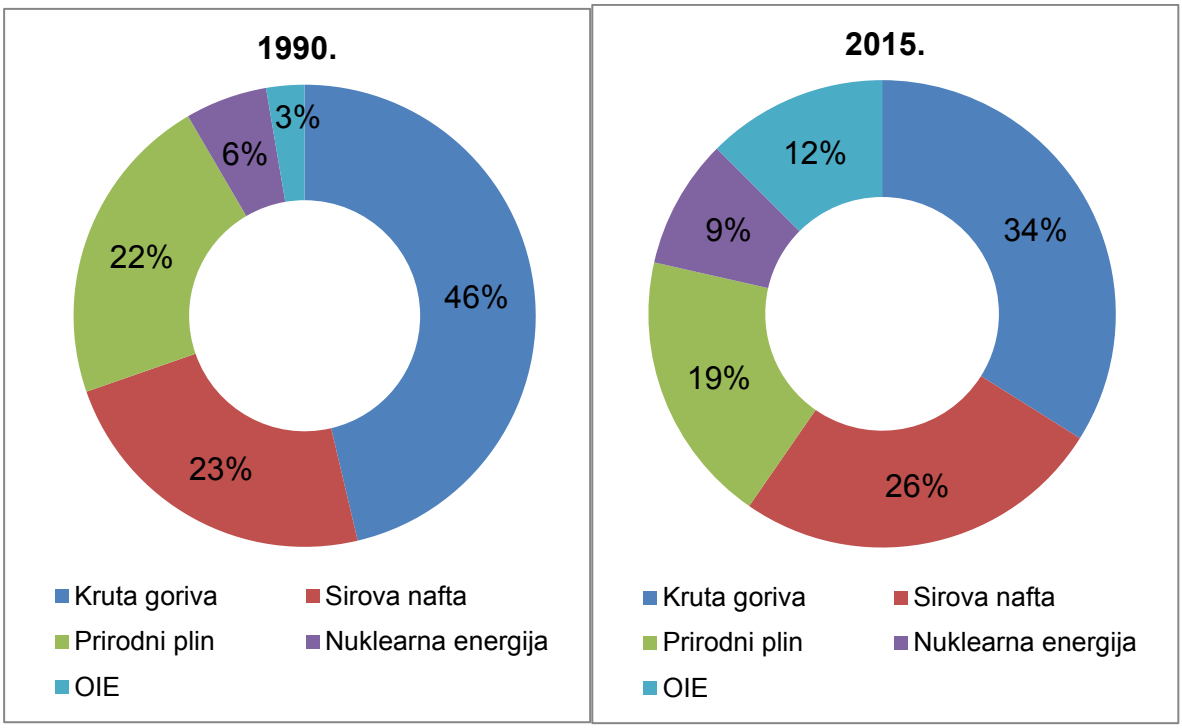
Nadalje, faktor korekcije pogreške ili brzina prilagodbe ravnotežnom stanju iznosi -0,115, ima odgovarajući negativni predznak i statistički je signifikantan na razini signifikantnosti 1%. Stoga se može zaključiti da se odstupanje između ekonomske aktivnosti i odabranog skupa nezavisnih varijabli od njihove dugoročne ravnotežne povezanosti postupno smanjuje.

U kratkom roku, potrošnja neobnovljivih izvora energije po stanovniku ima statistički značajan utjecaj na ekonomski rast, dok potrošnja obnovljivih izvora energije po stanovniku ne utječe na ekonomski rast. Varijabla, investicije u dugotrajnu imovinu po stanovniku značajno utječe na ekonomsku aktivnost u kratkom roku.

Na temelju ekonometrijske analize potvrđena je PH1d hipoteza, odnosno u post-tranzicijskim EU zemljama potrošnja neobnovljivih izvora energije po stanovniku ima statistički značajan utjecaj na ekonomski rast. Međutim, navedeni utjecaj je negativan

u dugom roku te pozitivan u kratkom roku. Naprotiv, hipoteza PH1c je odbijena te je uz 10% vjerojatnosti utvrđeno da potrošnja OIE po stanovniku utječe značajno na ekonomski rast u post-tranzicijskim zemljama, ceteris paribus. Navedeni rezultati se mogu objasniti promjenom u strukturi ukupne potrošnje energije u post-tranzicijskim EU zemljama u razdoblju 1990-2015 godine što je vidljivo iz sljedećeg grafikona.

Grafikon 16.: Bruto potrošnja energije po izvorima u post-tranzicijskim EU zemljama u 1990. i 2015. godini



Izvor: Izračunato na temelju podataka o bruto potrošnji energije po izvorima preuzeto sa Eurostata (2017)

Naime, neobnovljivi izvori su u 2015. godini činili 79% ukupne potrošnje energije, dok su 1990. godine činili 91%. Potrošnja ugljena predstavlja glavni izvor energije iako je u 2015. godini smanjen njegov udio i to sa 46% koliko je iznosio 1990. godine na 34% u 2015. godini. Udio potrošnje nafte (26%) i plina (19%) nije se značajno promijenio, dok se potrošnja OIE povećala za 4 puta, sa 3% u 1990. godini na 12% u 2015.

***

Na temelju prikazanih rezultata nameće se zaključak da u obje skupine zemalja u dugom roku postoji statistički značajan utjecaj promjene potrošnje OIE po stanovniku na ekonomski rast po stanovniku. Također, razvidno je i da u slučaju panela razvijenih zemalja, koeficijent elastičnosti ekonomskog rasta na promjene u potrošnji OIE po stanovniku iznosi 0,266, sugerirajući veći relativni utjecaj potrošnje OIE po stanovniku na ekonomski rast u starim zemljama članicama (EU-15) u odnosu na nove zemlje članice (EU-11) gdje je taj koeficijent manji i iznosi 0,096. Naime, razvijene EU zemlje imaju veći udio OIE u ukupnoj potrošnji energije u odnosu na post-tranzicijske EU zemlje. Zanimljivo je da je utjecaj potrošnje neobnovljivih izvora energije po stanovniku u dugom roku statistički značajan i pozitivan u slučaju razvijenih zemalja članica, s koeficijentom od 0,625, dok u slučaju post-tranzicijskih EU zemalja taj koeficijent je negativan i signifikantan u dugom roku, a u kratkom roku pozitivan s koeficijentom od 0,124. Navedeno je iz razloga jer su post-tranzicijske EU zemlje promijenile strukturu ukupne potrošnje energije gdje je smanjena potrošnja neobnovljivih izvora energije.

Kratkoročni utjecaj promjene potrošnje neobnovljivih izvora energije po stanovniku na elastičnost BDP-a po stanovniku pokazuje da nestašica energije može ograničiti dinamiku ekonomskog rasta čak i u kratkom roku.

Ukupna potrošnja energije po stanovniku u većini post-tranzicijskih EU zemalja niža je od prosjeka EU. Iako njihov energetski sektor karakterizira relativno visoka energetska intenzivnost, postoji znatan potencijal za povećanje energetske učinkovitosti. Povećana energetska učinkovitost ne znači nužno smanjenje ukupne potrošnje energije. Učinkovito trošenje energetskih resursa kao posljedica razvoja i implementacije energetski učinkovitih tehnologija u konačnici može dovesti do veće potrošnje energije. Riječ je o tzv. odskočnom učinku (engl. rebound effect) koji je u literaturi poznat i pod nazivom Jevonsov paradoks. U tom kontekstu, gospodarska politika pojedinih post-tranzicijskih EU zemalja mora pružiti poticaje za reformu gospodarske strukture prema reindustrijalizaciji i energetski učinkovitijim industrijama te povećati ulaganja u nove energetske kapacitete i diversificirati izvore energije kako bi se smanjila ovisnost.

Nadalje, faktor korekcije pogreške u slučaju starih zemalja članica iznosi -0,215, dok isti u slučaju novih zemalja članica iznosi -0,115. Oba koeficijenta imaju odgovarajući negativni predznak i statistički su signifikantni na razini signifikantnosti 1%. Međutim, sugeriraju da se dugoročno ravnotežno stanje dano s kointegrirajućom relacijom između BDP-a po stanovniku, investicija u dugotrajnu imovinu po stanovniku, udjela radne snage u ukupnom stanovništvu te potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije po stanovniku u razvijenim EU zemljama dostiže brže nego u post-tranzicijskim EU zemljama.

Prema dobivenim empirijskim rezultatima, promjena potrošnje OIE u dugom roku značajno pozitivno utječe na elastičnost BDP po stanovniku u razvijenim te post-tranzicijskim EU zemljama. Iako bi OIE mogli pomoći u širenju pristupa energiji u post-tranzicijskim zemljama, prema dobivenim rezultatima ovog istraživanja učinci potrošnje OIE imaju mali utjecaj na realni BDP u dugom roku i to na razini signifikantnosti od 10%, dok u kratkom roku nemaju utjecaja. Povećanje korištenja OIE može biti težak politički cilj, uključujući neizvjesnosti vezane uz prihode i troškove tehnologije, dostupnost tehnologije, nedostatak sudjelovanja privatnog sektora ili ograničenja vladinih politika, uključujući i fiskalna zakonska ograničenja. Budući da udio OIE u europskom i svjetskom energetskom portfelju kontinuirano raste, u budućnosti se očekuju pozitivni učinci korištenja OIE kao alata ekonomskog rasta u post-tranzicijskim EU zemljama. Promjena potrošnje neobnovljivih izvora energije u dugom roku značajno pozitivno utječe na elastičnost BDP-a po stanovniku u razvijenim i post-tranzicijskim EU zemljama, ali je u post-tranzicijskim EU zemljama taj utjecaj negativan.

Rezultati ekonometrijske analize provedene na skupu razvijenih i post-tranzicijskih zemalja potvrđuju temeljnu hipotezu, potrošnja energije ima pozitivan i statistički značajan utjecaj na ekonomski rast. Prisutnost uzročnosti od potrošnje energije do ekonomskog rasta podrazumijeva da dostupnost energije izravno utječe na gospodarske aktivnosti i preduvjet je za postizanje visoke stope rasta u regiji. Stoga bi prioritet trebao biti usmjeren na upravljanje energijom, proizvodnju i distribuciju kako bi se izbjegao štetni utjecaj nedostatka energije (Vidyarthi i Vidyarthi 2015).

Treba napomenuti da je od 2006. godine u EU prisutno odvajanje ekonomskog rasta od potrošnje energije. Navedeno odvajanje bilo je potaknuto cjenovnim signalima i cjelovitim skupom politika u području energetske učinkovitosti (Europska komisija, 2015). Mjere energetske učinkovitosti se smatraju glavnim faktorom za smanjenje energetske intenzivnosti te glavnim indikatorom za uspješno razdvajanje BDP-a i potrošnje energije. Energetska intenzivnost EU članica se u razdoblju 1990-2015 smanjila za 30%. Najveće smanjenje je zabilježeno kod post-tranzicijskih EU zemalja. Ostali faktori također mogu doprinijeti smanjenju energetske intenzivnosti. Strukturne promjene u gospodarstvu, kao što su pomak od energetski intenzivnih sektora prema uslužnom sektoru te primjena manje energetski intenzivnih procesa unutar industrije mogu smanjiti potrošnju energije. Također deindustrijalizacija (izvoz energetski intenzivnih industrija u inozemstvo) te tercijarizacija (porast uslužnog sektora) mogu povećati BDP bez povećanja potrošnje energije. Osim toga, ekonomska kriza 2008. godine imala je važnu ulogu u smanjenju potrošnje energije.

Prijelaz iz gospodarstva temeljenog na industrijskim aktivnostima prema uslužnoj ekonomiji može smanjiti potrošnju resursa i emisije u jednoj zemlji, no to će najčešće značiti samo eksternaliziranje potrošnje energije, jer se proizvedena roba uvozi iz drugih zemalja ili iz svjetskih regija. Moreau i Vuille (2018) su analizirali do koje mjere se razdvajanje može pripisati energetskoj učinkovitosti te strukturnim promjenama, tj. tercijarizaciji te deindustrijalizaciji. Izvozom energetski intenzivne industrije u inozemstvo, potrošnja energije se evidentira u inozemstvu dok se uvoze proizvodi u kojima je utjelovljena energija. Usporedba energetskih intenziteta sa i bez utjelovljene energije pokazuje da je razdvajanje više virtualno nego stvarno. Prebacivanje energetski intenzivnih industrija u inozemstvo poboljšava domaće performanse, ali pogoršava globalnu potrošnju energije i sigurnost oslanjajući se na neizravnu potrošnju energije. Potrebno je, dakle, prilagoditi energetske pokazatelje kako bi se izbjegli potencijalno suprotstavljeni ciljevi politike između energetskog intenziteta i sigurnosti trgovine.

Sorrell i Ockwell (2010) smatraju da gospodarstvo nije postalo manje ovisno o energiji već je samo tijekom vremena prešlo na kvalitetnija goriva. Smanjena potrošnja energije prvenstveno je rezultat prijelaza sa tzv. nisko kvalitetnih goriva (kao npr. ugljen) na visoko kvalitetne energente (npr. plin i OIE). Također tvrde da

ukoliko se uzme u obzir kvaliteta goriva, evidentno je da nije došlo do razdvajanja potrošnje energije i ekonomskog rasta. Oni također smatraju da ukoliko gospodarstvo postaje energetski učinkovitije i trošak energije se smanji, ljudi će koristiti sve više energije.

Zaključuje se stoga da su rezultati dobiveni u ovom radu konzistentni s ekonomskom teorijom te dosadašnjim provedenim istraživanjima koja ističu da potrošnja obnovljivih i neobnovljivih izvora energije po stanovniku značajno utječe na BDP po stanovniku. Rezultati su sukladni rezultatima Apergis i Payne (2010) koji su analizirali odnos između potrošnje obnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta za 20 OECD zemalja te dokazali dvosmjernu povezanost između potrošnje obnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta u kratkom i dugom roku. Potvrđeni su rezultati Tiwari (2011) koji je dokazao da potrošnja neobnovljivih i obnovljivih izvora energije utječe na ekonomski rast u 14 EU članica te Norveškoj, Švicarskoj i Turskoj. Dobiveni rezultati su sukladni i istraživanju koje su proveli Tugcu i sur. (2012) gdje je evidentno da potrošnja obnovljivih i neobnovljivih izvora energije u dugom roku utječe na ekonomski rast u G7 zemljama te da je agregatna funkcija proizvodnje učinkovita u objašnjavanju navedenog odnosa. Rezultati dobiveni u ovom istraživanju djelomično su potvrdili rezultate istraživanja Uçan, Aricioglu i Yucel (2014) koji su dokazali jednosmjernu vezu između potrošnje neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta za 15 EU zemalja u razdoblju 1990-2011. Međutim, njihovo istraživanje je promatralo dugoročnu vezu između realnog BDP-a, potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije, emisija stakleničkih plinova te istraživanja i razvoja.

5.4. Rezultati analize konvergencije u potrošnji energije između post-tranzicijskih i razvijenih EU zemalja

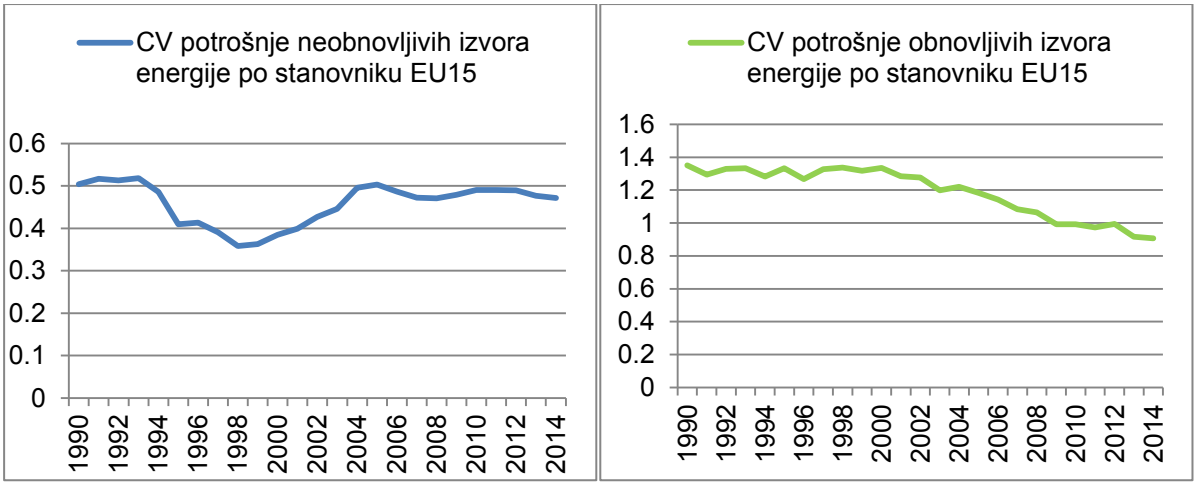
Pitanje konvergencije je privuklo pažnju velikog broja ekonomista još od formuliranja neoklasičnog modela rasta Roberta Solow 1956. godine. U svom modelu, Robert Solow je definirao konvergenciju kao proces sustizanja zemalja različitih nivoa ekonomske razvijenosti, zbog bržeg rasta siromašnijih u odnosu na bogatije zemlje.

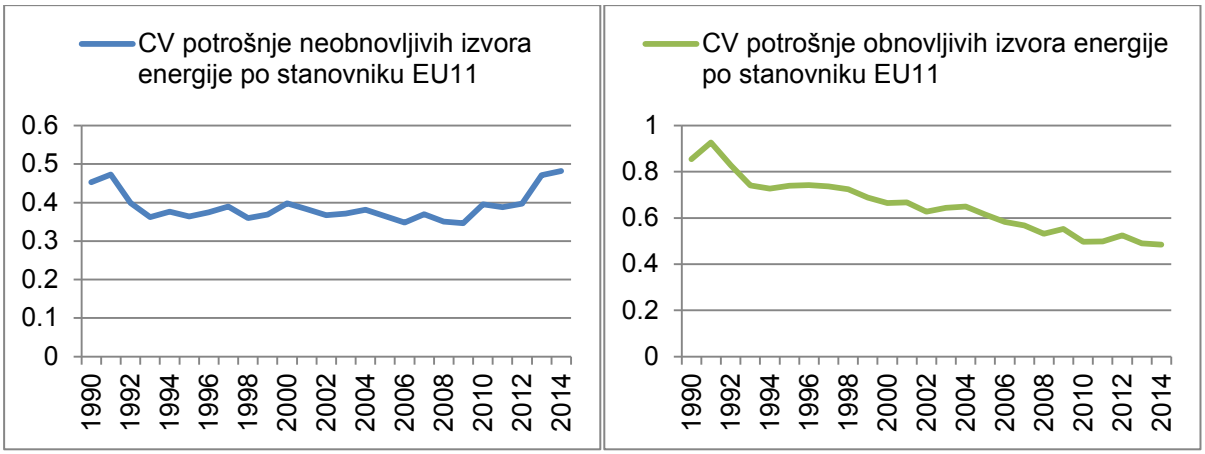
Predmet istraživanja ovog dijela rada je konvergencija u stopi rasta potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije po stanovniku između post-tranzicijskih i

razvijenih EU zemalja. Prema podacima Eurostata (2017) u EU-28 udio obnovljivih izvora energije u bruto neposrednoj potrošnji energije pokazuje stalni napredak prema cilju 2020. Međutim, EU obuhvaća heterogenu skupinu država članica među kojima su prisutne ogromne razlike u dostupnim prirodnim resursima, infrastrukturi, distribucijskim sustavima, strukturi cijena, kao i u mnogim drugim aspektima energetskih sustava. Za sveobuhvatnu procjenu budućeg razvoja obnovljivih i neobnovljivih izvora energije od presudne je važnosti utvrditi je li konvergencija prisutna u potrošnji energije između država članica te smanjuju li se razlike u potrošnji pojedinih izvora energije među državama. Pitanje konvergencije dodatno je postalo važno proširenjem EU prvenstveno zbog stvaranja jedinstvenog energetskog tržišta.

Na sljedećim grafikonima prikazano je kretanje koeficijenta varijacije potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije po stanovniku u razvijenim i post-tranzicijskim EU zemljama.

Grafikon 17.: Kretanje koeficijenta varijacije (CV) potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije po stanovniku u razvijenim i post-tranzicijskim EU zemljama u razdoblju od 1990.-2014.





Izvor: Izračun autorice

Iz grafikona je vidljivo da je sigma konvergencija prisutna kod potrošnje obnovljivih izvora energije po stanovniku u razvijenim i post-tranzicijskim EU zemljama. Politika EU odigrala je ključnu ulogu u povećanju korištenja OIE.

Kod potrošnje neobnovljivih izvora energije prisutna je disperzija odnosno kombinacija konvergencije i divergencije. U razvijenim zemljama u razdoblju od 1994. do 1998. prisutna je konvergencija, od 1999. do 2004. divergencija, dok je od 2005. do 2014. prisutno blago osciliranje oko ravnotežne razine. Najveći dio ukupne potrošnje energije u EU zemljama (56%) imaju Njemačka, Francuska, Ujedinjeno Kraljevstvo i Italija. Rezultati konvergencije najvećim dijelom su rezultat kretanja potrošnje neobnovljivih izvora u navedenim zemljama. Kod post-tranzicijskih EU zemalja od 1991. do 1993. godine prisutna je konvergencija, od 1994. do 2008. prisutno je blago osciliranje oko ravnotežne razine, dok je od 2009. do 2014. godine prisutna divergencija. Na navedeno kretanje najveći utjecaj je imala potrošnja neobnovljivih izvora energije u Poljskoj, Češkoj i Rumunjskoj.

U sljedećoj tablici prikazani su rezultati beta konvergencije u potrošnji obnovljivih i neobnovljivih izvora za 26 EU zemalja. Na temelju jednadžbe (5.8) izračunati su različiti modeli kako bi se procijenila robustnost rezultata. U modelu 1 i 2 prikazana je apsolutna beta konvergencija jer je nezavisna varijabla samo potrošnja neobnovljivih, odnosno obnovljivih izvora energije po stanovniku. U Modelima 3 do 7 dodane su druge nezavisne varijable (BDP, kapital i rad) kako bi se testirala uvjetna beta konvergencija te pojedini utjecaj svake od dodanih varijabli. U svim modelima fiksiran je utjecaj među zemljama. U modelima 2 i 7 dodan je vremenski trend.

Tablica 19.: Rezultati beta konvergencije za 26 EU zemalja

		Apsolutna beta konvergencija		Uvjetna beta konvergencija				
		Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7
Neobnovljivi izvori energije	Intercept	-1.122113*** (0.124149)	-1.22747*** (0.124463)	-0.268792 (0.183106)	-0.675702*** (0.144455)	-1.159272*** (0.12378)	-0.259605 (0.224906)	-1.775683*** (0.31999)
	NRE(-1) (beta)	-0.187142*** (0.020909)	-0.20818*** (0.021147)	-0.112158*** (0.023202)	-0.116578*** (0.023092)	-0.169006*** (0.021529)	-0.101748*** (0.023568)	-0.187793*** (0.026382)
	BDP(-1)			-0.041075*** (0.011612)			-0.058932*** (0.020021)	0.067677*** (0.027549)
	K(-1)				-0.002784 (0.005142)		0.018081*** (0.007750)	0.011942 (0.007546)
	L(-1)					-0.194521*** (0.061456)	-0.104454 (0.070868)	0.067627 (0.073464)
	trend		-0.001561*** (0.000356)					-0.004602*** (0.000713)
	R2	0.135482	0.162524	0.084986	0.065824	0.149774	0.100860	0.162578
Obnovljivi izvori energije	Intercept	-0.158075* (0.086098)	-0.979423*** (0.170290)	-1.197463*** (0.397990)	-0.343006** (0.172737)	0.011852 (0.096561)	-0.413138 (0.469620)	0.043800 (0.469861)
	RE(-1) (beta)	-0.024726** (0.010189)	-0.112713*** (0.018726)	-0.050427*** (0.014596)	-0.033637*** (0.012243)	-0.042373*** (0.011132)	-0.062193*** (0.016105)	-0.121867*** (0.019569)
	BDP(-1)			0.083654*** (0.030778)			0.026387 (0.043389)	-0.102153** (0.051189)
	K(-1)				0.013257 (0.011459)		0.006920 (0.015256)	0.019151 (0.014863)
	L(-1)					0.428302*** (0.114642)	0.506952*** (0.131657)	0.366798***(0.134222)
	trend		0.006302*** (0.001137)					0.007514*** (0.001607)
	R2	0.058053	0.104269	0.072289	0.066044	0.079607	0.090590	0.123694

Napomena: Standardne pogreške procijene parametara modela dane su u zagradama. Zvjezdice *,**,***, označavaju redom značajnost na razini signifikantnosti od 10%, 5% i 1%.
Izvor: izračun autorice

Beta koeficijenti u modelu (1) i (2) su značajno negativni, što ukazuje da postoji apsolutna beta konvergencija u potrošnji obnovljivih i neobnovljivih izvora energije. Također, vrijednosti beta koeficijenata u modelu (3) do (7) su značajno negativni, što znači da postoji i uvjetna beta konvergencija.

Iz dobivenih rezultata može se zaključiti da BDP po stanovniku u prethodnoj godini i investicije u dugotrajnu imovinu po stanovniku u prethodnoj godini objašnjavanju tek manji dio promjena u stopi rasta potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije. Međutim, kod stope rasta potrošnje neobnovljivih izvora energije po stanovniku, utjecaj BDP-a po stanovniku u prethodnoj godini je negativan, dok je kod stope rasta potrošnje OIE taj utjecaj pozitivan.

U sljedećoj tablici prikazani su rezultati konvergencije za razvijene EU zemlje. U modelu 1 prikazana je apsolutna beta konvergencija jer je nezavisna varijabla samo potrošnja neobnovljivih, odnosno obnovljivih izvora energije po stanovniku. U modelu 3 dodana je nezavisna varijabla BDP po stanovniku u prethodnoj godini kako bi se testirala uvjetna beta konvergencija. U svim modelima fiksiran je utjecaj među zemljama. U modelima 2 i 4 dodan je vremenski trend.

Tablica 20.: Rezultati beta konvergencije za razvijene EU zemlje

		Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Neobnovljivi izvori energije	Intercept	-0.348516** (0.166923)	-0.465919*** (0.155839)	0.807312*** (0.276783)	-1.8691*** (0.519054)
	NRE(-1) (beta)	-0.059124** (0.028861)	-0.085530*** (0.027039)	-0.036328 (0.028204)	-0.130634*** (0.031149)
	BDP(-1)			-0.098351*** (0.019152)	0.112171*** (0.039618)
	trend		-0.002824*** (0.000378)		-0.004867*** (0.000813)
	R2	0.023297	0.159814	0.093028	0.179056
Obnovljivi izvori energije	Intercept	-0.348813** (0.164626)	-0.464328*** (0.172395)	-1.851924*** (0.542716)	-1.315892** (0.62731)
	RE(-1) (beta)	-0.047347** (0.019643)	-0.054600*** (0.019104)	-0.031253** (0.014610)	-0.052255*** (0.019149)
	BDP(-1)			0.157318*** (0.043462)	0.085615 (0.060648)
	trend		0.004380*** (0.001171)		0.002765* (0.001636)
	R2	0.091004	0.126642	0.124448	0.131702

Napomena: Standardne pogreške procijene parametara modela dane su u zagradama. Zvjezdice *,**,***, označavaju redom: značajnost na razini signifikantnosti od 10%, 5% i 1%.
Izvor: izračun autorice

Beta koeficijenti u modelu (1) i (2) su značajno negativni, što ukazuje da postoji apsolutna beta konvergencija u potrošnji obnovljivih i neobnovljivih izvora energije. Također, vrijednosti beta koeficijenata u modelu (3) i (4) su značajno negativni, što znači da postoji i uvjetna beta konvergencija. U razdoblju 1990-2014 potrošnja neobnovljivih izvora energije konvergira po stopi od 5,9% godišnje, dok potrošnja obnovljivih izvora energije konvergira po stopi od 4,7% godišnje. Rezultati koeficijenta determinacije R2 su najveći u Modelu (4) te će biti obrazložen navedeni model. Kod analize uvjetne beta konvergencije u stopi rasta potrošnje neobnovljivih izvora energije značajan je pozitivan utjecaj BDP-a po stanovniku u prethodnoj godini. Kod analize uvjetne beta konvergencije u stopi rasta potrošnje OIE značajan je pozitivan utjecaj trenda uz 10% vjerojatnosti.

U sljedećoj tablici prikazani su rezultati konvergencije za post-tranzicijske EU zemlje.

Tablica 21.: Rezultati beta konvergencije za post-tranzicijske EU zemlje

		Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Neobnovljivi izvori energije	Intercept	-1.012060*** (0.276071)	-1.018269*** (0.272850)	-0.658848* (0.337120)	-2.590653*** (0.644645)
	NRE(-1) (beta)	-0.163146*** (0.044716)	-0.167972*** (0.044236)	-0.145597*** (0.046147)	-0.240485** (0.052546)
	BDP(-1)			-0.027187 (0.016459)	0.134422*** (0.049104)
	trend		-0.001627** (0.000666)		-0.007250*** (0.002082)
	R2	0.080968	0.106682	0.089239	0.141043
Obnovljivi izvori energije	Intercept	-0.495143*** (0.179681)	-2.342335*** (0.368958)	-3.155094*** (0.657896)	-2.278321*** (0.679324)
	RE(-1) (beta)	-0.064743*** (0.021359)	-0.262907*** (0.040503)	-0.180175*** (0.034594)	-0.273986*** (0.04186)
	BDP(-1)			0.187836*** (0.044901)	-0.020372 (0.070621)
	trend		0.012507*** (0.002225)		0.014018*** (0.003744)
	R2	0.077357	0.199545	0.151280	0.206600

Napomena: Standardne pogreške procijene parametara modela dane su u zagradama. Zvjezdice *,**,***, označavaju redom: značajnost na razini signifikantnosti od 10%, 5% i 1%.
Izvor: izračun autorice

Beta koeficijenti u modelu (1) i (2) su značajno negativni, što ukazuje da postoji apsolutna beta konvergencija u potrošnji obnovljivih i neobnovljivih izvora energije. Također, vrijednosti beta koeficijenata u modelu (3) i (4) su značajno negativni, što znači da postoji i uvjetna beta konvergencija. U razdoblju 1995-2014 potrošnja neobnovljivih izvora energije konvergira po stopi od 16,3% godišnje, dok potrošnja OIE konvergira po stopi od 6,4% godišnje. Rezultati koeficijenta determinacije R2 su najveći u Modelu (4) te će biti obrazložen navedeni model. Kod analize uvjetne beta konvergencije u stopi rasta potrošnje neobnovljivih izvora energije po stanovniku značajan je pozitivan utjecaj BDP-a po stanovniku u prethodnoj godini. Kod analize uvjetne beta konvergencije u stopi rasta potrošnje OIE po stanovniku značajan je pozitivan utjecaj trenda.

Kroz navedene modele testirala se hipoteza kojom se tvrdi da post-tranzicijske EU zemlje konvergiraju stopi rasta potrošnje energije razvijenih EU zemalja. Sukladno tome, može se zaključiti kako je navedena hipoteza dokazana jer su post-tranzicijske

EU zemlje rasle brže u potrošnji obnovljivih i neobnovljivih izvora energije u odnosu na razvijene zemlje.

Dobiveni rezultati potvrdili su rezultate od Meng, Payne i (2013) koji su dokazali prisustvo značajne konvergencije u potrošnji energije po stanovniku među 25 zemalja OECD-a. Također su potvrđeni rezultati prema Maza i Villaverde (2008) koji su na uzorku od 98 zemalja utvrdili su da postoji konvergencija u potrošnji električne energije u kućanstvu po stanovniku. Autori navode sljedeće razloge smanjenja nejednakosti: brze ekonomske promjene pojedinih zemalja u razvoju, politika smanjenja potrošnje energije koju provodi većina razvijenih zemalja nakon prvog naftnog šoka te rast svijesti o pitanjima održive energije u bogatim zemljama. Bez obzira na navedeno, zaključeno je da će velike razlike među zemljama u potrošnji energije po stanovniku biti prisutne i u dugom roku.

6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Energija je neophodan element u jačanju i održavanju razine ekonomskog rasta neke zemlje. Gospodarski i svekoliki razvoj nekog gospodarstva i društva nezamisliv je bez upotrebe raznih vidova energije kao osnovnih inputa u proizvodnom procesu. Povremeni poremećaji u isporuci energije najbolje potvrđuju ovisnost današnjeg društva o energiji. Poremećaj u opskrbi podigao je javnu i akademsku svijest o važnosti energije u ekonomskom rastu zemalja. Temeljna istraživačka dilema je hoće li smanjenje potrošnje energije uzrokovati manji ekonomski rast. Ovo pitanje ostaje u središtu pozornosti i danas, ali zbog različitih razloga. U 1970-im i 1980-im godinama smanjenje potrošnje energije bilo je neizbježan rezultat naftnih šokova. Danas jedan od razloga smanjenja potrošnje energije je međunarodna borba za smanjenje emisija stakleničkih plinova.

Rasplamsavanje međunarodnog terorizma, produbljivanje političke krize na Bliskom istoku te sve veća politizacija dobave prirodnog plina učinili su energiju, a osobito naftu i plin, sve nesigurnijom pretpostavkom svake gospodarske i razvojne politike. Sve veća politizacija nafte i plina kao i velika ovisnost o uvoznoj energiji nameće zaokret u energetskoj strategiji, koju EU već provodi. Sve EU zemlje za svoj razvitak moraju osigurati dovoljno energije i to sve više uvozne energije. Stoga moraju redefinirati svoju energetsku strategiju, prilagoditi je sve nestabilnijoj uvoznoj energiji, razraditi diversifikaciju izvora uvozne energije i osigurati što intenzivniji razvitak energetski učinkovite potrošnje energije te aktiviranje obnovljivih izvora u što većoj mjeri. Samo takvom, fleksibilnom strategijom biti će moguće suočiti se sa izazovima buduće energetske neizvjesnosti.

6.1. Zaključak

Energetska politika EU snažno utječe na smjer i intenzitet provođenja reformi u europskim zemljama i to bez obzira jesu li one u međuvremenu postale nove članice ili su ostale izvan integracijskih procesa. Kako bi ispunila svoje obaveze iz Kyotskog protokola i Pariškog sporazuma za ublažavanje klimatskih promjena, EU je na vlastitoj razini odredila različite ciljane vrijednosti koje je potrebno postići do 2020. i 2030. godine. Te ciljane vrijednosti obuhvaćaju izravno i kvantificirano smanjenje

emisija stakleničkih plinova te konkretne ciljane vrijednosti za proizvodnju obnovljive energije i povećanu energetsku učinkovitost. Postizanjem ovih ciljeva, otvorio bi se put za lakše ostvarenje glavnog cilja za 2050. godinu – dekarbonizacija, odnosno smanjenje emisija ugljičnog dioksida u svim državama članicama (ponajviše industrijskim) za 80-95%.

Više od polovice bruto domaće potrošnje energije u EU dolazi iz uvoza, a visoka proporcija uvoza koncentrirana je na mali broj zemalja. Nadalje, slaba je diversificiranost dobavnih pravaca te raznolikost u korištenju energetskih resursa. To EU čini podložnijom političko-ekonomskim utjecajima zemalja iz kojih uvozi energiju te podložnijom sezonskim oscilacijama u proizvodnji energije, što negativno utječe na odluke o investiranju te gospodarsku stabilnost. Izazovi s kojima se EU suočava na području energetike osim navedenih, uključuju pitanja kao što su rastuća globalna potražnja za energijom, visoke i nestabilne cijene energije, sigurnosni rizici koji utječu na zemlje proizvođače i tranzitne zemlje, rastuće prijetnje klimatskih promjena, spori napredak u pogledu energetske učinkovitosti, izazovi koje donosi sve veći udio obnovljivih izvora energije i potreba za većom transparentnošću, daljnjom integracijom i međusobnim povezivanjem tržišta energije.

Struktura gospodarstva u post-tranzicijskim ekonomijama EU razlikuje se od strukture gospodarstva razvijenih europskih zemalja (niži nivo industrijske proizvodnje uvjetovan sporom promjenom vlasničke strukture i privatizacije upravo u tom sektoru, nedostatak investicijskih ulaganja i prespori dotok stranog kapitala, sporo osvajanje novih tržišta i uključivanje u svjetske tokove roba i usluga, veća nezaposlenost i siromaštvo, manja razvijenost financijskog tržišta i ekološka zapuštenost). Velika razlika evidentna je i u proizvodnji i potrošnji energije prema izvorima. Dok je u razvijenim EU zemljama većina proizvedene energije dobivena iz nuklearnih elektrana i OIE, u post-tranzicijskim EU zemljama više od 50% energije je dobiveno iz krutih goriva. To bi moglo predstavljati opasnost za sigurnost energetske opskrbe EU s obzirom da u post-tranzicijskim EU zemljama nedostaje infrastruktura za transport nafte i plina koja bi omogućila diversifikaciju pravaca opskrbe energijom. Budući da se temeljem usvojenih energetsko-klimatskih paketa u EU očekuje smanjenje potrošnje krutih goriva te povećanje potrošnje OIE, potrebne su značajne

promjene u energetskom sustavu što će biti znatno teže postići u post-tranzicijskim EU zemljama.

Značajne razlike između post-tranzicijskih i razvijenih EU zemalja u pogledu buduće dinamike ekonomskog rasta i razvoja, zajedno s razlikama u trenutnim karakteristikama energetskog sektora i ekonomije, znače da će se te skupine zemalja suočiti sa različitim izazovima za svoje energetske sektore. Sve zemlje trebaju razviti koherentnu politiku kako bi se zajamčila stalna i sigurna opskrba energijom, učinkovito korištenje energije i smanjenje utjecaja energije na okoliš. Sukladno svemu navedenom, može se zaključiti da energetska politika primjenjena u razvijenim EU državama ne može se u potpunosti primijeniti na post-tranzicijske ekonomije.

Analiza odnosa između neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta je velika, dok je analiza utjecaja istovremene uporabe različitih izvora energije na ekonomski rast još uvijek vrlo rijetka. Povećana potražnja za energijom, potreba za postizanjem ciljeva održivog razvoja i razmatranje negativnih učinaka neobnovljivih izvora važni su razlozi koji motiviraju zemlje na promicanje OIE. Ova činjenica potiče istraživače da integriraju varijablu obnovljive energije prilikom promatranja odnosa između potrošnje energije i ekonomskog rasta. Tako se u posljednjem desetljeću intenzivira istraživanje odnosa između potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta.

Empirijsko istraživanje provedeno u ovom doktorskom radu krenulo je od važnosti energije kao proizvodnog inputa u proizvodnoj funkciji. Analiziran je utjecaj potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na ekonomski rast za panel podatke i to za 15 razvijenih EU zemalja u razdoblju od 1990. do 2014. godine te za 11 post-tranzicijskih EU zemalja u razdoblju od 1995. do 2014. godine. Empirijski dio doktorske disertacije temeljen je na korištenju više ekonometrijskih metoda koje vode računa o stacionarnosti i endogenosti relevantnih varijabli u okviru izabranih modela. S obzirom da se analizirao panel od 26 EU država, u analizi su se primijenile najrelevantnije metode statičke i dinamičke panel-regresijske analize. Od statičkih metoda primijenjeni su: združeni model, model s fiksnim učincima i model sa slučajnim učincima. Kako se ne bi zanemarila dinamička priroda procesa

primijenjena je dinamička panel-regresijska analiza koja obuhvaća sljedeće metode: prosječni procjenitelj grupe i tradicionalni združeni procjenitelj grupe.

Prema rezultatima primjene statične metode odnosno modela s fiksnim učincima utvrđeno je da u obje skupine zemalja na elastičnost BDP-a po stanovniku utječe promjena potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije. Međutim, ako se procjenjuje statički model, a pritom se zanemari dinamička priroda procesa, mogu se izgubiti važne informacije pa su rezultati procjene pristrani i nekonzistentni. Slijedom navedenog primijenjena je dinamička panel-regresijska analiza.

Primjenom metode prosječni procjenitelj grupe (MG) rezultati su pokazali da u razvijenim EU zemljama, promjena potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije po stanovniku ima pozitivan utjecaj na ekonomski rast, ali samo u dugom roku. Neobnovljivi izvori su najvažniji energent i pokretač ukupnog ekonomskog rasta. Potrošnja nafte i dalje predstavlja glavni izvor energije kod većine razvijenih EU zemalja. Međutim, većina razvijenih zemalja su neto uvoznici nafte i naftnih derivata. Posljednjih 15-ak godina značajno je smanjena potrošnja ugljena, te je jednim dijelom zamijenjena potrošnjom plina te OIE. Potrošnja OIE bilježi kontinuirani rast, posebice nakon ratifikacije Kyoto protokola.

Primjenom metode združeni procjenitelj grupe (PMG) u post-tranzicijskim EU zemljama promjena potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije po stanovniku ima statistički značajan utjecaj na ekonomski rast. Međutim, utjecaj primjene potrošnje neobnovljivih izvora energije je negativan u dugom roku te pozitivan u kratkom roku. Navedeni rezultati se mogu objasniti promjenom u strukturi ukupne potrošnje energije u post-tranzicijskim EU zemljama gdje je u posljednjih 15-ak godina smanjena energetska intenzivnost gospodarstva i potrošnja neobnovljivih izvora energije, a čak četiri puta povećana potrošnja OIE.

Na temelju prikazanih rezultata nameće se zaključak da u obje skupine zemalja u dugom roku postoji statistički značajan utjecaj promjene potrošnje OIE po stanovniku na ekonomski rast po stanovniku. Također, razvidno je da u slučaju panela razvijenih EU zemalja, veći relativni utjecaj potrošnje OIE po stanovniku na ekonomski rast u odnosu na post-tranzicijske EU zemlje. Naime, razvijene EU zemlje imaju veći udio

OIE u ukupnoj potrošnji energije u odnosu na post-tranzicijske EU zemlje. Iako bi OIE mogli pomoći u širenju pristupa energiji u post-tranzicijskim zemljama, prema dobivenim rezultatima ovog istraživanja učinci potrošnje OIE imaju mali utjecaj na realni BDP u dugom roku i to na razini signifikantnosti od 10%, dok u kratkom roku nema utjecaja. Povećanje korištenja OIE može biti težak politički cilj, uključujući neizvjesnosti vezane uz prihode i troškove tehnologije, dostupnost tehnologije, nedostatak sudjelovanja privatnog sektora ili ograničenja vladinih politika, uključujući i fiskalna zakonska ograničenja. Budući da udio OIE u europskom i svjetskom energetskom portfelju kontinuirano raste, u budućnosti se očekuju pozitivni učinci korištenja OIE kao alata ekonomskog rasta u post-tranzicijskim EU zemljama.

Rezultati ekonometrijske analize provedene na skupu razvijenih i post-tranzicijskih zemalja potvrdili su temeljnu hipotezu, potrošnja energije ima pozitivan i statistički značajan utjecaj na ekonomski rast. Prisutnost uzročnosti od potrošnje energije do ekonomskog rasta podrazumijeva da dostupnost energije izravno utječe na gospodarske aktivnosti i preduvjet je za postizanje visoke stope rasta u regiji. Stoga bi prioritet trebao biti usmjeren na upravljanje energijom, proizvodnju i distribuciju kako bi se izbjegao štetni utjecaj nedostatka energije.

Iako EU nastoji uspostaviti jedinstveno energetsko tržište i zajedničke energetske ciljeve za sve zemlje članice, potrebno je primijeniti različite energetske politike za svaku skupinu zemalja. Iako je energetska intenzivnost još uvijek veća u novim zemljama članicama, bilo bi neodgovorno prisilno nametati smanjenje potrošnje energije u navedenim članicama. Nadalje, planovi i propisi o energetskoj učinkovitosti trebali bi biti izgrađeni zasebno za sektor industrije i sektor kućanstva odnosno stambenih zgrada.

Promjena opskrbe energijom od neobnovljivih do obnovljivih izvora ne znači automatski poboljšanu energetsku učinkovitost. Međutim, integracija energetske učinkovitosti s OIE mogla bi pružiti alternativu koju treba razmotriti prilikom odlučivanja o održivim budućim putovima energije za neku zemlju. Ovaj sustav zahtijeva decentralizirani energetski sustav u kombinaciji s OIE.

Za sveobuhvatnu analizu budućeg razvoja energetskog sustava, posebice s aspekta stvaranja jedinstvenog energetskog tržišta, također je analizirano konvergiraju li post-tranzicijske EU zemlje stopi rasta potrošnje energije razvijenih EU zemalja. Konvergencija se pojavljuje ako zemlje s niskom potrošnjom energije sustižu zemlje s većom potrošnjom energije. Budući da je energija važan, ali ne i besplatan faktor u proizvodnom procesu, važno je znati koristi li se na učinkovit i održiv način.

Za analizu konvergencije primijenjen je regresijski panel model s fiksnim učincima (neoklasični beta pristup), a prisustvo procesa konvergencije dodatno je ispitano analizom koeficijenata varijacije (tradicionalni sigma pristup). Panel analiza beta konvergencije je provedena na godišnjim podacima za razdoblje od 1990. do 2014. godine za razvijene EU zemlje, a za post-tranzicijske EU zemlje za razdoblje od 1995. do 2014. godine.

Pomoću sigma konvergencije dokazana je prisutnost procesa konvergencije kod potrošnje OIE po stanovniku u razvijenim i post-tranzicijskim EU zemljama. Kod potrošnje neobnovljivih izvora energije prisutna je disperzija odnosno kombinacija konvergencije i divergencije. Naime navedeno je zbog energetske politike EU koja promiče smanjenje potrošnje neobnovljivih izvora energije te povećanje korištenja OIE. Međutim, sve EU članice ne pridonose smanjenju neobnovljivih izvora energije u jednakoj mjeri. Rezultati konvergencije najvećim dijelom su rezultat kretanja potrošnje neobnovljivih izvora u Njemačkoj, Francuskoj, Ujedinjenom Kraljevstvu i Italiji jer je njihova potrošnja najveća u odnosu na ostale zemlje članice EU..

Prisustvo konvergencije je dodatno potvrđeno testiranjem beta konvergencije gdje je razvijen panel model s jednostranim fiksnim učincima. Rezultati procjene parametara panel modela s jednostranim fiksnim učincima su potvrdili prisustvo procesa apsolutne konvergencije u potrošnji obnovljivih i neobnovljivih izvora energije po stanovniku za EU-26 zemlje te posebno za post-tranzicijske i razvijene EU zemlje.
S obzirom da je važan cilj ovog rada bio ustanoviti konvergiraju li post-tranzicijske EU zemlje stopi rasta potrošnje energije razvijenih EU zemalja, može se zaključiti kako je navedena hipoteza dokazana jer su post-tranzicijske EU zemlje rasle brže u potrošnji energije u odnosu na razvijene zemlje.

Pitanje energetske konvergencije je važno jer ima utjecaj na održivu potrošnju energije i nastojanja da se smanje emisije ugljičnog dioksida. Mnoge zemlje usvojile su politiku smanjenja energetske intenzivnosti i promicanja energetske učinkovitosti, a istovremeno s ciljem smanjenja emisija ugljičnog dioksida. Navedenom sigurno doprinosi jedinstvena energetska politika EU koja promiče smanjenje energetske intenzivnosti, promovira energetsku efikasnost te primjenu OIE.

Prostora za nova istraživanje ima, ne samo u vidu testiranja procesa energetske konvergencije unutar drugog vremenskog razdoblja i pomoću drugih metoda (primjerice, dinamičkog panel modela ili panel analize s dvostranim fiksnim učincima), već i u pravcu testiranja prisustva procesa stohastičke ili klub konvergencije.

6.2. Implikacije analiziranog modela na energetsku politiku država EU

Rezultati znanstvenog istraživanja koji su prezentirani u ovoj doktorskoj disertaciji potvrđuju glavnu znanstvenu hipotezu da potrošnja energije u EU zemljama utječe na ekonomski rast te da post-tranzicijske EU zemlje konvergiraju stopi rasta potrošnje energije razvijenih EU zemalja. Prisutnost uzročnosti od potrošnje energije do ekonomskog rasta podrazumijeva da dostupnost energije izravno utječe na gospodarske aktivnosti i preduvjet je za postizanje visoke stope rasta. Stoga bi prioritet trebao biti usmjeren na upravljanje energijom, proizvodnju, distribuciju i potrošnju kako bi se izbjegao štetni utjecaj nedostatka energije.

U provedbi energetske reforme i u uspostavljanju energetskog tržišta post-tranzicijske zemlje preuzimaju energetska iskustva, pravila i standarde razvijenih EU zemalja. Međutim, na tom putu susrele su se s mnogim teškoćama i smetnjama, kao što su: nedovoljna raspoloživost energetskih izvora, nedostatak kapitala za investicije u energetski sektor, rasipnički mentalitet i potreba uvođenja energetske discipline, potreba edukacije energetskih stručnjaka u industriji i prometu i edukacije širih slojeva stanovništva kao potrošača energije, potreba uvođenja energetske informatičke podrške i sl. Također, u mnogim post-tranzicijskim EU zemljama cijene električne energije su niske, te otežavaju ulaganja u bilo koji novi pogon za proizvodnju energije, iz obnovljivih ili drugih izvora energije. Razina organiziranosti

kao i ekonomska efikasnost poslovanja u elektroprivredi post-tranzicijskih zemalja zaostaje značajno za zapadnim elektroprivrednim subjektima. Elektroprivredna postrojenja (posebno proizvodna) ni po kapacitetu ni po tehničko-tehnološkom stanju nisu na razini zapadno-europskih kapaciteta. U proteklih 20-tak godina ova su postrojenja maksimalno korištena uz neodgovarajuće održavanje tako da će već u kratkom roku, a pogotovo na duži rok, predstavljati jedan od najvećih problema u sigurnosti opskrbe. Na temelju ovakvog sistema i politike niskih cijena električne energije stvorena je neodgovarajuća struktura gospodarstva i navike u potrošnji električne energije u svim sektorima potrošnje. Ovaj ekonomski nesklad ne može se otkloniti u kratkom vremenskom razdoblju; za promjenu gospodarske strukture i navika u potrošnji potreban je duži niz godina. Značajne razlike između post-tranzicijskih i razvijenih EU zemalja u pogledu buduće dinamike gospodarskog razvoja, zajedno s razlikama u trenutnim karakteristikama ekonomije, znače da će se te skupine zemalja suočiti s različitim izazovima za svoje energetske sektore.

Slijedom navedenoga, evidentno je da nije moguće primijeniti istu energetsku politiku u razvijenim i post-tranzicijskim EU zemljama. Upravo takvi rezultati istraživanja predstavljaju značajan izazov za kreatore i nositelje ekonomske i energetske politike u analiziranim državama. Navedena istraživanja imaju značajne implikacije za vođenje ekonomske politike, posebice onih mjera koje se tiču državnih potpora, kao i za vođenje energetske politike, naročito instrumenata i mjera koji utječu na uštedu energije. Za post-tranzicijske EU zemlje je pogotovo važno osigurati stabilne izvore energije i diversificirane dobavne pravce kako bi se smanjila ranjivost i povećala sigurnost energetskog sustava te na taj način osigurala osnova za dugoročno stabilan ekonomski rast.

Dugoročno gledano, stabilna i sigurna opskrba energijom može biti ugrožena uslijed daljnjeg porasta ovisnosti o uvozu, geopolitičke nestabilnosti u zemljama izvoznicama energije, smanjene razine pouzdanosti postojećih sustava te izostanka investicija u energetsku infrastrukturu.

Slijedom navedenog, neophodno je implementirati politiku razvoja energetskog sektora s fokusom na:

- osiguravanje stabilne i sigurne opskrbe energijom kao poticaj ekonomskom rastu s međusobno povezanom energetskom mrežom i konkurentnim maloprodajnim tržištima
- diversifikaciju opskrbe energijom, s povećanim udjelom OIE, kako bi se smanjila uvozna ovisnost
- povećanje energetske učinkovitosti, osnaženje i poboljšanje sustava trgovanja emisijama EU-a te poticanje razvoja tehnologija s niskom razinom ugljika
- restrukturiranje gospodarstva s naglaskom na reindustrijalizaciju i energetski manje intenzivnu industrijsku proizvodnju uz inovacije i tehnološki napredniju proizvodnju.

U post-tranzicijskim EU zemljama mora također postojati redovita opskrba energijom kako bi se potaknuo ekonomski rast u kratkom i dugom roku te dosegla razina rasta razvijenih EU zemalja. Post-tranzicijske EU zemlje trebale bi:

- osuvremeniti zastarjelu energetsku infrastrukturu te osigurati usklađenost nacionalnih ciljeva s ciljevima EU
- uspostaviti snažniju regionalnu suradnju i koordinaciju u vezi s projektima ulaganja u zajedničku infrastrukturu i zajedničko upravljanje kapacitetima, a s ciljem uspostave integrirane i uravnotežene energetske politike. Trebale bi djelovati zajedno kako bi osigurale odgovarajuća sredstva za potrebna ulaganja u infrastrukturu i podržale rješenja koja bi omogućila energetsku sigurnost
- realizirati neke od ključnih infrastrukturnih plinskih projekata (Južni tok, Trans-jadranski plinovod, Jonsko-jadranski plinovod, LNG) kako bi se izbjegla uska grla između država članica
- ubrzati dovršavanje transeuropskih elektroenergetskih mreža kako bi se poboljšala sigurnost opskrbe, upravljalo fluktuacijama energije, poboljšala integracija obnovljivih izvora energije i dalje unutarnje tržište energije
- smanjiti tržišne poremećaje u opskrbi energijom prilagodbom shema potpora (npr. putem natječaja) te povećanjem energetskih interkonekcija sa zemljama iz regije

- privlačiti privatne investicije u sektor OIE primjerice pojednostavljenjem postupaka za autorizaciju, licenciranje i povezivanje mreže
- povećati ulaganje u mrežnu infrastrukturu i pametne mreže
- postupno uvoditi pametne tehnologije mjerenja s ciljem smanjenja gubitaka u distribuciji
- jačati institucionalne kapacitete (npr. ovlaštena tijela za energetsku učinkovitost
- educirati potrošače o učinkovitosti energije i poticati ih na štednju energije.

Drugim riječima, povećanje stabilnosti i sigurnosti opskrbe energijom u post-tranzicijskim EU zemljama od iznimne je važnosti za funkcioniranje jedinstvenog energetskog tržišta EU. Kako bi se izbjegli negativni utjecaji na ekonomski rast, moraju se povećati ali i realizirati ulaganja u energetsku infrastrukturu. Uslijed visoke uvozne ovisnosti postoji opravdan rizik da se eventualni poremećaji energetskog tržišta u okruženju EU reflektiraju na funkcioniranje energetskog sektora post-tranzicijskih EU zemalja. Stoga bi se stupanj ranjivosti energetskog sektora post-tranzicijskih EU zemalja trebao smanjiti izgradnjom vlastitih proizvodnih kapaciteta.

S druge strane, OIE su posljednjih desetak godina postali najbrže rastući segment proizvodnje energije, prvenstveno električne energije. Veće korištenje OIE u određenoj mjeri smanjuje rizik uvozne ovisnosti električne energije, ali u isto vrijeme djelomično povećava nesigurnost zbog oscilacija u proizvodnji i priključenja na elektroenergetsku mrežu. S obzirom da OIE imaju utjecaj na BDP u obje skupine zemalja, nužna je aktivna uloga nositelja energetske politike u poticanju i implementaciji takve energetske politike koja će imati razvojne učinke za gospodarstvo uz smanjenje štetnih emisija u okoliš. To se prvenstveno odnosi na izgradnju zakonskog okvira koji će biti transparentan i relativno nepromjenjiv. Naime, česte promjene zakonske regulative iz područja OIE negativno utječu na ponašanje subjekata na tržištu, što može dovesti do smanjenja gospodarske aktivnosti, posebice investicija i potrošnje. OIE zasada su relativno nestabilni i značajno ovise o subvenciji koja se daje proizvođačima OIE. Prema Granić (2010a) OIE mogu imati pozitivan, multiplikativan ekonomski učinak na gospodarstvo zemlje ukoliko se u proizvodnji i razvoju opreme te gradnji takvih postrojenja osiguraju domaće komponente, domaća radna snaga i prateće usluge. Ipak, zbog volatilne ponude

potrebne su i tzv. klasične elektrane. Odnosno, zbog sigurnosti elektroenergetskog sektora potrebna je koordinirana izgradnja elektrana na fosilna goriva (HEP, 2012b).

Osim navedenoga, na temelju provedenog istraživanja može se izvesti nekoliko implikacija na energetsku politiku. Prvo, s ciljem formuliranja i provođenja energetske politike i mjera na razini EU, potrebno je različite sektore i regije razmatrati odvojeno. Drugo, poznavanje dinamike kretanja potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije u pojedinim zemljama te čimbenike koje na njih utječu mogu pomoći u izradi adekvatnih energetskih mjera s ciljem smanjenja razlika između zemalja te poboljšanja energetske učinkovitosti. Treće, kreatori politike trebaju biti više usmjereni na promjenu obrazaca ponašanja ljudi te korištenje čišće energije. Četvrto, odgovarajuća i pravodobna komunikacija s potrošačima o budućim promjenama cijena električne energije, može usporiti intenzitet promjena u potrošnji električne energije. Konačno, nacionalne vlade igraju važnu ulogu u ostvarenju politika energetske konvergencije i energetske učinkovitosti, jer mogu utjecati na ponašanje i praksu potrošača energije te su fleksibilnije za provedbu novih i inovativnih politika. Daljnja istraživanja trebala bi otkriti mehanizam koji naglašava odnose između varijabli energije i promjena izazvanih politikama, tj. procesi koji generiraju transformaciju obrazaca potrošača energije prema učinkovitijem i općenito klimatski prihvatljivijem ponašanju.

EU je postigla dobre rezultate u izgradnji energetske politike i energetskog tržišta uvođenjem svojih energetskih pravila i standarda, ali proces te izgradnje još nije dovršen. Post-tranzicijske EU zemlje prilagođavaju se postupnoj izgradnji te politike i energetskog tržišta, ali će taj proces trajati mnogo dulje nego u razvijenim zemljama članicama EU zbog mnogo većih teškoća u reformi i prilagođavanju energetskog sektora standardima EU.

6.3. Preporuke za budući rad

Zbog važnosti odnosa potrošnje energije i ekonomskog rasta, ali i činjenice da postoji generalna nekonzistentnost u dosadašnjim empirijskim istraživanjima, istraživanje provedeno u ovom doktorskom radu predstavlja tek početak dugoročnog rada i

nastojanja da se u potpunosti utvrdi odnosno potvrdi uzročna veza između varijabli potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta u EU.

U pogledu preporuka za budući rad te daljnjeg istraživanja u ovom području, kao mogućnost se nameće analiza država na način da ih se grupira prema određenim makroekonomskim pokazateljima te da se onda uspoređuje utjecaj potrošnje energije na ekonomski rast u tako grupiranim državama. Također je moguće razmatrati utjecaj proizvodnje i potrošnje svakog pojedinog izvora energije na ekonomski rast te mogućnost supstitucije neobnovljivih izvora s obnovljivim izvorima energije. U EU nedostaju istraživanja koje analiziraju vezu između disagregirane potrošnje neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta te emisija ugljičnog dioksida, kao i one vezane za odnos potrošnje obnovljivih izvora energije, ekonomskog rasta i emisija ugljičnog dioksida. Na primjeru zemalja EU potrebno bi bilo istražiti prisutnost Ekološke Kuznetsove krivulje prema kojoj se onečišćenje okoliša povećava sa ekonomskim rastom, ali kada gospodarstvo dosegne određenu razinu dohotka po stanovniku, odnosno prekretnicu, onečišćenje počinje opadati. Također nedostaju istraživanja o efikasnosti i efektivnosti energetskih političkih varijabli (npr.ekoloških poreza) te njihovom utjecaju na ekonomski rast.

7. LITERATURA

KNJIGE:

1. Allen, R. C. (2009) The British industrial revolution in global perspective (Vol. 1), Cambridge: Cambridge University Press
2. Ayres, R.U., Warr, B. (2009) The Economic Growth Engine – How Energy and Work Drive Material Prosperity, Edward Elgar Publishing Ltd, Cheltenham, UK
3. Baltagi, B. H. (2005) Econometric Analysis of Panel Dana, 3 th ed., John Wiley & Sons
4. Bahovec, V., Erjavec, N. (2009) Uvod u ekonometrijsku analizu. Element
5. Barro, R.J., Sala-i-Martin, X. (2004) Economic Growth, Second Edition, The MIT Press, Cambridge
6. Blanchard, O. (2011) Macroeconomics Updated (5th ed). Englewood Cliffs: Prentice Hall
7. Borozan, Đ. (2006) Makroekonomija, drugo dopunjeno i izmijenjeno izdanje, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Ekonomski fakultet Osijek
8. Dekanić, I., Lay V. (2008) Geopolitički aspekti nafte i vode. Zagreb: Centar za politološka istraživanja Zagreb
9. Georgescu-Roegen, N. (1971) The Entropy Law and the Economic Process, Harvard University Press, Cambridge, Mass
10. Grossman, G. M., & Helpman, E. (1990) Trade, innovation, and growth. The American economic review, 80(2), 86-91
11. Guruswamy, L. (Ed), (2015) International energy and poverty: the emerging contours. Routledge
12. Herceg, N. (2013) Okoliš i održivi razvoj. Zagreb: Synopsis d.o.o.
13. Jakovac, P., Lenz, N. V. (2016) Energija i ekonomija u Republici Hrvatskoj: Makroekonomski učinci proizvodnje i potrošnje električne energije
14. Kandžija, V., Cvečić, I. (2010) Ekonomika i politika Europske Unije, Ekonomski fakultet Rijeka, Rijeka
15. Kennedy, P. (2008) A Guide to Econometrics, 6th ed., Blackwell Publishing
16. Labudović, B. (2002) Obnovljivi izvori energije, Energetika marketing, Zagreb

17. Rifkin, J. (2002) The hydrogen economy: the creation of the worldwide energy web and the redistribution of power on earth Tarcher. Putnam, New York
18. Romer, D. (2006) Advanced Macroeconomics, 3rd Ed. Boston: Mc Graw-Hill
19. Scott, M. F. (1991) A new view of economic growth. Oxford University Press
20. Smil, V. (2005) Energy at the crossroads: global perspectives and uncertainties. MIT press
21. Solow, R. M. (1997) Learning from" learning by doing": lessons for economic growth. Stanford University Press
22. Stewart, J. (2008) Calculus: Early Transcendentals. Thomson Brooks/Cole, 6th Edition
23. Udovičić, B. (1998) Razvitak i energetika : temeljne odrednice. Zagreb : Inačica
24. Vlahinić-Dizdarević, N., Žiković, S. (2011) Ekonomija energetskog sektora–izabrane teme, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Solution d.o.o, Rijeka

ČLANCI:

25. Acaravci, A., Ozturk, I. (2010a) Electricity consumption-growth nexus: evidence from panel data for transition countries. Energy Economics, 32(3), 604-608.
26. Acaravci, A., Ozturk, I. (2010b) On the relationship between energy consumption, CO_2 emissions and economic growth in Europe. Energy, 35(12), 5412-5420.
27. Acemoglu, D., Johnson, S., Robinson, J. A. (2002) Reversal of fortune: Geography and institutions in the making of the modern world income distribution. The Quarterly journal of economics, 117(4), 1231-1294.
28. Adewuyi, A. O., Awodumi, O. B. (2017) Renewable and non-renewable energy-growth-emissions linkages: Review of emerging trends with policy implications. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 69, 275-291.
29. Aghion, P., Howitt, P. (1992) A model of growth through creative destruction, Econometrica 60, 323-351.
30. Ahmed, M., Azam, M. (2016) Causal nexus between energy consumption and economic growth for high, middle and low income countries using

frequency domain analysis. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 60, 653-678.

31. Al-mulali, U., Fereidouni, H. G., Lee, J. Y., Sab, C. N. B. C. (2013) Examining the bi-directional long run relationship between renewable energy consumption and GDP growth. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 22, 209-222.
32. Alper, A., Oguz, O. (2016) The role of renewable energy consumption in economic growth: Evidence from asymmetric causality. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 60, 953-959.
33. Anoruo, E., DiPietro, W. R. (2014) Convergence in Per Capita Energy Consumption among African Countries: Evidence from Sequential Panel Selection Method. International Journal of Energy Economics and Policy, 4(4), 568.
34. Apergis, N., Payne, J.E. (2010) Renewable energy consumption and economic growth: Evidence from a panel of OECD countries, Energy Policy, 38, 656-660.
35. Apergis, N., Payne, J. E. (2011) Renewable and non-renewable electricity consumption–growth nexus: evidence from emerging market economies. Applied Energy, 88(12), 5226-5230.
36. Apergis N., Payne J.E. (2012) Renewable and non-renewable energy consumption-growth nexus: Evidence from a panel error correction model. Energy Economics, 34, 733-738.
37. Apergis, N., Danuletiu, D. C. (2014) Renewable energy and economic growth: evidence from the sign of panel long-run causality. International Journal of Energy Economics and Policy, 4(4), 578.
38. Aslan, A.; Ocal, O. (2016) The role of renewable energy consumption in economic growth: evidence from asymmetric causality, Renewable and Sustainable Energy Reviews 60: 953–959.
39. Auty, R. M. (2001) The political economy of resource-driven growth. European economic review, 45(4), 839-846.
40. Ayres R.U., Kneese A.V. (1969) Production, consumption, and externalities. American Economic Review 59, 282-297.

41. Ayres, R. U., van den Bergh, J. C. (2005) A theory of economic growth with material/energy resources and dematerialization: Interaction of three growth mechanisms. Ecological Economics, 55(1), 96-118.
42. Baltagi, B. H., Bresson, G., Pirotte, A. (2007) Panel unit root tests and spatial dependence. Journal of Applied Econometrics, 22(2), 339-360.
43. Barro, R.J., Sala-i-Martin, X. (1991) Convergence across states and regions, Brookings Papers on Economic Activity, 1991(1), 107–182.
44. Barro, R. J., Sala-i-Martin, X. (1995) Technological diffusion, convergence, and growth (No. w5151). National Bureau of Economic Research.
45. Basarac Sertić, M., Čeh Časni, A., Vučković, V. (2015) Impact of labour market reforms on economic activity in European Union: short term costs and long term benefits, Financial Theory and Practice, 39 (1), 83-107.
46. Becker, G. S., Murphy, K. M., & Tamura, R. (1990) Human capital, fertility, and economic growth. Journal of political economy, 98(5, Part 2), S12-S37.
47. Berndt, E.R., Wood, D.O. (1979) Engineering and Econometric Interpretations of Energy-Capital Complementarity, American Economic Review, 69, 342-354.
48. Belke, A., Dreger, C., de Haan, F. (2010) Energy Consumption and Economic Growth: New Insights into the Cointegration Relationship, Ruhr Economic Papers No.190.
49. Bhattacharya, M., Paramati, S.R., Ozturk I., Bhattacharya S. (2016) The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from top 38 countries, Applied Energy, 162 733-741.
50. Bildirici M. (2012) The relationship between economic growth and energy consumption, Renewable Sustainable Energy, 4(2):5.
51. Bond, S. R. (2002) Dynamic panel data models: a guide to micro data methods and practice, Portuguese economic journal, 1(2), 141-162.
52. Borozan, Đ. (2013) Exploring the relationship between energy consumption and GDP: Evidence from Croatia, Energy Policy, 59: 373-381.
53. Borozan, Đ. (2014) Utjecaj neto migracija na proces međužupanijske ekonomske konvergencije i rast u Hrvatskoj, Peta Interfakultetska znanstvena konferencija "Konkurentnost, ekonomski rast i blagostanje". Ekonomski fakultet u Osijeku. 239-253.

54. Borozan, Đ. (2017) Unveiling the Time Effect of a Shock on Electricity Consumption: Evidence from Post-Transition EU Countries. Studia Prawno-Ekonomiczne, 104, 201-221.
55. Bowden, N., Payne, J.E. (2009) The causal relationship between U.S. energy consumption and real output: A disaggregated analysis. Journal of Policy Modeling 31, 180–188.
56. Breitung, J. (2000) The local power of some unit root tests for panel data. Advances in Econometrics, Volume 15: Nonstationary Panels, Panel Cointegration, and Dynamic Panels, ed. B. H. Baltagi, 161–178. Amsterdam: JAY Press.
57. Brown, S. P., Yücel, M. K. (2002) Energy prices and aggregate economic activity: an interpretative survey. The Quarterly Review of Economics and Finance, 42(2), 193-208.
58. Bukša, D. (2011) Proces deregulacije hrvatskoga tržišta električne energije. Ekonomski pregled, 62(5-6), 286-310.
59. Caraiani, C., Lungu, C. I., Dascălu, C. (2015) Energy consumption and GDP causality: a three-step analysis for emerging European countries. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 44, 198-210.
60. Chang, T., Gupta, R., Inglesi-Lotz, R., Simo-Kengne, B., Smithers, D., Trembling, A. (2015) Renewable energy and growth: Evidence from heterogeneous panel of G7 countries using Granger causality. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 52, 1405-1412.
61. Chen, S.T., Kuo, H.I., Chen, C.C., (2007) The relationship between GDP and electricity consumption in 10 Asian Countries, Energy Policy, 35: 2611-2621.
62. Chevalier, J. M., Ouédraogo, N. S. (2009) Energy poverty and economic development. In The New Energy Crisis (115-144). Palgrave Macmillan UK.
63. Chiu, C., Chang, L. (2008) What proportions of renewable energy supplies is needed to initially mitigate CO_2 emissions in OECD member countries, Renewable and Sustainable Energy Reviews 13, 1669–1674.
64. Chontanawat, J., Hunt, L. C., Pierse, R. (2006) Causality between Energy Consumption and GDP: Evidence from 30 OECD and 78 Non-OECD Countries. Discussion Paper SEEDS 113. Guildford.

65. Chontanawat, J., Hunt, L. C., Pierse, R. (2008) Does energy consumption cause economic growth?: Evidence from a systematic study of over 100 countries, In Journal of Policy Modeling, Volume 30, Issue 2, 209-220.
66. Cleveland, C.J., Constanza, R., (2008) Biophysical economics, U: Encyclopedia of Earth, Cleveland, C.J. (ur), Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment, Washington D.C.
67. Cleveland C. J., Costanza, R., Hall, C. A. S., Kaufmann, R. K. (1984) Energy and the U.S. economy: A biophysical perspective, Science 225, 890-897.
68. Cohen, W. M., Levinthal, D. A. (1989) Innovation and learning: the two faces of R & D. The economic journal, 99(397), 569-596.
69. Cvečić, I., Čapek, D., Jakovac, P. (2015) Determinante i instrumenti razvoja konkurentnosti energetskog sektora EU: izazovi i perspektive. Tranzicija, 17(36), 103-122.
70. Dogan, E. (2015) The relationship between economic growth and electricity consumption from renewable and non-renewable sources: A study of Turkey. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 52, 534-546.
71. Ezcurra, R. (2007) Distribution dynamics of energy intensities: A cross-country analysis. Energy Policy. 35: 5254-5259.
72. Engle, R. F., Granger, C. W. J. (1987) Co-integration and error correction: representation estimation and testing, Econometrica, 55 (2), 251-276.
73. Espa, I., Rolland, S. (2015) Subsidies, clean energy, and climate change. International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD) and World Economic Forum.
74. Fallahi, F., Voia, M. C. (2015) Convergence and persistence in per capita energy use among OECD countries: Revisited using confidence intervals. Energy Economics, 52, 246-253.
75. Fuinhas, J. A., Marques, A. C. (2012) Energy consumption and economic growth nexus in Portugal, Italy, Greece, Spain and Turkey: an ARDL bounds test approach (1965–2009). Energy Economics, 34(2), 511-517.
76. Gelo, T. (2009) Causality between economic growth and energy consumption in Croatia, Proceedings of Rijeka Faculty of Economics – Journal of Economics and Business, 27 (2): 327-348.

77. Ghali, K. H., El-Sakka, M. I. (2004) Energy use and output growth in Canada: a multivariate cointegration analysis. Energy economics, 26(2), 225-238.
78. Gnansounou, E. (2008) Assessing the energy vulnerability: Case of industrialised countries. Energy Policy, 36(10), 3734-3744.
79. Grdinić, M., Drezgić, S., Stanković, J. (2017) Tax structure and economic growth recommendations and reforms in CEE countries. In Economic and Social Development 23rd International Scientific Conference on Economic and Social Development.
80. Gross, C. (2012) Explaining the (non-)causality between energy and economic growth in the U.S. - A multivariate sectoral analysis. Energy Economics 3, 34, 489–499.
81. Hajko, V. (2012) Changes in the energy consumption in EU-27 countries. Review of Economic Perspectives, 12(1), 3-21.
82. Hajko, V. (2014) The Energy-GDP Nexus in EU Countries. Energy Studies Review, 20(2).
83. Hall, C.A.S., Klitgaard, K.A. (2006) The Need for a New, Biophysical-Based Paradigm in Economics for the Second Half of the Age of Oil, International Journal of Transdisciplinary Research, 1 (1): 4-22.
84. Hall, C., Tharakan, P., Hallock, J., Cleveland, C., & Jefferson, M. (2003). Hydrocarbons and the evolution of human culture. Nature, 426(6964), 318.
85. Hamilton, J. D. (1983) Oil and the macroeconomy since World War II. Journal of political economy, 91(2), 228-248.
86. Herrerias, M. J. (2012) World energy intensity convergence revisited: A weighted distribution dynamics approach. Energy policy, 49, 383-399.
87. Huang, B.N., Hwang, M.J., Yang, C.W. (2008) Causal relationship between energy consumption and GDP growth revisited: a dynamic panel data approach, Ecological Economics, 67: 41-54
88. Igliński, B., Buczkowski, R., Cichosz, M. (2015) Biogas production in Poland—Current state, potential and perspectives. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 50, 686-695.
89. Inglesi-Lotz, R. (2016) The impact of renewable energy consumption to economic growth: A panel data application. Energy Economics, 53, 58-63.

90. Ito, K. (2017) CO_2 emissions, renewable and non-renewable energy consumption, and economic growth: evidence from panel data for developing countries, International Economics.
91. Jakob, M., Haller, M., Marschinski, R. (2012) Will history repeat itself? Economic convergence and convergence in energy use patterns. Energy Economics, 34(1), 95-104.
92. Jakovac, P. (2013) Empirical Analysis on Economic Growth and Energy Consumption Relationship in Croatia. Ekonomska Istraživanja, 26(4), 21-42.
93. Jakovac, P., Majstrović, G., Lenz, N. V. (2015) Review of electricity market liberalization effects and expectations of the Energy union. In 12. savjetovanje HRO CIGRÉ.
94. Jamasb, T., Pollitt, M. (2005) Electricity market reform in the European Union: review of progress toward liberalization & integration. The Energy Journal, 11-41.
95. Jebli, M. B., Youssef, S. B. (2015) Output, renewable and non-renewable energy consumption and international trade: Evidence from a panel of 69 countries. Renewable Energy, 83, 799-808.
96. Jones, L. E., Manuelli, R. (1990) A convex model of equilibrium growth: Theory and policy implications. Journal of political Economy, 98(5, Part 1), 1008-1038.
97. Kander, A., Stern, D. I. (2014) Economic growth and the transition from traditional to modern energy in Sweden. Energy Economics, 46, 56-65.
98. Karabegović, I., Doleček, V. (2015) Development and implementation of renewable energy source in the world and European union, Contemporary Materials (Renewable energy sources), VI−2
99. King, R. G., Rebelo, S. (1990) Public policy and economic growth: developing neoclassical implications. Journal of Political Economy, 98(5, Part 2), S126-S150.
100. Koçak, E., Şarkgüneşi, A. (2017) The renewable energy and economic growth nexus in Black Sea and Balkan countries. Energy Policy, 100, 51-57.
101. Kim, Y. S. (2015) Electricity consumption and economic development: are countries converging to a common trend?. Energy Economics, 49, 192-202.
102. Kraft, J., Kraft, A. (1978) On the relationship between energy and GNP, Journal of Energy and Development, 3: 401-403

103. Kula, F., Aslan, A., Ozturk, I. (2012) Is per capita electricity consumption stationary? Time series evidence from OECD countries. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16(1), 501-503.
104. Leduc, S., Sill, K. (2004) A quantitative analysis of oil-price shocks, systematic monetary policy, and economic downturns. Journal of Monetary Economics, 51(4), 781-808.
105. Lee, C. C. (2006) The causality relationship between energy consumption and GDP in G-11 countries revisited. Energy Policy, 34(9), 1086-1093.
106. Lee, C. C., Chang, C. P. (2007) Energy consumption and GDP revisited: a panel analysis of developed and developing countries. Energy Economics, 29(6), 1206-1223.
107. Lee, C. C., Chang, C. P., & Chen, P. F. (2008) Energy-income causality in OECD countries revisited: The key role of capital stock. Energy Economics, 30(5), 2359-2373.
108. Lee, C. C., & Chien, M. S. (2010) Dynamic modelling of energy consumption, capital stock, and real income in G-7 countries. Energy Economics, 32(3), 564-581.
109. Le Pen, Y., Sévi, B. (2010) On the non-convergence of energy intensities: evidence from a pair-wise econometric approach. Ecological Economics, 69(3), 641-650.
110. Liddle, B. (2010) Revisiting world energy intensity convergence for regional differences. Applied Energy, 87(10), 3218-3225.
111. Liddle, B. (2012) OECD Energy Intensity: Measures, Trends, and Convergence. Energy Efficiency, 5, 583-597.
112. Lovrić, M., Lovrić, D. (2013) Obnovljivi izvori energije u Hrvatskoj: prednosti i nedostatci, Zaštita okoliša, Kem. Ind. 62 (7-8) 279–282
113. Lucas, R. E. Jr. (1988) On the mechanics of economic development, Journal of Monetary Economics, Elsevier Science Publishers, Vol. 22.
114. Lütkepohl, H. (1982) Non-causality due to omitted variables. Journal of Econometrics, 19(2-3), 367-378.
115. Markandya, A., Pedroso-Galinato, S., Streimikiene, D. (2006) Energy intensity in transition economies: Is there convergence towards the EU average?. Energy Economics, 28(1), 121-145.

116. Maza, A., Villaverde, J. (2008) The world per capita electricity consumption distribution: Signs of convergence?, Energy policy, 36(11), 4255-4261.
117. McGlade, C., Ekins, P. (2015) The geographical distribution of fossil fuels unused when limiting global warming to 2 C. Nature, 517(7533), 187.
118. Mehrara, M. (2007) Energy consumption and economic growth: the case of oil exporting countries, Energy Policy, 35: 2939-2945
119. Menegaki, A. N. (2011) Growth and renewable energy in Europe: A random effect model with evidence for neutrality hypothesis. Energy Economics, 33(2), 257-263.
120. Menegaki, A. N. (2014) On energy consumption and GDP studies; A meta-analysis of the last two decades. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 29, 31-36.
121. Meng, M., Payne, J. E., Lee, J. (2013) Convergence in per capita energy use among OECD countries, Energy Economics, 36, 536-545.
122. Mervar, A. (1999) Pregled modela i metoda istraživanja gospodarskog rasta. Privredna kretanja i ekonomska politika, 9(73), 20-61.
123. Mervar, A. (2003) Recent contributions to the theory of Economic growth: an essay. Ekonomski pregled, 54(3-4), 369-392.
124. Mielnik, O., Goldemberg, J. (2000) Converging to a common pattern of energy use in developing and industrialized countries. Energy Policy, 28(8), 503-508.
125. Milutinović, S. (2015) Konvergencija dohotka i ekonomska integracija: dokazi iz Evropske unije. Megatrend revija Megatrend review, 127.
126. Mishra, V., Smyth, R. (2014) Convergence in energy consumption per capita among ASEAN countries. Energy policy, 73, 180-185.
127. Mohammadi, H., Ram, R. (2012) Cross-country convergence in energy and electricity consumption, 1971–2007, Energy Economics, 34(6), 1882-1887.
128. Moreau, V., Vuille, F. (2018) Decoupling energy use and economic growth: Counter evidence from structural effects and embodied energy in trade. Applied Energy, 215, 54-62.
129. Mutascu, M. (2016) A Bootstrap Panel Granger Causality Analysis of Energy Consumption and Economic Growth in the G7 Countries. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 63, 166-171.

130. Narayan, P. K., Smyth, R. (2007) Are shocks to energy consumption permanent or temporary? Evidence from 182 countries. Energy policy, 35(1), 333-341.
131. Narayan, P.K., Smyth, R. (2008) Energy consumption and real GDP in G7 countries: New evidence from panel cointegration with structural breaks, Energy Economics, 30 (5) 2331-2341.
132. Narayan, P.K., Popp, S. (2012) The energy consumption-real GDP nexus revisited: Empirical evidence from 93 countries. Economic Modelling 29, 303–308.
133. Narayan, S. (2016) Predictability within the Energy Consumption-Economic Growth Nexus: Some Evidence from Income and Regional Groups. Economic Modelling, 54, 515-521.
134. Neuman, M. (2010) EU–Russian Energy Relations after the 2004/2007 EU Enlargement: an EU perspective. Journal of Contemporary European Studies, 18(3), 341-360.
135. Ockwell, D.G. (2008) Energy and economic growth: Grounding our understanding in physical reality, Energy Policy, 36: 4600-4604.
136. Odhiambo, N.M. (2009) Electricity consumption and economic growth in South Africa: A trivariate causality test, Energy Economics, 31 (5): 635-640.
137. Omri, A., Mabrouk, N. B., Sassi-Tmar, A. (2015) Modeling the causal linkages between nuclear energy, renewable energy and economic growth in developed and developing countries. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 42, 1012-1022.
138. Ouédraogo, I.M. (2010) Electricity consumption and economic growth in Burkina Faso: A cointegration analysis, Energy Economics, 32: 524-531.
139. Osmanbegović, E., Kokorović, M. (2008) Utjecaj liberalizacije tržišta na cijene električne energije. Tranzicija, 10(21-22), 181-202.
140. Ozturk, I. (2010) A literature survey on energy-growth nexus, Energy Policy, 38, 340-349.
141. Ozturk, I., Aslan, A., Kalyoncu, H. (2010) Energy consumption and economic growth relationship: Evidence from panel data for low and middle income countries, Energy Policy, 38: 4422-4428.

142. Ozturk, I., Acaravci, A. (2010) The causal relationship between energy consumption and GDP in Albania, Bulgaria, Hungary and Romania: Evidence from ARDL bound testing approach. Applied Energy, 87(6), 1938-1943.
143. Paavola, J., Adger, W. N. (2005) Institutional ecological economics. Ecological economics, 53(3), 353-368.
144. Panwar, N. L., Kaushik, S. C., Kothari, S. (2011) Role of renewable energy sources in environmental protection: a review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15(3), 1513-1524.
145. Payne, J.E. (2010a) Survey of the international evidence on the causal relationship between energy consumption and growth, Journal of Economic Studies, 37 (1), 53-95
146. Payne, J.E. (2010b) A survey of the electricity consumption-growth literature, Applied Energy, 87, 723-731
147. Pedroni, P. (1999) Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors, Oxford Bulletin of Economics and statistics,61(s 1), 653-670.
148. Pesaran, M. H., Smith, R. P. (1995) Estimating Long-Run Relationships from Dynamic Heterogenous Panels, Journal of Econometrics, 68, 79-113.
149. Pesaran, H., Shin, Y., Smith, R. P. (1999) Pooled Mean Group Estimation of Dynamic Heterogeneous Panels, Journal of the American Statistical Association, 94, 621-634.
150. Pirlogea, C., Cicea, C. (2012) Econometric perspective of the energy consumption and economic growth relation in European Union. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16(8), 5718-5726.
151. Potočnik, V. (2004) Sustainable development of the Croatian energy sector. Proceedings of the 13th forum: Croatian Energy Day: Long-term planning and consumer supply safety in open market conditions, Croatia.
152. Puljiz, J. (2011) Theories of regional development in the economic literature. Godišnjak Titius: godišnjak za interdisciplinarna istraživanja porječja Krke, 3(3), 63-82.
153. Rebelo, S. (1991) Long-run policy analysis and long-run growth. Journal of political Economy, 99(3), 500-521.

154. Reboredo, J. C. (2015) Renewable energy contribution to the energy supply: Is there convergence across countries?. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 45, 290-295.
155. Robinson, T. (2007) The convergence of electricity prices in Europe. Applied Economics Letters, 14(7), 473-476.
156. Romer, P. M. (1986) Increasing returns and long-run growth. Journal of political economy, 94(5), 1002-1037.
157. Romer, P. M. (1990) Endogenous technological change. Journal of political Economy, 98(5, Part 2), S71-S102.
158. Romer, P. M. (1994) The origins of endogenous growth. The journal of economic perspectives, 8(1), 3-22.
159. Sabolić, D., Grčić, B. (2010) Electricity sector reform in South-East European countries in transition. Post-Communist Economies, 22(3), 367-385.
160. Sadorsky, P. (2009a) Renewable energy consumption, CO_2 emissions and oil prices in the G7 countries, Energy Economics, 31, 456-462.
161. Sadorsky, P. (2009b) Renewable energy consumption and income in emerging economies, Energy Policy, 37,.4021-4028.
162. Saidi, K., Rahman, M. M., Amamri, M. (2017) The causal nexus between economic growth and energy consumption: New evidence from global panel of 53 countries. Sustainable cities and society, 33, 45-56.
163. Sajter, D. (2014) Efikasnost hrvatskih trgovačkih sudova u procesuiranju stečajnih predmeta, Ekonomski pregled, 65(2), 155-178.
164. Salim, R. A., Hassan, K., Shafiei, S. (2014) Renewable and non-renewable energy consumption and economic activities: Further evidence from OECD countries. Energy Economics, 44, 350-360.
165. Sari, R., Soytas, U., (2007) The growth of income and energy consumption in six developing countries. Energy Policy 35, 889–898.
166. Sebri, M. (2015) Use renewables to be cleaner: Meta-analysis of the renewable energy consumption–economic growth nexus. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 42, 657-665.
167. Shahbaz, M., Mutascu, M., Tiwari, A.K. (2012) Revisiting the relationship between electricity consumption, capital and economic growth: cointegration and causality analysis in Romania, Romanian Journal of Economic Forecasting, 3: 97-120.

168. Solow, R., (1956) A Contribution to the Theory of Economic Growth, Quarterly Journal of Economics, 70 (1): 65-94.
169. Soytas, U., Sari, R. (2006) Energy consumption and income in G-7 countries, Journal of Policy Modeling, 28 (7), 739-750.
170. Sorrell, S., Ockwell, D. (2010) Can we decouple energy consumption from economic growth?. Other. Sussex Energy Group, Brighton
171. Stern, D. I. (1993) Energy and economic growth in the USA: a multivariate approach. Energy economics, 15(2), 137-150.
172. Stern, D. I. (1999) Is energy cost and accurate indicator of natural resource quality?, Ecological Economics, 31, 381-394.
173. Stern, D. I. (2000) A multivariate cointegration analysis of the role of energy in the US macroeconomy. Energy Economics, 22(2), 267-283.
174. Stern, D. I., Cleveland, C. J. (2004) Energy and Economic Growth. Working Papers in Economics, Department of Economics, Rensselaer Polytechnic Institute, Working Paper, No. 0410, March 2004.
175. Stern, D. I. (2011) The role of energy in economic growth. Annals of the New York Academy of Sciences, 1219(1), 26-51.
176. Streimikiene, D., Kasperowicz, R. (2016) Review of economic growth and energy consumption: A panel cointegration analysis for EU countries. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 59, 1545-1549.
177. Stupin, K. (2015) Stanje i perspektive energetskog zakonodavstva Republike Hrvatske. Zbornik radova Pravnog fakulteta u Splitu, 52(3), 623-639.
178. Šimelytė, A., Dudzevičiūtė, G. (2017) Consumption of renewable energy and economic growth. In Contemporary issues in business, management and education'2017: 5th international scientific conference, 11-12 May 2017, Vilnius Gediminas Technical University: conference proceedings (1-10). VGTU Press.
179. Škrabić Perić, B. (2012) Utjecaj stranog vlasništva banke na njezin kreditni rizik u zemljama srednje i istočne Europe: dinamički panel modeli, Doktorska disertacija, Split, Ekonomski fakultet
180. Tahvonen, O., Salo, S. (2001) Economic growth and transitions between renewable and nonrenewable energy resources. European Economic Review, 45(8), 1379-1398.

181. Teixeira, C., Albano, M., Skou, A., Dueñas, L. P., Antonacci, F., Ferreira, R., Scalari, S. (2014) Convergence to the European Energy Policy in European countries: case studies and comparison. Socialines Technologijos, 4(1).
182. Tintner, G., Deutsch, E., Rieder, R. (1974) A Production Function for Austria Emphasizing Energy in Altman, FL, Kyn, O and Wagener, HJ (Eds) On the Measurement of Factor Productivities, Vandenhoek & Ruprecht, Göttingen, 151-161.
183. Tiwari A.K., (2011) Comparative performance of renewable and nonrenewable energy source on economic growth and CO_2 emissions of Europe and Eurasian countries: A PVAR approach", Economics Bulletin, Vol. 31, no.3, 2356-2372.
184. Tominov, I. (2008) Liberalizacija tržišta električne energije – ispunjava li očekivanja?. Energija, 57(3), 256-299.
185. Tugcu, C.T., Ozturk, I., Aslan, A. (2012) Renewable and non-renewable energy consumption and economic growth relationship: Evidence from G7 countries, Energy Economics, 34, 1942-1950.
186. Uçan, O., Aricioglu, E., Yucel, F. (2014) Energy Consumption and Economic Growth Nexus: Evidence from Developed Countries in Europe, International Journal of Energy Economics and Policy, 4(3), 411-419.
187. Vidyarthi, H., Vidyarthi, H. (2015) Energy consumption and growth in South Asia: evidence from a panel error correction model. International Journal of Energy Sector Management, 9(3), 295-310.
188. Vlahinić-Dizdarević, N., Škuflić, L. (2003) Some Trade Aspects of the New Economy: the Case of Transition Countries. In Fifth International Conference on Enterprise in Transition.
189. Vlahinić-Dizdarević, N., Žiković, S. (2010) The role of energy in economic growth: the case of Croatia. Zbornik radova Ekonomskog fakulteta u Rijeci: časopis za ekonomsku teoriju i praksu, 28(1), 35-60.
190. Vlahinić-Dizdarević, N. (2011) Restrukturiranje i liberalizacija tržišta električne energije: Gdje je Hrvatska. Računovodstvo i financije, 1(7), 99-104.
191. Vlahinić, N., Jakovac, P. (2014) Revisiting the energy consumption-growth nexus for Croatia: New evidence from a multivariate framework analysis.

192. Vojinović, B., Acharya, S., Próchniak, M. (2009) Convergence analysis among the ten European transition economies. Hitotsubashi Journal of Economics, 123-141.
193. Vukoja, O. (2008) Odrednice ekonomskog rasta zemalja srednje i istočne Europe, Ekonomski pregled, 59 (9-10): 549-575.
194. Wolde-Rufael, Y. (2014) Electricity consumption and economic growth in transition countries: A revisit using bootstrap panel Granger causality analysis. Energy Economics, 44, 325-330.
195. Yamusa S.U., Ansari A.H. (2014) Law and policy on renewable energy sources in Nigeria: a critical appraisal. 12th annual colloquium of the IUCN academy of environmental law, Tarragona, Catalonia, Spain.
196. Yildirim, E., Aslan, A. (2012) Energy consumption and economic growth nexus for 17 highly developed OECD countries: Further evidence based on bootstrap-corrected causality tests. Energy Policy, 51, 985-993.
197. Zachmann, G. (2008) Electricity wholesale market prices in Europe: Convergence?. Energy Economics, 30(4), 1659-1671.
198. Zhang, Fan. (2013) The Energy Transition of the Transition Economies : An Empirical Analysis. Policy Research Working Paper;No. 6387. World Bank, Washington, DC.
199. Žiković, S., Vlahinić-Dizdarević, N. (2011) Oil consumption and economic growth interdependence in small European countries, Ekonomska istraživanja, 24 (3): 15-32.

OSTALI IZVORI

200. Atanasova S. (2016) Analysis: Europe's refining fix. http://www.arabianoilandgas.com/article-15421-analysis-europes-refining-fix/1/print/ (18.01.2018)
201. Bađun, M. (2005) Kvaliteta javnog upravljanja i ekonomski rast: Hrvatska u kontekstu pridruživanja Europskoj uniji. Magistarski rad.
202. Bloomberg New Energy Finance (2016), Clean Energy Investment. (https://about.bnef.com/clean-energy-investment/
203. BP (2017) Statistical Review of World Energy https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf

204. Carbon Tracker (2017) No growth for oil and coal from 2020 as electric cars and solar blossom https://www.carbontracker.org/no-growth-for-oil-and-coal-from-2020-as-electric- cars-and-solar-blossom/ (21.02.2018.)
205. CEEP Central European Partners (2010) Analysis of Central Europe's Energy Sector (The Prague report), Executive Summary, http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_Raport_CEEP_2013/$FILE/CEEP_raport_2013.pdf
206. Chyong, C. K., Tcherneva, V. (2015). Europe's vulnerability on Russian gas. European Council on Foreign Relations, 17. http://www.ecfr.eu/article/commentary_europes_vulnerability_on_russian_gas (20.02.2018.)
207. Commission of the European Communities (1988) The Internal Energy Market, http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:51988DC0238&from=EN (18.01.2018)
208. Croenergo (2015) Sedam razloga zašto jeftina nafta ne može zaustaviti OIE http://www.croenergo.eu/Content/Print.aspx?ID=25349 (20.01.2017.)
209. Croenergo (2017) EU: Na snagu stupila nova pravila o elektranama, http://www.croenergo.eu/EU-Na-snagu-stupila-nova-pravila-o-elektranama-32631.aspx (26.08.2017.)
210. Directive 96/92/EC of the European Parliament and of the Council of 19 December 1996 concerning common rules for the internal market in electricity, Official Journal of the European Union, No. L 027: 20-29, 30/01/1997.
211. Directive 98/30/EC of the European Parliament and of the Council of 22 June 1998 concerning common rules for the internal market in natural gas, Official Journal L 204 , 21/07/1998 P. 0001 – 0012.
212. Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the Promotion of Electricity from Renewable Energy Sources in the Internal Electricity Market, OJ L 283, 27.10.2001.
213. Directive 2003/54/EC of the European Parliament and of the Council of 26 June 2003 concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 96/92/EC, Official Journal of the European Union, No. L 176: 37-56, 15/07/2003.

214. Directive 2003/55/EC of the European Parliament and of the Council of 26 June 2003 concerning common rules for the internal market in natural gas and repealing Directive 98/30/EC, Official Journal L 176 , 15/07/2003 P. 0057 – 0078.
215. Direktiva 2009/28/EZ Europskog pralamenta i Vijeća od 23. travnja o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora, te o izmjeni i kasnijem stavljanju izvan snage direktiva 2001/77/EZ i 2003/30/EZ. Službeni list Europske unije L, 140, 39-84.
216. Domazet (2016) Traži se ukidanje subvencije na fosilna goriva, http://www.energetika-net.com/vijesti/zastita-okolisa/trazi-se-ukidanje-subvencije-na-fosilna-goriva-23237 (20.01.2017.)
217. BNEF (2017) State of Clean Energy Investment, https://about.bnef.com/clean-energy-investment/ (19.01.2018.)
218. Brodić (2016) Prvih sto dana Donalda Trumpa mogli bi promijeniti energetsku sliku svijeta http://www.energypress.net/prvih-sto-dana-donalda-trumpa-mogli-bi-promijeniti-energetsku-sliku-svijeta/ (17.01.2017)
219. Dukan (2017) 10 glavnih poruka Zimskog paketa Europske Komisije https://www.starfishenergy.org/single-post/Zimski-paket-Winter-Package/Zimski-paket-Winter-Package (20.01.2018.)
220. EBRD, (2013) Transition Report 2013: Stuck in Transition?, European Bank for Reconstruction and Development
221. EEA (2017) Energy intensity, https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/total-primary-energy-intensity-3/assessment
222. EEA (2017) Energija iz obnovljivih izvora u Europi 2017. br. 3/2017. https://www.eea.europa.eu/publications/renewable-energy-in-europe-2017
223. EEA (2017) Overall progress towards the European Union's '20-20-20' climate and energy targets https://www.eea.europa.eu/themes/climate/trends-and-projections-in-europe/trends-and-projections-in-europe-2017/overall-progress-towards-the-european
224. Energy Post (2016) Europe increasingly dependent on oil imports, above all from Russia http://energypost.eu/europe-increasingly-dependent-oil-imports-russia/ (20.02.2018.)

225. Europski parlament (2015) Kratki vodič o Europskoj uniji, http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/hr/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.7.1.htm
226. Europski parlament (2016) Ugovor o funkcioniranju Europske unije (pročišćena verzija), http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=uriserv:OJ.C_.2016.202.01.0001.01.HRV (22.01.2018)
227. Europski parlament (2017) Informativni članci o Europskoj uniji, http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/hr/displayFtu.html?ftuId=FTU_3.1.1.html (18.01.2018)
228. Europski parlament (2018), Energetska politika: opća načela http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/hr/displayFtu.html?ftuId=FTU_2.4.7.html (12.04.2018.)
229. Europska komisija (2011) 2050 Energy strategy, https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union/2050-energy-strategy
230. European Commission (2015a) Energy union package, A Framework Strategy for a Resilient Energy Union with a Forward-Looking Climate Change Policy. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/publication/FOR%20WEB%20energyunion_with%20_annex_en.pdf
231. European Commission (2015b) 2020 Climate & Energy package. http://ec.europa.eu/clima/policies/ strategies/2020/index_en.htm (20.09.2015)
232. European Commission (2015c) 2030 climate & energy framework. http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030/index_en.htm (20.09.2015)
233. Europska komisija (2017) Treće izvješće o stanju energetske unije, https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/third-report-state-energy-union_en.pdf
234. Europska komisija (2011) A Roadmap for Moving to a Competitive Low Carbon Economy in 2050, http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0112&from=EN
235. Europska komisija (2013) Commission staff working document, Impact assesment,http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52013SC0012 (18.04.2018.)
236. European Commission (2010) Energy 2020 A strategy for competitive, sustainable and secure energy, http://eur-lex.europa.eu/legal-

content/EN/TXT/?qid=1409650806265&uri=CELEX:52010DC0639 (16.01.2018)

237. Europska komisija (2015) Okvirna strategija za otpornu energetsku uniju s naprednom klimatskom politikom, http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:1bd46c90-bdd4-11e4-bbe1-01aa75ed71a1.0005.02/DOC_1&format=PDF (18.01.2018.)
238. Europska komisija (2016a) Plan ulaganja za Europu, https://ec.europa.eu/croatia/naslovi/Energetika_hr_hr (18.01.2018.)
239. Europska komisija (2016b) Provedba Pariškog sporazuma - Napredak EU-a prema ostvarenju cilja smanjenja emisija za najmanje 40 % http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX%3A52016DC0707 (22.01.2018.)
240. Europska komisija (2016c) Čista energija za sve Europljane http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d2648a37-c626-11e6-a6db-01aa75ed71a1.0014.02/DOC_1&format=PDF (20.01.2018.)
241. Europska komisija (2017) Izvješće o napretku u području obnovljive energije http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2017/HR/COM-2017-57-F1-HR-MAIN-PART-1.PDF
242. Europska komisija (2018) Plan ulaganja za Europu: Junckerov plan, https://ec.europa.eu/commission/priorities/jobs-growth-and-investment/investment-plan-europe-juncker-plan_hr (20.12.2017.)
243. Europski revizorski sud (2017) Mjere EU-a u području energije i klimatskih promjena, http://publications.europa.eu/webpub/eca/lr-energy-and-climate/hr/ (22.01.2018)
244. European Committee of the Regions (2017) EU Energy Market Policy: Local and Regional Experience and Policy Recommendations http://www.zeda.ba/wp-content/uploads/2017/09/EU-energy-market-policy-local-_-regional-experience-and-policy-recommendations.pdf (18.01.2018.)
245. Europska unija, Agencija za suradnju energetskih regulatora, https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/acer_hr
246. Europsko vijeće (2015) Energetska unija: sigurna, održiva, konkurentna i povoljna energija za Europu, http://www.consilium.europa.eu/hr/policies/energy-union/ (03.08.2017)

247. Eurostat (2017a) Statistički podatci o cijenama električne energije, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity_price_statistics/hr
248. Eurostat (2017b) Nacionalni računi i BDP, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/National_accounts_and_GDP/hr
249. Eurostat (2017c) Shedding light on energy in the EU, (http://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/index.html (03.08.2017.)
250. Eurostat (2017d) Energy trends, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/ Energy_trends
251. Eurostat (2017e) Consumption of energy, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Consumption_of_energy (15.01.2018.)
252. Eurostat (2017f) Proizvodnja i uvoz energije, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_production_and_imports/hr (15.01.2018.)
253. Eurostat (2017g) Statistički podatci o obnovljivoj energiji, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics/hr (15.01.2018.)
254. Eurostat (2017h) Energy from renewable sources, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_from_renewable_sources
255. Geopolitika (2018) Gazprom počinje gradnju „Sjevernog toka-2“ u ljeto ove godine: Njemačka dala prve dozvole http://geopolitika.news/vijesti/gazprom-pocinje-gradnju-sjevernog-toka-2-u-ljeto-ove-godine-njemacka-dala-prve-dozvole/ (07.02.2018.)
256. Grätz, M. i sur (2015) Regionalna prilagodba klimatskim promjenama, Regionalni centar zaštite okoliša Hrvatska http://www.mzoip.hr/doc/regionalna_prilagodba_klimatskim_promjenama.pdf
257. Goldman Sachs (2010) Transition to a Low-Carbon Economy, http://www.goldmansachs.com/our-thinking/archive/archive-pdfs/trans-low-carbon-econ.pdf (12.04.2018.)
258. Grela, M., Majchrowska, A., Michałek, T., Mućk, J., Stążka-Gawrysiak, A., Tchorek, G., & Wagner, M. (2017) Is Central and Eastern Europe converging towards the EU-15?. Narodowy Bank Polski, Education & Publishing Department. https://www.nbp.pl/publikacje/materialy_i_studia/264_en.pdf

259. Herceg (2016) Sjeverni tok 2 kao katalizator podjele EU https://bloggereuropa.wordpress.com/2016/04/02/sjeverni-tok-2-kao-katalizator-podjele-eu/comment-page-1/ (07.02.2018.)
260. Hrastović inženjering, Geotermalne Elektrane, https://www.hrastovic-inzenjering.hr/elektricna-energija/geotermalne-elektrane.html (26.09.2017.)
261. IEA (2008) Energy in the Western balkans: The Path to Reform and Reconstruction, https://www.iea.org/publications/freepublications/ publication/Balkans2008.pdf
262. IEA (2014) Energy Policies of IEA Countries: European Union Review https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EuropeanUnion_2014.pdf
263. IPCC (2014) Climate Change 2014: Synthesis Report, Summary for Policymakers
264. IPCC (2016) Climate change 2014, Synthesis report http://ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover .pdf
265. IRENA, (2015a) Renewable Power Generation Costs in 2014, https://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Power_Costs_2014_report.pdf
266. IRENA (2015b) Renewable Energy Target Setting, http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Target_Setting_2015.pdf (18.01.2018.)
267. IRENA (2017) Renewable Energy and Jobs, Annual Review 2017 http://www.irena.org/-media/Files/IRENA/Agency/Publication/2017/May/IRENA_RE_Jobs_Annual_Review_2017.pdf
268. IRENA (2018) Renewable Energy Prospects for the European Union https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Feb/IRENA_REmap_EU_2018.pdf
269. Prša, V. (2009) Liberalizacija elektroenergetskog sektora u Bosni i Hercegovini i zemljama jugoistočne Europe, magistarski znanstveni rad, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka
270. Ren, P. S. (2015) Renewables 2015 global status report. REN21 Secretariat: Paris, France.
271. Tan, B. H. (2008) Cobb-Douglas production function. Universidade Nova de Lisboa. (http://docentes.fe.unl.pt/~jamador/Macro/cobb-douglas.pdf)

272. United Nations (1998) Kyoto protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf (22.01.2018.)
273. United Nations (2010) Energy for a Sustainable Future - report and recommendations http://www.un.org/millenniumgoals/pdf/AGECCsummaryreport[1].pdf (22.01.2018.)
274. United Nations (2015) Paris Agreement, http://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf (22.01.2018.)
275. Vidan (2017) Čista energija za sve Europljane, http://www.regea.org/newsletter-objave/%C4%8Dista-energija-za-sve-europljane-sve-novosti-iz-pera-tonia-vidana.html (18.01.2018.)
276. Vijeće Europske unije, Direktiva 2009/119/EZ o obvezi država članica da održavaju minimalne zalihe sirove nafte i/ili naftnih derivata, http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/ALL/?uri=CELEX%3A32009L0119
277. Vaughan (2017) Almost 90% of new energy in Europe came from renewable sources in 2016, https://www.euractiv.com/section/energy/news/almost-90-of-new-energy-in-europe-from-renewable-sources-in-2016/ (21.08.2017.)
278. Živković, S., Nuić, J. (1998) Vrednovanje čvrstog fosilnog goriva., http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/31/051/31051306.pdf
279. Žuvela, I. (1999) Energy market characteristics and functions. http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/31/051/31051316.pdf
280. Single European Act (1986) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM%3Axy0027 (18.01.2018.)
281. Lisabonski ugovor kojim se mijenjaju i dopunjuju Ugovor o Europskoj uniji i Ugovor o osnivanju Europske zajednice (2007) http://www.mvep.hr/custompages/static/hrv/files/EUugovori/12007L_Ugovor_iz_Lisabona_hrv.pdf
282. WindEurope (2017), Wind in power, 2016 European statistics, https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about-wind/statistics/WindEurope-Annual-Statistics-2016.pdf (15.01.2018.)

POPIS TABLICA

Tablica 1.: Uvoz i izvoz energije u svijetu u 2013. godini 36
Tablica 2.:Proizvodnja primarne energije u zemljama članicama EU-28 u 1995., 2005. i 2015. godini te udio proizvodnje energije svakog izvora energije u 2015. (u Mtoe) 62
Tablica 3.: Potrošnja energije u EU-28 u 1995., 2005. i 2015. godini po zemljama te udio potrošnje energije svakog izvora energije u 2015. (Mtoe)..... 66
Tablica 4.:Podrijetlo uvoza primarne energije u EU-28 u razdoblju od 2005.-2015. (%) 72
Tablica 5.: Bruto domaći proizvod po stanovniku u EU-28 zemljama (s primjenom ulančanih vrijednosti s referentnom godinom 2010. iskazano u EUR-ima) 89
Tablica 6.: Sektorska potrošnja energije u razvijenim i post-tranzicijskim EU zemljama u 1995. i 2015. godini 93
Tablica 7.: Udio uvoza naftnih proizvoda i prirodnog plina iz Rusije u ukupnom uvozu svake EU članice u 2016. godini..... 100
Tablica 8.: Emisije stakleničkih plinova po zemljama u 1990. i 2015. godini (milijun tona ekvivalenata CO_2)..... 109
Tablica 9.: Pregled empirijskih istraživanja kauzalnosti između potrošnje energije i ekonomskog rasta unazad desetak godina 114
Tablica 10.: Pregled literature o analizi odnosa između potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije i ekonomskog rasta unazad desetak godina 125
Tablica 11.: Pregled literature o analizi konvergencije energije u EU zemljama unazad dvadesetak godina..... 135
Tablica 12.: Opis varijabli korištenih u modelu..... 144
Tablica 13: Deskriptivna statistika korištenih varijabli u modelu 146
Tablica 14.: Rezultati panel testova jediničnih korijena 158
Tablica 15.: Rezultati procjene modela dobiveni korištenjem statičnih metoda utjecaja potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na ekonomski rast u EU-15 i EU-11 zemljama 159
Tablica 16.: Rezultati Pedroni testa kointegracije 160

Tablica 17.: PMG procjene utjecaja potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na BDP za panel razvijenih (EU-15) zemalja 161
Tablica 18.: Procjena utjecaja potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije na BDP za panel post-tranzicijskih (EU-11) zemalja pomoću PMG i MG procjenitelja 164
Tablica 19.: Rezultati beta konvergencije za 26 EU zemalja 173
Tablica 20.: Rezultati beta konvergencije za razvijene EU zemlje 174
Tablica 21.: Rezultati beta konvergencije za post-tranzicijske EU zemlje 175

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1.: Napredak EU prema energetskim i klimatskim ciljevima 2020. 56
Grafikon 2.: Proizvodnja primarne energije u EU-28 u razdoblju 2004.-2015. prema izvoru energije (u 1000 toe) 61
Grafikon 3.: Proizvodnja primarne energije u EU-28 u razdoblju od 1990.-2015. prema izvorima energije (u 1000 tona ekvivalenta nafte) 64
Grafikon 4.: Kretanje potrošnje energije po izvorima u EU-28 u razdoblju od 1990. - 2015. godine (u 1000 toe) 65
Grafikon 5.: Kretanje potrošnje energije u EU-28 u razdoblju od 1990. do 2015. godine (u 1000 toe) 68
Grafikon 6.: Kretanje stope energetske ovisnosti u EU-28 u razdoblju 2005.–2015. 70
Grafikon 7.: Stopa energetske ovisnosti EU-28 u 2005. i 2015. godini po zemljama (% neto uvoza u bruto domaćoj potrošnji i skladištenju, na temelju toe) 71
Grafikon 8.: Udio proizvedene energije iz OIE u ukupnoj proizvedenoj energiji za razvijene i post-tranzicijske EU zemlje u razdoblju 1990-2015 81
Grafikon 9. : Udio obnovljivih izvora energije u zemljama članicama EU u konačnoj bruto potrošnji energije 2005. i 2015. godine te ciljane vrijednosti za 2020. godinu (%) 82
Grafikon 10.: Energetska intenzivnost gospodarstva EU-28 u 2005 i 2015. godini (kg ekvivalenta nafte na 1000 EUR BDP-a) 94
Grafikon 11.: Udio gubitaka u ukupnom prijenosu i distribuciji električne energije u razdoblju 1995-2014 u razvijenim i post-tranzicijskim EU zemljama (u %) 95
Grafikon 12.: Kretanje prosječnih cijena električne energije u kućanstvima i industriji/poduzećima u razdoblju od 2008. do 2017. godine (EUR po kWh) 98
Grafikon 13.: Cijene električne energije za kućanstva u EU-28 za prvu polovicu 2008. i 2017. godine (eur/kWh) 99
Grafikon 14.: Kretanje emisije stakleničkih plinova* u EU-28 u razdoblju 1990-2015 108
Grafikon 15.: Bruto potrošnja energije po izvorima u razvijenim EU zemljama u 1990. i 2015. godini 163

Grafikon 16.: Bruto potrošnja energije po izvorima u post-tranzicijskim EU zemljama u 1990. i 2015. godini 166
Grafikon 17.: Kretanje koeficijenta varijacije (CV) potrošnje obnovljivih i neobnovljivih izvora energije po stanovniku u razvijenim i post-tranzicijskim EU zemljama u razdoblju od 1990.-2014..... 171

LONG ABSTRACT

Energy is a necessary element in strengthening and maintaining the level of economic growth of a country. Economic and total development of an economy and society is unthinkable without the use of various forms of energy as basic inputs in the production process. Discovering various forms of energy, from fire, over electric and nuclear energy to the use of renewable energy sources has often had a crucial impact on the development of human civilization.

Analysis of the impact of energy consumption on economic growth is closely linked to the oil shocks in 1970s and 1980s, which contributed to the development of the energy economy as a specialized branch of research. Disruption in the energy supply raised the public and academic awareness of the importance of energy in the economic growth of countries. The basic dilemma of the investigation is whether the reduction in energy consumption leads to lower economic growth. This issue is in the spotlight today, but for different reasons. In the 1970s and 1980s reducing energy consumption was the inevitable result of the oil shocks. Today the main cause of reducing energy consumption is an international struggle for the reduction of greenhouse gas emissions.

In order to mitigate climate change and meet goals defined by Kyoto Protocol and the Paris agreement, the European Union (EU) has set different target values to be achieved by 2020 and 2030. These target values include direct and quantified reduction of greenhouse gas emissions and specific target values for increasing renewable energy production and energy efficiency. By achieving these goals, a path would be opened for achieving the main goal by 2050 - reduction of carbon dioxide emissions in all EU member countries by 80-95%.

This suggests the importance of theoretical and practical knowledge of energy as an important basis for economic growth. Not only because it improves the productivity of labour, capital, technology and other factors of production, but also due to the fact that increased energy consumption may affect the economic growth, and vice versa. In the strategic development of each country, the supply of energy from its own sources is one of the bases of a stable economic system. Also it is an indicator of the

country's independence and sustainability of external influences on the price movement of energy raw materials. Insufficient availability of energy, disruption of energy supplies and strong changes in energy prices may become a limiting factor for economic growth.

In the last twenty years the EU member states have been working on the creation of the internal energy market and Energy union. The package of measures for the Energy union aims to ensure the EU, and its citizens, a favourable, safe and sustainable energy. Specific measures include, among other things, energy security, energy efficiency and decarbonisation. However, the EU includes a heterogeneous group of countries. Between developed and post-transition EU member countries there are huge differences in the availability of own sources of energy, infrastructure, distribution system, price structure, as well as in many other factors.

The typical characteristics of the new member countries are their higher energy intensity, accompanied by somewhat lower economic level than in the original member countries. The apparent ambition for the convergence in the energy consumption might be appealing. However, the question is if reduced energy consumption (or increased energy efficiency), will go hand in hand with the economic growth. In other words, if all the countries follow this common policy, will they all experience the same effects? Is the common policy more beneficial for one of the country groups, while being inexpedient for the other? What is the difference between consumption of particular energy source in developed and post-transition EU countries.

In order to answer these questions, this dissertation is focused on examining the impact of renewable and non-renewable energy consumption on economic growth in developed and post-transition EU countries. For a comprehensive analysis of the future development of the energy system, especially from the point of view of creating a single energy market, it is also necessary to determine whether the growth rates of energy consumption in post-transition EU countries is converging to the growth rates of developed EU countries. Convergence occurs if the countries with low energy consumption are catching up with the countries with higher energy consumption. The use of per capita energy consumption in testing energy

convergence is important since it indicates not only whether convergence occurs, but it also motivates to study the reasons for convergence or the potential sources of divergence. Since energy is an important but not free input in the production process, it is important to know whether it is used in an efficient and sustainable way. Moreover, because energy consumption is known to be by far the most pollutant gas emitting activity, and climate change and shortage of energy the main challenges today, a deep understanding of the energy convergence process may offer useful policy suggestions for sustainable energy consumption and efforts to decrease carbon dioxide emissions.

The impact of energy consumption on economic growth is interesting and topical for many reasons, especially in the context of persistent instability in the markets of oil and gas resulting from changes in supply and demand. In most countries dependent on energy imports, awareness has been expressed about reducing import dependency and increasing energy efficiency in order to reduce energy consumption, but without having a negative impact on economic growth. Therefore it is very important to know the relationship because if energy consumption has a positive effect on economic growth, possibly inefficient reduction in energy consumption can reduce economic activity and gross domestic product (GDP).

The use of limited fossil fuels and irrational energy consumption are the main causes of climate change. Energy is a necessary and crucial generator of overall human development, and at the same time energy consumption is considered the main cause of excessive emissions of greenhouse gases. This paradoxical situation requires attention and search for quality solutions. There is a growing interest in renewable energy sources as an alternative to fossil fuels due in part to the concerns regarding carbon dioxide emissions, energy security issues, and the dependence on imported energy. The EU's unique energy policy focused on the greater use of renewable energy sources and has significantly defined reforms in all EU countries. Differences in consumption between developed and post-transition EU countries have a major impact on the overall EU energy policy.

In contrast to previous studies in this area, this study considers the consumption of renewable and non-renewable energy sources in order to distinguish their impact on

economic growth. It strives to correct the shortcomings of the majority of studies published so far, primarily referring to the use of the multivariate framework and the corresponding quantitative method. Second, to avoid the potential problem of omitted variables, the research applies the Cobb-Douglas production function which includes capital and labour. Thirdly, the sign and size of individual coefficients is evaluated in relation to comparative models in which the relationship between consumption of renewable and non-renewable energy sources and economic growth is investigated. Fourthly, the presence of energy consumption convergence (renewable and non-renewable energy sources) between post-transition and developed EU countries is tested.

In order to better address these problems, it is crucial to define two scientific hypotheses related to the research segments which are carried out in the doctoral dissertation.

H1: Energy consumption has a positive and statistically significant impact on economic growth.

By examining empirical research on interconnections between energy consumption and economic growth, it can be concluded that there is no consensus on existence or direction between energy consumption and economic growth. Although new and sophisticated econometric methods have been developed for identification and understanding of relationship between energy consumption and GDP, an increasing number of published empirical studies have inconsistent results, thus disabling the creation of credible energy programs and measures.

Most studies that analyse the relationship between energy consumption and economic growth are focused on developed countries, developing countries and the so-called countries with emerging markets. Studies related to the post-transition EU countries are numerically inferior. Reforms in the energy sector in the post-transition EU countries are carried out as part of the broader process of transition and structural adjustment. Macroeconomic framework of these reforms varies considerably between developed and post-transition EU countries. Therefore, this dissertation analyses the impact of the renewable and non-renewable energy

consumption on economic growth. Analysis is carried out separately for developed and post-transition EU countries. For this reason several auxiliary hypotheses are formulated:

AH1a - In developed EU countries, renewable energy consumption has a statistically significant positive impact on economic growth.

AH1b - In developed EU countries, non-renewable energy consumption has a statistically significant positive impact on economic growth.

AH1c - In post-transition EU countries, renewable energy consumption does not significantly affect economic growth.

AH1d - In post-transition EU countries, non-renewable energy consumption has a statistically significant positive impact on economic growth.

In dissertation static and dynamic panel-regression analysis is applied and the results are compared. In order to prove the main and auxiliary hypotheses, two models were developed to determine the impact of renewable and non-renewable energy consumption on economic growth in developed and post-transition EU countries. The empirical data is expressed in per capita for a simpler comparison of the results between countries.

H2: Regarding growth rate of energy consumption, the post-transition EU countries are converging to developed EU countries.

Most of preceding studies considered the issue of energy consumption convergence in the context of total energy consumption per capita, electricity consumption or energy intensity in developed and OECD countries. There is a lack of research and knowledge about the existence of energy consumption convergence (renewable and non-renewable energy) for the EU, especially post-transition and developed EU countries. If there are divergent trends between the post-transition and the developed EU countries, the adoption of an appropriate mix of economic energy measures can be difficult or even single EU energy policy can be jeopardized.

In order to test the H2 hypothesis, regression panel model with fixed effects is applied and the presence of the convergence process is further examined by analysing the coefficients of variation.

The purpose of the research is to increase the fund of scientific facts and empirical knowledge about the impact of the consumption of renewable and non-renewable energy on economic growth of developed and post-transition EU countries. Also aim is to establish if there exists energy consumption convergence between post-transition and developed EU countries. This will help create a platform for more effective decision-making on EU energy policy.

Research goals can be divided into theoretical and applicative. Theoretical goals are: to synthesize and critically re-examine the theoretical knowledge of the impact of renewable and non-renewable energy sources on economic growth and to explore the role of renewable and non-renewable energy sources in economic growth.

Applicative goals are: to analyse the consumption of renewable and non-renewable energy sources in the EU, to establish a difference between developed and post-transition EU countries in terms of energy consumption, empirically investigate the impact of the consumption of renewable and non-renewable energy on economic growth, analyse EU energy policy and its strategic orientation, to test the presence of the energy convergence process among EU member states.

A common EU energy policy has evolved around the common objective of ensuring uninterrupted physical availability of energy products and services on the market, at a price that is accessible to all consumers (private and industrial), contributing to wider social and climate goals of the EU. Although the EU establishes the policy framework for energy and climate change, certain areas, such as the selection of the structure of energy sources, remain within the competence of the individual country. EU energy policy objectives are: functioning of the energy market, security of energy supply, energy efficiency and energy savings, new and renewable forms of energy and the interconnection of energy networks. The development of these goals has been realized by adopting common rules for the internal electricity and gas market, contained in the set of directives and regulations, generally accepted as the "energy package".

The EU is the largest importer of primary energy in the world. More than half of energy consumption in the EU comes from imports, and the high proportion of imports is concentrated on a small number of countries. Furthermore, there is little diversification of supply lines and diversity in the use of energy resources. This makes the EU more sensitive to the political and economic impacts of countries from where they import energy and more sensitive to seasonal oscillations in energy production, which negatively affects investment decisions and economic stability. Among this, EU is also facing challenges such as high and unstable energy prices, rising global energy demand, security risks affecting producer and transit countries, rising threats to climate change, slow progress in energy efficiency, challenges brought by an increasing share of renewable energy sources and the need for greater transparency, further integration and interconnection of the energy market.

The 2020 strategy calls for a fundamental transformation of the EU's energy system by setting quantitative targets for reducing GHG emissions, improving energy efficiency and increasing the share of renewable sources in the energy mix. Achieving these goals represents a particular challenge for the post-transition EU countries due to a number of specific characteristics of the region's current energy system. Most importantly, carbon intensive fuels account for a much higher share of the energy mix in the post-transition compared to developed EU countries. This is primarily due to a considerably higher overall reliance on solid fuels. While solid fuels account for only 12% of gross inland energy consumption in developed EU countries, they represent 33% of the energy mix in post-transition EU countries. As a consequence, post-transition EU countries emit significantly larger amounts of greenhouse gases relative to the overall quantity of energy consumed. However it is important to note, that absolute energy consumption per capita in post-transition EU countries is significantly lower than in the developed EU countries. As a result, greenhouse gas emissions per capita are still below levels of developed EU countries, in spite of the higher carbon intensity of post-transition EU countries.

Post-transition EU countries have come a long way in the past 20 years. The GDP rate of post-transition countries has nearly doubled compared to the original member countries. They have improved their energy efficiency vastly, and are narrowing the gap with the old EU member states. However, part of that improvement was due to

abandonment of Soviet-era heavy industry. Further reductions in energy intensity are harder, and with development of renewable energy, will require large financial investments. The post-transition EU countries have cost-reflective energy prices, but they have failed to exploit, or maintain, certain scale economies inherent in communism's collective energy consumption habits in transport and heating.

Countries throughout Southeast Europe (SEE) among which are also new EU countries (Croatia, Bulgaria, Romania, Slovenia) have high shares of electricity generated by an aging fleet of coal-fired generators (lignite and hard-coal). Decisions for modernizing or replacing a significant share of these capacities will be taken within the next decade. The region has a vast potential for developing renewable energy and significant opportunities for enhancing energy efficiency. The political commitment of governments in SEE to implement the Paris Agreement on climate change, the EU's push for an integrative, economy-wide approach to climate and energy policy-making and the close geographical and political ties between countries in SEE offer a unique opportunity to advance decarbonisation and energy transition in the region over the coming decade.

Today, all countries around the world are concerned with energy security issues and global warming and increasing the usage of renewable energy offers one way to address both of these problems. According the International Energy Agency (2015), the renewable energy category comprised of geothermal, solar, wind, tidal and wave energy is the fastest growing energy source. Sustainable energy transitions can be defined as shifts from a country‘s economic activities based on fossil fuels to an economy based partially on renewable energy. Such transitions can take place in every sector of a country‘s or a region‘s economy. Sustainable energy transitions are likely to open up new possibilities for transition countries to achieve higher development and higher living standards while at the same time safeguarding energy resources, the environment and human health.

Renewable energy can enhance energy security and reduce the exploitation of natural resources. Dependency on energy imports may decrease and natural resources can be safeguarded. Renewable energy can also support energy security in rural areas. In contrast to most conventional fossil energy, renewable energy can

be used locally in areas where there is no grid connection and where people rely on traditional biofuels like wood. The quality of life of the local population might be increased due to modern renewable energy, as this energy source may be used for lighting, cooking, heating, water boiling and for running electronic devices such as radios and irrigation pumps.

The empirical research carried out in this doctoral work started from the importance of energy as a production input in production function. For an analysis of the impact of energy consumption on economic growth, a large number of researches use the non-classical Cobb-Douglas production function to integrate energy consumption with production function. Energy can be classified into two categories; clean energy (renewable) and non-clean energy (non-renewable) and the production procedure uses both resources as sources of energy. This dissertation analysed the impact of renewable and non-renewable energy consumption on the economic growth for developed EU countries in the period 1990 to 2014 and for post-transition EU countries in the period from 1995 to 2014. For this purpose, an econometric model based on Cobb-Douglas's production function was specified. To test the validity of the hypothesis, a panel data analysis was used.

The empirical part of the doctoral dissertation is based on the use of several econometric methods that take into account the stationarity and endogeneity of the relevant variables within the chosen model. The primary objective of the model is to test how renewable and non-renewable energy consumption impacts the economic growth of the selected countries and establish the existence of energy convergence process between EU countries. As the panel of 26 EU countries was analysed, the most relevant methods of static and dynamic panel-regression analysis were applied in the analysis. Static regression analysis was applied by using: pooled regression, fixed effect and random effect model. In order to avoid neglecting the dynamic nature of the process, a dynamic panel-regression analysis was applied which encompasses the following methods: the average group estimator and the traditional pooled group estimator.

According to the results of the fixed-effect model, in both groups of countries the change of consumption of renewable and non-renewable energy positively affects

elasticity of per capita GDP. However, if we ignore the dynamic nature of the process, important information can be lost, so the results of the estimation can be biased and inconsistent. Dynamic panel-regression analysis was implemented. Using a mean group estimator (MG), the results showed that in developed EU countries, changes in consumption of renewable and non-renewable energy sources per capita have a positive impact on economic growth, but only in the long run. Non-renewable energy is the most important energy source and the driver of overall economic growth. Oil consumption remains a major source of energy in most developed EU countries. However, most of them are net importers of oil and oil products. Over the last 15 years, coal consumption has been significantly reduced, and partly replaced by gas and OIE. Consumption of renewable energy is continually growing, especially after the ratification of the Kyoto Protocol.

Using pooled mean group estimator (PMG) the results showed that in post-transition EU countries, the change in the consumption of renewable and non-renewable energy per capita has a statistically significant impact on economic growth. However, the impact of the consumption of non-renewable energy is negative in the long term and positive in the short term. The above results can be explained by the change in the structure of total energy consumption in the post-transition EU countries where in the last 15 years energy intensity of the economy and consumption of non-renewable energy sources had reduced, while consumption of OIE has increased by four times.

Total energy consumption per capita in most post-transition EU countries is lower than the EU average. Although their energy sector is characterized by relatively high energy intensity, there is considerable potential for increasing energy efficiency. Increased energy efficiency does not necessarily mean a reduction in total energy consumption. Efficient spending of energy resources as a result of the development and implementation of energy-efficient technologies ultimately can lead to higher energy consumption. This is a so-called rebound effect, known in the literature as Jevons' paradox. In this context, the economic policies of individual post-transition EU countries must provide incentives to reform the economic structure towards re-industrialization and energy-efficient industries, and increase investment in new energy capacities and diversify energy sources to reduce dependence.

Based on the presented results it can be concluded that in both groups of countries in the long run there is a statistically significant impact of changes in consumption of renewable energy per capita on economic growth per capita. It is also clear that, in the case of developed EU countries, the relative impact of consumption of renewable energy per capita on the economic growth is higher than in post-transition EU countries. Specifically, developed EU countries have a higher share of renewable energy in total energy consumption compared to post-transition EU countries. Although the renewable energy could assist in expanding energy access in the post-transition countries, the results of this study show that the effects of renewable energy consumption have little impact on real GDP in the long run at the level of significance of 10% while in the short term there is no impact.

The results of the econometric analysis carried out on a set of developed and post-transition countries confirmed the basic hypothesis, the energy consumption has a positive and statistically significant impact on economic growth. The presence of causality from energy consumption to economic growth means that the availability of energy has a direct impact on economic activity and a prerequisite for achieving high growth rates in the region. Therefore, priority should be directed to energy management, manufacturing and distribution in order to avoid harmful effects of lack of energy. However, the empirical finding that energy consumption causes economic growth does not necessarily imply that energy conservation will harm economic growth if energy-efficient production technologies are used. In fact, a reduction in energy consumption due to improvements in energy efficiency may raise productivity, which in turn may stimulate economic growth. Thus, a shift from less efficient and more polluting energy sources to more efficient energy options may establish a stimulus rather than an obstacle to economic development (Costantini and Martini, 2010).

For a comprehensive analysis of the future development of the energy system, especially in terms of creating a single energy market, it is also necessary to determine whether there exists energy consumption convergence between post-transition and developed EU countries. Convergence occurs if countries with low energy consumption reach countries with higher energy consumption. Since energy is important, but not a free factor in the production process, it is important to know

whether it is used in an effective and sustainable manner. The issue of energy convergence is important because it has an impact on sustainable energy consumption and efforts to reduce carbon dioxide emissions. The above certainly contributes to the unique EU energy policy which promotes the reduction of energy intensity, the promotion of energy efficiency and the use of renewable energy.

Most of the research on the presence of convergence is concentrated on the question of total energy consumption, per capita electricity consumption and energy intensity in the context of developed countries and the OECD countries. There is a lack of research and knowledge about the existence of convergence in the consumption of renewable and non-renewable energy sources for the EU, especially post-transition and developed EU countries. If there are divergent trends in energy consumption between them, the adoption of an appropriate mix of economic energy measures can be difficult and even EU energy policy can come in question.

In order to analyse the energy consumption convergence between post-transition and developed EU countries, a regression panel model with fixed effects was applied, and the presence of the convergence process was further examined by analysing variation coefficients.

The data used in the analysis of the convergence process in this study is the consumption of renewable and non-renewable energy per capita, long-term investment per capita and the share of labour force in the total population in the post-transition and developed EU countries. Panel analysis of beta convergence is conducted on annual data from 1990 to 2014 for developed EU countries, and from 1995 to 2014 for post-transition EU countries. The sample includes 15 developed and 11 post-transition EU countries.

The presence of the sigma convergence process, which was tested using the coefficient of variation, indicated the presence of a renewable energy convergence in the developed and post-transition EU countries. Results indicate dispersion in the consumption of non-renewable energy sources, or a combination of convergence and divergence. This is because EU energy policy promotes the reduction of consumption of non-renewable energy and increasing the use of renewable energy.

However, not all EU Member States contribute equally to the reduction of non-renewable energy sources. Convergence results are largely the result of a trend in the consumption of non-renewable energy in Germany, France, United Kingdom and Italy, as their consumption is the highest in relation to other EU member states.

The presence of convergence was additionally confirmed by beta convergence where a panel model with one-side fixed effects was implemented. The results confirmed the presence of the absolute convergence process in the consumption of renewable and non-renewable energy per capita for 26 EU countries and separately for post-transition and developed EU countries. This confirms expectations based on the neoclassical growth model.

In developed EU countries in the period 1990-2014 consumption of non-renewable energy has converged at a rate of 5.9% per year, while the consumption of renewable energy has converged at a rate of 4.7% per year. In the post-transition EU countries in the period 1995-2014 consumption of non-renewable energy has converged at a rate of 16.3% annually, while the consumption of renewable energy has converged at a rate of 6.4% per year.

Given that the important goal of this paper was to establish whether the post-transition EU countries are converging to the EU's energy consumption growth rates, it can be concluded that this hypothesis is proven because post-transition EU countries grew faster in energy consumption compared to developed countries.

There is a lot of space for a new research, not only in terms of testing the energy convergence process within another time period and using other methods, but also testing the presence of stochastic or convergence club's.

Apart from the above, a few impacts on energy policy can be deduced from the research carried out in dissertation. First, with the aim of formulating and implementing energy policy and measures at EU level, different sectors and regions need to be considered separately. Second, understanding the dynamics of consumption of renewable and non-renewable energy sources in individual countries and the factors affecting them may help in the development of appropriate energy

measures aimed at reducing the differences between countries and improve energy efficiency. Third, policy makers need to be more focused on the changing patterns of human behaviour and the use of cleaner energy. Fourth, adequate and timely communication with consumers about future electricity price changes may slow down the intensity of changes in electricity consumption. Finally, the national governments play an important role in achieving energy policy convergence and energy efficiency. They can influence the behaviour of energy consumers and are more flexible to implement new and innovative policies.

Improving energy efficiency is also one of the proposed measures. Along with market-based energy price formation and well-designed state policy, energy efficiency can be a generator of business activity. Compared with EU countries, relatively high energy intensity of the post-transition EU countries indicates that there is potential for further savings in total energy consumption. This can be achieved by increasing energy efficiency in all segments, particularly in buildings. The reconstruction of buildings, systematic information and education of citizens (at local and national level) on the use of energy efficient products (materials and systems) and introduction of new technologies (smart grids and meters) can reduce energy consumption while not having negative affect on economic growth.

Energy supplies are spread unevenly across Europe: oil and gas are predominantly in the North Sea, accessible only to the UK and the non-EU member Norway; coal is more widespread, with fields in Germany and eastern Europe, but varying in quality; hydro-power plants supply clean and cheap power in Nordic countries, but are seasonally influenced; renewables are spread across Europe, with a high proportion of solar power in Germany and wind in Spain; France gets the vast majority of its power from nuclear reactors. These disparate systems are not well-integrated. Transporting energy, whether in the form of electricity or fuel, across long distances is difficult and costly. There is no single European grid, and there are few interconnectors to bring power from where it is generated to where it is needed. New pipelines carrying fuel from Russia, the Middle East and other regions are also likely to be needed, and the infrastructure for gas deliveries is grossly under-developed compared with pent-up demand. An energy union could solve many of these problems, for instance with key infrastructure such as new interconnectors, pipelines,

and updated grid technology. If power was able to move more freely across borders and long distances, this could bring efficiencies and economies of scale, and also harmonise prices for consumers, which vary widely across member states.

Even though there may be political will to construct the common goals and objectives, different policy design for each of the groups should probably be considered. Care should be taken especially with the energy conservation policy implementations in the new member countries, especially regarding the influential sectors of services and industry. It is true that the energy intensity is still higher in the new member countries. But if we examine the energy-economy nexus, it will be irresponsible to forcibly reduce the energy consumption. Furthermore, energy conservation plans and regulations should probably be constructed separately for the production areas of the economy and for the residential energy sector.

IZJAVA

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je doktorska disertacija pod naslovom „Utjecaj potrošnje energije na ekonomski rast u razvijenim i post-tranzicijskim zemljama Europske unije“ isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, što pokazuje korištenje bilješki i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nezadovoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Tanja Fatur Šikić

_____

U Rijeci, 4. srpnja 2018.