



2 7 -05- 2026  
 Primljeno \_\_\_\_\_  
 Kl. ozn. 643-03/24-03/15  
 Ur. br. MA-01-26-003  
 Org. jed. 01

Sveučilište u Rijeci • University of Rijeka

Trg braće Mažuranića 10 • 51 000 Rijeka • Croatia

T: (051) 406-500 • F: (051) 216-671; 216-091

W: www.uniri.hr • E: ured@uniri.hr

## 2. PRIJAVA TEME DOKTORSKE DISERTACIJE

Opći podaci i kontakt doktoranda/doktorandice																	
Titula, ime i prezime doktoranda/doktorandice	Maja Janković, MBA																
Nositelj/Nositelji studija	SVEUČILIŠTE U RIJECI, EKONOMSKI FAKULTET																
Naziv studija	Poslijediplomski sveučilišni (doktorski) studij ekonomije i poslovne ekonomije																
Matični broj doktoranda/doktorandice	179/15																
Ime i prezime majke i/ili oca																	
Datum i mjesto rođenja																	
Adresa																	
Fiksni telefon/ mobilni telefon																	
E-pošta	maja.jankovic@irmo.hr																
ŽIVOTOPIS DOKTORANDA/DOKTORANDICE																	
<p>Ime i prezime: Maja Janković            Zvanje: Sveučilišna specijalistica ekonomije            Datum rođenja: 14.07.1987.            Mjesto rođenja: Zagreb, Republika Hrvatska            Državljanstvo: Hrvatsko</p> <p>Obrazovanje:</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>2015 - 2017</td> <td>Sveučilišna specijalistica ekonomije energetskog sektora Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakultet</td> </tr> <tr> <td>2011 - 2012</td> <td>Stručna specijalistica poslovne ekonomije Specijalistički diplomski stručni studij, MBA program Smjer: Kvantitativne financije Zagrebačka škola ekonomije i managementa</td> </tr> <tr> <td>2006 - 2010</td> <td>Stručna prvostupnica ekonomije Stručni studij ekonomije i managementa Zagrebačka škola ekonomije i managementa</td> </tr> <tr> <td>2002 - 2006</td> <td>XVI gimnazija, dvojezični program na engleskom jeziku, Križanićeva ulica 4a, Zagreb</td> </tr> </tbody> </table> <p>Radno iskustvo:</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>2021 - sada</td> <td>Institut za razvoj i međunarodne odnose, Zagreb Stručni suradnik u Odjelu za resursnu ekonomiju, zaštitu okoliša i regionalni razvoj</td> </tr> <tr> <td>2017 - 2020</td> <td>Eko Bea d.o.o., Zagreb Tajnik</td> </tr> <tr> <td>2015 - 2016</td> <td>Državne nekretnine d.o.o., Zagreb Služba za kontroling i bazu podataka, voditelj</td> </tr> <tr> <td>2012 - 2015</td> <td>Državni ured za upravljanje državnom imovinom, Zagreb Stručni suradnik u kabinetu predstojnika</td> </tr> </tbody> </table> <p>Jezici:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Engleski aktivno</li> <li>• Njemački pasivno</li> <li>• Talijanski pasivno</li> </ul>		2015 - 2017	Sveučilišna specijalistica ekonomije energetskog sektora Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakultet	2011 - 2012	Stručna specijalistica poslovne ekonomije Specijalistički diplomski stručni studij, MBA program Smjer: Kvantitativne financije Zagrebačka škola ekonomije i managementa	2006 - 2010	Stručna prvostupnica ekonomije Stručni studij ekonomije i managementa Zagrebačka škola ekonomije i managementa	2002 - 2006	XVI gimnazija, dvojezični program na engleskom jeziku, Križanićeva ulica 4a, Zagreb	2021 - sada	Institut za razvoj i međunarodne odnose, Zagreb Stručni suradnik u Odjelu za resursnu ekonomiju, zaštitu okoliša i regionalni razvoj	2017 - 2020	Eko Bea d.o.o., Zagreb Tajnik	2015 - 2016	Državne nekretnine d.o.o., Zagreb Služba za kontroling i bazu podataka, voditelj	2012 - 2015	Državni ured za upravljanje državnom imovinom, Zagreb Stručni suradnik u kabinetu predstojnika
2015 - 2017	Sveučilišna specijalistica ekonomije energetskog sektora Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakultet																
2011 - 2012	Stručna specijalistica poslovne ekonomije Specijalistički diplomski stručni studij, MBA program Smjer: Kvantitativne financije Zagrebačka škola ekonomije i managementa																
2006 - 2010	Stručna prvostupnica ekonomije Stručni studij ekonomije i managementa Zagrebačka škola ekonomije i managementa																
2002 - 2006	XVI gimnazija, dvojezični program na engleskom jeziku, Križanićeva ulica 4a, Zagreb																
2021 - sada	Institut za razvoj i međunarodne odnose, Zagreb Stručni suradnik u Odjelu za resursnu ekonomiju, zaštitu okoliša i regionalni razvoj																
2017 - 2020	Eko Bea d.o.o., Zagreb Tajnik																
2015 - 2016	Državne nekretnine d.o.o., Zagreb Služba za kontroling i bazu podataka, voditelj																
2012 - 2015	Državni ured za upravljanje državnom imovinom, Zagreb Stručni suradnik u kabinetu predstojnika																

**Znanstveno istraživački projekti:**

2025 – trenutno	Izrada Strategije razvoja tržnica Grada Zagreba do 2050. godine, suradnik
2025 – trenutno	Oснаživanje radnika migranata za održivu budućnost: usavršavanje i prekvalificiranje za zelene i digitalne poslove – EMERALD, suradnik
2024 – trenutno	Bit i boje održivog regionalnog razvoja u Republici Hrvatskoj – BORE, suradnik
2025 – 2025	Obnova urbanih/prigradskih riječnih obala – RESTORIVER, suradnik
2024 – 2025	Plan razvoja sporta Grada Pule – Pola 2024.-2030., suradnik
2024 – 2025	Izrada Socijalnog plana Požeško-slavonske županije i edukacija članova Savjeta za socijalnu skrb i djelatnike PSŽ, suradnik
2024 – 2025	Plan razvoja kulture Splitsko-dalmatinske županije za razdoblje 2025.-2030., suradnik
2022 – 2022	Studija utjecaja klimatskih promjena na poljoprivredu, suradnik
2020 – 2023	Dijalogom do Hrvatske mreže za društveno poduzetništvo, suradnik
2020 – 2021	Plan razvoja Virovitičko-podravске županije za financijsko razdoblje od 2021. do 2027. godine, suradnik

**Publikacije:**

Pisarović, Anamarija; **Janković, Maja**; Tisma, Sanja

Education for Sustainability – Challenges and Trends // EDULEARN25 Proceedings : 17th International Conference on Education and New Learning Technologies / Gómez Chova, Luis ; González Martínez, Chelo; Lees, Joanna (ur.).

Valencia: IATED Academy, 2025. str. 10388-10398. doi: 10.21125/edulearn.2025.2705

Pisarović, Anamarija ; **Janković, Maja** ; Tišma, Sanja

Sustainable Tourism for Blue Growth // Athens journal of tourism, 12, 2, 2025. str. 169-188. doi: 10.30958/ajt.12-2-4

Tišma, Sanja; Demonja, Damir; Malić-Limari, Snježana; Janković, Maja

Protected natural areas at the intersection of tourism growth and threats: Resilience challenges in Croatia // Zbornik radova - Geografski institut "Jovan Cvijić", 75 (2025), 2; 269-283. doi: 10.2298/ijgi250211008t

Tomšić, Dina; **Janković, Maja**; Tišma, Sanja

The evolution of sustainable development as a moderator of corporate governance practices – the case of Croatia // InterEULawEast, 11 (2024), 2; 49-75. doi: 10.22598/iele.2024.11.2.3

Funduk, Marina ; Farkaš, Anamarija ; **Janković, Maja**

Marine litter in the seas and oceans - Do we communicate the problem enough? // 2024: Crisis Management Days : Conference Proceedings / Kalambura, Sanja; Čendo Metzinger, Tamara; Bakarić, Nikola (ur.).

Velika Gorica: University of Applied Sciences Velika Gorica, 2024, 1, 1

Tišma, Sanja; Baturina, Danijel; **Janković, Maja**; Demonja, Damir

Braniteljske socijalno-radne zadruge kao potencijalni model društvenog poduzetništva u Republici Hrvatskoj // Nova prisutnost : časopis za intelektualna i duhovna pitanja, 21 (2023), 2; 301-316. doi: <https://doi.org/10.31192/np.21.2.4>

**Ostalo:**

- članica Hrvatskog društva ekonomista
- članica Hrvatske Sekcije Europskog Udruženja Regionalnih Istraživanja

**1. NASLOV PREDLOŽENE TEME**

1.1. Hrvatski

**Ekonomski i okolišni učinci razvoja bioekonomije u zemljama Europske unije**

1.2. Engleski

*Economic and environmental impacts of bioeconomy development in European Union countries*

1.3. Područje/polje

**Društvene znanosti / ekonomija**

#### 1.4. Ključne riječi (minimalno pet riječi)

Bioekonomija, zaštita okoliša, gospodarstvo, razvoj, Europska unija

## 2. PREDLOŽENI ILI POTENCIJALNI MENTOR/MENTORI

### 2.1. Mentor/i

Titula, ime i prezime	Ustanova, država	E-pošta
Izv. prof. dr. sc. Saša Čegar	Ekonomski fakultet, Sveučilište u Rijeci, Hrvatska	sasa.cegar@efri.uniri.hr.

### 2.2. Komentor

Izv. prof. dr. sc. Sanja Tišma	Institut za razvoj i međunarodne odnose, Hrvatska	sanja.tisma@irmo.hr
--------------------------------	---	---------------------

## 3. OBRAZLOŽENJE TEME

### 3.1. Sažetak na hrvatskom jeziku

(maksimalno 4000 znakova s praznim mjestima)

Bioekonomija kao koncept obuhvaća korištenje obnovljivih bioloških resursa i njihovu preradu u hranu, energiju i industrijske proizvode, čime se stvara dodana vrijednost. Bioekonomija se u posljednjih desetak godina afirmirala kao temeljni okvir na putu prema postizanju ciljeva održivog razvoja i transformaciji suvremenih gospodarstava. Suvremena bioekonomija pozicionirala se kao ključni strateški okvir Europske unije za postizanje klimatske neutralnosti do 2050. godine, integrirajući ciljeve kružnoga gospodarstva i održivog korištenja bioloških resursa. Suvremeni globalni izazovi poput klimatskih promjena, degradacije okoliša i iscrpljivanja prirodnih resursa upućuju na bioekonomiju kao okvir održivog korištenja bioloških resursa za gospodarski rast, inovacije i očuvanje ekosustava.

Ipak, dok službeni dokumenti poput Europskog zelenog plana bioekonomiju prezentiraju kao neupitan put prema održivom rastu, noviji znanstveni diskurs (Eversberg i sur., 2023) kritički propituje njezinu sposobnost da ispuni ambiciozna obećanja o rastu unutar fiksnih planetarnih granica.

Doktorska disertacija usmjerena je na analizu ekonomskih i okolišnih učinaka razvoja bioekonomije u zemljama Europske unije (dalje u tekstu: EU) s naglaskom na komparativnu analizu zemalja članica EU. Ova disertacija kreće upravo od tog istraživačkog jaza, fokusirajući se na dubinsku analizu ekonomskih i okolišnih učinaka s posebnim osvrtom na heterogenost zemalja članica EU.

Glavni znanstveni problem istraživanja proizlazi iz izražene heterogenosti stupnja razvijenosti bioekonomskih sustava među članicama EU, što rezultira neujednačenim učincima na gospodarski rast i dekarbonizaciju. Uz to, identificiran je kritičan nedostatak standardiziranih indikatora koji bi objektivno mjerili „strateški intenzitet“ pojedine države, odnosno njezinu stvarnu posvećenost tranziciji izvan deklarativne razine. Istraživanje se temelji na sveobuhvatnoj analizi podataka i literature, s posebnim fokusom na identificiranje izazova i prilika koje nudi razvoj bioekonomije u EU. Svrha istraživanja je na paradigmatična država članica EU spoznati specifična obilježja i uzročno-posljedičnu vezu između ekonomskih i okolišnih učinaka dosadašnjeg razvoja bioekonomije te na temelju toga identificirati ključne potrebe za daljnje poticanje razvoja bioekonomije u skladu s načelima održivog razvoja i strateškim prioritetima zelene tranzicije u EU. Upotrebom robusnih ekonometrijskih modela, potrebno je analizirati uzročno-posljedične veze između tehnološkog intenziteta bio-baziranih sektora i makroekonomskih performansi (BDP i zaposlenost), te evaluirati je li i u kojoj mjeri razvoj bioekonomije doprinosi apsolutnom smanjenju emisija stakleničkih plinova (GHG).

U istraživanju će se koristiti napredne kvantitativne metode obrade podataka prikupljenih iz baza Europskog statističkog ureda (Eurostat) te Zajedničkog istraživačkog centra Europske komisije (Joint Research Centre – JRC) koje omogućuju detaljnu analizu trendova u bioekonomiji, kao i utjecaj razvoja bioekonomije na procjenu utjecaja ključnih ekonomskih i okolišnih čimbenika. Analiza će biti napravljena u programskom jeziku RStudio ili Python.

Istraživanje se provodi kroz dvije integrirane faze. Prva faza istraživanja uključuje primjenu dinamičkog panel modela temeljenog na metodi generaliziranih momenata (System GMM) na uzorku svih 27 zemalja članica Europske unije za razdoblje od 2010. do 2024. godine, koji omogućuje precizno izoliranje utjecaja dodane vrijednosti bioekonomskih sektora na gospodarski rast i zaposlenost, uz učinkovito rješavanje problema endogenosti i Nickellove pristranosti. Analiza će biti provedena u programskom okruženju R ili Python, korištenjem paketa pgmm i panelvar (R) odnosno linearmodels (Python). Druga faza fokusira se na komparativnu analizu svih zemalja članica EU. Varijable istraživanja su precizno definirane: zavisne varijable su stopa rasta realnog BDP-a, stopa zaposlenosti te razina emisija stakleničkih plinova, dok ključne nezavisne

varijable obuhvaćaju udio dodane vrijednosti bioekonomskih sektora u ukupnoj dodanoj vrijednosti te udio dodane vrijednosti poljoprivrede u BDP-u kao proxy varijablu u kvalitativnom dijelu za testiranje okolišnih učinaka

U kvalitativnom dijelu istraživanja analizirat će se strateški dokumenti i politike na globalnoj, europskoj i nacionalnoj razini, uključujući Nacrt Strategije biogospodarstva do 2035., razvojni planovi i javne politike koje utječu na razvoj bioekonomije u EU. Analiza sadržaja tih dokumenata omogućit će identifikaciju ključnih tema, prioriteta i izazova u razvoju bioekonomije te pružiti dublji uvid u strateške smjerove i politike koje oblikuju ovaj sektor.

Ekonomski učinci bioekonomije očituju se kroz nekoliko ključnih aspekata. Razvoj bioekonomije može značajno doprinijeti diversifikaciji gospodarstva, posebno u ruralnim područjima, gdje sektor poljoprivrede, šumarstva i bioenergetike može stvoriti nova radna mjesta i ojačati lokalne zajednice. Očekuje se da bioekonomija potakne inovacije i tehnološki napredak, čime se stvara dodana vrijednost i jača konkurentnost EU gospodarstva. Bioekonomija također može pridonijeti smanjenju nezaposlenosti kroz razvoj novih sektora, poput biotehnologije i bioproizvodnje, koji imaju značajan potencijal za zapošljavanje, osobito u manje razvijenim regijama.

Okolišni učinci razvoja bioekonomije jednako su značajni. Održivo korištenje biomase i bioloških resursa može smanjiti pritisak na ekosustave, utjecati na smanjenje emisije stakleničkih plinova i doprinijeti očuvanju biološke raznolikosti. Kroz primjenu načela cirkularne ekonomije bioekonomija može pomoći u smanjenju zagađenja tla, vode i zraka, čime doprinosi postizanju ciljeva održivog razvoja na globalnoj razini.

Jedan od ključnih izazova razvoja bioekonomije je rizik od prekomjerne eksploatacije prirodnih resursa, posebice u kontekstu međudnosa proizvodnje hrane i biomase za industrijske svrhe. Potrebno je razviti mjere kojima bi se načela bioekonomije uključila u šire razvojne politike s ciljem postizanja ravnoteže između ekonomskih i okolišnih ciljeva.

Identificirat će se ključni pokazatelji koji utječu na razvoj bioekonomije, uz preporuke za oblikovanje učinkovitijih mjera za buduće strategije i planove. Istraživanje će kroz komparativnu analizu u drugim zemljama članicama EU jasnije dati smjernice za Hrvatsku. Kako bi se maksimalno iskoristio potencijal razvoja bioekonomije u RH potrebno je holistički sagledati učinke predloženih mjera na ostale sektorske politike, posebice na gospodarski razvoj i zaštitu okoliša.

Očekivani doprinos rada očituje se u razvoju hibridnog metodološkog okvira koji sintetizira ekonometrijsku preciznost i kvalitativnu dubinu institucionalne analize. Zaključci ove doktorske disertacije doprinjet će akademskom razumijevanju bioekonomije te će se koristiti kao podloga i smjernice donositeljima razvojnih politika, gospodarstvenicima i široj javnosti u ostvarivanju ciljeva u održivom razvoju. Znanstveno utemeljena vrijednost biti će i stvaranje podloge za statističko praćenje razvoja bioekonomije po prvi puta u RH. Pružajući mjerljive dokaze o (ne)povezanosti rasta i emisija u biogospodarskim sektorima, rad nudi nositeljima javnih politika u Hrvatskoj konkretan instrumentarij za ubrzanje zelene tranzicije, optimizaciju biotehnološkog poduzetništva i usklađivanje gospodarskog sustava s paradigmatom održivog razvoja i post-rasta. Rezultati istraživanja doprinjet će povezivanju bioekonomije s ciljevima gospodarskog rasta i inovacija uz istovremeno očuvanje okoliša. Disertacija će dati doprinos postojećoj znanstvenoj literaturi o bioekonomiji, posebno u kontekstu ekonomske znanosti, te poslužiti kao temelj za daljnja istraživanja u ovom važnom području.

### 3.2. Sažetak na engleskom jeziku

*(maksimalno 4000 znakova s praznim mjestima)*

The bioeconomy, as a concept, encompasses the use of renewable biological resources and their conversion into food, energy, and industrial products, thereby creating added value. Over the past decade, the bioeconomy has emerged as a fundamental framework for achieving sustainable development goals and transforming modern economies. Contemporary bioeconomy has positioned itself as a key strategic framework of the European Union for achieving climate neutrality by 2050, integrating the objectives of the circular economy and the sustainable use of biological resources. Contemporary global challenges such as climate change, environmental degradation, and the depletion of natural resources increasingly point to the bioeconomy as a framework for the sustainable utilization of biological resources in support of economic growth, innovation, and ecosystem preservation.

Nevertheless, while official policy documents such as the European Green Deal present the bioeconomy as an unquestionable pathway toward sustainable growth, recent academic discourse (Eversberg et al., 2023) critically examines its actual capacity to fulfil ambitious promises of growth within fixed planetary boundaries.

This doctoral dissertation is focused on the analysis of the economic and environmental effects of bioeconomy development in the countries of the European Union (hereinafter: the EU), with particular emphasis on a comparative analysis of EU Member States. The dissertation departs precisely from this research gap, concentrating on an in-depth examination of economic and environmental impacts, with special consideration given to the heterogeneity among EU Member States.

The main scientific problem addressed in this research arises from the pronounced heterogeneity in the level of development of bioeconomy systems across EU Member States, resulting in uneven effects on economic growth and decarbonization. In addition, a critical lack of standardized indicators has been identified for objectively measuring the "strategic intensity" of

individual countries, namely their genuine commitment to the transition beyond a merely declarative level. The research is based on a comprehensive analysis of data and literature, with a particular focus on identifying the challenges and opportunities associated with bioeconomy development in the EU. The purpose of the research is to identify, within the paradigm of EU Member States, the specific characteristics and causal relationships between the economic and environmental effects of bioeconomy development to date, and on this basis determine the key requirements for further stimulating bioeconomy development in line with the principles of sustainable development and the strategic priorities of the EU green transition. By applying robust econometric models, the study aims to analyse the causal relationships between the technological intensity of bio-based sectors and macroeconomic performance indicators (GDP and employment), and to evaluate whether, and to what extent, the development of the bioeconomy contributes to the absolute reduction of greenhouse gas (GHG) emissions.

The research will employ advanced quantitative methods for processing data collected from the databases of the European Statistical Office (Eurostat) and the Joint Research Centre of the European Commission (JRC), enabling a detailed analysis of trends in the bioeconomy as well as an assessment of the impact of bioeconomy development on key economic and environmental factors. The analysis will be conducted using the RStudio or Python programming environment.

The research is structured in two integrated phases. The first phase includes the application of a dynamic panel model based on the System Generalized Method of Moments (System GMM) to a sample comprising all 27 EU Member States for the period from 2010 to 2024. This approach enables the precise isolation of the impact of the added value generated by bioeconomy sectors on economic growth and employment, while effectively addressing issues of endogeneity and Nickell bias. The analysis will be conducted in the R or Python environment using the `pgmm` and `panelvar` packages (R), or the `linearmodels` package (Python). The second phase focuses on a comparative analysis of all EU Member States. The research variables are precisely defined: the dependent variables are the real GDP growth rate, employment rate, and the level of greenhouse gas emissions, while the key independent variables include the share of value added generated by bioeconomy sectors in total value added, and the share of agricultural value added in GDP as a proxy variable in the qualitative component for testing environmental effects.

The qualitative component of the research will analyse strategic documents and policies at the global, European, and national levels, including the Draft Bioeconomy Strategy until 2035, development plans, and public policies influencing bioeconomy development in the EU. The content analysis of these documents will enable the identification of key themes, priorities, and challenges in bioeconomy development, while also providing deeper insights into the strategic directions and policies shaping this sector.

The economic effects of the bioeconomy are reflected through several key dimensions. The development of the bioeconomy can significantly contribute to economic diversification, particularly in rural areas, where the agricultural, forestry, and bioenergy sectors can create new jobs and strengthen local communities. The bioeconomy is also expected to stimulate innovation and technological progress, thereby creating added value and enhancing the competitiveness of the EU economy. Furthermore, the bioeconomy may contribute to reducing unemployment through the development of new sectors, such as biotechnology and biomanufacturing, which possess significant employment potential, especially in less developed regions.

The environmental effects of bioeconomy development are equally significant. The sustainable use of biomass and biological resources can reduce pressure on ecosystems, contribute to lowering greenhouse gas emissions, and support the preservation of biodiversity. Through the application of circular economy principles, the bioeconomy can also help reduce soil, water, and air pollution, thereby contributing to the achievement of sustainable development goals at the global level.

One of the key challenges of bioeconomy development is the risk of overexploitation of natural resources, particularly in the context of the interrelationship between food production and biomass production for industrial purposes. It is therefore necessary to develop measures that integrate bioeconomy principles into broader development policies in order to achieve a balance between economic and environmental objectives.

The research will identify key indicators influencing bioeconomy development, together with recommendations for designing more effective measures for future strategies and action plans. Through comparative analysis with other EU Member States, the study will provide clearer policy guidance for Croatia. In order to maximize the potential of bioeconomy development in the Republic of Croatia, it is necessary to adopt a holistic perspective on the effects of proposed measures on other sectoral policies, particularly those related to economic development and environmental protection.

The expected contribution of the dissertation lies in the development of a hybrid methodological framework that synthesizes econometric precision with the qualitative depth of institutional analysis. The conclusions of this doctoral dissertation will contribute to the academic understanding of the bioeconomy and will serve as a basis and guideline for policymakers, economic stakeholders, and the wider public in achieving sustainable development objectives. An additional scientifically grounded contribution will be the establishment of a foundation for the statistical monitoring of bioeconomy development in Croatia for the first time. By providing measurable evidence regarding the relationship—or lack thereof—between economic growth and emissions in bioeconomy sectors, the dissertation offers Croatian policymakers a concrete analytical framework for

accelerating the green transition, optimizing biotechnological entrepreneurship, and aligning the economic system with the paradigms of sustainable development and post-growth. The research findings will contribute to linking bioeconomy development with the goals of economic growth and innovation while simultaneously preserving the environment. The dissertation will enrich the existing scientific literature on the bioeconomy, particularly within the field of economics, and serve as a foundation for further research in this important area.

### 3.3. Uvod i pregled dosadašnjih istraživanja (preporučeno 7000 znakova s praznim mjestima)

Bioekonomija se može promatrati kao svojevrsni rezultat koncepta održivog razvoja, koji se vodi odgovornim promišljanjem proizvodnje i zaštite okoliša, uz smanjenje eksploatacije prirodnih resursa. Koncept bioekonomije posljednjih se desetljeća profilirao kao jedan od najvažnijih odgovora Europske unije na globalne izazove poput iscrpljivanja fosilnih resursa i klimatskih promjena. Europska komisija prepoznala je važnost ovog koncepta, razvijajući svijest o ovom „gorućem“ svjetskom problemu koje je jednim dijelom nastalo i zbog eksponencijalnog rasta svjetskog stanovništva. Uz predviđanja da će svjetska populacija dostići 9 milijardi do 2050. godine, a budući da su prirodni izvori ograničeni, Europa treba obnovljive biološke izvore zdrave i sigurne hrane, sirovina te energije (Vidović, 2012). Europska komisija (2018) bioekonomiju definira kao sustav koji obuhvaća proizvodnju obnovljivih bioloških resursa te njihovu konverziju u hranu, energiju i proizvode.

Bioekonomija se u užem smislu definira kao inovativno gospodarstvo s niskom razinom emisija, s ciljem osiguravanja održivosti poljoprivrede i ribarstva, sigurnost opskrbe hranom i održivo korištenje obnovljivih biološki resursa (biomase) u industriji uz istovremenu zaštitu bioraznolikosti i okoliša (Kulišić, 2020). Iako je primarni cilj zamjena fosilnih sirovina, njezina uloga u suvremenim teorijama postaje sve složenija, obuhvaćajući širok spektar društveno-ekonomskih transformacija koje teže postizanju ciljeva održivog razvoja (Heimann, 2019). Moderni diskurs naglašava da bioekonomija nije samo sektorsko pitanje, već „nova granica“ koja zahtijeva specifičnu biodiplomaciju (Aguilar i Patemann, 2020) radi usklađivanja ekonomskih ambicija s biološkim kapacitetima planeta.

U kontekstu rastućih globalnih izazova, poput klimatskih promjena, degradacije okoliša i ograničenosti resursa, bioekonomija nudi održiv pristup razvoju koji uvažava principe kružnog gospodarstva s ciljem produženja životnog vijeka proizvoda, smanjenje otpada i bolje iskorištavanje resursa (Stegmann i sur., 2020). EU je prepoznala važnost bioekonomije u tranziciji prema održivom gospodarstvu te je 2012. godine donijela Strategiju za bioekonomiju s ciljem poticanja inovacija, održivosti i konkurentnosti. Dodatni poticaj razvoju bioekonomske politike daje usvajanje nove Strategije Europske komisije u studenom 2025. (Europska komisija, 2025), koja bioekonomiju potvrđuje kao središnji stup europske industrijske, klimatske i konkurentne politike za nadolazeće desetljeće te definira četiri strateška stupa djelovanja usmjerena na dekarbonizaciju, inovacije i otvaranje radnih mjesta. Razvoj bioekonomije doprinosi razvoju gospodarstva stvaranjem novih tržišta i radnih mjesta, osobito u ruralnim područjima. Prema najnovijim podacima Europske komisije za 2023. godinu, bioekonomija u EU — obuhvaćajući sve sektore koji se oslanjaju na biološke resurse, od poljoprivrede i šumarstva do biotehnologije i bio-based industrija — zapošljava između 42 i 60 milijuna ljudi, što čini 19–28% ukupne zaposlenosti EU, te generira dodanu vrijednost između 1,9 i 2,7 bilijuna eura, s udjelom od 11–16% u BDP-u EU. Sektori koji direktno proizvode i prerađuju biomasu pritom stvaraju 17,1 milijuna radnih mjesta i generiraju 863 milijarde eura dodane vrijednosti, odnosno 5% BDP-a EU, dok ulaganja u istraživanje i razvoj iz bioekonomskih sektora dosežu 23,2 milijarde eura, svjedočeći o rastućem inovacijskom i konkurentskom potencijalu bioekonomije (Lasarte-Lopez i M'Barek, 2025).

Osim ekonomske koristi, bioekonomija može doprinijeti i poboljšanju kvalitete života u zajednicama. Njezin razvoj može smanjiti socijalnu isključenost, poticati zajedničko djelovanje i jačati socijalnu koheziju (D'Amato, 2020). Također može doprinijeti očuvanju tradicije i znanja lokalnih zajednica vezanih uz poljoprivredu i šumarstvo, što može biti korisno za očuvanje biološke raznolikosti i kulturnog naslijeđa.

Teorijske paradigme koje podržavaju suvremeni razvoj bioekonomije u EU uključuju koncept cirkularne ekonomije, koja naglašava ponovnu upotrebu resursa i smanjenje otpada, ekološku ekonomiju, koja integrira ekološke aspekte u ekonomsko planiranje, te inovacijske teorije, koje se fokusiraju na tehnološke napretke kao pokretače održivog rasta (McCormick i Kautto, 2013; Bugge i sur., 2016). Povezivanje bioekonomije s načelima cirkularne ekonomije omogućava recikliranje i ponovnu upotrebu resursa, što može smanjiti količinu otpada i negativan utjecaj na okoliš (Carus i Dammer, 2018). Ove teorije osiguravaju okvir za razumijevanje kako biološki resursi mogu podržati dugoročni gospodarski rast, istovremeno smanjujući negativne utjecaje na okoliš.

Znanstveni diskurs evoluirao je kroz tri glavne vizije (biotehnološku, bioresursnu i bioekološku) koje su identificirali Bugge i sur. (2016). Suvremena istraživanja (Patemann i Aguilar, 2021) sugeriraju da u sljedećem desetljeću fokus mora biti na integraciji tih vizija. Biotehnološka vizija naglašava inovacijski potencijal i poduzetničku transformaciju prema održivosti (Kuckertz, 2020), dok bioekološka vizija (Stephenson i Damerell, 2022) stavlja naglasak na očuvanje ekosustava i kružnu bioekonomiju (Kardung

i sur., 2021; Stegmann i sur., 2020). Ova disertacija nastoji sintetizirati navedene transformacijske puteve, analizirajući kako različita očekivanja znanstvenika i praktičara oblikuju održivost tranzicije (Biber-Freudenberger i sur., 2020).

Razvoj bioekonomije također može imati pozitivne učinke na smanjenje emisije stakleničkih plinova i očuvanje prirodnih resursa. Korištenje održive biomase za proizvodnju energije može značajno smanjiti ovisnost o fosilnim gorivima i doprinijeti ciljevima smanjenja emisije ugljika (Stegmann i sur., 2020). Prema Gawelu i suradnicima (2019), bioekonomija može poslužiti kao prijelazni okvir između tradicionalnog gospodarskog modela temeljenog na fosilnim resursima i održivog modela koji se oslanja na obnovljive biološke resurse. Takva tranzicija zahtijeva ne samo tehnološke inovacije, već i promjene u obrascima proizvodnje, potrošnje i društvene svijesti o održivosti.

Iako službene politike bioekonomiju tretiraju kao alat za postizanje održivog rasta, novija literatura (Allain i sur., 2022) uvodi nužnu kritičku dimenziju koja preispituje ideologiju ekološke modernizacije. Eversberg i sur. (2023) upozoravaju na opasnost od „neodrživih obećanja rasta“ unutar dominantnih biogospodarskih modela. Autori naglašavaju da bioekonomija ne smije biti tek alat za održavanje business-as-usual modela, već zahtijeva transformaciju koja uvažava planetarne granice i zakone entropije (Georgescu-Roegen, 1971). Kritička analiza (Pungas, 2023) ukazuje na postojanje „nevidljivih bioekonomija“ i slijepih točaka koje, ako se ne uvažavaju, mogu dovesti do novih oblika degradacije okoliša. U tom smislu, ovo istraživanje integrira paradigmu post-rasta (Daly, 1996; Meadows i sur., 1972) i suvremene studije o ekonomiji bioraznolikosti (Dasgupta, 2021).

Unatoč jasnom strateškom okviru, provedba bioekonomije u EU suočava se s nizom izazova. Ključni izazov je koordinacija razvojnih politika na nacionalnoj razini, balansiranje između ekonomskih interesa i ciljeva održivosti, te razvoj metoda za mjerenje napretka, osobito u kontekstu postizanja ciljeva Zelenog plana EU, koji ima za cilj neutralizirati emisije stakleničkih plinova do 2050. godine. Nacionalne politike trebaju osigurati da razvoj bioekonomije ne dovede do neodrživog pritiska na prirodne resurse, već da istodobno podupire održivi razvoj ruralnih područja te očuvanje ekosustava i bioraznolikosti (Europska komisija, 2018).

Trenutna istraživanja često se usredotočuju na konceptualne aspekte, ali postoji manjak kvantitativnih analiza učinaka bioekonomije, što otežava preciznu evaluaciju njezinog stvarnog utjecaja na gospodarstvo i okoliš (Ronzon i Sanjuán, 2020). Dosadašnji pregled literature, iako prepoznaje važnost bioekonomije, ne pruža dovoljno kvantitativnih analiza učinaka, a zamjetan je posebno nedostatak studija koje precizno mjere uzročno-posljedične veze između bioekonomskih inputa i makroekonomskih te okolišnih outputa. Štoviše, prema dostupnoj literaturi, niti jedna dosadašnja studija nije primijenila dinamički panel ekonometrijski okvir temeljen na System GMM procjenitelju za simultano testiranje ekonomskih i okolišnih učinaka bioekonomije na uzorku svih 27 zemalja članica EU u jednom integriranom modelskom okviru — što predstavlja ključni metodološki i empirijski doprinos ove disertacije. Nedostatak jasno definiranih indikatora za praćenje napretka predstavlja dodatni izazov u razvoju bioekonomije. Identifikacija i standardizacija indikatora ostaje jedan od najvećih izazova (Bracco i sur., 2018; Ronzon, 2023), a budući da bioekonomija obuhvaća više sektora i vrijednosnih lanaca, njezino praćenje zahtijeva sustavan i multidimenzionalan pristup (Robert i sur., 2020). Noviji sustavi monitoringa (Siekmann i Venghaus, 2024; Lasarte-Lopez i M'Barek, 2025) teže integraciji okolišnih otisaka i socijalnih procjena životnog ciklusa (Rebolledo-Leiva i sur., 2023). Ovaj rad primjenjuje komparativnu analizu zemalja članica EU prema ključnim bioekonomskim indikatorima, uzimajući u obzir specifične čimbenike razvoja u zemljama različitih razina ekonomskog rasta (Czyżewski i sur., 2021), čime se osigurava kontekstualizacija ekonometrijskih nalaza unutar heterogene strukture EU.

Na razini RH, razvoj bioekonomije predstavlja priliku za unapređenje poljoprivrede, šumarstva i biotehnoških sektora, koji imaju potencijal značajno doprinijeti gospodarskom rastu i otvaranju novih radnih mjesta. Hrvatska posjeduje značajan biopotencijal, no njegova realizacija ovisi o institucionalnom okviru i sposobnosti apsorpcije dostupnih europskih sredstava. Pregled domaće literature (Kulišić, 2020; Slijepčević, 2021) i najnovijih strateških dokumenata, poput Nacrta Strategije biogospodarstva RH do 2035. (Ministarstvo poljoprivrede RH, 2026), ukazuje na jaz između strateških namjera i stvarne implementacije — Hrvatska se prema komparativnim pokazateljima razvoja bioekonomije nalazi pri dnu ljestvice zemalja članica EU (Lasarte-Lopez i M'Barek, 2025), unatoč dokumentiranom potencijalu biomase u energetskej tranziciji (Biljuš i Basarac Sertić, 2021). Problem leži u fragmentaciji sustava i potrebi za snažnijim fokusom na biotehnoško poduzetništvo kao ključni pokretač bioekonomske tranzicije (Kuckertz, 2020).

Ipak, kao i druge države članice EU, RH se suočava s izazovom usklađivanja nacionalnih razvojnih politika s ciljevima EU. Potrebno je izraditi detaljne planove koji će omogućiti bolju upotrebu biomase, promovirati inovacije i održive metode proizvodnje, te osigurati dugoročnu ekološku održivost (Ministarstvo poljoprivrede RH, 2026). Hrvatska bioekonomija već pokazuje znakove rasta, osobito u sektoru biotehnologije, no potrebna su dodatna ulaganja u infrastrukturu i obrazovanje kako bi se iskoristio puni potencijal ovog sektora.

Dok se ranija istraživanja (Ronzon i sur., 2020) fokusiraju na deskriptivno mapiranje, noviji radovi (Leavy i sur., 2024; Pyka i sur., 2022) zagovaraju složenije modeliranje radi boljeg razumijevanja političkih potreba, ističući kako statični modeli ne mogu adekvatno obuhvatiti vremensku dimenziju tranzicije. Upravo u tom metodološkom jazu leži poticaj za ovo istraživanje. Ova doktorska disertacija ima za cilj odgovoriti na navedene izazove. Kroz analizu postojećih strateških dokumenata, razvojnih

planova i politika na europskoj i nacionalnoj razini, istraživanje će nastojati identificirati ključne faktore koji utječu na uspješnu provedbu bioekonomije. Kvantitativne metode omogućit će detaljnu procjenu utjecaja ključnih ekonomskih i okolišnih čimbenika na razvoj bioekonomije EU, kao i analizu postojećih strateško planskih dokumenata i razvoj indikatora u području bioekonomije. Ključni metodološki pomak ovog istraživanja je primjena dinamičnog panel ekonometrijskog okvira temeljenog na System GMM procjenitelju (Arellano i Bond, 1991; Blundell i Bond, 1998). Robusnost rezultata provjerava se primjenom Mean Group procjenitelja (Pesaran i Smith, 1995) i modela s dvosmjernim fiksnim efektima (Two-Way FE).

Istraživanje će pružiti uvid u izazove i prilike za razvoj bioekonomije u kontekstu održivog razvoja, inovacija i gospodarskog rasta. Unatoč rastućem broju radova koji tematiziraju bioekonomiju, dio literature ukazuje na njezina ograničenja i pretjerana očekivanja, posebno u pogledu održivosti i stvarnih gospodarskih učinaka (npr. Eversberg i sur., 2023). Takvi kritički osvrti upozoravaju da bioekonomija ne garantira automatski ostvarenje održivih ciljeva i da zahtijeva složenije analitičke pristupe. Disertacija se stoga ne oslanja samo na afirmativne pristupe već uključuje kritičku analizu potencijalnih disbalansa između ekonomskih, društvenih i okolišnih učinaka.

Interdisciplinarnost je temelj uspješne implementacije bioekonomije. Prema Aguilaru i sur. (2019), bioekonomija nije samo sektor već sustav koji povezuje biotehnologiju, poljoprivredu, okolišnu znanost, ekonomiju i društvene znanosti u zajedničkom cilju održivog razvoja. Takva integracija omogućava učinkovitu transformaciju znanstvenih otkrića u društveno korisna rješenja, čime se stvara osnova za sustavnu inovaciju i otvaranje novih tržišta.

Nadalje, prostorna dimenzija bioekonomije često je zanemarena. Grossauer i StoeGLEHNER (2020) ukazuju na potrebu za prostornim planiranjem koje uvažava različite potrebe i kapacitete regija. Razvoj bioekonomije u urbanim sredinama značajno se razlikuje od onog u ruralnim područjima, zbog različite dostupnosti resursa, infrastrukture i ljudskog kapitala. Stoga se sve više naglašava potreba za tzv. „bioekonomskim regijama“ koje imaju specifične strategije prilagođene lokalnim uvjetima (Bezama i sur., 2019). Važnu ulogu u bioekonomiji igra i inovacijski potencijal, osobito onaj vezan uz digitalizaciju i biotehnologije. Kuckertz (2020) navodi kako je poduzetništvo jedan od ključnih elemenata transformacije prema održivosti, jer omogućuje brzo uvođenje inovacija u praksi.

Upravljanje bioekonomijom, osim na razini strategija, zahtijeva i aktivno uključivanje svih dionika. Prema Zeug i suradnicima (2019), participativni modeli upravljanja koji uključuju civilno društvo, akademsku zajednicu, gospodarstvenike i političke aktore doprinose većem legitimitetu i učinkovitijoj implementaciji politika.

Bioekonomija ne smije biti promatrana samo kao tehnološki i ekonomski projekt, već kao društveni proces koji zahtijeva transformaciju vrijednosti, ponašanja i institucionalnih okvira. Eversberg i sur. (2023) naglašavaju važnost provođenja tzv. „reality check“ pristupa u kojem se ispituje stvarni učinak politika na okoliš i društvo, nasuprot idealiziranim narativima koji prate razvoj bioekonomije.

Imajući u vidu navedene kritičke perspektive, empirijski dio ove disertacije svjesno je ograničen na mjerljive makroekonomske i okolišne veličine dostupne u standardiziranim statističkim bazama EU, dok se kritička dimenzija, uključujući analizu institucionalnih barijera, heterogenosti razvojnih puteva i napetosti između rasta i planetarnih granica obrađuje kroz komparativnu i kvalitativnu fazu istraživanja, čime se osigurava metodološka konzistentnost bez odricanja od teorijske dubine.

#### 3.4. Cilj i hipoteze istraživanja

(preporučeno 700 znakova s praznim mjestima)

**Cilj istraživanja** je kvantificirati utjecaj bioekonomskih čimbenika na održivi gospodarski rast i dekarbonizaciju zemalja EU, te identificirati institucionalne i strukturne barijere koje ograničavaju razvoj bioekonomije u zemljama članicama Europske unije.

##### **Hipoteze:**

- H1: Razvoj bioekonomije pozitivno utječe na odabrane ekonomske pokazatelje zemalja Europske unije.
- H1a: Porast udjela dodane vrijednosti bioekonomskih sektora u ukupnoj dodanoj vrijednosti pozitivno utječe na stopu rasta realnog BDP-a u zemljama Europske unije.
- H1b: Porast udjela dodane vrijednosti bioekonomskih sektora u ukupnoj dodanoj vrijednosti pozitivno utječe na stopu zaposlenosti u zemljama Europske unije.
  
- H2: Razvoj bioekonomije utječe na razinu emisija stakleničkih plinova u zemljama Europske unije.
- H2a: Porast udjela dodane vrijednosti bioekonomskih sektora u ukupnoj dodanoj vrijednosti negativno utječe na razinu emisija stakleničkih plinova u zemljama Europske unije.
- H2b: Intenzitet poljoprivredne proizvodnje, mjeren udjelom dodane vrijednosti poljoprivrede u BDP-u, pozitivno utječe na razinu emisija stakleničkih plinova u zemljama Europske unije.

Materijal, metodologija i plan istraživanja

(preporučeno 6500 znakova s praznim mjestima)

Empirijsko istraživanje temelji se na dinamičnoj panel bazi podataka konstruiranoj za sve 27 država članica Europske unije za vremensko razdoblje od 2010. do 2024. godine, što rezultira uzorakom od 405 opažanja. Podaci su prikupljeni iz triju primarnih međunarodnih statističkih izvora: Euroskog statističkog ureda (Eurostat), Zajedničkog istraživačkog centra Europske komisije (Joint Research Centre – JRC), sa čije su stranice korišteni skupovi podataka pod nazivom Bioeconomy Patents i Jobs and Wealth in the EU Bioeconomy, te Penn World Tables (Feenstra i sur., 2015). Odabir navedenog vremenskog okvira uvjetovan je dostupnošću konzistentnih i usporednih podataka za bioekonomske sektore na razini EU-27, kao i teorijskom relevantnošću razdoblja koje obuhvaća postavljanje temelja EU Strategije bioekonomije (2012.) te njezine revizije (2018.), čime se osigurava metodološka konzistentnost pri analizi učinaka bioekonomskih politika na promatrane ekonomske i ekološke ishode.

#### Zavisne varijable:

U okviru ekonomskog stupa istraživanja definirane su dvije zavisne varijable koje operacionaliziraju ključne makroekonomske ishode.

Stopa rasta realnog BDP-a konstruirana je kao prva diferencija logaritma realnog BDP-a između dvije uzastopne godine [ $\ln(r\text{BDP})(i,t) - \ln(r\text{BDP})(i,t-1)$ ], čime se osigurava da varijabla ne sadrži trend i da je statistički stabilna kroz vrijeme, što je preduvjet za valjanu primjenu dinamičkih panel modela. Podaci o realnom BDP-u preuzeti su iz Eurostatove baze podataka i izraženi u eurima u stalnim cijenama bazne godine 2020. (chain linked volumes).

Stopa zaposlenosti preuzeta je iz Eurostatove baze podataka i izražena kao postotak radno sposobnog stanovništva u dobnoj skupini 20–64 godine, u skladu sa standardnom metodologijom Eurostata i definicijom koja se primjenjuje u okviru europskog Istraživanja radne snage (Labour Force Survey – LFS). Ova relativna mjera osigurava usporedivost između zemalja različitih demografskih i ekonomskih veličina te je metodološki primjerenija za panel analizu na uzorku EU-27 od apsolutnih pokazatelja zaposlenosti.

U okviru ekološkog stupa istraživanja kao zavisna varijabla koriste se ukupne emisije stakleničkih plinova izražene u tisućama tona CO<sub>2</sub> ekvivalenta. Podaci su preuzeti iz Eurostatove baze podataka o emisijama stakleničkih plinova, pri čemu su emisije iskazane u skladu s metodologijom Međuvladnog tijela za klimatske promjene (IPCC).

#### Nezavisne varijable:

Kao ključna nezavisna varijabla koja operacionalizira razvijenost bioekonomije koristi se dodana vrijednost bioekonomskih sektora preuzeta iz Eurostatove baze (Gross value added and income by main industry, NACE Rev. 2), izražena u tekućim cijenama u milijunima eura. U modelima se primjenjuje kao relativni udio u ukupnoj dodanoj vrijednosti nacionalnog gospodarstva (DVBIO), čime se postiže usporedivost između zemalja različitih ekonomskih veličina.

U svrhu testiranja hipoteze H2b, u model ekoloških učinaka uvodi se proxy varijabla intenziteta poljoprivredne proizvodnje, operacionalizirana kao udio dodane vrijednosti sektora A (poljoprivreda, šumarstvo i ribarstvo prema NACE Rev. 2 klasifikaciji) u ukupnom BDP-u (AGRI). Navedena varijabla konstruirana je iz iste baze podataka kombiniranjem s podacima o nominalnom BDP-u, a njezinim se uključivanjem u model nastoji ispitati je li viši intenzitet primarne biološke proizvodnje statistički značajno koreliran s višim razinama emisija stakleničkih plinova — što bi upućivalo na napetost između ekspanzije bioekonomije i ekoloških ciljeva.

#### Kontrolne varijable:

Skup kontrolnih varijabli odabran je na temelju relevantnih teorijskih postavki i prethodnih empirijskih istraživanja u području bioekonomije i makroekonomske analize panel podataka, a s ciljem izolacije stvarnog učinka ključnih nezavisnih varijabli i izbjegavanja pristranosti procjena parametara zbog izostavljanja važnih varijabli (omitted variable bias).

Kontrolne varijable uključuju:

- prihode od ekoloških poreza (Environmental tax revenues, ENVTAX), izražene u milijunima eura; dostupnost ovih podataka seže od 1990. godine, što ih čini posebno vrijednima za analizu dugoročnih trendova politike ekološkog oporezivanja;
- udio energije iz obnovljivih izvora u ukupnoj potrošnji energije (OIE), izražen kao postotak, koji služi kao indikator napretka energetske tranzicije;
- realnu produktivnost rada po osobi (PROD), izraženu kao indeks (2015=100) u odnosu na prethodno razdoblje, koja kontrolira za razlike u efikasnosti korištenja radne snage;
- stopu zaposlenosti (EMPRATE), izraženu kao postotak radno sposobnog stanovništva u dobnoj skupini 20–64 godine, koja u modelima ekonomskog stupa služi kao zavisna varijabla (Model 2), a u modelu ekološkog stupa (Model 3) kao kontrolna varijabla;
- fizički kapital, operacionaliziran kao udio bruto investicija u fiksni kapital (GFCF) u BDP-u, preuzet iz Eurostatove baze podataka, koji kontrolira za razlike u akumulaciji kapitala između zemalja članica EU;

— indeks ljudskog kapitala (HC), koji reflektira prosječne godine školovanja i stope povrata obrazovanja, preuzet iz Penn World Tables (Feenstra i sur., 2015), kojim se kontrolira za razlike u kvaliteti radne snage;

— ukupnu faktorsku produktivnost (TFP), preuzetu iz Penn World Tables (Feenstra i sur., 2015), kao mjeru tehnološkog napretka i inovacijske sposobnosti gospodarstva koja nije obuhvaćena mjerljivim inputima kapitala i rada.

Posljednje tri varijable (GFCF, HC i TFP) uključuju se u Model 1 u skladu s teorijskim okvirom Solowljevog modela rasta (Solow, 1956), čime se osigurava teorijska utemeljenost specifikacije i izbjegava pristranost zbog izostavljenih varijabli pri procjeni učinka bioekonomije na gospodarski rast.

Dodatna kontrolna varijabla uvedena isključivo u Model 3 je udio industrije u ukupnom BDP-u (IND), preuzet iz Eurostatove baze podataka (Gross value added and income by main industry, NACE Rev. 2), izražen kao postotak BDP-a u tekućim cijenama. Ova varijabla kontrolira za razlike u industrijskoj strukturi nacionalnih gospodarstava, budući da visoko industrijalizirana gospodarstva strukturno generiraju više GHG emisija neovisno o stupnju razvoja bioekonomskog sektora. Njezinim uključivanjem u model osigurava se izolacija specifičnog učinka bioekonomije na emisije od općeg učinka industrijske strukture.

#### Metodološki okvir:

Empirijsko testiranje postavljenih hipoteza temelji se na primjeni dinamičnih panel ekonometrijskih metoda, koje su metodološki najadekvatnije prema literaturi za analizu međudnosa bioekonomskih čimbenika i makroekonomskih te okolišnih ishoda u uvjetima heterogenih gospodarstava EU-27 kroz višegodišnje vremensko razdoblje. Odabrani metodološki okvir sastoji se od glavnog procjenitelja, procjenitelja za provjeru robusnosti rezultata, te skupa dijagnostičkih testova koji prethode finalnoj specifikaciji modela.

Prije specifikacije i procjene modela, nad izvornim podacima provode se specifične matematičke i statističke transformacije u svrhu prilagodbe podataka zahtjevima panel analize i poboljšanja interpretativne snage modela. Zavisna varijabla Modela 1 konstruira se kao prva diferencija logaritma realnog BDP-a  $[\Delta \ln(r\text{BDP})(i,t)]$ , čime se eliminira trend nestacionarnosti i osigurava stacionarnost serije. Na varijable izražene u apsolutnim iznosima (GHG, ENVTAX) primijenit će se prirodni logaritmi kako bi se ublažio problem heteroskedastičnosti i smanjio utjecaj ekstremnih vrijednosti proizašlih iz razlika u veličini nacionalnih gospodarstava. Varijable iskazane kao relativni udjeli ili indeksi, kao što su dodana vrijednost bioekonomskih sektora (DVBIO), udio dodane vrijednosti sektora poljoprivrede, šumarstva i ribarstva (AGRI), udio energije iz obnovljivih izvora (OIE), stopa zaposlenosti (EMPRATE), indeks ljudskog kapitala (HC) te realna produktivnost rada po osobi (PROD), zadržavaju se u razinama budući da su već metodološki usporedive između zemalja. Tamo gdje je to teorijski opravdano, uvedeni su vremenski pomaci (lags) ključnih nezavisnih varijabli, s obzirom na to da učinci strukturnih promjena u bioekonomskim sektorima na makroekonomske agregate ne nastaju trenutačno.

Kao primarni ekonometrijski procjenitelj primjenjuje se dinamički panel model temeljen na metodi generaliziranih momenata (System GMM – Generalized Method of Moments), čija je prednost u simultanom rješavanju problema endogenosti, Nickellove pristranosti i potencijalne obrnute uzročnosti koji su inherentni modelima koji analiziraju međuovisnost bioekonomskih varijabli i makroekonomskih agregata. U primjeni System GMM procjenitelja, kao instrumentalne varijable primjenjuju se prosjeci među zemljama (between-group prosjeci). Za svaku varijablu  $X$  izračunava se prosjek po godini  $X(t)$  ili prosjek kroz vrijeme  $X(i)$ , koji su egzogeni po konstrukciji i metodološki prihvatljivi u kontekstu visoko integriranih EU gospodarstava. Kako bi se izbjegao problem proliferacije instrumenata, posebno kritičan u panelima s malim  $n$  ( $n = 27$ ), pri čemu broj instrumenata ne smije prelaziti broj poprečnih jedinica, broj instrumentalnih varijabli bit će pažljivo ograničen primjenom tehnike kolapsa instrumenata (instrument collapsing), što će biti eksplicitno navedeno kao ograničenje istraživanja.

Robusnost rezultata dobivenih System GMM procjeniteljem provjerava se primjenom dvaju dopunskih ekonometrijskih pristupa. Mean Group (MG) procjenitelj, razvijen u radu Pesarana i Smitha (1995), primjenjuje se kao primarni procjenitelj robusnosti, posebno za modele okolišnog stupa (Model 3). MG procjenitelj procjenjuje koeficijente zasebno za svaku zemlju i zatim izračunava neponderirani prosjek, čime dopušta potpunu heterogenost kratkoročnih i dugoročnih parametara između zemalja. Ovo je metodološki opravdano i teorijski poželjno u kontekstu EU-27, budući da učinak bioekonomskih sektora na GHG emisije zasigurno nije homogen između, primjerice, Finske s razvijenom šumsko-prerađivačkom industrijom i Bugarske s pretežno agrarnom strukturom. Panel modeli s fiksnim efektima (Fixed Effects, FE) — uključujući dvosmjerne fiksne efekte (Two-Way FE) koji simultano kontroliraju za neopaženu heterogenost zemalja i zajedničke makroekonomske šokove na razini EU — primjenjuju se kao sekundarni procjenitelj robusnosti. Usporedba rezultata FE modela s rezultatima System GMM procjenitelja omogućuje procjenu stabilnosti i konzistentnosti estimiranih koeficijenata.

Specifikacije modela:

U skladu s postavljenim hipotezama, istraživanje se temelji na tri distinktivne ekonometrijske specifikacije, pri čemu svaki model testira jasno definirani skup hipoteza uz odgovarajuće zavisne i nezavisne varijable.

Model 1: Učinak bioekonomije na gospodarski rast (H1a)

Specificiran je za testiranje hipoteze H1a o učinku razvoja bioekonomije na gospodarski rast mjeren stopom rasta realnog BDP-a:

$$gBDP(i, t) = \beta_0 + \beta_1 gBDP(i, t - 1) + \beta_2 DVBIO(i, t) + \beta_3 \ln(K)(i, t) + \beta_4 HC(i, t) + \beta_5 TFP(i, t) + \beta_6 EMPRATE(i, t) + \beta_7 ENVTAX(i, t) + \beta_8 OIE(i, t) + \mu_i + \varepsilon(i, t)$$

Zavisna varijabla je stopa rasta realnog BDP-a, izračunata kao razlika logaritama BDP-a između dvije uzastopne godine, čime se osigurava da varijabla ne sadrži trend i da je statistički stabilna kroz vrijeme. Lagirana zavisna varijabla uključena je kako bi se uzela u obzir činjenica da gospodarski rast iz prethodnog razdoblja utječe na rast u tekućem razdoblju. Model je proširen standardnim varijablama teorije ekonomskog rasta prema Solowljevom modelu (Solow, 1956) — fizičkim kapitalom, ljudskim kapitalom, ukupnom faktorskom produktivnošću i stopom zaposlenosti — koje su preuzete iz Penn World Tables (Feenstra i sur., 2015) i Eurostata, a služe kao kontrolne varijable kako bi se izolirao stvarni učinak bioekonomije na gospodarski rast neovisno o ostalim čimbenicima rasta. Očekivani predznak uz koeficijent  $\beta_2$  jest pozitivan ( $\beta_2 > 0$ ), u skladu s hipotezom H1a. Procjenitelj: System GMM (primarni), Two-Way FE (robusnost).

Model 2: Učinak bioekonomije na zaposlenost (H1b)

Specificiran je za testiranje hipoteze H1b o učinku razvoja bioekonomije na stopu zaposlenosti:

$$EMPRATE(i, t) = \beta_0 + \beta_1 EMPRATE(i, t - 1) + \beta_2 DVBIO(i, t) + \beta_3 \ln(rBDPpc)(i, t) + \beta_4 ENVTAX(i, t) + \beta_5 PROD(i, t) + \mu_i + \varepsilon(i, t)$$

Zavisna varijabla je stopa zaposlenosti stanovništva u dobnoj skupini 20–64 godine, izražena kao postotak radno sposobnog stanovništva. Očekivani predznak uz  $\beta_2$  jest pozitivan ( $\beta_2 > 0$ ), u skladu s hipotezom H1b. Realni BDP per capita uključen je kao kontrolna varijabla kako bi se izolirao specifičan doprinos bioekonomije stopi zaposlenosti neovisno o općoj razini gospodarskog razvoja. Procjenitelj: System GMM (primarni), Two-Way FE (robusnost).

Model 3: Učinak bioekonomije na emisije stakleničkih plinova (H2a i H2b)

Specificiran je za simultano testiranje hipoteza H2a i H2b u okviru zajedničke jednadžbe s GHG emisijama kao zavisnom varijablom:

$$\ln(GHG)(i, t) = \beta_0 + \beta_1 \ln(GHG)(i, t - 1) + \beta_2 DVBIO(i, t) + \beta_3 AGRI(i, t) + \beta_4 \ln(rBDPpc)(i, t) + \beta_5 OIE(i, t) + \beta_6 ENVTAX(i, t) + \beta_7 IND(i, t) + \mu_i + \varepsilon(i, t)$$

Zavisna varijabla jest logaritam ukupnih GHG emisija. Varijabla DVBIO testira hipotezu H2a — očekivani predznak uz  $\beta_2$  jest negativan ( $\beta_2 < 0$ ), upućujući na to da razvijeniji bioekonomski sektori doprinose smanjenju emisija. Proxy varijabla AGRI testira hipotezu H2b — očekivani predznak uz  $\beta_3$  jest pozitivan ( $\beta_3 > 0$ ), upućujući na to da intenzivnija poljoprivredna proizvodnja korelira s višim razinama emisija. Pozitivan učinak teorijski je utemeljen kroz tri emisijska mehanizma svojstvena intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji: enteričnu fermentaciju u stočarstvu ( $CH_4$ ), primjenu dušičnih gnojiva ( $N_2O$ ) i obradu tla ( $CO_2$ ). Istovremeno testiranje oba učinka u jednom modelu metodološki je prikladno jer omogućuje izravnu provjeru postoji li neto pozitivan okolišni učinak bioekonomske tranzicije čak i uz prisutnost emisijskog intenziteta primarne poljoprivredne proizvodnje. Procjenitelj: System GMM (primarni), Mean Group — Pesaran i Smith (1995) (robusnost), Two-Way FE (sekundarna robusnost).

Dijagnostički testovi:

Odabir i validacija finalnih specifikacija modela temelje se na provedbi skupa dijagnostičkih testova primjerenih dinamičnim panel modelima. Hausmanov test primjenjuje se za potvrdu adekvatnosti procjenitelja s fiksnim efektima u odnosu na slučajne efekte u baseline specifikacijama. Arellano-Bond testovi autokorelacije (AR(1) i AR(2)) provode se radi provjere valjanosti dinamičke specifikacije u System GMM okviru, pri čemu je poželjno postojanje AR(1) uz odsustvo AR(2) autokorelacije u rezidualima prve diferencije. Sarganov ili Hansenov test preidentifikacijskih restrikcija primjenjuje se za provjeru valjanosti instrumentalnih varijabli. Sukladno mentorovoj uputi, testovi jediničnog korijena i kointegracije, kao i test međuzavisnosti poprečnih jedinica (Pesaran CD test), nisu uključeni u standardni dijagnostički protokol, čime se istraživanje fokusira na dinamičku panel specifikaciju bez pretpostavki o integriranosti vremenskih serija.

Plan istraživanja:

Istraživanje je strukturirano u šest međusobno povezanih faza koje logički slijede od teorijskog utemeljenja do sinteze empirijskih nalaza i formuliranja preporuka:

Faza 1: Teorijsko i konceptualno uokvirivanje. Sinteza suvremenih teorijskih pristupa bioekonomiji, uključujući biotehnološku, bio-resursnu i bio-ekološku viziju (Bugge i sur., 2016), te integracija kritičkog diskursa koji propituje paradigmu rasta i održivosti bioekonomije (Eversberg i sur., 2023). Na temelju teorijskog pregleda definira se konceptualni model odnosa bioekonomije, gospodarskog rasta i okolišnih učinaka koji služi kao analitički okvir za empirijsko testiranje.

Faza 2: Prikupljanje, obrada i konstrukcija panel baze podataka. Formiranje dinamičke panel baze podataka za 27 država članica EU za razdoblje 2010.–2024. na temelju izvora Eurostat, JRC i Penn World Tables. Provedba standardizacije podataka, transformacija varijabli (logaritmiranje, izračun relativnih udjela, konstrukcija stope rasta BDP-a) te deskriptivna statistička analiza koja obuhvaća mjere centralne tendencije, raspršenosti i korelacijske matrice ključnih varijabli.

Faza 3: Ekonometrijska analiza i testiranje hipoteza. Primjena System GMM procjenitelja za procjenu parametara triju definiranih modela uz provedbu dijagnostičkih testova (Hausman, Arellano-Bond, Hansen). Provjera robusnosti rezultata primjenom Mean Group procjenitelja — Pesaran i Smith (1995) — posebno za Model 3, i Two-Way Fixed Effects modela. Interpretacija procijenjenih koeficijenata u kontekstu postavljenih hipoteza H1a, H1b, H2a i H2b.

Faza 4: Višekriterijska komparativna analiza razvoja bioekonomije u EU. Komparativna analiza razvoja bioekonomije u zemljama članicama EU koja služi kao deskriptivna i interpretativna podloga za ekonometrijske nalaze — odgovara na istraživačko pitanje: U kojoj mjeri i prema kojim kriterijima se zemlje članice EU međusobno razlikuju u stupnju razvijenosti bioekonomije? Na temelju odabranih indikatora — udio dodane vrijednosti bioekonomskih sektora u ukupnoj dodanoj vrijednosti (DVBIO), stopa zaposlenosti, emisije stakleničkih plinova (GHG), udio energije iz obnovljivih izvora (OIE) te prihodi od okolišnih poreza (ENV TAX) — provodi se deskriptivna komparativna analiza koja rangira i grupira zemlje članice prema stupnju bioekonomske razvijenosti. Rezultati ove analize služe kao osnova za interpretaciju heterogenosti procijenjenih koeficijenata između zemalja, posebno u kontekstu Mean Group procjenitelja koji dopušta varijaciju parametara između jedinica panela.

Faza 5: Institucionalna i komparativna analiza zemalja članica Europske unije. Detaljna komparativna analiza razvoja bioekonomije u zemljama članicama Europske unije kroz usporedbu s identificiranim EU bio-liderima. Identifikacija institucionalnih, administrativnih i strukturnih barijera — uključujući fragmentiranost inovacijskog sustava, kapacitet apsorpcije EU fondova i usklađenost nacionalnih strategija s EU bioekonomskim ciljevima — koje ograničavaju bioekonomski razvoj u pojedinim skupinama zemalja članica, s posebnim osvrtom na Republiku Hrvatsku.

Faza 6: Sinteza rezultata i preporuke. Integracija kvantitativnih ekonometrijskih nalaza i kvalitativnih komparativnih spoznaja u jedinstveni interpretativni okvir. Formuliranje znanstveno utemeljenih preporuka za unaprjeđenje bioekonomske politike u EU i RH, s naglaskom na ubrzanje zelene tranzicije, jačanje inovacijskog sustava i optimizaciju politike koja simultano podržava gospodarski rast i dekarbonizaciju.

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

Znanstveni doprinos disertacije u teorijskom smislu doprinosi produblivanju razumijevanja bioekonomije kao razvojne paradigme te njezine povezanosti s gospodarskim rastom, zaposlenošću i okolišnim učincima, uz integraciju pristupa održivom razvoju, kružnom gospodarstvu i konceptu post-growth rasta. Time se bioekonomija pozicionira kao interdisciplinarni okvir koji povezuje ekonomske, inovacijske i okolišne dimenzije razvoja te omogućuje kritičko sagledavanje odnosa između ekonomskog rasta i ograničenja prirodnih resursa. U aplikativnom smislu, doprinos se ogleda u empirijskoj analizi učinaka bioekonomije u državama članicama Europske unije te u identifikaciji razlika među zemljama u ekonomskim i okolišnim učincima bioekonomske tranzicije. Rezultati istraživanja mogu poslužiti kao podloga za oblikovanje učinkovitijih javnih politika usmjerenih na održivi razvoj i zelenu tranziciju, kao i za buduća istraživanja u području bioekonomije na razini Europske unije.

3.1. Popis citirane literature  
(maksimalno 30 referenci)

1. Aguilar, A. i Patermann, C. (2020) 'Biodiplomacy, the new frontier for bioeconomy', *New Biotechnology*, 59, str. 20–25. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2020.07.001>
2. Aguilar, A., Twardowski, T. i Wohlgemuth, R. (2019) 'Bioeconomy for sustainable development', *Biotechnology Journal*, 14(8), 1800638. <https://doi.org/10.1002/biot.201800638>
3. Allain, S., Ruault, J.-F., Moraine, M. i Madelrieux, S. (2022) 'The "bioeconomics vs bioeconomy" debate: Beyond criticism, advancing research fronts', *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 42, str. 58–73. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2021.11.004>
4. Arellano, M. i Bond, S. (1991) 'Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations', *The Review of Economic Studies*, 58(2), str. 277–297. <https://doi.org/10.2307/2297968>
5. Bezama, A., Ingrao, C., O'Keeffe, S. i Thrän, D. (2019) 'Resources, collaborators, and neighbors: The three-pronged challenge in the implementation of bioeconomy regions', *Sustainability*, 11(24), 7235. <https://doi.org/10.3390/su11247235>
6. Biber-Freudenberger, L., Ergeneman, C., Förster, J. J., Dietz, T. i Börner, J. (2020) 'Bioeconomy futures: Expectation patterns of scientists and practitioners on the sustainability of bio-based transformation', *Sustainable Development*, 28(5), str. 1225–1241. <https://doi.org/10.1002/sd.2072>
7. Biljuš, H. i Basarac Sertić, M. (2021) 'Potencijal i uloga biomase u hrvatskoj i europskoj energetske tranziciji', *Drvena industrija*, 72(3), str. 309–318. <https://doi.org/10.5552/drvind.2021.2023>
8. Blundell, R. i Bond, S. (1998) 'Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models', *Journal of Econometrics*, 87(1), str. 115–143. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00009-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00009-8)
9. Bracco, S., Calicioglu, O., Gomez San Juan, M. i Flammini, A. (2018) 'Assessing the contribution of bioeconomy to the total economy: A review of national frameworks', *Sustainability*, 10(6), 1698. <https://doi.org/10.3390/su10061698>
10. Bugge, M. M., Hansen, T. i Klitkou, A. (2016) 'What is the bioeconomy? A review of the literature', *Sustainability*, 8(7), 691. <https://doi.org/10.3390/su8070691>
11. Carus, M. i Dammer, L. (2018) 'The circular bioeconomy - Concepts, opportunities and limitations', *Industrial Biotechnology*, 14(2), str. 83–91. <https://doi.org/10.1089/ind.2018.29121.mca>
12. Czyżewski, A., Grzyb, A., Matuszczak, A. i Michałowska, M. (2021) 'Factors for bioeconomy development in EU countries with different overall levels of economic development', *Energies*, 14(11), 3182. <https://doi.org/10.3390/en14113182>
13. Daly, H. E. (1996) *Beyond growth: The economics of sustainable development*. Boston: Beacon Press
14. D'Amato, D., Bartkowski, B. i Droste, N. (2020) 'Reviewing the interface of bioeconomy and ecosystem service research', *Ambio*, 49, str. 1878–1896. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01374-0>
15. Dasgupta, P. (2021) *Final report - The economics of biodiversity: The Dasgupta review*. HM Treasury. <https://www.gov.uk/government/publications/final-report-the-economics-of-biodiversity-the-dasgupta-review>
16. Europska komisija (2018) *A sustainable bioeconomy for Europe: Strengthening the connection between economy, society and the environment*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2777/792130>
17. Europska komisija (2019) *Communication: The European Green Deal*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>
18. Europska komisija (2025), *Strateški okvir za konkurentno i održivo biogospodarstvo EU*, COM(2025) 960 final, Europska komisija, Bruxelles. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52025DC0960>
19. Eversberg, D., Holz, J. i Pungas, L. (2023) 'The bioeconomy and its untenable growth promises: Reality checks from research', *Sustainability Science*, 18(2), str. 569–582. <https://doi.org/10.1007/s11625-022-01237-5>

20. Feenstra, R. C., Inklaar, R. i Timmer, M. P. (2015) 'The next generation of the Penn World Table', *American Economic Review*, 105(10), str. 3150–3182. <https://doi.org/10.1257/aer.20130954>
21. Gawel, E., Pannicke, N. i Hagemann, N. (2019) 'A Path Transition Towards a Bioeconomy—The Crucial Role of Sustainability', *Sustainability*, 11(11), 3005. <https://doi.org/10.3390/su11113005>
22. Georgescu-Roegen, N. (1971) *The entropy law and the economic process*. Cambridge, MA: Harvard University Press
23. Grossauer, F. i Stoeglehner, G. (2020) 'Bioeconomy — Spatial requirements for sustainable development', *Sustainability*, 12(5), 1877. <https://doi.org/10.3390/su12051877>
24. Heimann, T. (2019) 'Bioeconomy and SDGs: Does the bioeconomy support the achievement of the SDGs?', *Earth's Future*, 7(1), str. 43–57. <https://doi.org/10.1029/2018EF001014>
25. IEA – International Energy Agency (2024) *CO2 Emissions in 2023*. Pariz: IEA. <https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2023>
26. Kardung, M., Cingiz, K., Costenoble, O., Delahaye, R., Heijman, W., Lovrić, M., van Leeuwen, M., M'Barek, R., van Meijl, H., & Piotrowski, S. (2021) 'Development of the circular bioeconomy: Drivers and indicators', *Sustainability*, 13(1), 413. <https://doi.org/10.3390/su13010413>
27. Kuckertz, A. (2020) 'Bioeconomy transformation strategies worldwide require stronger focus on entrepreneurship', *Sustainability*, 12(7), 2911. <https://doi.org/10.3390/su12072911>
28. Kulišić, B. (2020) 'Bioekonomija', *Sektorske analize*, 9(74), str. 1-16. <https://repozitorij.eizg.hr/object/eizg:384/FILE0>
29. Lasarte-Lopez, J. i M'Barek, R. (2025) *The EU bioeconomy at a glance: Focus on economic value added, employment and innovation* <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC143759>
30. Leavy, S., Allegretti, G., Presotto, E., Montoya, M. A. i Talamini, E. (2024) 'Measuring the bioeconomy economically: Exploring the connections between concepts, methods, data, indicators and their limitations', *Sustainability*, 16(20), 8727. <https://doi.org/10.3390/su16208727>
31. McCormick, K. i Kautto, N. (2013) 'The bioeconomy in Europe: An overview', *Sustainability*, 5(6), str. 2589–2608. <https://doi.org/10.3390/su5062589>
32. Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J. i Behrens, W. W. (1972) *The limits to growth*. New York: Universe Books
33. Ministarstvo poljoprivrede RH (2026) *Nacrt Strategije biogospodarstva Republike Hrvatske do 2035. godine*. [https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocImages/dokumenti/Biogospodarstvo/Strateska\\_procjena\\_utjecaja\\_strategije/NACRT%20STRATEGIJE%20BIOGOSPODARSTVA%20DO%202035\\_studeni%202023\\_objava%20za%20web.29.11..pdf](https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocImages/dokumenti/Biogospodarstvo/Strateska_procjena_utjecaja_strategije/NACRT%20STRATEGIJE%20BIOGOSPODARSTVA%20DO%202035_studeni%202023_objava%20za%20web.29.11..pdf)
34. Patermann, C. i Aguilar, A. (2021) 'A bioeconomy for the next decade', *EFB Bioeconomy Journal*, 1, 100005. <https://doi.org/10.1016/j.bioeco.2021.100005>
35. Pesaran, M. H., Shin, Y. i Smith, R. P. (1999) 'Pooled mean group estimation of dynamic heterogeneous panels', *Journal of the American Statistical Association*, 94(446), str. 621–634. <https://doi.org/10.1080/01621459.1999.10474156>
36. Pesaran, M. H. i Smith, R. P. (1995) 'Estimating long-run relationships from dynamic heterogeneous panels', *Journal of Econometrics*, 68(1), str. 79–113. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01644-F](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01644-F)
37. Pungas, L. (2023) 'Invisible (bio)economies: A framework to assess the "blind spots" of dominant bioeconomy models', *Sustainability Science*, 18(2), str. 689–706. <https://doi.org/10.1007/s11625-023-01292-6>
38. Pyka, A., Cardellini, G., van Meijl, H. i Verkerk, P. J. (2022) 'Modelling the bioeconomy: Emerging approaches to address policy needs', *Journal of Cleaner Production*, 330, 129801. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129801>
39. Rebolledo-Leiva, R., Moreira, M. T. i González-García, S. (2023) 'Progress of social assessment in the framework of bioeconomy under a life cycle perspective', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 175, 113162. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113162>

40. Robert, N., Giuntoli, J., Araujo, R., Avraamides, M., Balzi, E., Barredo, J. I. i sur. (2020) 'Development of a bioeconomy monitoring framework for the European Union: An integrative and collaborative approach', *New Biotechnology*, 59, str. 10–19. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2020.06.001>
41. Ronzon, T. (2023) Monitoring socio-economic aspects of the European bioeconomy from output-based quantification to screening for policy coherence. Doktorska disertacija. <https://research.wur.nl/en/publications/monitoring-socio-economic-aspects-of-the-european-bioeconomy-from>
42. Ronzon, T. i Sanjuán, A. I. (2020) 'Friends or foes? A compatibility assessment of bioeconomy-related sustainable development goals for European policy coherence', *Journal of Cleaner Production*, 254, 119832. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119832>
43. Siekmann, F. i Venghaus, S. (2024) 'Regional transformation pathways for the bioeconomy: A novel monitoring approach for complex transitions', *Journal of Industrial Ecology*, 28(3), str. 603–616. <https://doi.org/10.1111/jiec.13484>
44. Slijepčević, S. (2021) 'Bioekonomija', *Sektorske analize*, 10(82), str. 1–16. [https://www.eizg.hr/userdocsimages/publikacije/serijske-publikacije/sektorske-analize/sa\\_bioekonomija\\_2021.pdf](https://www.eizg.hr/userdocsimages/publikacije/serijske-publikacije/sektorske-analize/sa_bioekonomija_2021.pdf)
45. Solow, R. M. (1956) 'A contribution to the theory of economic growth', *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), str. 65–94. <https://doi.org/10.2307/1884513>
46. Stegmann, P., Londo, M. i Junginger, M. (2020) 'The circular bioeconomy: Its elements and role in European bioeconomy clusters', *Resources, Conservation & Recycling*, X, 6, 100029. <https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2019.100029>
47. Stephenson, P. J. i Damerell, A. (2022) 'Bioeconomy and circular economy approaches need to enhance the focus on biodiversity to achieve sustainability', *Sustainability*, 14(17), 10643. <https://doi.org/10.3390/su141710643>
48. Vidović, E. (2012) 'Nova strategija održive bioekonomije za Europu', *Goriva i maziva*, 51(4), str. 341–355. <https://hrcak.srce.hr/96035>
49. Wessler, J. i von Braun, J. (2017) 'Measuring the bioeconomy: Economics and policies', *Annual Review of Resource Economics*, 9, str. 275–298. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100516-053701>
50. Zeug, W., Bezama, A., Moesenfechtel, U., Jähkel, A. i Thrän, D. (2019) 'Stakeholders' Interests and Perceptions of Bioeconomy Monitoring Using a Sustainable Development Goal Framework', *Sustainability*, 11(6), 1511. <https://doi.org/10.3390/su11061511>

3.2. Procjena ukupnih troškova predloženog istraživanja (u kunama)

3.3. Predloženi izvori financiranja istraživanja

Vrsta financiranja	Naziv projekta	Voditelj projekta	Potpis
Nacionalnofinanciranje			
Međunarodno financiranje			
Ostale vrsteprojekata			
Samostalno financiranje	✓		

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

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

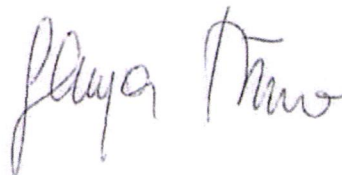
Izjavljujem da sam suglasan s temom koja se prijavljuje.

Potpis



(Izv. prof. dr. sc. Saša Čegar)

Potpis



(Izv. prof. dr. sc. Sanja Tišma)

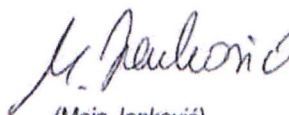
**IZJAVA**

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

U Rijeci,

23. travnja 2026.

Potpis



(Maja Janković)

M.P.

Komentar	Odgovor
<p>Potrebno je napraviti kritički osvrt na samo područje i predmet istraživanja, odnosno navesti i komentirati istraživanja koja daju kritički osvrt na bioekonomiju i njezinu ulogu u ostvarivanju ekonomskih, društvenih i okolišnih ciljeva, poput „ Eversberg et al (2022) The bioeconomy and its untenable growth to promises: reality checks from research“</p>	<p>Uvažavajući navedeni komentar, u revidiranoj verziji Prijave teme uvod je značajno dopunjen kritičkim osvrtom na bioekonomiju. Uključeni su radovi koji propituju njezinu sposobnost ispunjenja obećanja o održivom rastu (Eversberg i sur., 2023; Pungas, 2023; Allain i sur., 2022), a istraživanje je teorijski utemeljeno i kroz paradigmu post-rasta (Daly, 1996; Meadows i sur., 1972) te ekonomiju bioraznolikosti (Dasgupta, 2021).</p>
<p>Da bi se jasnije mogla dati ocjena relevantnosti i provedivosti predloženog istraživanja potrebno je jasnije opisati metodologiju koja se planira koristiti te podatke na razini varijabli koje se planiraju koristiti, odnosno:</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ pregled literature je potrebno produbiti na način da se pruži kritički osvrt i na metodološki dio spomenutih istraživanja u trenutnoj verziji prijedloga. Temeljem toga biti će lakše definirati konkretni znanstveni problem te doprinos rada</li> </ul>	<p>Uvažavajući navedeni komentar, u revidiranoj verziji Prijave pregled literature dopunjen je kritičkim osvrtom na metodološke pristupe korištene u dosadašnjim istraživanjima. Na temelju utvrđenog metodološkog jaza, nedostatka dinamičnih panel modela na razini EU-27, preciznije je definiran znanstveni doprinos disertacije.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ nedefinirana metodologija (niti ugrubo) i operacionalizacija istraživanja. Nejasno je kako će testirati postavljene hipoteze. Nije navedeni niti konceptualni model temeljem kojeg se mogu razvijati konkretizirati empirijski model(i). Ne može se iznositi samo općenite mogućnosti obrade podataka, već je potrebno konkretizirati i varijable i metodu obrade istih, odnosno definirati istraživački model/e</li> </ul>	<p>Uvažavajući navedeni komentar, u revidiranoj verziji Prijave metodologija je detaljno razrađena. Definirane su tri ekonometrijske specifikacije modela s precizno opisanim varijablama, izvorima podataka i procjeniteljima. Za svaku varijablu naveden je naziv, izvor podataka, mjerna jedinica i način transformacije. Hipoteze su direktno povezane s modelima i očekivanim predznacima koeficijenata. Kao primarni procjenitelj koristi se System GMM, uz provjeru robusnosti primjenom Mean Group procjenitelja i Two-Way FE modela. Istraživanje se temelji na panel bazi podataka za EU-27 za razdoblje 2010.–2024. (N=405 opažanja).</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ iako doktorandica prepoznaje da postoji „nedostatak jasno definiranih</li> </ul>	<p>Uvažavajući navedeni komentar, u revidiranoj verziji Prijave konkretno su</p>

<p>indikatora za praćenje napretka predstavlja dodatni izazov u razvoju bioekonomije“ ne nudi nikakvo rješenje za taj problem. Kako planira „doći“ do indikatora?</p>	<p>definirani indikatori koji se koriste u istraživanju. Svi indikatori preuzeti su iz standardiziranih baza podataka, Eurostata i JRC-a, i precizno su operacionalizirani za svaki model. U komparativnoj fazi istraživanja provodi se rangiranje zemalja članica prema odabranom skupu bioekonomskih indikatora.</p>
<p>○ Definirati konkretne varijable koje se planiraju koristiti, a koje su (očito) dostupne u bazama koje doktorandica navodi (Eurostat, Državni zavod za statistiku)</p>	<p>Uvažavajući navedeni komentar, u revidiranoj verziji Prijave konkretno su definirane sve varijable istraživanja s navedenim izvorima podataka. Zavisne varijable su: stopa rasta realnog BDP-a i stopa zaposlenosti (20–64 godine) iz Eurostata te ukupne emisije stakleničkih plinova izražene u tisućama tona CO<sub>2</sub> ekvivalenta iz Eurostatove baze emisija. Ključna nezavisna varijabla je udio dodane vrijednosti bioekonomskih sektora u ukupnoj dodanoj vrijednosti (DVBIO), konstruiran iz Eurostatove baze Gross value added and income by main industry prema NACE Rev. 2 klasifikaciji. Kontrolne varijable preuzete su iz Eurostata (prihodi od okolišnih poreza, udio energije iz obnovljivih izvora, bruto investicije u fiksni kapital, udio industrije u BDP-u, realna produktivnost rada) i Penn World Tables (indeks ljudskog kapitala, ukupna faktorska produktivnost). Napominjem da Državni zavod za statistiku nije korišten kao izvor podataka u finalnoj specifikaciji istraživanja budući da su svi potrebni podaci na razini EU-27 dostupni i metodološki usporedivi u Eurostatu i JRC-u.</p>