

Florijan Čelić, mag.oec.  
Doktorand,  
Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakultet

Pula/Rijeka, 14.09.2025.

|           |                |
|-----------|----------------|
| Primljeno | 16-09-2025     |
| Kl. ozn.  | 043-03/25-03/6 |
| Ur. br.   | 11-01-25-003   |
| Org. jed. | 01             |

**PREDMET: ODGOVOR NA KOMENTARE POVJERENSTVA U VEZI PRIJAVE TEME DOKTORSKE DISERTACIJE**

Poštovani članovi Povjerenstva za PS i doktorate,

Ovim putem Vam se najljepše zahvaljujem na konstruktivnim komentarima vezanim uz prijavu teme doktorske disertacije pod naslovom „Zelena tranzicija i makroekonomski učinci u zemljama članicama Europske unije“. Predloženi komentari su mi svakako pomogli u boljem definiranju predmeta istraživanja ove doktorske disertacije kao i preciznijem definiranju cilja istraživanja.

Nastavno na Vaše komentare, ovim putem dostavljam odgovore (detaljno je sve obrazloženo u dorađenoj prijavi).

Vaši komentari bili su sljedeći:

- Naslov je Zelena tranzicija i makroekonomski učinci... iz čega bi proizlazilo da prvo utječe na drugo, a u Sažetku se govori da je cilj utvrditi kako *makroekonomske determinante utjecu na razvoj zelene tranzicije* (dakle obrnuto). Međutim H općenito ponovo govori ovo prvo, a ostale pomoćne hipoteze obrnuto. Možda bi u Sažetku već trebalo precizirati u smislu da se povezu sve hipoteze. Dakle zelena tranzicija dugoročno utječe na makroekonomiju, a kratkoročno makroekonomske determinante na elemente zelene tranzicije (jesu li to uopće (svi) elementi zelene tranzicije odnosno kako se ona uopće definira)? Zar nije u konceptualnom modelu lijeva strana (4 varijable) u biti pokazatelj i zelene tranzicije?

**Odgovor:**

Naslov doktorske disertacije promijenjen je u „Utjecaj makroekonomskih determinanti na razvoj zelene tranzicije u zemljama članicama Europske unije“. Uz promjenu naslova došlo je i do promjene H općenito koja sada glasi: „Utjecaj makroekonomskih determinanti na zelenu tranziciju je statistički značajan u dugom roku“. U skladu s ovom promjenom, Sažetak je također promijenjen. U samom Uvodu jasno je definirana definicija zelene tranzicije koja glasi: „skup politika i mjera koje smanjuju ovisnost civilizacije o ugljikovodicima s ciljem ublažavanja negativnih efekata klimatskih promjena, očuvanja okoliša i održivog razvoja“. Osim toga, zelena tranzicija predstavljena je i u kontekstu ekonomske znanosti koja uvelike ima utjecaj na zeleni rast. Proučavajući znanstvenu literaturu i dosadašnja istraživanja na ovu temu, u ovoj doktorskoj disertaciji zelena tranzicija predstavlja skup najčešće korištenih varijabli

koje su analizirane u empirijskim istraživanjima. Te varijable (zavisne varijable u modelu) su sljedeće:

- Energetski intenzitet BDP-a u standardima kupovne moći (engl. Energy intensity of GDP in purchasing power standards )
- Obnovljivi izvori energije (engl. Renewable energy sources)
- Emisije CO<sub>2</sub> (engl. CO<sub>2</sub> emissions)
- Energetska ravnoteža (engl. Energy balance)

- Nadalje, u Tablici 1 konacno vidi se da su makroekonomske determinante nezavisne varijable, a pokazatelji (zelene tranzicije?) zavisna, kao sto je bilo u Sazetku???

**Odgovor:**

Da, tablica 1. jasno prikazuje da su makroekonomske determinante (BDP po glavi stanovnika, stopa inflacije, stopa nezaposlenosti, državne potrošnja, prihodi od okolišnih poreza, visoko obrazovanje, stanovništvo) nezavisne varijable, dok zavisne su (kao predstavnice zelene tranzicije) energetski intenzitet, obnovljivi izvori energije, emisije CO<sub>2</sub> te energetska ravnoteža/bilanca.

- Dakle, glavna je hipoteza u suprotnosti sa svim pomocnima. Mislim da bi to trebalo uskladiti, kao i Sazetak i mozda i promijeniti naslov: Makroekonomske determinante zelene tranzicije iii?

**Odgovor:**

Glavna hipoteza i naslov doktorske disertacije izmijenjeni su sukladno izmijenjenom konceptualnom modelu.

- Znanstveni ciljevi su preopcenito (i povrsno) postavljeni. Zar koncept zelene tranzicije nije definiran? Osim toga, terminologija nije uskladena, sto je u ZC1 cimbenik, to je u ZC2 determinanta. Cetvrti ZC ne odgovara konceptualnom modelu. Peti ZC uopce nije elaboriran u Prijavi.

**Odgovor:**

Znanstveni ciljevi su također izmijenjeni te oni sada glase:

1. *Identificirati najznačajnije makroekonomske determinante u kontekstu razvoja zelene tranzicije*
2. *Empirijski istražiti utjecaj najznačajnijih makroekonomskih determinanti na razvoj zelene tranzicije*
3. *Komparirati utjecaj makroekonomskih determinanti na daljnji razvoj zelene tranzicije među zemljama članicama Europske unije.*
4. *Na temelju empirijskih rezultata istraživanja razraditi će se preporuke za daljnji razvoj zelene tranzicije na temelju najznačajnijih makroekonomskih determinanti.*

- Aplikativni ciljevi nejasni. Npr. ACI bi bio eventualno utvrđivanje razlika u utjecaju makroekonomskih determinanti između različitih zemalja članica u odnosu na EU razinu. AC2 i 4 objediniti/redefinirati. Nejasno je kako je moguće „utvrditi rizike određenih makroekonomskih determinanti za poticanje...”

**Odgovor:**

Aplikativni ciljevi su također izmijenjeni te oni sada glase:

1. Utvrditi razliku u utjecaju makroekonomskih determinanti između zemalja članica Europske unije
2. Identificirati primjere vodećih zemalja članica Europske unije u razvoju zelene tranzicije
3. Utvrditi važnost i funkcije makroekonomskih determinanti za poticanje razvoja zelene tranzicije.
4. Identificirati instrumente i predložiti preporuke za izradu nacionalnih politika za daljnji razvoj zelene tranzicije.

- Nezaposlenost i inflacija na RHS nisu optimalan izbor, jer su pod utjecajem istih politika (u pravilu; Phillipsova krivulja)

**Odgovor:**

Slijedeći osnovnu teoriju makroekonomije, ove dvije varijable – nezaposlenost i inflacija uzete su u analizu jer predstavljaju najznačajnije makroekonomske determinante koje su važne za ekonomski rast. Time se želi ispitati njihov odnos (koji je i kauzalan) na razvoj zelene tranzicije. Primjerice, slijedeći znanstvena istraživanja empirijski je dokazano da inflacija ima statistički utjecaj na obnovljivi izvore energije, ali i obrnuto. Slična situacija je i s varijablom – nezaposlenost gdje primjerice porast nezaposlenosti vodi do smanjenja energetske intenziteta.

- Stopa fakultetski obrazovanog stanovništva utječe ne samo na „energetske varijable” već i na okolisne poreze (npr.)

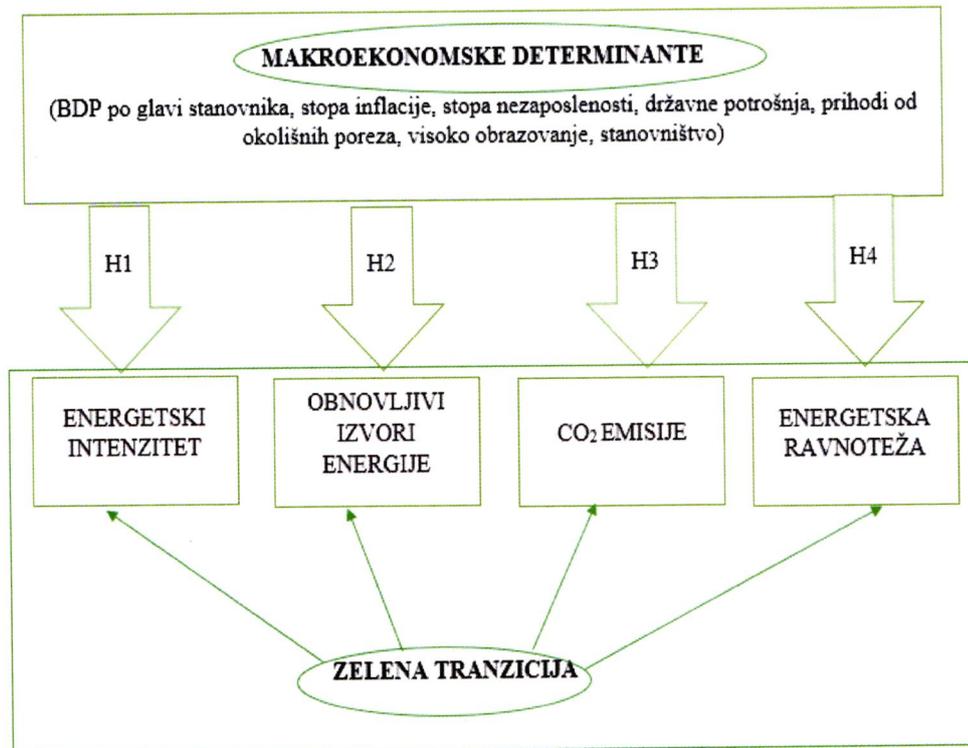
**Odgovor:**

Stopa fakultetski obrazovanog stanovništva kao i ukupan broj stanovnika promatraju se kao kontrolne varijable jer većina dosadašnjih istraživanja na primjeru nekih drugih zemalja izvan EU je to uzela u analizu. Slijedom toga, isto se želi testirati i u ovoj doktorskoj disertaciji.

- Konceptualni model ne odgovora predloženim ekonometrijskim modelima

**Odgovor:**

Konceptualni model je sada izmijenjen i on je sljedeći:



- Okolišni porezi uzeti u apsolutnim iznosima, nejasan izbor s obzirom na ostale varijable (relativne vrijednosti) i bazu podataka (EU zemlje/od Malte do Njemačke)

**Odgovor:**

Okolišni porezi u analizi u izmijenjenom modelu promatrati će se kao udio u ukupnim poreznim prihodima (% of total tax revenues). S obzirom na dostupnost podataka s Eurostata, vrlo vjerovatno će Malta biti izuzeta zbog nekonzistentnosti u podacima.

- Dodati pregled relevantnih prethodnih istraživanja koja se bave utjecajem makroekonomskih determinanti na zelenu tranziciju

**Odgovor:**

Iako u znanstvenoj literaturi ne postoje objedinjena prethodna istraživanja makroekonomskih determinanti na zelenu tranziciju već se ona promatraju pojedinačno

prema najznačajnijim varijablama, u ovoj doktorskoj disertaciji ona se i analiziraju na taj način. Svaka od navedenih zavisnih varijabli je opisana i povezana s pojedinim makroekonomskim determinantama. S obzirom na nedavnu objavu rezultata istraživanja pored navedenih istraživanja, dodana su i istraživanja od:

1) *Mahapatre i Irfana (2023)* – (Mahapatra, B., & Irfan, M. (2023). Investigating asymmetric impacts of total factor energy efficiency on carbon emissions in India. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(19), 55340-55353., <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26206-y>)

2) *Al Mamuna i suradnika (2025)* - (TGM Al Mamun & Ehsanullah & Md. Sharif Hassan & Mohammad Bin Amin & Judit Ol'ah, 2025. "Has the Paris Agreement Shaped Emission Trends? A Panel VECM Analysis of Energy, Growth, and CO<sub>2</sub> in 106 Middle-Income Countries," Papers 2503.14946, arXiv.org, revised Mar 2025.)

3) *Rajabov et al. (2025)* – (Rajabov, Alibek & Masharipova, Manzura & Rakhimova, Sadokat & Saidov, Dilshodbek & Babajanov, Javohir. (2025). CO<sub>2</sub> emissions in G20 economies: A dynamic panel analysis of economic and energy-sector drivers. *Environmental Economics*. 16. 29-40. 10.21511/ee.16(3).2025.03.)

➤ Obrazložiti odabir i očekivani utjecaj nezavisnih varijabli

### **Odgovor:**

Odabir nezavisnih varijabli koje predstavljaju najznačajnije makroekonomske varijable odabrane su na temelju prethodnih istraživanja i njihovog utjecaja, kao i na temelju dostupnosti podataka za sve zemlje članice Europske unije u periodu od 2003. do 2024. godine. S obzirom da se radi o dinamičkoj panel analizi mora postojati konzistentnost u podacima.

Očekivani utjecaj nezavisnih varijabli prikazan je u tablici 2.

Tablica 2: Očekivani utjecaj nezavisnih varijabli

| VARIJABLE  | CO <sub>2</sub> emisije (Z) | Energy balance (energetska ravnoteža/bilanca) (Z) | Energy intensity (Energetski intenzitet) (Z) | Renewable energy sources (Obnovljivi izvori energije) (Z) |
|--|-----------------------------|---|--|---|
|  | <b>OČEKIVANI PREDZNAK</b>   |   |  |   |
| <b>NEZAVISNE</b>   |                             |   |  |   |
| Real GDP per capita (Realni BDP po glavi stanovnika)     | +                           | +   | +  | +   |
| Inflation rate (Stopa inflacije)                         | -                           | -   | -  | +   |
| Unemployment rate (Stopa nezaposlenosti)                 | -                           | -   | -  | -   |
| Government expenditure (Državna potrošnja)               | +                           | +   | +  | +   |
| Environmental tax revenues (Prihodi od okolišnih poreza) | -                           | +   | -  | +   |
| Education (Obrazovanje)                                  | -                           | +   | -  | +   |
| Population (Stanovništvo)                                | +                           | -   | +  | -   |



## 2. PRIJAVA TEME DOKTORSKE DISERTACIJE

| Opći podaci i kontakt doktoranda/doktorandice |  |                     |  |
|---|--|---------------------|--|
| Titula, ime i prezime doktoranda/doktorandice | Florijan Čelić, mag.oec.                                     |                     |  |
| Nositelj/Nositelji studija                    | SVEUČILIŠTE U RIJECI, EKONOMSKI FAKULTET                     |                     |  |
| Naziv studija                                 | Doktorski studij ekonomije i poslovne ekonomije              |                     |  |
| Matični broj doktoranda/doktorandice          | 2016/17  |                     |  |
| Ime i prezime majke i/ili oca                 | Jure Čelić   |                     |  |
| Datum i mjesto rođenja                        | 13.04.1979., Mostar, Bosna i Hercegovina                     |                     |  |
| Adresa  | Olge Ban 11, 51 100 Pula                                     |                     |  |
| Fiksni telefon/ mobilni telefon               | 095/5506055  |                     |  |
| E-pošta                                       | <a href="mailto:ideo@ideoplan.hr">ideo@ideoplan.hr</a>       |                     |  |
| ŽIVOTOPIS DOKTORANDA                          |  |                     |  |
| <b>OBRAZOVANJE</b>                            |  |                     |  |
| <i>Godina</i>                                 | <i>Titula/Zvanje - Ustanova</i>                              |                     |  |
| <b>2017.-danas</b>                            | <b>Doktorand – Poslijediplomski doktorski studij</b>         |                     |  |
|   | <b>Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci</b>               |                     |  |
| <b>2012.-2016.</b>                            | <b>VSS; Magistar ekonomije</b>                               |                     |  |
|   | <b>Fakultet ekonomije i turizma "Dr. Mijo Mirković" Pula</b> |                     |  |
| <b>2008.-2012.</b>                            | <b>univ.bacc.oec; Sveučilišni prvostupnik ekonomije</b>      |                     |  |
|   | <b>Fakultet ekonomije i turizma "Dr. Mijo Mirković" Pula</b> |                     |  |
| <b>1993.-1997.</b>                            | <b>Medicinski tehničar</b>                                   |                     |  |
|   | <b>Medicinska škola Dubrovnik</b>                            |                     |  |
| <b>RADNO ISKUSTVO</b>                         |  |                     |  |
| <i>Datum</i>                                  | <i>Poslodavac</i>  | <i>Radno mjesto</i> | <i>Opis poslova</i>  |
| 2013 - danas                                  | iDeo Plan d.o.o., Pula, Hrvatska                             | Direktor            | <ul style="list-style-type: none"><li>Strateško, operativno i financijsko upravljanje poduzećem.</li></ul> Izvršni poslovi: <ul style="list-style-type: none"><li>Izrada više studija predizvodljivosti.</li></ul> |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Izrada više investicijskih studija.</li> <li>▪ Izrada više poslovnih planova.</li> <li>▪ Izrada više studija izvedivosti</li> <li>▪ Izrada više CBA analiza</li> <li>▪ Izrada više strategija razvoja jedinica lokalne samouprave.</li> <li>▪ Izrada strategije razvoja ljudskih resursa za više jedinica lokalne samouprave.</li> <li>▪ Izrada master planova i strategija razvoja turizma.</li> <li>▪ Izrada različitih operativnih i studijskih dokumenata za javni sektor (SECAP-i, SEAP-i, Provedbeni programi, akcijski planovi, studije i analize opravdanosti osnivanja poslovnih subjekata, izrada programa/planova poticanja razvoja gospodarstva, etc.).</li> <li>▪ Održavanje edukacija za izradu studija izvodljivosti i CBA za zaposlenike u javnom sektoru.</li> <li>▪ Održavanje edukacija iz područja strateškog i poslovnog planiranja za zaposlenike u javnom sektoru.</li> <li>▪ Održavanje edukacija iz EU politika i fondova zaposlenicima jedinica lokalne samouprave.</li> <li>▪ Selekcija kadrova za različita radna mjesta.</li> <li>▪ Predavač na domaćim i međunarodnim konferencijama za EU politike i strateško planiranje, za korištenje EU fondova, za korištenje OiE i poboljšanje EnU i sl.</li> </ul> |
|--|--|---|

|             |   |                    |   |
|-------------|---|--------------------|---|
|             |   |                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pružanje ostalih savjetodavnih usluga strateškog planiranja i upravljanja, pripreme, provedbe i vođenja projekata u privatnom i javnom sektoru</li> </ul>  |
| 2005 - 2013 | Magus; ADS Magus d.o.o., Pula, Hrvatska | Asistent direktora | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Financijska analiza redovnog poslovanja.</li> <li>▪ Analiza isplativosti investicija i potencijalnih poslova.</li> <li>▪ Istraživanje i praćenje tržišnih trendova u sektorima energetike i brodogradnje.</li> <li>▪ Pronalaženje i ugovaranje poslova u ime i za račun vlasnika.</li> <li>▪ Nadzor i upravljanje provedbom ugovorenih poslova.</li> <li>▪ Predaja izvršenih poslova naručiteljima.</li> <li>▪ Operativno vođenje organizacije sa prosječno 80 zaposlenih.</li> <li>▪ Ostali poslovi prema nalogu vlasnika i direktora.</li> </ul> |

#### POPIS OBJAVLJENIH RADOVA

1. Gonan Božac, Marli; Čelić Florijan. Strateški menadžment jedinice lokalne samouprave - Općina Kršan; Poslovni slučajevi iz strateškog menadžmenta, Zagreb: Sinergija, 2014.

2. Tomislav Galović, Florijan Čelić, Robert Bačac: THE EXPORT COMPETITIVENESS OF DEVELOPING CROATIAN TOURISM DESTINATIONS / IZVOZNA KONKURENTNOST HRVATSKIH TURISTIČKIH DESTINACIJA U RAZVOJU 2018.

3. Galović, T., Florijan, Č., & Igor, A. (2019). The Cohesion Policy Instruments as a Factor of Competitiveness in Croatia. In 8. međunarodni znanstveni simpozij: Gospodarstvo istočne Hrvatske–vizija i razvoj= 8th International Scientific Symposium: Economy of Eastern Croatia–Vision and Growth (pp. 73-85).

4. Šergo Zdravko, Florijan Čelić. "KOMPARATIVNA PREDNOST U MEĐUNARODNOM TURIZMU–PREGLED I OGLEDI." TURISTIČKI RAZVOJ I UTJECAJI NA DESTINACIJU: 2021.

5. Celic, F., & Lenz, N. V. (2022). EU financial instruments in practice: SMEs' investments in energy efficiency and renewable energy in Croatia. International journal of energy economics and policy, 12(4), 173-185.

## OSTALE PUBLIKACIJE

Guideline on how to use Structural Funds effectively to reach Energy Efficiency targets, 2020., IRENA

## KONFERENCIJE

BOLSTER (Bridging Organizations and marginalized communities for Local Sustainability Transitions in Europe) - Conference of entrepreneurs and craftsmen of Pićan Municipality – Sustainability and Energy Efficiency Towards Green Transition – Predavač na konferenciji (2024.)

IPA III Sredstvo za povezivanje ljudi unatoč granicama - Panelist na međunarodnoj konferenciji (2022.)

Projekt COASTENERGY – Blue Energy in ports and coastal urban areas – predavač i moderator na međunarodnoj konferenciji: Feasibility studies: an exchange of experiences - Conclusions of the Local Hubs' experiences, assessment and comparison of their results and products (2021.)

Projekt EH-CMap (Advanced Training on Energy Efficiency in Historic Heritage) – predavač na konferenciji o mogućnostima korištenja ESIF za poboljšanje EnU u objektima kulturne baštine (2016.)

Projekt LEGEND (Low Enthalpy Geothermal ENergy Demonstration cases for Energy Efficient building in Adriatic area) – predavač na konferenciji o mogućnostima financiranja OIE (2015.)

## 1. NASLOV PREDLOŽENE TEME

1.1. Hrvatski

**Utjecaj makroekonomskih determinanti na razvoj zelene tranzicije u zemljama članicama Europske unije**

1.2. Engleski

*The impact of macroeconomic determinants on the development of the green transition in the Member States of the European Union*

1.3. Područje/polje

**Društvene znanosti / ekonomija**

1.4. Ključne riječi (minimalno pet riječi)

*zelena tranzicija, makroekonomske determinante, dinamički panel model, EU zemlje članice, dekarbonizacija*

## 2. PREDLOŽENI ILI POTENCIJALNI MENTOR/MENTORI

2.1. Mentor/i

| Titula, ime i prezime            | Ustanova, država  | E-pošta  |
|----------------------------------|---|--|
| Izv. prof. dr. sc. Sabina Hodžić | Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, Sveučilište u Rijeci, Hrvatska | <a href="mailto:sabinah@fthm.hr">sabinah@fthm.hr</a> |

### Minimalni opći kriteriji za odabir mentora:

- mora imati doktorat znanosti i biti izabran u znanstveno zvanje;
- mora imati najmanje dvije godine poslijedoktorskog iskustva;
- mora biti voditelj (suvoditelj ili partner) domaćeg ili međunarodnog projekta ili biti na drugi način u mogućnosti osigurati

podršku za provedbu znanstvenih istraživanja;  
- mora zadovoljavati minimalne kriterije izvrsnosti.

Ukoliko mentor nije zaposlenik Sveučilišta u Rijeci doktorandu se obavezno dodjeljuje komentor sa sastavnice Sveučilišta koja provodi doktorski studij.

## 2.2. Komentor

| Titula, ime i prezime          | Ustanova, država                         | E-pošta  |
|--------------------------------|--|--|
| Izv. prof. dr. sc. Davor Mance | Ekonomski fakultet, Sveučilište u Rijeci | <a href="mailto:davor.mance@efri.uniri.hr">davor.mance@efri.uniri.hr</a> |

## 3. OBRAZLOŽENJE TEME

### 3.1. Sažetak na hrvatskom jeziku

(maksimalno 4000 znakova s praznim mjestima)

U cilju postizanja održivosti gospodarstva, gdje se klimatske promjene i ekološki izazovi nastoje pretvoriti u prilike na svim poljima i područjima, Europska unija donijela je niz mjera i strateških dokumenata. U tu svrhu donesen je Europski zeleni plan, koji nastoji Europsku uniju pretvoriti u modernu, konkurentnu i resursno učinkovitu ekonomiju. Time je klimatska neutralnost do 2050. godine postala pravno obvezujuća za sve zemlje članice promicanjem zelene tranzicije. Dinamika razvoja i postizanja željenog cilja uvelike ovisi o makroekonomskoj razvijenosti i situaciji pojedine zemlje članice. U tom kontekstu, postavlja se pitanje ostvarivanja zelene tranzicije s naglaskom na strukturne promjene i makroekonomsku stabilnost. Stoga je ključno usmjeriti ulaganja u čistu i pravednu energiju kao i u održive projekte i aktivnosti. Slijedom navedenog, cilj ove doktorske disertacije je empirijski istražiti kako određene makroekonomske determinante utječu na razvoj zelene tranzicije mjerene određenim pokazateljima u zemljama članicama Europske unije. Empirijska analiza obuhvaća uzorak od 27 zemljama članica Europske unije u razdoblju od 2003. do 2024. godine. U cilju dobivanja adekvatnih empirijskih rezultata, u radu se primjenjuje kvantitativna metodologija, temeljena na dinamičkim panel modelima generaliziranom metodom momenata (GMM), kako bi se obuhvatila vremenska i prostorna dinamika pokazatelja zelene tranzicije. Time će se utvrditi na koji način i kako ključne makroekonomske determinante utječu na razvoj zelene tranzicije, te njihov utjecaj na nacionalne politike zemalja članica. Osim znanstvenog doprinosa, rad ima i jasne aplikativne ciljeve, koji će dovesti do odgovornijeg upravljanja nacionalnom politikom u cilju ostvarivanja ciljeva zelene tranzicije kao i njezinim funkcioniranjem. Stoga će rezultati ovog istraživanja imati izravan doprinos temeljen na empirijskom istraživanju u cilju dugoročnijeg procesa zelene tranzicije, te će se sastojati od informiranja svih aktera na svim razinama pojedinih zemalja članica.

### 3.2. Sažetak na engleskom jeziku

(maksimalno 4000 znakova s praznim mjestima)

In order to achieve economic sustainability, where the challenges of climate change and the environment are turned into opportunities in all sectors, the European Union has adopted a series of measures and strategic documents. To this end, the European Green Deal was adopted, which aims to transform the European Union into a modern, competitive and resource-efficient economy. This made climate neutrality by 2050 legally binding for all member states by promoting the green transition. The dynamics of development and the achievement of the desired goal depend largely on the macroeconomic development and situation of the individual member states. In this context, the question arises as to how the green transition can be achieved with a focus on structural changes and macroeconomic stability. Therefore, it is crucial to channel investments into clean and fair energy and sustainable projects and activities. The aim of this doctoral dissertation is therefore to empirically analyze how

certain macroeconomic determinants influence the development of the green transition, as measured by certain indicators, in the member states of the European Union. The empirical analysis covers a sample of 27 European Union member states from 2003 to 2024. To obtain adequate empirical results, the paper applies a quantitative methodology, based on dynamic panel models using the generalized method of moments (GMM), to capture the temporal and spatial dynamics of green transition indicators. In this way, it is determined how the most important macroeconomic determinants behave depending on the further development of the green transition, and what influence they have on the national policies of the member states. In addition to the scientific contribution, the doctoral dissertation also has clear application objectives. This will determine how and in what way key macroeconomic determinants influence the development of the green transition, and their impact on the national policies of member countries. In addition to the scientific contribution, the work also has clear applicable objectives that will lead to a more responsible management of national policies to achieve the goals of the green transition and its functioning. Therefore, the results of this research will make a direct contribution based on empirical research with the aim of a longer-term green transition, process and will consist of informing all stakeholders on all levels in each Member State.

### 3.3. Uvod i pregled dosadašnjih istraživanja

*(preporučeno 7000 znakova s praznim mjestima)*

#### **Uvod**

Klimatske promjene predstavljaju jedan od najvećih izazova suvremene civilizacije. One se ogledaju kroz efekte čiji je utjecaj pretežito negativan za ljude, gospodarstva, biljni i životinjski svijet do mjere u kojoj ugrožavaju Zemlju i život na njoj kakvog poznajemo (IPCC, 2022). Primarni uzrok su povećane emisije stakleničkih plinova, čemu ponajviše doprinosi društveno i ekonomsko djelovanje ljudi korištenjem odnosno izgaranjem fosilnih goriva. Prema izvješću IPCC-a planet je već zagrijan za više od 1°C u odnosu na razinu temperatura prije industrijskog doba, a prema istom izvješću znanstvenici su upozorili da će globalno zagrijavanje od 1,5 °C imati ozbiljne, pa čak i nepovratne posljedice na naš okoliš i društva (IPCC, 2018.). Europska unija (EU) je kao globalni predvodnik borbe protiv klimatskih promjena i održivog razvoja odlučila žurno djelovati i već 2019. godine donijela Europski zeleni plan, kojim se namjerava ostvariti klimatska neutralnost do 2050. godine. Glavni cilj tog strateškog dokumenta je potaknuti gospodarstvo zelenom tehnologijom, stvoriti održivu industriju i promet, smanjiti onečišćenje te time stvoriti moderno, resursno učinkovito i konkurentno gospodarstvo. Pretvaranje tih izazova u prilike učiniti će tranziciju na niskougljično gospodarstvo pravednom i uključivom za sve. Europski zeleni plan doprinosi ciljevima energetske unije i dugoročnih obveza unije u pogledu emisija stakleničkih plinova u skladu s Pariškim sporazumom, drugih ciljeva, uključujući sektorske ciljeve i ciljeve prilagodbe (Uredba (EU) 2018/1999). S ciljem usklađivanja klimatskih politika u funkciji ostvarenja definiranih ciljeva u lipnju 2021. godine usvojen je Europski zakon o klimi kao pravno obvezujući dokument svih država članica u pogledu doprinosa klimatske neutralnosti Europe do 2050. godine. Ubrzo nakon donošenja spomenutog zakona, usvojen je paket „Fit for 55“ koji predstavlja skup zakona čiji je cilj smanjenje emisija stakleničkih plinova u EU za najmanje 55% do 2030. (u odnosu na 1990. godinu) i postavljanje EU na put prema postizanju klimatske neutralnosti do 2050. (Europsko Vijeće, 2025). Paket uključuje brojne zakone i inicijative, od kojih se posebno ističu:

- povećanje udjela obnovljivih izvora energije na 42,5% konačne potrošnje energije do 2030. godine, uz dodatnih 2,5% indikativnog povećanja koje bi omogućilo da ukupni udio dosegne 45%
- smanjenje finalne potrošnje energije za najmanje 11,7% do 2030. godine,
- smanjenje emisija u postojećim sektorima koji su obuhvaćeni EU ETS-om za 62% do 2030. godine (u odnosu na 2005. godinu).

EU je već započela s modernizacijom i preobrazbom gospodarstva za postizanje klimatske neutralnosti. Emisije stakleničkih plinova smanjile su se za 23 % u razdoblju od 1990. do 2018., a gospodarstvo je poraslo za 61%. Međutim, trenutne politike smanjit će emisije stakleničkih plinova samo za 60% do 2050. Mnogo toga još treba učiniti, počevši s ambicioznom klimatskom politikom u sljedećem desetljeću (European Commission, 2019). Za ostvarenje ciljeva potrebna su značajna ulaganja u infrastrukturu otpornu na klimatske promjene. Ostvarenje smanjenja emisija CO<sub>2</sub> do 2030. godine, traže povećanje dodatnih ulaganja koja se procjenjuju na otprilike 2% BDP-a godišnje do 2030. (Pisani-Ferry, 2023; Guntram et al., 2024). Uz postojeća privatna i javna ulaganja u zelenu tranziciju odnosno za postizanje svih navedenih ciljeva, potrebno je povećati ukupna ulaganja na 4,5% BDP-a godišnje do 2030. godine (Wolff, Tagliapietra, Lenaerts, 2021). Nije dovoljno osigurati i povećati sredstva za investicije, nego također kroz investicije implementirati niskougljična tehničko-tehnološka rješenja. Naime, emisije prema sektorima povezane su s energetsom intenzivnošću, pa tako energetika čini 54% (proizvodnja električne energije i topline), promet 23%, poljoprivreda 11%, industrija 9% i otpad 3% emisija CO<sub>2</sub> (OECD, 2025). Zbog strukture emisija CO<sub>2</sub> po sektorima i složenosti kauzalnosti makroekonomskih i mikroekonomskih varijabli, ulaganja moraju biti: strateški ciljana, usklađena, praćena u realnom vremenu, a njihov učinak pravovremeno evaluiran i vrednovan. Europska komisija uvažila je rezultate modeliranja tranzicije koja su proveli znanstvenici Joint Research Centre (JRC) u okviru izrade EU reference scenaria 2020. Rezultati su pokazali brojne socio-ekonomske izazove i negativne eksternalije koji će uslijediti kao rezultat procesa zelene tranzicije (European Commission, 2021). U tu svrhu uspostavljen je Mehanizam za pravednu tranziciju prema klimatski neutralnom gospodarstvu pri čemu nitko neće biti zapostavljen. Mehanizam za pravednu tranziciju usmjeren je na regije i sektore na koje zelena tranzicija najviše utječe jer ovisi o fosilnim gorivima ili procesima s visokim emisijama ugljika. U okviru mehanizma u razdoblju od 2021. do 2027. mobilizirat će se oko 55 milijardi eura u obliku ciljane potpore za ublažavanje socioekonomskih posljedica tranzicije u najpogođenijim regijama (Europska komisija, 2022).

### **Definicija zelene tranzicije**

Sveobuhvatni proces prethodno prikazane transformacije gospodarstva i društva na klimatski i okolišno prihvatljiviji model rasta i razvoja u literaturi i praksi poznat je kao zelena tranzicija. Važno je istaknuti da zbog izražene multidisciplinarnosti, u znanosti i praksi ne postoji standardizirana i formalna definicija zelene tranzicije. U kontekstu njenih karakteristika možemo je definirati kao skup politika i mjera koje smanjuju ovisnost civilizacije o ugljikovodicima s ciljem ublažavanja negativnih efekata klimatskih promjena, očuvanja okoliša i održivog razvoja.

Politike za borbu protiv klimatskih promjena također moraju izgraditi otpornost i ublažiti nejednakost i nepravednost u našim društvima, zbog čega strategije zelene tranzicije uključuju kombinaciju politika usmjerenih na učinkovito djelovanje u vezi s klimom i pravednu tranziciju u prosperitetno i čisto gospodarstvo, „ne ostavljajući nikoga iza sebe“ (European Training Foundation - ETF, 2023). Za potrebe ove doktorske disertacije, zelena tranzicija promatra se s makroekonomskog aspekta, kroz pripadajući skup politika i alata tranzicije na niskougljično gospodarstvo. U tu svrhu, koristi se dinamički pristup mjerenja učinaka zelenih politika i pripadajućih alata njihove provedbe.

### **Zelena tranzicija u ekonomskoj znanosti**

Zelena tranzicija je u teorijskom i praktičnom smislu povezana s teorijom zelenog rasta. Zeleni rast predstavlja poticanje gospodarskog rasta i razvoja, istovremeno osiguravajući da prirodna bogatstva nastave pružati resurse i usluge okoliša o kojima ovisi naša dobrobit. Ovaj razvojni koncept usmjeren je na ubrzanje ulaganja i korištenja inovacija koje će poduprijeti održivi razvoj i pružiti nove ekonomske prilike (OECD, 2011). Tako se zelena tranzicija temelji na osnovnim teorijskim modelima rasta koji pružaju okvir za razumijevanje modela ekonomskog rasta i razvoja s jedne strane, te očuvanja okoliša i borbe protiv

klimatskih promjena s druge strane. Može se ustvrditi da je riječ o evolucijskom znanstvenom procesu od Solowa preko endogenih modela rasta do modela opće ravnoteže.

Solowljev neoklasični model rasta (Solow, 1956) predstavlja polazišnu osnovu u razmatranju različitih teorija ekonomskog rasta, a temelji se na sljedećim varijablama: Y (output), K (Kapital), L (Rad) i A (znanje odnosno tehnološki napredak). Koristeći se vlastitom metodom analize Solow dolazi do zaključka da manje od polovice povećanja produktivnosti u SAD-u, i po stanovniku, i po realnim najamninama može se pripisati povećanju samog kapitala. Znatno više od polovice povećanja produktivnosti treba pripisati tehničkim promjenama odnosno znanstvenom napretku, industrijskim poboljšanjima (know-how) i spoznajama o metodama upravljanja i obučavanja radnika (Brkić, 1994.). Kao jedan od najznačajnijih doprinosa teoriji ekonomskog rasta, Solowljev model se i danas, u značajnoj mjeri, smatra relevantnim. Ipak, vrijeme koje je proteklo od trenutka njegova nastanka, nove znanstvene spoznaje i tehnološki napredak, uvjetovali su razvoj novih teorija koje se nazivaju teorijama endogenog rasta (Romer, 1986; Mervar, 1999). Jedan od najpoznatijih endogenih modela je Romerov model rasta prema kojemu rast proizlazi iz industrije koja bilježi stalne prinose na proizvodnju. Model pretpostavlja i mogućnost ekonomskih intervencija države s ciljem utjecaja na proizvodnju, a posljedično i prinose (Romer, 1994). Svi endogeni modeli rasta izbjegavaju ograničenje opadajućih prinosa akumulacije kapitala iz Solowljevog modela, uz pretpostavku da tehnološki napredak (uključujući inovacije i povećanje znanja) omogućuje održivi ekonomski rast (Mernar, 1999).

Za potrebe analiza odnosa gospodarskog rasta i okoliša početkom 1990.-ih uvodi se metoda ekološke Kuznetsove krivulje (EKC – eng. Environmental Kuznets Curve). Simon Kuznets u svojim radovima bavio se istraživanjem razlika i veza između nacionalnog dohotka i dohotka per capita. Tako je postavio hipotezu da se nejednakost u dohotku unutar jedne nacije razvija prema obliku obrnutog slova U (Kuznets, 1966.). S druge strane EKC izvodi se iz hipoteze o povezanosti prihoda po glavi stanovnika jedne zemlje i stupnja onečišćenja okoliša u toj zemlji. Prema ovoj teoriji rast emisija štetnih tvari i degradacije okoliša prati gospodarski rast i razvoj, ali nakon postignute određene razine BDP-a per capita, emisije i degradacije okoliše počinju opadati (Stern, 2004). EKC također ima oblik okrenutog slova U. Posljednjih tridesetak godina pojavili su se brojni radovi čiji se rezultati značajno razlikuju od EKC hipoteze pa je cijela metoda postala upitna. Primjerice, testiranje EKC na primjeru Republike Hrvatske pokazalo je da gospodarski rast utječe na emisiju CO<sub>2</sub> ali je prisutna vrlo slaba linearna veza koja vrijedi samo za kratkoročnu dinamiku pojave (Jošić et al., 2016).

Kako bi zelena tranzicija uspješno dovela do realizacije postavljenih ciljeva Europskog zelenog plana do 2050. godine, uz korištenje načela pravedne tranzicije, potrebno je ponovno istražiti i prema potrebi redizajnirati energetske, industrijske, prometne, porezne i druge politike. Stoga preduvjet istraživanja makroekonomskih učinaka zelene tranzicije je definiranje kauzalnih odnosa makroekonomskih determinanti i postavljenog okvira koji predstavlja zelenu tranziciju u ovoj disertaciji.

Prema pregledu dosadašnje znanstvene literature, ne postoji univerzalna varijabla za zelenu tranziciju već je različiti autori (Doytch and Narayan, 2021; Bhuiyan, 2022; Hou and Waqas, 2024; Charfeddine and Kahia, 2019; Radmehr et al., 2021; Vo et al., 2022; Bezić et al. 2022; Rahman and Alam; 2022; Mitić et al., 2024; Fatur Šikić and Hodžić, 2023; Hodžić, et al. 2023; ) različito mjere i procjenjuju prema različitim varijablama koji imaju zajednički cilj, a to je postizanje zelenog rasta, očuvanja okoliša i održivog razvoja. **Na temelju navedenog, u ovoj doktorskoj disertaciji zelena tranzicija predstavljena je skupom**

**sljedećih zavisnih varijabli:**

- Energetski intenzitet BDP-a u standardima kupovne moći (engl. Energy intensity of GDP in purchasing power standards )
- Obnovljivi izvori energije (engl. Renewable energy sources)
- Emisije CO<sub>2</sub> (engl. CO<sub>2</sub> emissions)
- Energetska ravnoteža (engl. Energy balance)

Od ukupno četiri zavisne varijable, tri su povezane s energijom, a preostala četvrta varijabla su emisije CO<sub>2</sub>. Energija je vrlo važan faktor rasta jer je proizvodnja funkcija kapitala, rada i energije, a elastičnost između energije i kapitala je niska. Teorijski i empirijski dokazi pokazuju da su potrošnja energije i proizvodnja usko povezani te da dostupnost energije ima ključnu ulogu u omogućavanju rasta. Međutim, veća dostupnost energije, tehnički napredak i upotreba kvalitetnijih goriva omogućili su korištenje manje energije po jedinici proizvodnje i smanjili su ograničenja koja energetske resursi nameću proizvodnji i gospodarskom rastu. Unatoč tome, energija ostaje važna kao što i proizvodnja i potrošnja energije ostaju kauzalno povezane s BDP-om (Stern, 2011). U ovom radu koristi se pokazatelj Realni BDP po glavi stanovnika. Pokazatelj se izračunava kao omjer realnog BDP-a (BDP prilagođen inflaciji) i prosječnog broja stanovnika određene godine, gdje se BDP izražava u milijunima, a broj stanovnika u tisućama. Međutim, to nije potpuna mjera ekonomskog blagostanja. Na primjer, BDP ne uključuje većinu neplaćenih kućanskih poslova. BDP također ne uzima u obzir negativne učinke ekonomske aktivnosti, poput degradacije okoliša (Eurostat, 2025). Gospodarski rast u smislu realnog bruto domaćeg proizvoda desetljećima se povezivao s povećanjem emisija stakleničkih plinova. Empirijski gledano, kauzalni odnosi su jednostavni i logični: više razine ekonomskih aktivnosti povezane su s dodatnim korištenjem energije i potrošnjom resursa. Iako se godinama bilježi trend blagog pada korištenja fosilnih goriva ona još uvijek čine 80 posto globalnog energetskeg miksa (IEA, 2025). Tako su uslijed ekonomskog rasta povećanje i potrošnja energije usko povezani s emisijama stakleničkih plinova, a posljedično i s utjecajem na klimu. Prema modeliranjima IEA 2025., očekuje se da će rast BDP-a iznositi prosječno 3% godišnje između 2023. i 2035., što je slično kao i prethodnog desetljeća.

Recentna istraživanja Mahapatre i Irfana (2023), te Al Mamuna et al. (2025) potvrdila su da je potrošnja energije primarni uzročnik emisija CO<sub>2</sub>, pokazujući raznolike vremenske i prostorne utjecaje. Nastavno na ova istraživanja i prepoznavajući složenost kauzalnih odnosa energije, ekonomskog rasta i emisija CO<sub>2</sub>, Rajabov et al. (2025) istražili su determinante emisija CO<sub>2</sub> u gospodarstvima G20 od 2000. do 2021. godine, fokusirajući se na utjecaje potrošnje obnovljive energije, otvorenosti trgovine, ekonomskog rasta i energetskeg intenziteta. Slijedom toga testirali su i potvrdili sljedeće hipoteze:

H1: Prijelaz na obnovljivu energiju značajno smanjuje emisije CO<sub>2</sub> u gospodarstvima G20

H2: Utjecaj otvorenosti trgovine na emisije CO<sub>2</sub> razlikuje se među različitim kategorijama prihoda unutar gospodarstava G20

H3: Ekonomski rast ima značajan pozitivan utjecaj na emisije CO<sub>2</sub> u gospodarstvima G20

H4: Energetski intenzitet pokazuje znatan pozitivan utjecaj na emisije CO<sub>2</sub> unutar gospodarstava G20.

Za empirijsku analizu korišten je dinamički panel, uz procjenu kratkog i dugog roka. Slična statistička metoda, ovisno o raspoloživosti podataka koristiti će se u predmetnoj disertaciji.

Što se tiče makroekonomskih varijabli, bruto domaći proizvod (BDP) osnovna je makroekonomska varijabla, ali nije i jedina. Među brojnim makroekonomskim varijablama agregatni output, štednja, investicije, bogatstvo, nezaposlenost, inflacija i kamatna stopa glavne su makroekonomske varijable koje omogućuju različita gledišta na gospodarstvo (Benić, 2016). Kod predmetne analize odabrane su sljedeće varijable kao standardne i ključne makroekonomske determinante:

- Realni BDP po glavi stanovnika
- Stopa inflacije
- Stopa nezaposlenosti
- Državna potrošnja
- Okolišni porezi
- Obrazovanje
- Broj stanovnika

**U nastavku su detaljno elaborirane zavisne varijable modela koje predstavljaju mjerljivi okvir razvoja zelene tranzicije.**

### **Energetski intenzitet**

Energetski intenzitet jedan je od pokazatelja za mjerenje energetske potrebe gospodarstva. Često se koristi kao aproksimacija energetske učinkovitosti. Odražava se na strukturu gospodarstva i njegov ciklus, opći životni standard i vremenske uvjete u referentnom području. Energetski intenzitet izračunava se kao jedinice energije po jedinici BDP-a. Pokazatelj izražen u lančano povezanim volumenima prikladniji je za usporedbu različitih vremenskih razdoblja u jednoj zemlji, dok su vrijednosti PPS-a prikladnije za usporedbu među zemljama u jednoj određenoj godini. Ovaj pokazatelj je potreban za praćenje nekoliko strategija, programa i izvješća, kao što su (Eurostat, 2025.):

- Operativni program „Inovacije i konkurentnost 2014.-2020.“ - godišnje izvješće o provedbi
- Energetske strategije do 2020. za pouzdanu, učinkovitu i čistiju energiju
- Nacionalni razvojni programi - Prioritet 7: Energetska sigurnost i povećanje učinkovitosti resursa
- Nacionalni akcijski plan za energetske učinkovitost 2014.-2020. - godišnje izvješće prema zahtjevima članka 24. (2) Direktive 2012/27/EZ o energetske učinkovitosti
- Nacionalno izvješće o okolišu

Općenito, ekološki i klimatski problemi u razvijenim zemljama uzrokovani su rastom energetske intenziteta, dohotka, stanovništva, te nedostatkom tehnoloških inovacija i politike zaštite okoliša (Ghazouani et al., 2020.). Prema podacima IEA (2025) poboljšanje energetske intenzivnosti nastavilo se usporavati u 2024. godini. Nakon što su se poboljšanja energetske intenzivnosti kretala prosječnom godišnjom stopom od oko 2% između 2010. i 2019. godine, usporila su na 1,2% godišnje između 2019. i 2023., te na samo 1% u 2024. godini. Ključni razlozi za ovo nedavno usporavanje uključuju rast nakon COVID-a koji je intenzivan u investicijama i proizvodnji u velikim gospodarstvima u nastajanju i zemljama u razvoju poput Kine i Indije; veća potražnja za energijom zbog ekstremnih temperatura; te trend slabog rasta proizvodnje hidroenergije koji je samo djelomično preokrenut u 2024., što je dovelo do veće potrošnje manje učinkovitih goriva u nekim regijama. Povijesno gledano, ekspanzija rasta bruto domaćeg proizvoda (BDP) bila je brža od rasta stopa rasta potražnje za energijom, odražavajući poboljšanja u energetske intenzitetu BDP-a. Ova poboljšanja u energetske intenzitetu nastavljaju se i čak ubrzavaju u scenarijima modeliranja do 2050. godine (IEA, 2024.) pa tako globalni BDP nastavlja rasti, ali je potrebno sve manje energije za poticanje tog rasta. Tijekom prošlog desetljeća globalna potražnja za energijom rasla je po prosječnoj godišnjoj stopi od 1,4% ali se u scenarijima modeliranja usporava na oko 0,5% godišnje u prosjeku između 2023. i 2035. godine.

### **Obnovljivi izvori energije**

Obnovljivi izvori energije obuhvaćaju solarnu toplinsku i fotonaponsku energiju, hidroenergiju (uključujući energiju plime, valova i oceana), energiju vjetra, geotermalnu energiju i sve oblike biomase (uključujući biološki otpad i tekuća biogoriva). Obnovljiva energija isporučena krajnjim potrošačima (industrija, promet, kućanstva, usluge uključujući javne usluge, poljoprivreda, šumarstvo i ribarstvo) je brojnik ovog pokazatelja. Nazivnik, bruto konačna potrošnja energije svih izvora energije, obuhvaća ukupnu energiju isporučenu u energetske svrhe krajnjim potrošačima, kao i gubitke pri prijenosu i distribuciji električne energije i topline. Treba napomenuti da se izvoz/uvoz električne energije ne smatra obnovljivom energijom osim ako nije potpisan poseban međuvladin sporazum. Nacionalni udjeli energije iz obnovljivih izvora u bruto konačnoj potrošnji energije izračunavaju se prema posebnim odredbama za izračun Direktive 0028/2009/EZ (Eurostat, 2025.).

U razdoblju od 2013. do 2023. godine globalna potražnja za energijom porasla je za 15%, a 40% ovog rasta pokriveno je energijom iz obnovljivih izvora, nuklearnom energijom, gorivima niskih emisijama, uključujući tehnologiju hvatanje ugljika, korištenje i skladištenje (IEA, 2025).

Energetski sektor generira gotovo 80% emisija stakleničkih plinova EU pa se preporučuje usmjeriti mjere i napore na smanjenje emisija upravo u ovom sektoru (podsektori su: Energetske transformacije, Promet, Industrija i graditeljstvo, Sektor opće potrošnje i Fugitivne emisije). Transparentnost odnosa emisija i potrošnje energije moguća je kroz formuliranje pojednostavljenog modela kao što su učinili Kaya i Yokoburi na temelju modela autora Holdrena i Ehrlicha iz rada Lenaerts et al., (2021).:

$$GHG\ emissions = population * \frac{GDP}{population} * \frac{energy\ demand}{GDP} * \frac{GHG\ emissions}{energy\ demand}$$

Ovaj model dopušta da se emisije stakleničkih plinova (iz proizvodnje energije) determiniraju odnosom broja stanovnika, BDP-a po glavi stanovnika, energetske intenziteta BDP-a i intenziteta emisija stakleničkih plinova (iz proizvodnje energije). Iako je model pojednostavljen, odnosi i utjecaji varijabli na promjenu emisija su vrlo složeni. Npr. savršeno smanjenje emisija stakleničkih plinova i smanjenje potrošnje energije moguće je kod scenarija koji predviđa deindustrijalizaciju (prelazak s proizvodnje na pružanje usluga), značajne promjene u ponašanju u korištenju energije, povećanje energetske učinkovitosti i cjelovitu dekarbonizaciju proizvodnje energije (Lenaerts et al., 2021). U recentnom radu Nuriddin et al. (2025.) korištenjem dinamičkog panela analizirali su čimbenike koji utječu na emisije CO<sub>2</sub> u zemljama G20 od 2000. do 2021., s naglaskom na potrošnju obnovljivih izvora energije, energetske intenzitet, otvorenost trgovine i gospodarski rast. U radu je dokazano da korištenje obnovljivih izvora energije značajno smanjuje emisije CO<sub>2</sub>, pri čemu vrijednosti elastičnosti variraju od -0,15 do -0,16. Još izraženije koristi uočene su u zemljama s niskim prihodima i u razdoblju nakon 2005. godine.

Zahvaljujući povećanju proizvodnje iz obnovljivih izvora energije i njenog korištenja u EU, od 2005. do 2023. godine udio u finalnoj potrošnji povećan je sa 10,2% na 24,5%. Ostvarenje prethodno navedenog cilja EU od 42,5% udjela obnovljive energije u finalnoj potrošnji zahtjeva duboke strukturne reforme i usklađivanja svih zakonskih, ekonomskih i društvenih čimbenika (EEA, 2025). Ističemo da je do 2030. godine potrebno udvostručiti udio obnovljivih izvora energije finalnoj potrošnji energije EU. Stoga je umjesto legislativnog i strateškog definiranja povećanja obnovljivih izvora u sektoru proizvodnje energije i smanjenja emisija koji se često zadržavaju na gotovo retoričkoj razini, potrebno integrirati značajno proaktivniji pristup promocije i poticanja proizvodnje i korištenja obnovljivih izvora energije (sunca, vjetera, vode, valova, geotermalne energije i dr.).

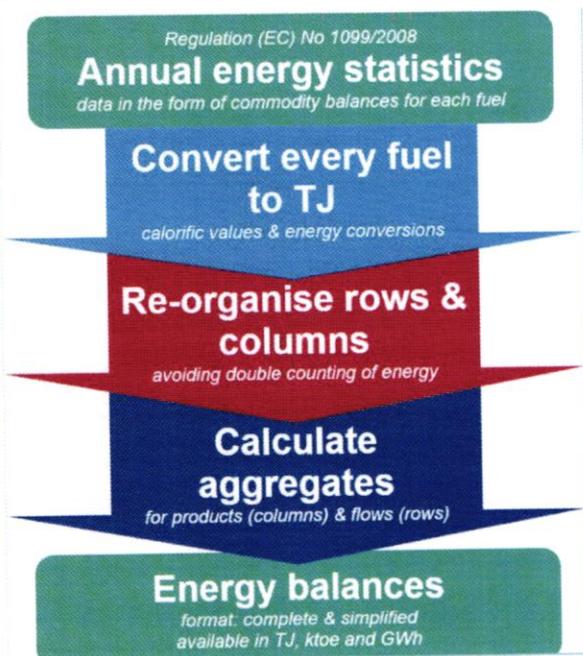
### **Energetska ravnoteža (bilanca)**

Energetska bilanca je najpotpuniji statistički prikaz energetske proizvodnje i njihovog toka u gospodarstvu. Energetska bilanca omogućuje korisnicima da vide ukupnu količinu energije korištenu iz okoliša, kojom se trguje, transformira i koju koriste krajnji korisnici. Omogućuje uvid u relativni doprinos svakog nositelja energije (goriva, proizvoda) kao i proučavanje ukupnog domaćeg energetskeg tržišta i praćenje utjecaja energetske politike. Energetska bilanca nudi cjelovit pogled na energetske situacije zemlje u kompaktnom formatu, kao što je potrošnja energije cijelog gospodarstva i pojedinačnih sektora. Također prikazuje sve statistički značajne energetske proizvode (goriva) neke zemlje te njihovu proizvodnju, transformaciju i potrošnju od strane različitih vrsta gospodarskih subjekata (industrija, promet itd.). Stoga se koristi kao višenamjenski alat s ciljem (Eurostat, 2025):

- Pružanja sveobuhvatnih informacija o ponudi i potražnji energije kako bi se razumjela situacija energetske sigurnosti, učinkovito funkcioniranje energetskeg tržišta i drugi relevantni ciljevi politike, kao i formuliranje energetske politike;

- Pružanja bitne osnove za izračun različitih pokazatelja, uključujući pokazatelje koji prate napredak prema ciljevima Energetske unije i strategije Europa 2020 (pokazatelji energetske učinkovitosti, udio obnovljivih izvora energije, energetska ovisnost itd.);
- Osigurati usporedivost statističkih podataka između različitih referentnih razdoblja i između različitih zemalja/regija;
- Osigurati podatke za izračun emisija stakleničkih plinova iz izgaranja goriva;
- Služiti kao alat za kvalitetu kako bi se osigurala potpunost, dosljednost i usporedivost energetske statistike;
- Efikasnijeg modeliranja i predviđanja ekonomskih utjecaja energetske politike..

Energetske bilance daju ključan doprinos u strateškom planiranju i definiranju ciljeva energetske politike EU. Budući da je energija ključna za mnoge sektore gospodarstva, podaci o energiji upotrebljavaju se i u druge svrhe, posebno za promet i klimatske promjene. Ciljevi energetske politike Europske unije uključuju potrebu za sigurnom opskrbom energijom, održivom potrošnjom energije i manjom ovisnošću o fosilnim gorivima. Praćenje vrijednosti pokazatelja Energetske bilance pomaže u procjeni napretka u tim područjima (Eurostat, 2025). Izrada Energetske bilance je vrlo složen proces koji se sastoji od 3 koraka prikazana u sljedećem prikazu:



Ciljevi energetske politike Europske unije uključuju potrebu za sigurnom opskrbom energijom, održivom potrošnjom energije i manjom ovisnošću o fosilnim gorivima. Praćenje vrijednosti pokazatelja Energetske bilance pomaže u procjeni napretka u tim područjima (Eurostat, 2025). Energija određuje ekonomski i društveni razvoj zemalja, a rast BDP-a dovodi do povećanja potražnje za energijom. Mnoga istraživanja provedena u posljednjim desetljećima potvrđuju snažnu vezu između ove dvije varijable (Kasperowicz, 2014., Lu, 2017., Grazyna et al., 2021). Prema IEA (2025.) globalna potražnja za energijom porasla je za 2,2% u 2024. godini što je brže od prosječne stope u proteklom desetljeću. Potražnja za svim gorivima i tehnologijama porasla je u 2024. godini. Porast je predvodio sektor električne energije, pri čemu je potražnja za električnom energijom skočila za 4,3%, što je znatno iznad rasta globalnog BDP-a od 3,2%, a potaknuto je rekordnim temperaturama, elektrifikacijom i digitalizacijom. Obnovljivi izvori energije činili su najveći udio u rastu globalne opskrbe energijom (38%), a slijede ih prirodni plin (28%), ugljen (15%), nafta (11%) i nuklearna energija (8%).

## CO<sub>2</sub> emisije

CO<sub>2</sub> (ugljičkov dioksid (ugljičkov(IV) oksid) jedan je od konačnih proizvoda izgaranja ugljika i svih organskih tvari, a u atmosferu dolazi i vulkanskim i drugim geotermalnim procesima (Hrvatska enciklopedija, 2025). Za potrebe istraživanja ove doktorske disertacije, emisije CO<sub>2</sub> su ukupne godišnje emisije ugljikovog dioksida (CO<sub>2</sub>), jednog od šest stakleničkih plinova (GHG) iz Kyotskog protokola, iz sektora poljoprivrede, energetike, otpada i industrije, isključujući LULUCF, standardizirane na vrijednosti ekvivalenta ugljikovog dioksida podijeljene s brojem stanovnika gospodarstva. Ova mjera isključuje tokove GHG-a uzrokovane promjenom korištenja zemljišta, korištenjem zemljišta i šumarstvom (LULUCF), jer ti tokovi imaju veće nesigurnosti. Prema IEA (2025.) rast emisija ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>) povezanih s energijom nastavlja se odvajati od globalnog gospodarskog rasta. Rast emisija usporen je na 0,8% u 2024. godini, dok se globalno gospodarstvo proširilo za više od 3%. Na globalno povećanje od 300 milijuna tona CO<sub>2</sub> utjecale su rekordno visoke temperature. Mehanizam poreza na emisije CO<sub>2</sub> s ciljem njihovog smanjenja može se objasniti utjecajem intervencija države kroz oporezivanje ponašanja gospodarskih subjekata (Baranzini et al., 2000). Uvođenje okolišnih poreza na emisije u pravilu ima pozitivan učinak na smanjenje emisija CO<sub>2</sub>. Analiza na primjeru država EU pokazala je da ova vrsta poreza predstavljaju učinkovit alat kojim se postiže smanjenje emisija CO<sub>2</sub>. Međutim, isto istraživanje pokazuje da kod uvođenja neumjerenih stopa okolišnih poreza može doći do smanjenja industrijske konkurentnosti pa se preporučuje prilagodba stope okolišnih poreza i ukoliko je moguće uvođenje poticajnih mjera, kako bi se ublažili negativni učinci oporezivanja (Ghazouani et al., 2020.). Nadalje, mnogi znanstvenici smatraju da porezna politika može korigirati tržišne nedostatke vezane uz pružanje javnih dobara i ublažiti negativne eksternalije. Prema njima uvođenjem prihvatljivih okolišnih poreza može se dodatno smanjiti emisije CO<sub>2</sub>, koje su uzrokovane „rebound“ efektom (Saunders, 2011.; Lin i Liu, 2013.; Chen et al., 2019.; Craglia i Cullen, 2020., Chen et al., 2022). Također, brojne druge studije i radovi pokazali su da porezni propisi za okoliš i tehnologiju inovacije, u europskim gospodarstvima pozitivno doprinose postizanju visokog dohotka, industrijskog rasta, te niskim emisijama stakleničkih plinova (Ghazouani et al., 2020). Unatoč brojnim radovima koji dokazuju pozitivan utjecaj okolišnih poreza na smanjenje emisija CO<sub>2</sub>, postoji značajna grupa istraživača čiji radovi pokazuju da se u konačnici učinci okolišni porezi pretvaraju u eksternalije. Tako neke studije pokazuju da okolišni porezi stvaraju negativne eksternalije koje negativno utječu na brzinu i intenzitet klimatskih promjene. U svom radu Šikić i Hodžić (2023) istraživanjem utjecaja okolišnih poreza na potrošnju energije u EU državama dokazali su da emisije stakleničkih plinova i gospodarski rast pozitivno utječu na potrošnju energije na dugi rok, dok s druge strane utječu na smanjenje potrošnje energije. Analizirajući utjecaj okolišnih poreza na emisije CO<sub>2</sub> u članicama OECD-a i ostalim državama, Matea et al., (2023.) dokazali su da okolišni porezi utječu na povećanje emisija CO<sub>2</sub>. Ipak, recentni podaci IEA (2025) pokazuju nastavak trenda smanjenja emisija CO<sub>2</sub> u najrazvijenijim ekonomijama za 1,1% odnosno na 10,9 milijardi tona u 2024. godini. Riječ je o razini emisija CO<sub>2</sub> koja je posljednji put viđena prije 50 godina, kada je njihov BDP bio više od tri puta manji u odnosu na današnji.

### 3.4. Cilj i hipoteze istraživanja

*(preporučeno 700 znakova s praznim mjestima)*

*Temeljem istraživanja dosadašnjih istraživanja definirani su ciljevi (znanstveni i aplikativni) doktorske disertacije:*

#### **Znanstveni ciljevi:**

1. Identificirati najznačajnije makroekonomske determinante u kontekstu razvoja zelene tranzicije
2. Empirijski istražiti utjecaj najznačajnijih makroekonomskih determinanti na razvoj zelene tranzicije
3. Komparirati utjecaj makroekonomskih determinanti na daljnji razvoj zelene tranzicije među zemljama članicama Europske unije.
4. Na temelju empirijskih rezultata istraživanja razraditi će se preporuke za daljnji razvoj zelene tranzicije na temelju najznačajnijih makroekonomskih determinanti.

**Aplikativni ciljevi:**

1. Utvrditi razliku u utjecaju makroekonomskih determinanti između zemalja članica Europske unije
2. Identificirati primjere vodećih zemalja članica Europske unije u razvoju zelene tranzicije
3. Utvrditi važnost i funkcije makroekonomskih determinanti za poticanje razvoja zelene tranzicije.
4. Identificirati instrumente i predložiti preporuke za izradu nacionalnih politika za daljnji razvoj zelene tranzicije.

Slijedom prethodno navedenih ciljeva istraživanja, u ovoj doktorskoj disertaciji odgovoriti će se na sljedeća istraživačka pitanja:

1. Koje su najznačajnije makroekonomske determinante koji utječu na razvoj zelene tranzicije?
2. Koja je poveznica određenih makroekonomskih determinanti poput BPD po glavi stanovnika, inflacije, stope nezaposlenosti, državne potrošnje i ukupnih okolišnih poreza i zelene tranzicije?
3. Kako određene makroekonomske determinante utječu na razvoj zelene tranzicije među zemljama članicama Europske unije, te postoji li razlika među njima?
4. Kako se analizirani model može primijeniti na nacionalne politike u cilju daljnjeg razvoja zelene tranzicije s pripadajućim preporukama za poboljšanje?

Temeljem definiranih znanstvenih i aplikativnih ciljeva istraživanja, osnovni cilj istraživanja ove doktorske disertacije je istražiti utjecaj određenih makroekonomskih determinanti na razvoj zelene tranzicije u zemljama članicama Europske unije.

U tu svrhu postavljene su sljedeće hipoteze (glavna – H, te ostale H1-H4):

H: Utjecaj makroekonomskih determinanti na zelenu tranziciju je statistički značajan u dugom roku.

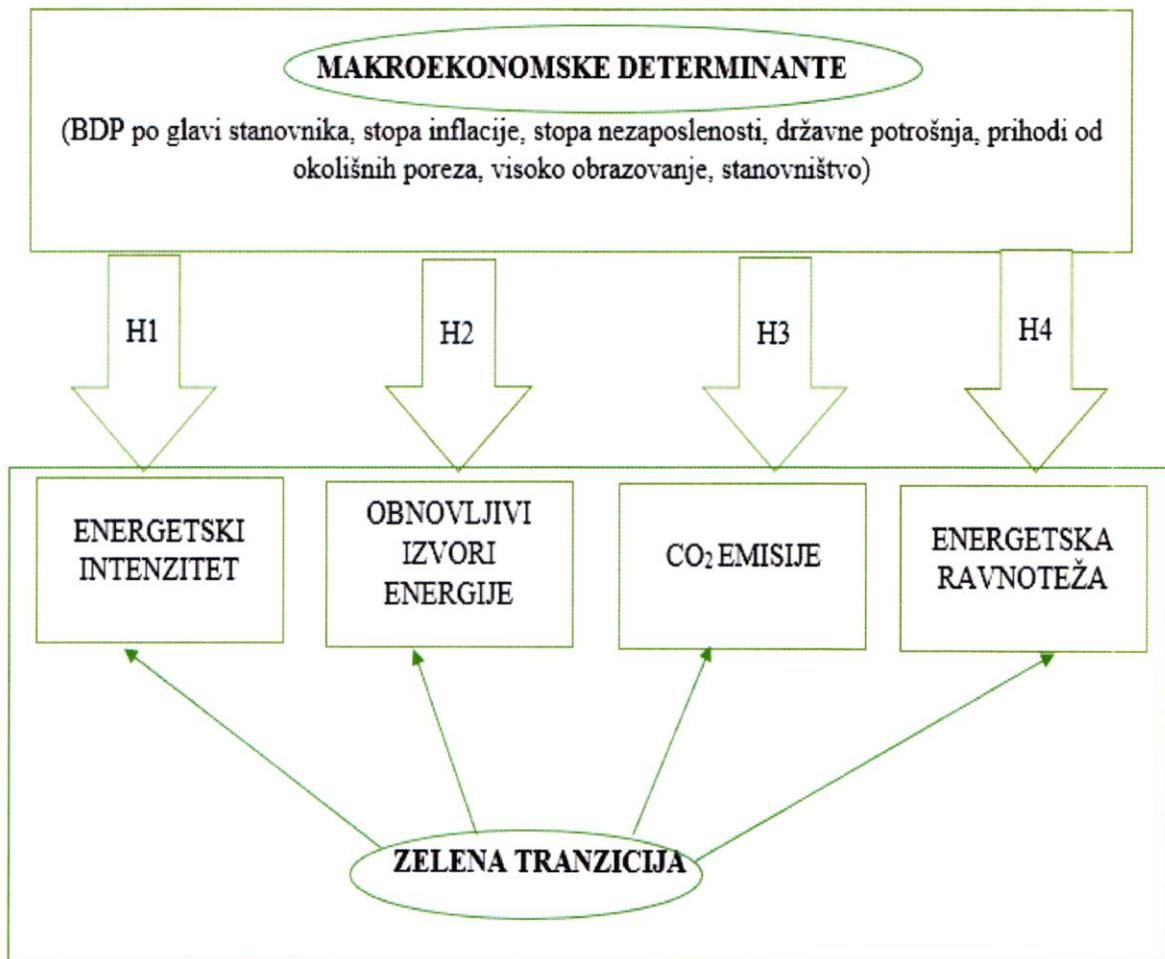
H1: Makroekonomske determinantne imaju statistički značajan utjecaj na energetske intenzitet.

H2: Makroekonomske determinantne imaju statistički značajan utjecaj na potrošnju obnovljivih izvora energije.

H3: Makroekonomske determinantne imaju statistički značajan utjecaj na emisije ugljikovog dioksida (CO<sub>2</sub>)

H4: Makroekonomske determinantne imaju statistički značajan utjecaj na energetske ravnotežu

*Konceptualni model:*



### 3.5. Materijal, metodologija i plan istraživanja (preporučeno 6500 znakova s praznim mjestima)

U cilju dokazivanja postavljenih hipoteza, metodološki pristup znanstvenog istraživanja temeljiti će se na kvantitativnim metodama. U tu svrhu koristiti će se sekundarni podaci koji se odnose na prikupljanje i analiziranje postojeće domaće i inozemne znanstvene i stručne literature, kao i prikupljanje statističkih podataka. Za prikupljanje statističkih podataka, koristiti će se javni podaci s izvora poput Eurostata, Svjetske banke (World Bank), Međunarodnog monetarnog fonda (IMF) i sl. Analiza će obuhvatiti razdoblje od 2004. do 2023. godine ( $T=20$ ), i to za 27 zemalja EU.

Budući da se zahtijevanim modelima predviđa ispitivanje ekonomskih relacija koje su dinamičke prirode (gdje sadašnja vrijednost zavisne varijable ovisi i o prethodnim vrijednostima te varijable), ispitani modeli pripadaju klasi dinamičkih panel modela, gdje je opća reprezentacija modela dana u sljedećem obliku:

$$y_{it} = \mu + \gamma y_{i,t-1} + \beta_1 x_{it1} + \beta_2 x_{it2} + \dots + \beta_k x_{itk} + \alpha_i + \varepsilon_{it}; i = 1, \dots, N, t = 1, \dots, T \quad (1)$$

pri čemu je:

$\mu$  – konstantni član koji je jednak za sve jedinice promatranja

$\gamma, \beta_1, \beta_2, \beta_k$  – parametri koje treba procijeniti

$y_{it}$  – zavisna varijabla za zemlje  $i$  u razdoblju  $t$

$x_{itk}$  – vektor nezavisnih varijabli za zemlje  $i$  u razdoblju  $t$

$\alpha_i$  – slučajni efekt za zemlje  $i$

$\varepsilon_{it}$  – greška relacije za zemlje  $i$  u razdoblju  $t$

pri čemu se pretpostavlja da su greške relacije nezavisno i identično distribuirane slučajne varijable sa sredinom 0 i varijancom  $\sigma_\varepsilon^2$ .

U predmetnoj analizi, s obzirom na veličinu i svojstva uzoraka, korišten je Blundell-Bond (BB) procjenitelj (u dva koraka). Izbor procjenitelja ovisio je o dijagnostičkim testovima koji se provode kako bi se utvrdila valjanost i opravdanost korištenja određenog procjenitelja. Prvi test odnosi se na Hansenov test kojim se testira valjanost instrumenata koji se odabiru za procjenu modela. Hansenov test, poznat i kao Hansen-J test, koristi se u kontekstu procjene s Generaliziranom Metodom Momenta (GMM) za ocjenu valjanosti instrumenata u modelu (Roodman, 2009). Nultom hipotezom Hansenovog testa pretpostavlja se da su odabrani instrumenti nekorelirani s rezidualima.

Izuzev Hansenovog testa, primjenjuju se i dodatna dva dijagnostička testa o *autokorelaciji među prvim diferencijama rezidualnih odstupanja*, odnosno  $m_1$  i  $m_2$ . Nultom hipotezom  $m_1$  testa pretpostavlja se nepostojanje autokorelacije prvog reda među prvim diferencijama reziduala, a nultom hipotezom  $m_2$  testa pretpostavlja se nepostojanje autokorelacije drugog reda među prvim diferencijama reziduala. Postojanje autokorelacije prvog reda među prvim diferencijama reziduala se očekuje pa se stoga i zanemaruje, dok postojanje autokorelacije drugog ili višeg reda upućuje na probleme pri specifikaciji modela, odnosno pokazuje da neki od uvjeta na momente nisu zadovoljeni (Škrabić Perić, 2019), što znači da rezultati  $m_2$  također mogu ukazati na valjanost odabranih instrumenata (Šimundić, 2015). Također, u doktorskoj disertaciji biti će provedeni i kointegracijski testovi među varijablama.

U nastavku su prikazane varijable koje su korištene u svim hipotezama i modelima.

Tablica 1. Varijable modela

| Varijabla  | Indikator  | Vrsta     | Oznaka          | Jedinica mjere  | Baza podataka                |
|--|--|-----------|-----------------|---|------------------------------|
| CO <sub>2</sub><br>(CO <sub>2</sub> -Ugljični dioksid)   | CO <sub>2</sub> emissions<br>(CO <sub>2</sub> emisije) | Zavisna   | CO <sub>2</sub> | t CO <sub>2</sub> /capita                                   | World Development Indicators |
| Energy balance (Energetska ravnoteža/bilanca)            | Renewables and biofuels                                | Zavisna   | ENBAL           | Thousand tonnes of oil equivalent                           | Eurostat                     |
| Energy intensity (Energetski intenzitet)                 | Energy intensity of GDP in PPS                         | Zavisna   | ENINT           | Kilograms of oil equivalent (KGOE) per thousand euro in PPS | Eurostat                     |
| Renewable energy sources (Obnovljivi izvori energije)    | Share of energy from renewable sources                 | Zavisna   | REENG           | %   | Eurostat                     |
| Real GDP per capita (Realni BDP po glavi stanovnika)     | Real GDP per capita                                    | Nezavisna | RGDP            | Euro per capita   | Eurostat                     |
| Inflation rate (Stopa inflacije)                         | HICP   | Nezavisna | INFL            | Δ%  | Eurostat                     |
| Unemployment (Stopa nezaposlenosti)                      | Unemployment rate                                      | Nezavisna | UNEMP           | % of total labor force                                      | World Development Indicators |
| Government expenditure (Državna potrošnja)               | Government expenditure                                 | Nezavisna | GOVEXP          | % of GDP  | Eurostat                     |
| Environmental tax revenues (Prihodi od okolišnih poreza) | Total environmental taxes revenues                     | Nezavisna | ENVTAX          | % of total tax revenues                                     | Eurostat                     |
| Education (Obrazovanje)                                  | Tertiary educational attainment (25-34)                | Nezavisna | EDUC            | %   | Eurostat                     |
| Population (Stanovništvo)                                | Population change                                      | Nezavisna | POPUL           | Total   | Eurostat                     |

U tablici 2 prikazan je očekivani utjecaj nezavisnih varijabli unutar ekonometrijskog modela.

Tablica 2: Očekivani utjecaj nezavisnih varijabli unutar ekonometrijskog modela

| VARIJABLA  | CO <sub>2</sub> emisije (Z) | Energy balance (energetska ravnoteža/bilanca) (Z) | Energy intensity (Energetski intenzitet) (Z) | Renewable energy sources (Obnovljivi izvori energije) (Z) |
|--|-----------------------------|---|--|---|
| <b>OČEKIVANI PREDZNAK</b>                                |                             |   |  |   |
| <b>NEZAVISNE</b>   |                             |   |  |   |
| Real GDP per capita (Realni BDP po glavi stanovnika)     | +                           | +   | +  | +   |
| Inflation rate (Stopa inflacije)                         | -                           | -   | -  | +   |
| Unemployment rate (Stopa nezaposlenosti)                 | -                           | -   | -  | -   |
| Government expenditure (Državna potrošnja)               | +                           | +   | +  | +   |
| Environmental tax revenues (Prihodi od okolišnih poreza) | -                           | +   | -  | +   |
| Education (Obrazovanje)                                  | -                           | +   | -  | +   |
| Population (Stanovništvo)                                | +                           | -   | +  | -   |

Slijedom odabranih varijabli i dostupnosti podataka za sve zemlje članice EU, hipoteze glase:

Prva hipoteza glasi:

**H1: Makroekonomske determinantne imaju statistički značajan utjecaj na energetske intenzitet.**

Početni zapis jednadžbe glavnog dinamičkog panel modela glasi:

$$ENINT_{it} = \mu + \gamma ENINT_{i,t-1} + \beta_1 RGDP_{it} + \beta_2 INFL_{it} + \beta_3 UNEMP_{it} + \beta_4 GOVEXP_{it} \\ + \beta_5 ENV TAX_{it} + \beta_6 EDUC_{it} + \beta_7 POPUL_{it} + \alpha_i + \varepsilon_{it}$$

$$i_1 = 1, 2, 3 \dots 27; \quad t = 2004, 2005, \dots 2022, 2023$$

Pri čemu je:

- $\mu$  je konstantni član koji je jednak za sve jedinice promatranja
- $\gamma, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7$  su parametri koje treba procijeniti
- $ENINT_{it}$  je energetske intenzitet BDP-a mjeren PPS-om za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $RGDP_{it}$  je realni BDP per capita za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $INFL_{it}$  je stopa inflacije za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $UNEMP_{it}$  je stopa nezaposlenosti za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $GOVEXP_{it}$  je državna potrošnja izražena udjelom u BDP-u za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $ENV TAX_{it}$  su prihodi od okolišnih poreza izraženi udjelom u ukupnim poreznim prihodima za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $EDUC_{it}$  je postotak visokobrazovanog stanovništva u dobnoj skupini od 25-34 godine zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $POPUL_{it}$  je ukupan broj stanovnika zemlje  $i$  u razdoblju  $t$
- $\alpha_i$  je slučajni efekt za zemlju  $i$
- $\varepsilon_{it}$  je greška relacije za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$

U ovoj jednadžbi zavisna varijabla je energetske intenzitet, dok makroekonomske determinante poput realnog BDP-a po glavi stanovnika, stopa inflacije, stopa nezaposlenosti, državna potrošnja, prihodi od okolišnih poreza su nezavisne varijable. U jednadžbu su uključene i kontrolne varijable kao što su postotak visokoobrazovanog stanovništva u dobnoj skupini od 25-34 godine te ukupan broj stanovnika.

**H2: Makroekonomske determinantne imaju statistički značajan utjecaj na obnovljive izvore energije.**

Početni zapis jednadžbe glavnog dinamičkog panel modela glasi:

$$REENG_{it} = \mu + \gamma REENG_{i,t-1} + \beta_1 RGDP_{it} + \beta_2 INFL_{it} + \beta_3 UNEMP_{it} + \beta_4 GOVEXP_{it} \\ + \beta_5 ENV TAX_{it} + \beta_6 EDUC_{it} + \beta_7 POPUL_{it} + \alpha_i + \varepsilon_{it}$$

$$i_1 = 1, 2, 3 \dots 27; \quad t = 2004, 2005, \dots 2022, 2023$$

Pri čemu je:

- $\mu$  je konstantni član koji je jednak za sve jedinice promatranja
- $\gamma, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7$  su parametri koje treba procijeniti
- $REENG_{it}$  je udio energije iz obnovljivih izvora za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $RGDP_{it}$  je realni BDP per capita za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $INFL_{it}$  je stopa inflacije za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $UNEMP_{it}$  je stopa nezaposlenosti za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $GOVEXP_{it}$  je državna potrošnja izražena udjelom u BDP-u za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $ENV TAX_{it}$  su prihodi od okolišnih poreza izraženi udjelom u ukupnim poreznim prihodima za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $EDUC_{it}$  je postotak visokobrazovanog stanovništva u dobnoj skupini od 25-34 godine zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $POPUL_{it}$  je ukupan broj stanovnika zemlje  $i$  u razdoblju  $t$
- $\alpha_i$  je slučajni efekt za zemlju  $i$
- $\varepsilon_{it}$  je greška relacije za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$

U ovoj jednadžbi zavisna varijabla je udio energije iz obnovljivih izvora, dok makroekonomske determinante poput realnog BDP-a po glavi stanovnika, stopa inflacije, stopa nezaposlenosti, državna potrošnja, prihodi od okolišnih poreza su nezavisne

varijable. U jednadžbu su uključene i kontrolne varijable kao što su postotak visokoobrazovanog stanovništva u dobnoj skupini od 25-34 godine te ukupan broj stanovnika.

### H3: Makroekonomske determinantne imaju statistički značajan utjecaj na emisije ugljikovog dioksida (CO<sub>2</sub>).

Početni zapis jednadžbe glavnog dinamičkog panel modela glasi:

$$CO2_{it} = \mu + \gamma CO2_{i,t-1} + \beta_1 RGDP_{it} + \beta_2 INFL_{it} + \beta_3 UNEMP_{it} + \beta_4 GOVEXP_{it} \\ + \beta_5 ENVTAX_{it} + \beta_6 EDUC_{it} + \beta_7 POPUL_{it} + \alpha_i + \varepsilon_{it}$$

$$i_1 = 1, 2, 3 \dots 27; t = 2004, 2005, \dots 2022, 2023$$

Pri čemu je:

- $\mu$  je konstantni član koji je jednak za sve jedinice promatranja
- $\gamma, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7$  su parametri koje treba procijeniti
- $CO2_{it}$  je emisija CO<sub>2</sub> za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $RGDP_{it}$  je realni BDP per capita za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $INFL_{it}$  je stopa inflacije za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $UNEMP_{it}$  je stopa nezaposlenosti za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $GOVEXP_{it}$  je državna potrošnja izražena udjelom u BDP-u za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $ENVTAX_{it}$  su prihodi od okolišnih poreza izraženi udjelom u ukupnim poreznim prihodima za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $EDUC_{it}$  je postotak visokoobrazovanog stanovništva u dobnoj skupini od 25-34 godine zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $POPUL_{it}$  je ukupan broj stanovnika zemlje  $i$  u razdoblju  $t$
- $\alpha_i$  je slučajni efekt za zemlju  $i$
- $\varepsilon_{it}$  je greška relacije za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$

U ovoj jednadžbi zavisna varijabla je CO<sub>2</sub> emisija (ugljikov dioksid), dok makroekonomske determinante poput realnog BDP-a po glavi stanovnika, stopa inflacije, stopa nezaposlenosti, državna potrošnja, prihodi od okolišnih poreza su nezavisne varijable. U jednadžbu su uključene i kontrolne varijable kao što su postotak visokoobrazovanog stanovništva u dobnoj skupini od 25-34 godine te ukupan broj stanovnika.

### H4: Makroekonomske determinantne imaju statistički značajan utjecaj na energetska ravnotežu.

Početni zapis jednadžbe glavnog dinamičkog panel modela glasi:

$$ENBAL_{it} = \mu + \gamma ENBAL_{i,t-1} + \beta_1 RGDP_{it} + \beta_2 INFL_{it} + \beta_3 UNEMP_{it} + \beta_4 GOVEXP_{it} \\ + \beta_5 ENVTAX_{it} + \beta_6 EDUC_{it} + \beta_7 POPUL_{it} + \alpha_i + \varepsilon_{it}$$

$$i_1 = 1, 2, 3 \dots 27; t = 2004, 2005, \dots 2022, 2023$$

Pri čemu je:

- $\mu$  je konstantni član koji je jednak za sve jedinice promatranja
- $\gamma, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7$  su parametri koje treba procijeniti
- $ENBAL_{it}$  je energetska ravnoteža za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $RGDP_{it}$  je realni BDP per capita za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $INFL_{it}$  je stopa inflacije za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $UNEMP_{it}$  je stopa nezaposlenosti za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $GOVEXP_{it}$  je državna potrošnja izražena udjelom u BDP-u za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $ENVTAX_{it}$  su prihodi od okolišnih poreza izraženi udjelom u ukupnim poreznim prihodima za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $EDUC_{it}$  je postotak visokoobrazovanog stanovništva u dobnoj skupini od 25-34 godine zemlju  $i$  u razdoblju  $t$
- $POPUL_{it}$  je ukupan broj stanovnika zemlje  $i$  u razdoblju  $t$
- $\alpha_i$  je slučajni efekt za zemlju  $i$
- $\varepsilon_{it}$  je greška relacije za zemlju  $i$  u razdoblju  $t$

U ovoj jednadžbi zavisna varijabla je energetska ravnoteža, dok makroekonomske determinante poput realnog BDP-a po glavi stanovnika, stopa inflacije, stopa nezaposlenosti, državna potrošnja, prihodi od okolišnih poreza su nezavisne varijable. U

jednadžbu su uključene i kontrolne varijable kao što su postotak visokoobrazovanog stanovništva u dobnj skupini od 25-34 godine te ukupan broj stanovnika.

Također u predloženim modelima izvršiti će se testiranje postojanja kointegracijske veze među odabranim skupom varijabli. Za testiranje postojanja kointegracije nužno je da su sve varijable ne-stacionarne odnosno da su integrirane reda  $I(1)$ . U slučaju da varijable nisu ne-stacionarne tj. da su neke od njih integrirane reda  $I(0)$ , tada se kointegracijski testovi ne mogu provesti (sve varijable moraju biti istog reda integracije ili  $I(0)$  ili  $I(1)$ ).

U prvom koraku potrebno je odrediti postoji li korelacija između grešaka relacija različitih jedinica presjeka u modelu panel podataka. U tu svrhu provesti će se „Pesaran's test of cross sectional independence“. U vezi za određivanje reda integracije varijabli neće se koristiti standardni testovi prve generacije postojanja jediničnog korijena (LLC, IPS, ADF) već će se koristiti test jediničnog korijena druge generacije (The covariate-augmented Dickey-Fuller (CADF)). Ukoliko su u modelu prisutne varijable različitog reda integracije (samo  $I(0)$  i  $I(1)$ ) provesti će se panel ARDL model.

Opći zapis panel ARDL modela dan je sljedećom jednadžbom:

$$Y_{it} = \sum_{j=1}^p \lambda_{i,j} Y_{i,t-j} + \sum_{j=0}^q \delta'_{i,j} X_{i,t-j} + \alpha_i + \epsilon_{i,t}$$

- gdje  $i = 1, 2, \dots, N$  predstavljaju broj grupa
- $t = 1, 2, \dots, T$  predstavlja broj vremenskih jedinica (perioda)
- $X_{i,t}$  predstavlja  $k \times 1$  vektor nezavisnih varijabli
- $\delta'_{i,j}$  predstavlja  $k \times 1$  vektor koeficijenata uz nezavisne varijable
- $\lambda_{i,j}$  predstavlja koeficijent uz zavisnu varijablu s pomakom
- $\alpha_i$  je efekt specifičan za pojedinu jedinicu promatranja

Početna jednadžba se može reparametrizirati u sljedeći oblik jednadžbe korekcije pogreške:

$$\Delta Y_{it} = \phi_i (Y_{i,t-1} - \theta'_i X_{i,t}) + \sum_{j=1}^{p-1} \lambda^*_{i,j} \Delta Y_{i,t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \delta^*_{i,j} \Delta X_{i,t-j} + \alpha_i + \epsilon_{i,t}$$

Gdje je  $\phi_i = -(1 - \sum_{j=1}^p \lambda_{i,j})$ ,  $\theta_i = \sum_{j=0}^q \delta_{i,j} / (1 - \sum_k \lambda_{i,k})$ ,  $\lambda^*_{i,j} = -\sum_{m=j+1}^p \lambda_{i,m}$ ,  $j = 1, 2, \dots, p-1$ , te  $\delta^*_{i,j} = -\sum_{m=j+1}^q \delta_{i,m}$ ,  $j = 1, 2, \dots, q-1$

Parametar  $\phi_i$  predstavlja brzinu korekcije pogreške. Ako je  $\phi_i = 0$ , nema dokaza o postojanju dugoročne veze. Očekuje se da će ovaj parametar biti negativan pod prethodnom pretpostavkom da varijable pokazuju povratak na dugoročnu ravnotežu.

Budući da je panel ARDL modelom moguća procjena jednadžbi u dugom i kratkom roku iste su dane u sljedećem obliku:

Jednadžba dugog roka:

$$ENINT_{it} = \alpha_i + \sum_{j=1}^{p-1} \gamma_{i,j} ENINT_{i,t-j} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{1,j} RGDP_{i,t-k} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{2,j} INFL_{i,t-k} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{3,j} UNEMP_{i,t-k} \\ + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{4,j} GOVEXP_{i,t-k} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{5,j} ENVTAX_{i,t-k} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{6,j} EDUC_{i,t-k} + \epsilon_{i,t}$$

$$\begin{aligned}
REENG_{it} &= \alpha_i + \sum_{j=1}^{p-1} \gamma_{i,j} REENG_{i,t-j} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{1,j} RGDP_{i,t-k} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{2,j} INFL_{i,t-k} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{3,j} UNEMP_{i,t-k} \\
&\quad + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{4,j} GOVEXP_{i,t-k} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{5,j} ENVTAX_{i,t-k} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{6,j} EDUC_{i,t-k} + \epsilon_{i,t} \\
CO2 &= \alpha_i + \sum_{j=1}^{p-1} \gamma_{i,j} CO2_{i,t-j} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{1,j} RGDP_{i,t-k} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{2,j} INFL_{i,t-k} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{3,j} UNEMP_{i,t-k} \\
&\quad + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{4,j} GOVEXP_{i,t-k} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{5,j} ENVTAX_{i,t-k} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{6,j} EDUC_{i,t-k} + \epsilon_{i,t} \\
ENBAL &= \alpha_i + \sum_{j=1}^{p-1} \gamma_{i,j} ENBAL_{i,t-j} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{1,j} RGDP_{i,t-k} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{2,j} INFL_{i,t-k} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{3,j} UNEMP_{i,t-k} \\
&\quad + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{4,j} GOVEXP_{i,t-k} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{5,j} ENVTAX_{i,t-k} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta'_{6,j} EDUC_{i,t-k} + \epsilon_{i,t}
\end{aligned}$$

Jednadžba kratkog roka:

$$\begin{aligned}
\Delta ENINT_{it} &= \alpha_i + \phi_i ECT_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \gamma_{1,j}^* \Delta ENINT_{i,t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \beta_{1,j}^* \Delta RGDP_{i,t-j} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta_{2,j}^* \Delta INFL_{i,t-j} \\
&\quad + \sum_{k=0}^{q-1} \beta_{3,j}^* \Delta UNEMP_{i,t-j} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta_{3,j}^* \Delta GOVEXP_{i,t-j} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta_{3,j}^* \Delta ENVTAX_{i,t-j} \\
&\quad + \sum_{k=0}^{q-1} \beta_{3,j}^* \Delta EDUC_{i,t-j} + \epsilon_{i,t}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Delta REENG_{it} &= \alpha_i + \phi_i ECT_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \gamma_{1,j}^* \Delta REENG_{i,t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \beta_{1,j}^* \Delta RGDP_{i,t-j} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta_{2,j}^* \Delta INFL_{i,t-j} \\
&\quad + \sum_{k=0}^{q-1} \beta_{3,j}^* \Delta UNEMP_{i,t-j} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta_{3,j}^* \Delta GOVEXP_{i,t-j} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta_{3,j}^* \Delta ENVTAX_{i,t-j} \\
&\quad + \sum_{k=0}^{q-1} \beta_{3,j}^* \Delta EDUC_{i,t-j} + \epsilon_{i,t}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Delta CO2_{it} &= \alpha_i + \phi_i ECT_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \gamma_{1,j}^* \Delta CO2_{i,t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \beta_{1,j}^* \Delta RGDP_{i,t-j} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta_{2,j}^* \Delta INFL_{i,t-j} \\
&\quad + \sum_{k=0}^{q-1} \beta_{3,j}^* \Delta UNEMP_{i,t-j} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta_{3,j}^* \Delta GOVEXP_{i,t-j} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta_{3,j}^* \Delta ENVTAX_{i,t-j} \\
&\quad + \sum_{k=0}^{q-1} \beta_{3,j}^* \Delta EDUC_{i,t-j} + \epsilon_{i,t}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Delta ENBAL_{it} &= \alpha_i + \phi_i ECT_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \gamma_{1,j}^* \Delta ENBAL_{i,t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \beta_{1,j}^* \Delta RGDP_{i,t-j} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta_{2,j}^* \Delta INFL_{i,t-j} \\
&\quad + \sum_{k=0}^{q-1} \beta_{3,j}^* \Delta UNEMP_{i,t-j} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta_{3,j}^* \Delta GOVEXP_{i,t-j} + \sum_{k=0}^{q-1} \beta_{3,j}^* \Delta ENVTAX_{i,t-j} \\
&\quad + \sum_{k=0}^{q-1} \beta_{3,j}^* \Delta EDUC_{i,t-j} + \epsilon_{i,t}
\end{aligned}$$

U svim panel ARDL modelima koristiti će se PMG (Pooled Mean Group Estimator) procjenitelj.

### 3.6. Očekivani znanstveni doprinos predloženog istraživanja (preporučeno 500 znakova s praznim mjestima)

S obzirom na postavljene ciljeve Europske unije u okviru strategije Europski zeleni plan, da Europa želi postati klimatski neutralni kontinent do 2050. godine, ovaj model doktorske disertacije pružiti će empirijsku osnovu za daljnje istraživanje, kao i preporuke za dostizanje postavljenog cilja. U tu svrhu očekivani znanstveni doprinos ove doktorske disertacije očituje se u proširenju teorijskog, empirijskog i metodološkog okvira za proučavanje odnosa između makroekonomskih determinanti i koncepta zelene tranzicije u Europskoj uniji koji sve više dobiva na važnosti. Stoga se znanstveni doprinos očituje kroz nekoliko aspekata. Prvi aspekt očituje se u povezivanju dvaju međuovisnih područja, a to su makroekonomske determinante i zelena tranzicija, koja uvelike ovisi o kretanju osnovnih i najznačajnijih makroekonomskih determinanti poput stope inflacije, nezaposlenosti, realnog BDP-a po glavi stanovnika i sl. Iz tog razloga doktorska disertacija doprinosi praznini u znanstvenoj literaturi, gdje se dobivenim empirijskim rezultatima utvrđuju koje makroekonomske determinante imaju najznačajniji utjecaj na određene varijable tj. pokazatelje zelene tranzicije. Sljedeći aspekt očituje se u tome da se po prvi puta u empirijskom istraživanju koristi skup određenih makroekonomskih determinanti koji omogućuju obuhvatniju procjenu daljnjeg razvoja zelene tranzicije u zemljama članicama Europske unije. Time se unapređuje mjerenje i omogućuje preciznije modeliranje složenih odnosa između makroekonomskih učinaka i zelene tranzicije.

Metodološki doprinos ostvaruje se primjenom dinamičkih panel modela i GMM procjene, čime se omogućuje uvažavanje vremenske inercije makroekonomskih determinanti te potencijalne endogenosti među pokazateljima zelene tranzicije. Na taj način istraživanje primjenjuje sofisticirane ekonometrijske metode na nacionalnoj razini u cilju dokazivanja unaprijed definiranih ciljeva strategije Europski zeleni plan, što je rijetkost u dosadašnjim istraživanjima.

Znanstveni rezultati imati će i svoju aplikativnu vrijednost, jer će omogućiti preporuke za poboljšanje i izradu nacionalnih politika za daljnji razvoj zelene tranzicije unutar zemalja Europske unije. Osim toga, rezultati analize utvrditi će primjere vodećih zemalja članica Europske unije u razvoju zelene tranzicije te identificirati instrumente za unapređenje postojećeg plana zelene tranzicije.

### 3.7. Popis citirane literature (maksimalno 30 referenci)

1. TGM Al Mamun & Ehsanullah & Md. Sharif Hassan & Mohammad Bin Amin & Judit Ol'ah, 2025. "Has the Paris Agreement Shaped Emission Trends? A Panel VECM Analysis of Energy, Growth, and CO<sub>2</sub> in 106 Middle-Income Countries," Papers 2503.14946, arXiv.org, revised Mar 2025.
2. Baranzini, A., Goldemberg, J., Speck, S., (2000). A future for carbon taxes. *Ecological Economics* 32 (3), 395-412.
3. Benić, Đ., (2016). *Makroekonomija, Školska knjiga, Zagreb*
4. Bezić, Heri ; Mance, Davor ; Balaž, Davorin Panel Evidence from EU Countries on CO<sub>2</sub> Emission Indicators during the Fourth Industrial Revolution // *Sustainability*, 14 (2022). 19; 12554, 25. doi: 10.3390/su141912554
5. Bhuiyan, M.A.; Zhang, Q.; Khare, V.; Mikhaylov, A.; Pinter, G.; Huang, X. Renewable Energy Consumption and Economic Growth Nexus—A Systematic Literature Review. *Front. Environ. Sci.* 2022, 10, 878394.
6. Brkić, L. (1994). Teorije rasta, konkurentna prednost zemalja i gospodarska politika. *Društvena istraživanja*, 3 (1 (9)), 107-120. (Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/33070>)
7. Charfeddine, L., & Kahia, M. (2019). Impact of renewable energy consumption and financial development on CO<sub>2</sub> emissions and economic growth in the MENA region: A panel vector autoregressive (PVAR) analysis. *Renewable Energy*, 139, 198–213. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.01.010>

8. DIREKTIVA (EU) 2023/2413 EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA o izmjeni Direktive (EU) 2018/2001, Uredbe (EU) 2018/1999 i Direktive 98/70/EZ u pogledu promicanja energije iz obnovljivih izvora te o stavljanju izvan snage Direktive Vijeća (EU) 2015/652 ([https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=OJ:L\\_202302413](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202302413))
9. Direktiva (EU) 2023/1791 Europskog parlamenta i Vijeća od 13. rujna 2023. o energetske učinkovitosti i izmjeni Uredbe (EU) 2023/955 (preinaka) (Tekst značajan za EGP) (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=celex%3A32023L1791>)
10. Doytch, N.; Narayan, S. Does Transitioning towards Renewable Energy Accelerate Economic Growth? An Analysis of Sectoral Growth for a Dynamic Panel of Countries. *Energy* (2021). 235, 121290.
11. ETF (2023). Skilling for the green transition, European Training Foundation, Turin, Italy, <https://www.etf.europa.eu/en/publications-and-resources/publications/skilling-green-transition>
12. Europska komisija, (2020). Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing the Just Transition Fund COM/2020/22 final
13. European Commission: Directorate-General for Mobility and Transport, Directorate-General for Climate Action, Directorate-General for Energy, De Vita, A., Capros, P. et al., EU reference scenario 2020 – Energy, transport and GHG emissions – Trends to 2050, Publications Office, (2021). <https://data.europa.eu/doi/10.2833/35750>
14. EUROPSKI PARLAMENT I VIJEĆE EUROPSKE UNIJE, 2018., UREDBA (EU) 2018/1999 EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA
15. European Commission: (2019) The European Green Deal (COM (2019) 640 final). Luxembourg: Publications Office of the European Union.
16. Fatur Šikić, Tanja ; Hodžić, Sabina Can environmental taxes decrease final energy consumption in the old and new EU countries? // *Ekonomika istraživanja*, 36 (2023). 3; 1-16. doi: 10.1080/1331677X.2023.2271968
17. Ghazouani, A., Xia, W., Ben Jebli, M., & Shahzad, U. (2020). Exploring the Role of Carbon Taxation Policies on CO2 Emissions: Contextual Evidence from Tax Implementation and Non-Implementation European Countries. *Sustainability*, 12(20), 8680. <https://doi.org/10.3390/su12208680>
18. Guntram B. Wolff & Simone Tagliapietra & Klaas Lenaerts, (2021). "Can climate change be tackled without ditching economic growth?" Bruegel Working Papers 44787, Bruegel. ([https://phpstack-765020-2596826.cloudwaysapps.com/sites/default/files/wp\\_attachments/WP-2021-10-160921-1.pdf](https://phpstack-765020-2596826.cloudwaysapps.com/sites/default/files/wp_attachments/WP-2021-10-160921-1.pdf))
19. Hodžić, Sabina ; Fatur Šikić, Tanja ; Dogan, EyupGreen environment in the EU countries: The role of financial inclusion, natural resources and energy intensity // *Resources policy*, 82 (2023). 103476-103486. doi: 10.1016/j.resourpol.2023.103476
20. Hou, K.; Waqas, M. Assess the Economic and Environmental Impacts of the Energy Transition in Selected Asian Economies. *Energies* (2024). 17, 5103. <https://doi.org/10.3390/en17205103>
21. IEA (2024), World Energy Outlook 2024 Free Dataset, IEA, Paris <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/world-energy-outlook-2024-free-dataset>
22. IEA (2025), Global Energy Review (2025). IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2025>
23. IEA, World Energy Balances, IEA, Paris <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/world-energy-balances>, Licence: Terms of Use for Non-CC Material
24. IPCC, 2018: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 616 pp. <https://doi.org/10.1017/9781009157940>.
25. IPCC, (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 616 pp. <https://doi.org/10.1017/9781009157940>.
26. IPCC, (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. The Working Group II contribution to the Sixth Assessment Report. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, Switzerland ([https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_FullReport.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf))

27. Jean Pisani-Ferry & Simone Tagliapietra, 2024. "An investment strategy to keep the European Green Deal on track" Bruegel Policy Brief node\_10497, Bruegel.
28. Jošić, H., Jošić, M. i Janečić, M. (2016). Testiranje Kuznetsove krivulje okoliša na primjeru Hrvatske. *Notitia - časopis za ekonomske, poslovne i društvene teme*, 2 (1.), 31-47. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/171196>
29. Kasperowicz, R. Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Poland. *J. Int. Stud.* 2014, 7, 46.
30. Lenaerts, K., S. Tagliapietra and G.B. Wolff (2021) 'Can climate change be tackled without ditching economic growth?', Working Paper 10/2021, Bruegel
31. Kuznets, S., S. (1966). *Modern Economic Growth: Rate, Structure, and Spread*, Yale University Press, New Haven, Conn.
32. Lu, W.-C. Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from 17 Taiwanese Industries. *Sustainability* (2017). 9, 50.
33. Mahapatra, B., & Irfan, M. (2023). Investigating asymmetric impacts of total factor energy efficiency on carbon emissions in India. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(19), 55340-55353., <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26206-y>
34. Máté, Domicián & Török, László & T. Kiss, Judit. (2023). The impacts of energy supply and environmental taxation on carbon intensity. *Technological and Economic Development of Economy*. 29. 1-21. 10.3846/tede.2023.18871.
35. Mervar, Andrea. (1999). PREGLED MODELA I METODA ISTRAŽIVANJA GOSPODARSKOG RASTA. *Economic Trends and Economic Policy*; Vol.9 No.73.
36. Mitić, P., Fedajev, A., Radulescu, M., Hudea, O. S., & Streimikiene, D. (2024). Fostering green transition in Central and Eastern Europe: carbon dioxide emissions, industrialization, financial development, and electricity nexus. *Technological and Economic Development of Economy*, 30(4), 1009–1036. <https://doi.org/10.3846/tede.2024.20630>
37. OECD (2025). *Government at a Glance 2025*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/0efd0bcd-en>.
38. OECD, (2011). *Towards Green Growth*, Paris, [https://www.oecd.org/en/publications/towards-green-growth\\_9789264111318-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/towards-green-growth_9789264111318-en.html)
39. Radmehr, R., Henneberry, S. R., & Shayanmehr, S. (2021). Renewable energy consumption, CO2 emissions, and economic growth nexus: A simultaneity spatial modeling analysis of EU countries. *Structural Change and Economic Dynamics*, 57, 13–27. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2021.01.006>
40. EEA, (2011). *Regulacija poreza - Regulation (EU) No 691/2011 of the European Parliament and of the Council of 6 July 2011 on European environmental economic accounts*.
41. Rahman, M. M., & Alam, K. (2022). Impact of industrialization and non-renewable energy on environmental pollution in Australia: Do renewable energy and financial development play a mitigating role? *Renewable Energy*, 195, 203–213. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.06.012>
42. Rajabov, Alibek & Masharipova, Manzura & Rakhimova, Sadokat & Saidov, Dilshodbek & Babajanov, Javohir. (2025). CO<sub>2</sub> emissions in G20 economies: A dynamic panel analysis of economic and energy-sector drivers. *Environmental Economics*. 16. 29-40. 10.21511/ee.16(3).2025.03.
43. Roodman, D. (2009). *How to do Xtabond2: An Introduction to Difference and System GMM in Stata*. *The Stata Journal*, 9(1), 86-136. <https://doi.org/10.1177/1536867X0900900106> (Original work published 2009)
44. Romer, P. M. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002–1037. <http://www.jstor.org/stable/1833190>
45. Romer, P. M. (1994). The origins of endogenous growth, *The journal of economic perspectives*, Vol. 8(1), pp. 3-22.
46. Solow, R. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70 (1), pp. 65-94.
47. Srdelic, Leonarda. (2024). Okolišni porezi u Hrvatskoj i Europskoj uniji. *Osvrti Instituta za javne financije*. 10.3326/ao.2024.139.
48. Stern, D.I. (2004). The rise and fall of the environmental Kuznets curve. *World Development*, 32(8), pp. 1419–1439.
49. Stern, D.I. (2011). The role of energy in economic growth. *CCEP Working Paper 3.10.*, *Ecological Economics Reviews*. 1219, 26–51.
50. Šimundić, B. (2015), *Makroekonomske determinante emitivnog turizma i njihov utjecaj na gospodarstva receptivnih zemalja* (Doktorska disertacija), Sveučilište u Splitu, Ekonomski fakultet Split, <https://repozitorij.efst.unist.hr/islandora/object/efst:1843>
51. Škrabić Perić, B. (2019). Do the most frequently used dynamic panel data estimators have the best performance in a small sample? A Monte Carlo comparison. *Croatian Operational Research Review*, 10 (1), 45-55. <https://doi.org/10.17535/corr.2019.0005>

52. UREDBA (EZ) br. 1099/2008 EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA od 22. listopada 2008.o energetske statistici (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R1099#page=2.84>)
53. Vo, D. H., Tran, Q. H., & Tran, T. T. (2022). Economic growth, renewable energy and financial development in the CPTPP countries. PLoS ONE, 17(6), Article e0268631. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268631>

#### Internet izvori

CO2 emisije - ugljikov dioksid. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2025. Pristupljeno 2.8.2025. <https://www.enciklopedija.hr/clanak/ugljikov-dioksid>;

Energy intensity - [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Energy\\_intensity](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Energy_intensity)

Renewable - [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Share\\_of\\_renewable\\_energy\\_in\\_energy\\_consumption](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Share_of_renewable_energy_in_energy_consumption)

Energy balance - [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy\\_balance\\_-\\_new\\_methodology](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_balance_-_new_methodology)

JTM - [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/finance-and-green-deal/just-transition-mechanism\\_hr#platforma-za-pravednu-tranziciju](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/finance-and-green-deal/just-transition-mechanism_hr#platforma-za-pravednu-tranziciju)

Europsko Vijeće (Fit for 55) - <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/fit-for-55/>

EEA - <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/share-of-energy-consumption-from>

World Development Indicators - <https://databank.worldbank.org/metadataglossary/world-development-indicators/series/EN.ATM.CO2E.PC>

#### 3.8. Procjena ukupnih troškova predloženog istraživanja (u kunama)

#### 3.9. Predloženi izvori financiranja istraživanja

| Vrsta financiranja       | Naziv projekta | Voditelj projekta | Potpis |
|--------------------------|----------------|-------------------|--------|
| Nacionalno financiranje  |                |                   |        |
| Međunarodno financiranje |                |                   |        |
| Ostale vrste projekata   |                |                   |        |
| Samostalno financiranje  |                |                   |        |

#### 3.10. Sjednica Etičkog povjerenstva na kojoj je odobren prijedlog istraživanja (po potrebi)

**SUGLASNOST PREDLOŽENOG MENTORA I DOKTORANDA S PRIJAVOM TEME**

Izjavljujem da sam suglasan s temom koja se prijavljuje.



Izv. prof. dr. sc. Sabina Hodžić (mentorica)



Izv. prof. dr. sc. Davor Mance (komentor)

**IZJAVA**

Izjavljujem da nisam prijavila/o doktorski rad s istovjetnom temom ni na jednom drugom sveučilištu.

U Rijeci, 14.09.2025.

Florijan Ćelić, mag.oec. (doktorand)



M.P.